



Resultaten van de geologische opname in de bouwput op het AZG terrein (26-11-2001):

een onderzoek uitgevoerd ten behoeve van de publieksinformatie voor de stad
Groningen

Drs. P.C. Vos
Dr. M.W. van den Berg

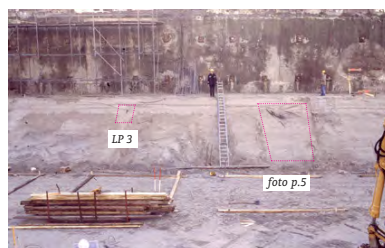
Opdrachtgever: Gemeente Groningen
Project nr. 005.42050
Datum: april 2003
Vormgeving: R.v.d. Kraan en J. Hettelaar

Inhoud

- Inleiding	1
- Ligging van het geologisch profiel	2
- Hoogtekaart van de top van de Pleistocene afzettingen onder de Holocene deklaag	3
- Geologisch west-oost profiel aan de oostkant van de stad Groningen	4
- Geologische overzichtstekening van de grote profielwand van het AZG-terrein	5
- AZG-lakprofiel 1	6
- AZG-lakprofiel 2	7
- AZG-lakprofiel 3	8
- AZG-lakprofiel 4	9
- Fotocollage	10
- Literatuur	11



'Neolithische wand' centraal gelegen in de put



Grote westelijke profielwand

Inleiding

In het najaar van 2001 hebben archeologen van de gemeente Groningen - onder leiding van gemeentelijk archeoloog drs. G.L.G.A Kortekaas - onderzoek verricht in een grote bouwput op het terrein van het Academisch Ziekenhuis Groningen (AZG). De bouwput was aangelegd ten behoeve van de bouw van de parkeergarage aan het ziekenhuis. De archeologen troffen in de bouwput Neolithische scherven en bewoningssporen aan op de Pleistocene ondergrond. Deze sporen waren overdekt met een ca. 2 meter dikke Holocene Hunze kleilaag. In de bouwput waren ook de Pleistocene gronden ontsloten tot 10 meter -NAP. Deze afzettingen, die deel uit maken van de opvulling van het 'oer-Hunze rivierdal, bleken onder meer spectaculaire vorstwerkingstructuren (o.a. ijswiggen) te bevatten. Deze structuren waren gevormd tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien.

In opdracht van de gemeente Groningen heeft het TNO-NITG de ontsloten Pleistocene profielwanden van het AZG-terrein opgenomen. Doel van de veldopname was om de geologische structuren in de ondergrond van het AZG-terrein vast te leggen; ondermeer om de Groningse bevolking in kennis te kunnen stellen van de bijzondere geologische vormen die zich onder hun voeten bevinden. De publieksinformatie geschiedt in de vorm van een publicatie in Hervonden stad 2003 en doormiddel van een publiekstentoonstelling. De geologische informatie in dit opname-verslag vormt het uitgangsmateriaal voor het boekje en de tentoonstelling.

De geologisch ondergrond van het AZG terrein wordt in dit verslag op drie geologische schaalniveaus bekeken.

- Regionaal-niveau (km-schaal): Geologische dwarsdoorsnede over het AZG-terrein aan de oostkant van de stad Groningen; dit profiel is samengesteld aan de hand van boringen uit de Data en Informatiebank Nederlandse Ondergrond (DINO) van het TNO-NITG.

- Bouwput-niveau (m-schaal): De geologische opname van de grote westelijke profielwand van de AZG-bouwput heeft plaatsgevonden op 26-11-2001. Ontsloten was het traject tussen de 6 en 10 m -NAP. De grote laageenheden zijn gefotografeerd en vastgelegd in een profielwandtekening. De breedte van het profiel bedroeg ca. 30 m. Naast de grote profielwand is ook de Pleistocene wand (5 m breed) onder de Neolithische cultuurlaag bestudeerd tot een diepte van ca. 4 m - NAP. De Neolithische cultuurlaag was ontsloten in het centrale deel van de bouwput.

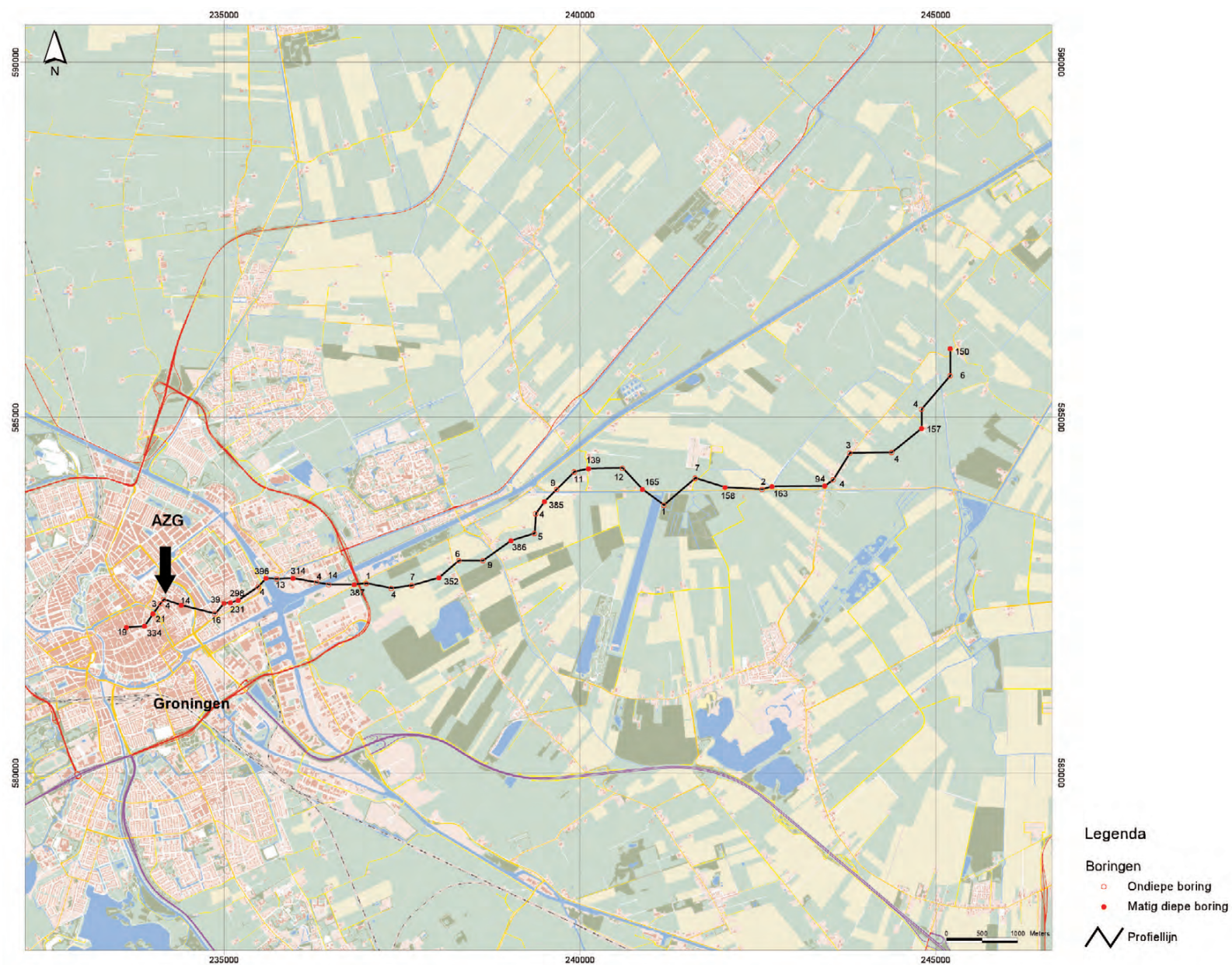
- Detail-niveau (cm-schaal): Met behulp van lakprofielen zijn de kleine sedimentaire structuren vastgelegd.

Een lakprofiel is een in-situ wandopname ('zand-schilderij') dat gemaakt wordt door synthetische lak over een deel van de profielwand uit te gieten. Nadat de lak is uitgehard, kan de harde lak met het vastgehechte sediment van de wand worden genomen en op een plaat hard-board worden geplakt. In totaal zijn 4 lakprofielen gemaakt (lengte 1.2 m; breedte 0.5 m) in de AZG-bouwput; één onder het Neolithisch niveau en drie in de grote westelijke profielwand.

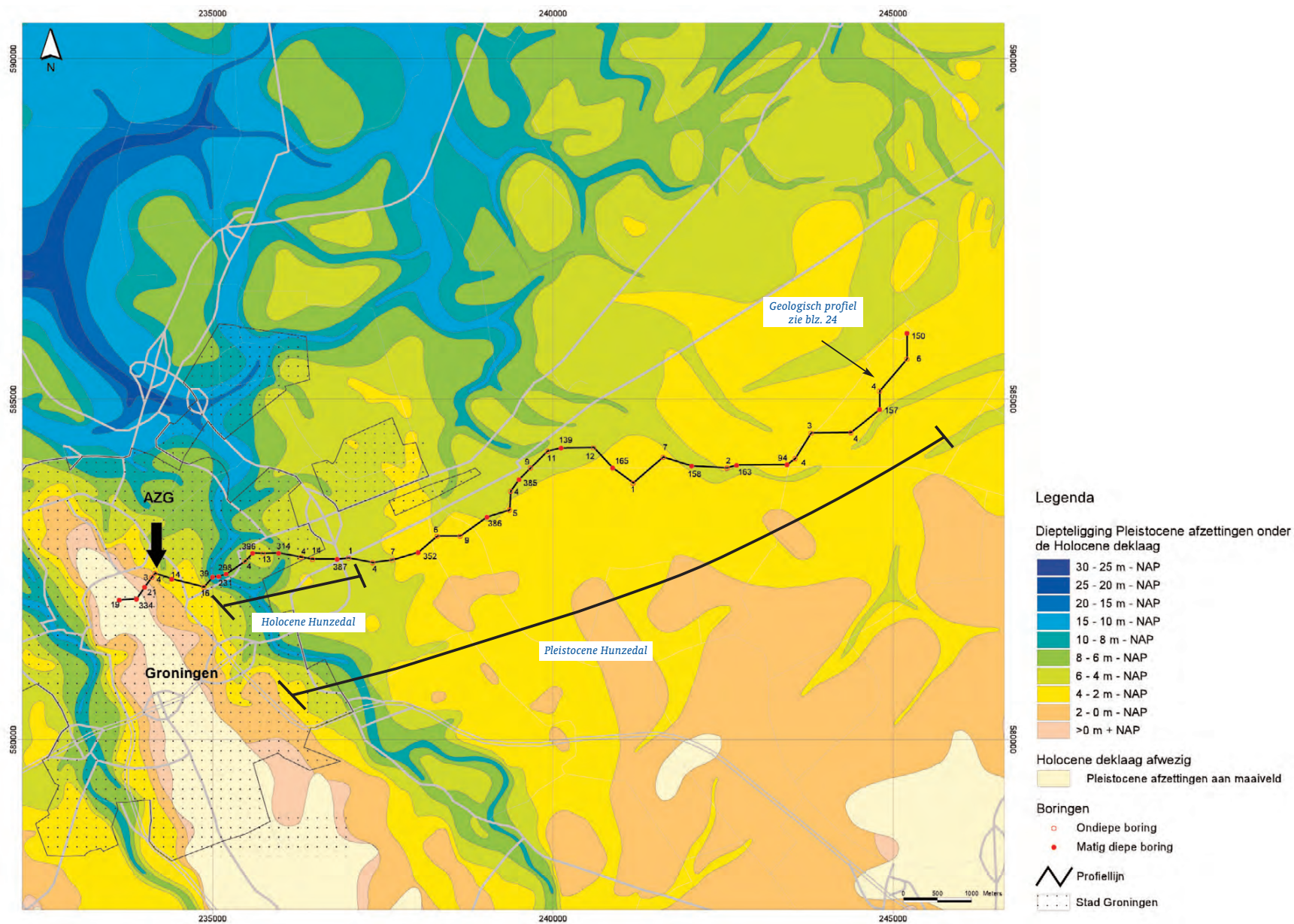


Overzichtsfoto van de bouwput op het AZG terrein

Ligging van het geologisch profiel AZG



Hoogtekaart van de top van de Pleistocene afzettingen onder de Holocene deklaag



Geologisch west-oost profiel aan de oostkant van de stad Groningen

De ondergrond van het AZG-terrein op regionaal niveau

Het AZG is gebouwd op afzettingen die tienduizenden jaren oud zijn. Het betreffen afzettingen die gevormd zijn door rivier de Hunze. Het oude rivierdal van de Hunze (Oer-Hunze) ligt aan de oostflank van de Hondsrug. De Oer-Hunze is een glaciaal smeltwaterdal, dat gevormd is tijdens de laatste fase van de Saalien ijstijd, ca 140.000 jaar geleden. Het Oer-Hunze dal aan de oostflank van de Hondsrug is ca. 8-10 km breed en de dal opvulling is maximaal 50 m dik. Het dalsysteem is opgevuld met rivier-, zee-, wind-, en organische (veen, gyttja) afzettingen.

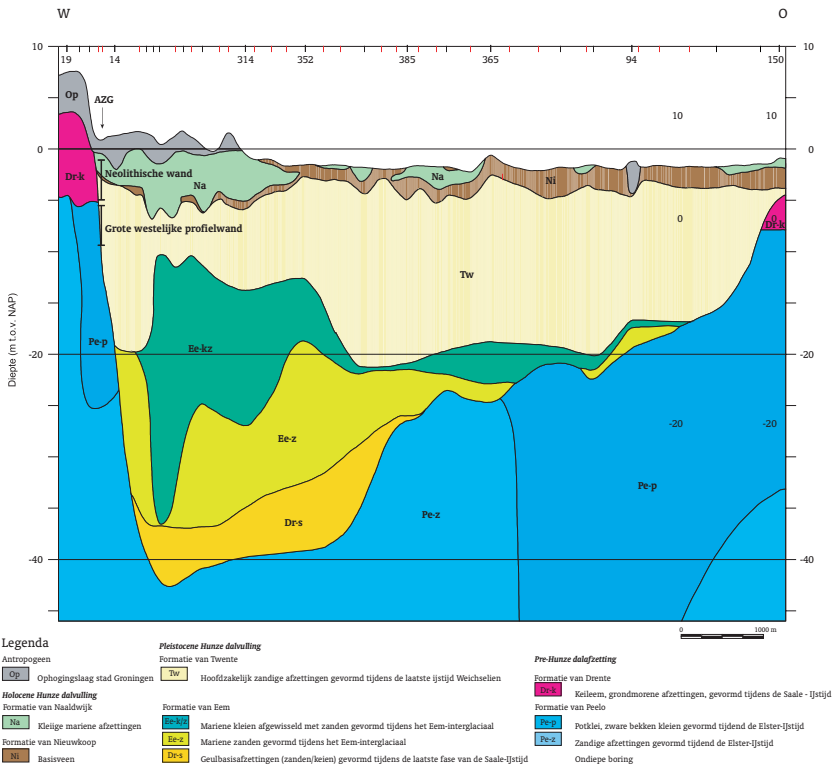
- De ondergrond ten oosten van de stad Groningen is op basis van de Hunze geschiedenis in gedeeld in drie laagniveaus:
- Pre-Hunze dal afzettingen (ouder dan ca 140.000 jaar voor heden)
 - Pleistocene Hunze dalvulling (ca. 140.000 – 11.000 jaar geleden)
 - Holocene Hunze dalvulling (jonger dan ca. 11.000 jaar voor heden)

PreHunze dalafzettingen:

Pre-Hunze afzettingen (tot 50m-NAP) maken onderdeel uit van twee formaties die tijdens verschillende ijstijden zijn gevormd (Elsterien en Saalien). Afzettingen uit de tussen liggende warme periode, het Holsteinien, zijn in de ondergrond niet aangetroffen. De afzettingen uit het Elsterien behoren tot de Formatie van Peelo. De Formatie van Peelo bestaat uit zeer zware compacte donkere kleien (potklei), glimmerhoudende zeer fijne zanden tot matig grove zanden. Het zijn smeltwaterafzettingen die diepe glaciale dalsystemen hebben opgevuld. De afzettingen uit de Saalien ijstijd bestaan uit keileem, stugge veelal groengrijze lemen met grind en keien, die gerekend worden tot de Formatie van Drente. Keileem is een gronddormaine afzetting; sediment dat is afgezet aan de basis van het toenmalige landijs.

Pleistocene Hunze dalvulling:

De Pleistocene Hunze afzettingen omvatten het grootste deel van de totale Hunze dalopvulling; 80-90%. In het diepste gedeelte van het Pleistocene Hunzedal komen aan de basis matig grove tot uiterst grove zanden voor, die veel grof grind en keien bevatten. Deze grind- en keienhoudende zanden zijn het afzettingsresidu van de dalinsnijding die plaats vond in de laatste fase van de Saalien ijstijd. In die periode kwamen grote hoeveelheden smeltwater vrij, dit als gevolg van het afsmelten van landijs. Het keien en stenen niveau aan de basis van het Pleistocene Hunzedal wordt gerekend tot de Formatie van Drente (Laagpakket van Schaarsbergen) Tijdens het Eemien interglaciaal zijn mariene schelphoudende, matig fijne zanden en kleien afgezet. De zeespiegelstand in Noord Nederland steeg tijdens deze interglaciale periode tot maximaal 10 m –NAP. Als gevolg van de zeespiegelstijging veranderde het Hunzedal van een rivierdal in een grote zeearm. De mariene Eem afzettingen die in deze zeearm werden gevormd, zijn in twee pakketten onder te verdelen, namelijk het onderste pakket dat overwegend betaait uit overwegend matig fijne zanden en het bovenste pakket dat bestaat uit schelphoudende kleien die afgewisseld wor-



den met zandlagen. Beide pakketten worden gerekend tot de Eem Formatie. Tijdens de Weichselien ijstijd daalde de zeespiegel weer en vormden zich wind- en rivierafzettingen in het Hunzedal. De wind- en rivierafzettingen bestaan overwegend uit matig fijne tot matig grove zanden, en (humeuse) leemlagen. Deze afzettingen worden gerekend tot de Formatie van Twente. Het is met name deze formatie die ontsloten was onderin de bouwput AZG.

Holocene Hunze dalvulling:

Als gevolg van de Holocene zeespiegelstijging vernatte het Hunzedal en werd het deels overstromd door de zee. De vernatting en overstroming begon het eerst in de laag gelegen delen van het Holocene-Hunzedal. Het AZG-terrein ligt aan de westflank van dit dalsysteem. Daar begon de veenvorming en mariene overstroming pas na het Laat-Neolithicum; ca. 2000 jaar v. Chr.

Antropogene laag:

Een laag, die niet op natuurlijke wijze is ontstaan, is de ophogingslaag van de stad Groningen. In de stad Groningen kan deze laag enkele meters dik zijn. Deze laag is vooral in de Late Middeleeuwen en de Moderne Tijd gevormd.

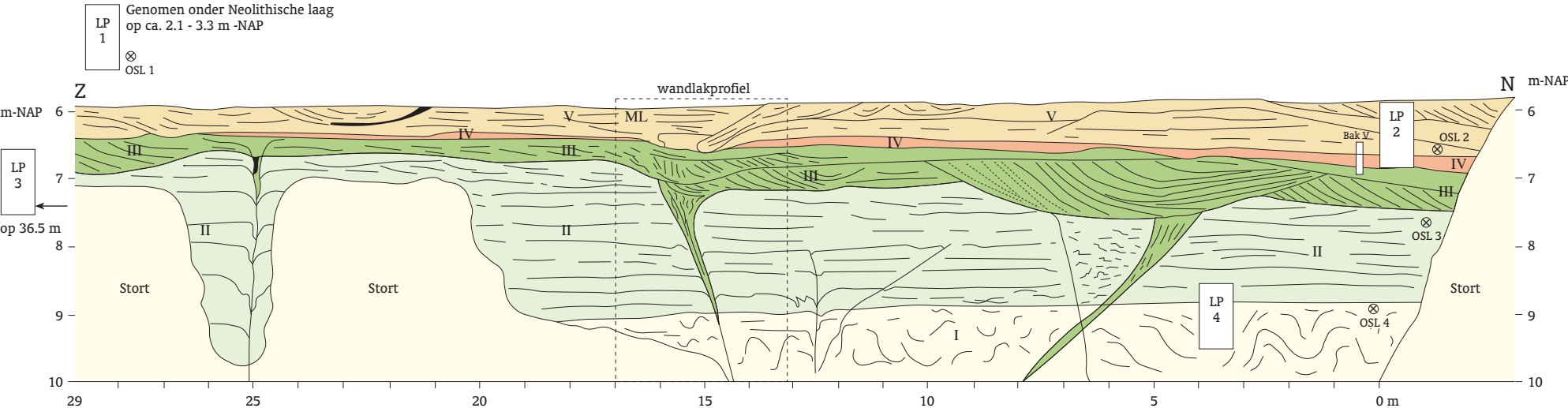
Geologische tijdvakken

Het Pleistoceen is het tijdvak dat wordt gekenmerkt door de afwisseling van koude (ijstijden of glacialen) en warme perioden (tussen-ijstijden of interglacialen). Gedurende de ijstijden werden met name in de poolstreken grote massa's landijs gevormd, waardoor de zeespiegelstand wereldwijd daalde. Tijdens de interglacialen (warme perioden) smolt het landijs grotendeels weer af en ging de zeespiegel weer omhoog. In het geologisch west-oost profiel (tot 45 m –NAP) komen afzettingen voor die tijdens de drie ijstijden gevormd zijn, namelijk het Elsterien, Saalien en Weichselien. Tijdens het Elsterien en Saalien heeft het landijs de provincie Groningen bedekt. Dit was niet

Jaren voor heden	Tijd-stratigrafie		Afzettingsfasen Oer-Hunze dal	Litho-stratigrafische formaties
11.000	Holoceen (warme periode)		Holocene Hunze fase	Formatie van Naaldwijk Formatie van Nieuwkoop
120.000	Pleistoceen	Weichselien (Ijstijd)	Pleistocene Hunze fase	Formatie van Twente
		Eemien (warme periode)		
130.000		Saalien (Ijstijd)		
Pre-Hunze fase			Formatie van Drente (keileem)	
				Groot hiaat in de sedimentatie
330.000		Elsterien (Ijstijd)		

het geval tijdens het Weichselien. Wel was het tijdens een aantal perioden in deze ijstijd zo koud (periglaciale omstandigheden) dat het grondwater in de ondergrond permanent bevroren was (permafrost). Door wisselingen van dooi en opvriezen werden bodemlagen gevormd (kryoturbatie) en ontstonden in de bodem onder andere ijswiggen in de vorm van polygoon structuren. (zie foto Mackenzie delta-Canada, blz10) Interglaciale afzettingen die in het profiel voorkomen betreffen de afzettingen uit het Eemien; interglaciale (Eem formatie) Holsteinien afzettingen ontbreken aan de oostflank van de Hondsrug. Het Holoceen is het jongste warme tijdvak; het tijdvak waarin wij nu leven. Dit tijdvak begon ca. 11.000 jaar geleden. Als gevolg van het afsmelten van grote hoeveelheden landijs aan de polen steeg wereldwijd de zeespiegel en daardoor werd de Noord-Nederlandse kustvlakte de afgelopen duizenden jaren overstromd door de zee. Het resultaat van de overstromingen was dat in de kustvlakte - over de Pleistocene afzettingen - een afdekkende laag werd gevormd, bestaande uit zeezanden, zeekleien en veen.

Opname westelijke grote profielwand van de AZG-bouwput



De afzettingen die voorkomen in de grote profielwand kunnen - op basis van verschillen in lithologie en structuren – onderverdeeld worden in vijf eenheden (I t/m V). De onderste eenheid in de put (I) bestaat uit matig fijne tot matig grove zanden. Aan de top van deze eenheid komt een dun doorlopend grindsnoertje voor. Oorspronkelijk bestond de eenheid uit fijn gelaagde sedimentlaagjes die hoofdzakelijk door de wind waren afgezet. Deze fijne gelaagdheid is door peri-glaciale vries- en dooiwerking in de permafrost vervormd, met als resultaat fraaie golfvormige krypturbate structuren. De krypturbate vervorming is voorlopig gedateerd als Vroeg-Glaciaal (ca. 110.000 jaar voor heden).

De eenheid II bestaat eveneens uit parallel gelaagde, matig fijne tot matig grove afzettingen. Enkele dunne en fijne grindsnoertjes komen in deze eenheid voor. Ook deze afzettingen zijn hoofdzakelijk gevormd onder invloed van de wind. Krypturbate structuren ontbreken. Wel worden in de top van eenheid II grote ijswigstucturen gevonden; structuren die eveneens duiden op zeer koude peri-glaciale condities (permafrost). De ijswiggen zijn gevormd vanuit het oude oppervlak tussen eenheid II en III. De invulling van de ijswiggen met plaatselijk verslagen organisch materiaal duidt er op dat het toenmalige koude toendra landschap met grote ijspolygonen in bezit werd genomen door de Oer-Hunze rivier. Mede hierdoor ontdooiden de ijswiggen en werden zij opgevuld met zand en organisch materiaal. De ouderdom van de ijswiggen wordt geschat in het onder Pleni-Glaciaal, ca 65.000 jaar voor heden.

De bovenste drie eenheden III t/m V vertegenwoordigen de rivierafzettingen van de Oer-Hunze. De eenheden III en V bestaan uit matig fijne tot matig grove zanden. De zanden bevatten grootschalig schief gelaagde structuren die behoren bij de zich voortdurend verplaatsende zandbanken in de Oer-Hunze rivier. Doordat de zandbanken op verschillende manieren worden aangesneden (dwars tot parallel) is de gelaagdheid in het profiel verschillend. De leemlaag (eenheid IV) geeft een rustiger fase aan in de rivier ontwikkeling. In het meest noordelijk deel (nabij lakprofiel 2) wordt de basis van de leemlaag zelfs venig. De afzettingen van de eenheden III t/m V zijn

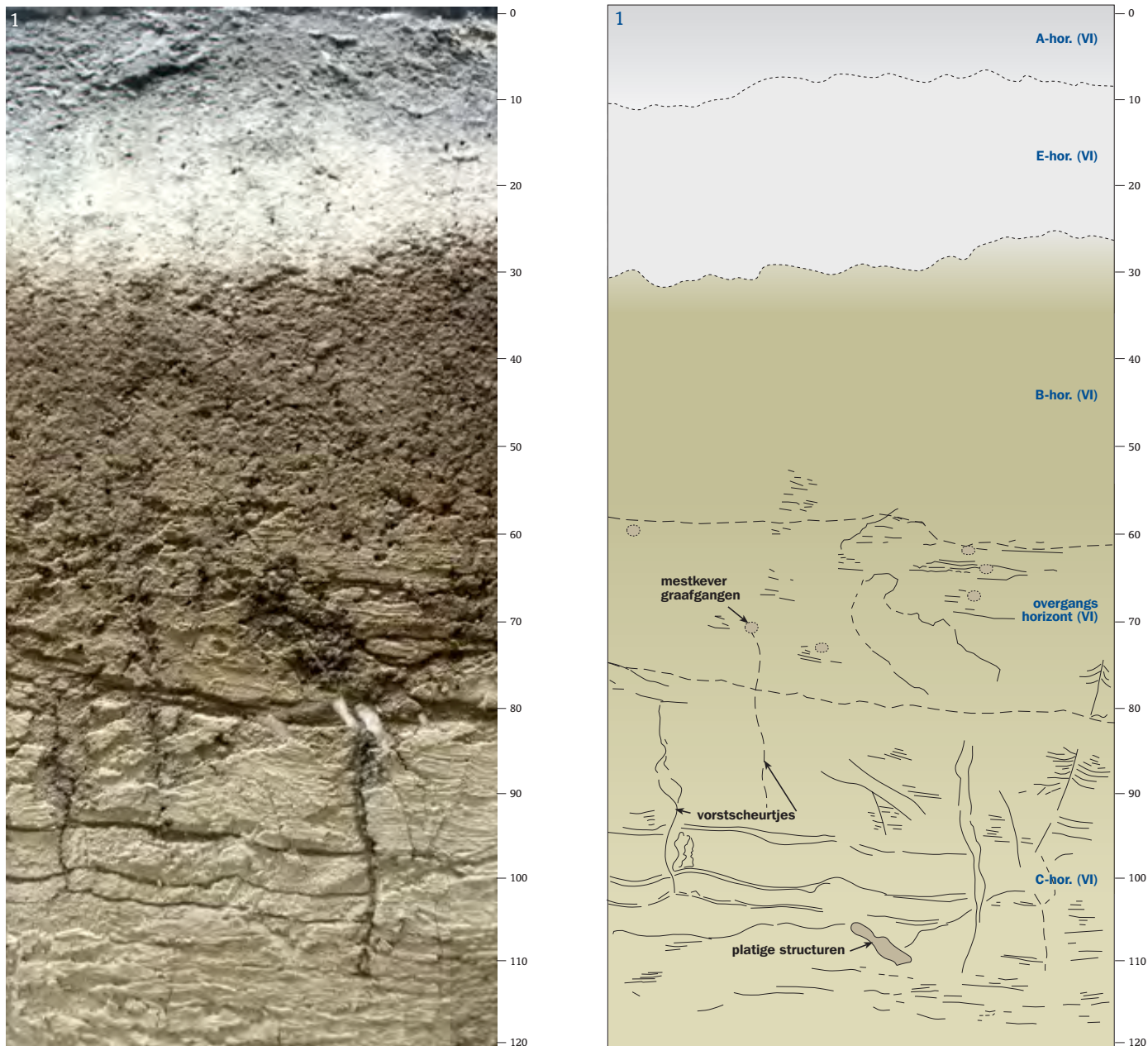
voorlopig gedateerd als Midden-Pleniglaciaal (29.000 – 50.000 jaar voor heden).



Foto ijswig op 15 m

Jaren voor heden	Tijd-stratigrafie	Isotoop stadium	Klimaat trends voor NW Europa		Profiel wandopnamen AZG	
			Koud	Warm	Neolithische wand	grote profiel wand
11.000 18.000	Holoceen	1			Kwelder afz. ← LP 1 Bodem ----- Dekzand	Neolithisch niveau ⊗ OSL 1
	Laat Glaciaal	2				
29.000 50.000	Boven Pleniglaciaal	3			⊗ OSL 2	LP 2 Laag III tm V
	Midden Pleniglaciaal	4				
50.000 75.000	Weichselien	5 ^a			⊗ OSL 3	LP 3 ----- Laag II
	Onder Pleniglaciaal	5 ^b				
		5 ^c				
		5 ^d				
120.000	Eemien	5 ^e			⊗ OSL 4	LP 4 ~ ~ ~ ~ Laag I
Saalien	6					
130.000						
De lakprofielen zijn voorlopig in de tijd geplaatst op basis van 'expert judgment'						
Uit de OSL-dateringen volgt de definitieve plaatsing						

AZG-lakprofiel 1 (LP 1)



Lakprofiel I is genomen in de top van de Pleistocene dekzandafzettingen (laag VI), direct onder de Holocene kleiafzettingen, op een diepte van ca. 2,1 - 3,3 m -NAP; in het centrale deel van de AZG-bouwput. De bovenste helft van het profiel laat een podzolbodembodem zien met karakteristieke horizonen die zich ontwikkeld hebben in het dekzand. Dekzanden zijn windafzettingen die gevormd zijn tijdens het Laat Glaciaal. De bodemvorming heeft in het Holoceen plaatsgevonden. De bovenste donkere bodemlaag bevat ingespoelde humes-ijzercomplexen ('A-bodemhorizont'), uit de bleke laag is alle humus en ijzer uitgespoeld ('E-bodemhorizont') en neergeslagen in de daaronderliggende donkere horizon (B-bodemhorizont). De onderliggende gele zanden zijn niet verstoord door bodemvormende processen. Dit materiaal wordt ook wel in bodemkundige termen 'moedermateriaal' of 'C-bodemhorizont' genoemd. Tussen de B-horizont en de C-horizont is een 'overgangshorizont' onderscheiden. In de Nederlandse bodemclassificatie wordt een dergelijk bodemprofiel een 'Haarpodzol' genoemd. Door de bodemvorming zijn in de bovenste bodemhorizonts (A, E en B) alle oorspronkelijke sedimentaire gelaagdheden door gravende bodemdieren verstoord.

In de overgangshorizont komen cirkelvormige structuren voor ter grootte van een Euro die zijn gevormd gravende mestkevers tijdens het Laat Glaciaal. (ca. 15.000 voor heden). Deze kevers leefden van de mest van mammoeten en andere grote grazers, die de toenmalige grassteppen bewoonden.

In de onderste helft (C-horizont) zien wij gedeeltelijke verstoring door gangen die op verschillende manieren worden aangesneden. De sub-horizontale bruine bandjes zijn nog onderdeel van de bodemvorming (inspoelingslaagjes). Opvallend is de afwijkende structuur bij de 'gladde' platige oppervlakjes: vlakjes ontstaan door druk in de ondergrond veroorzaakt door de kleine vorstswiggen. Plaatselijk zijn nog de 'staarten' van deze vorstscheurtjes te zien. Op basis van deze vorstwerkingstructuren wordt de afzetting van de 'C-horizont' geda-teerd als Boven Pleniglaciaal.

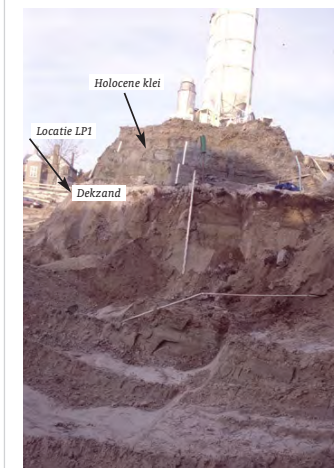
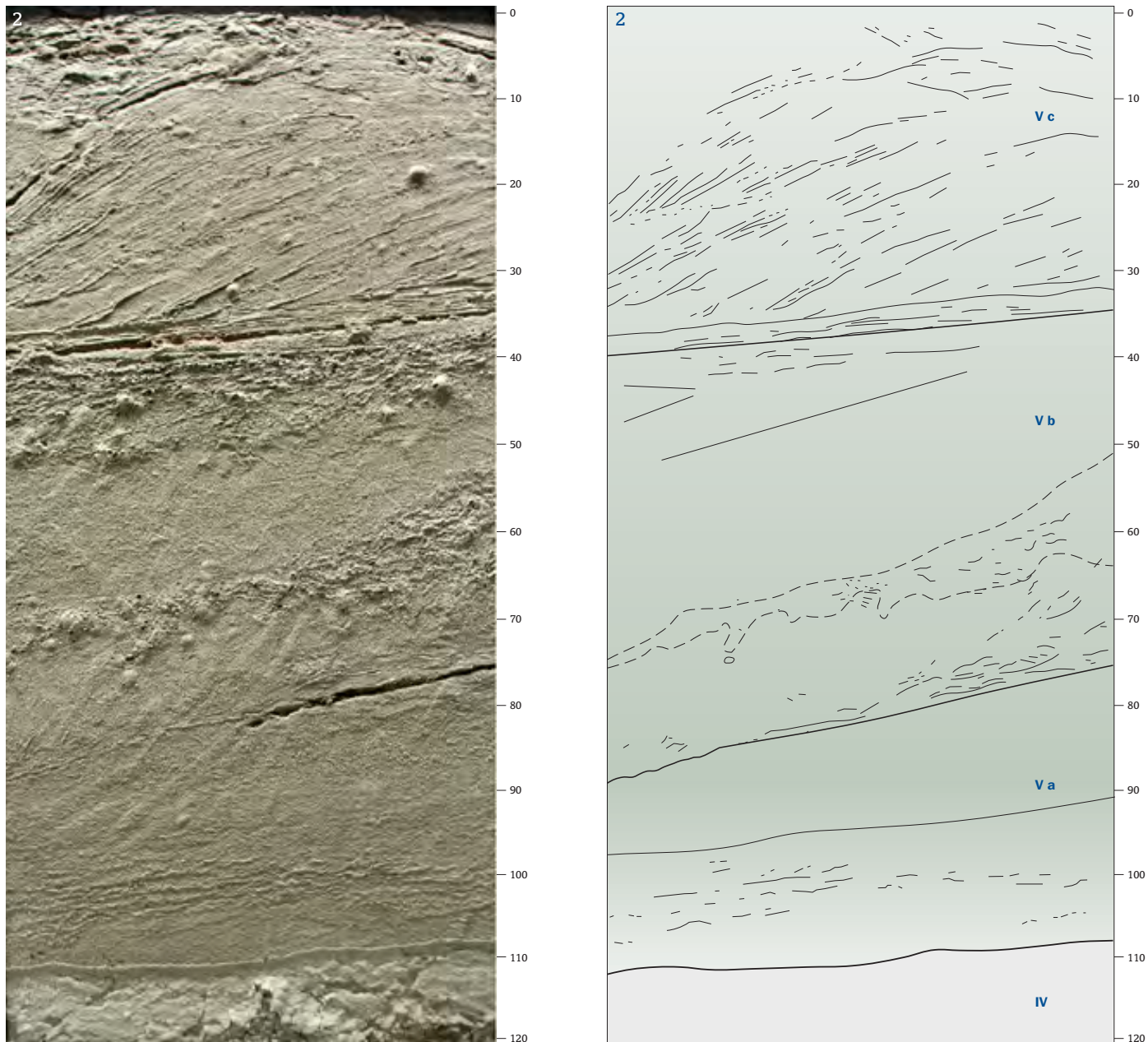


Foto Neolithische wand centraal gelegen in de bouwput

AZG-lakprofiel 2 (LP 2)



Lakprofiel 2 is genomen in het bovenste deel van de grote westelijke profielwand, op een diepte van ca. 6 - 7 m –NAP. De Eenheden IV en V zijn rivierafzettingen van de 'Oer-Hunze' en ze zijn waarschijnlijk gevormd tijdens het Midden Pleniglaciaal.

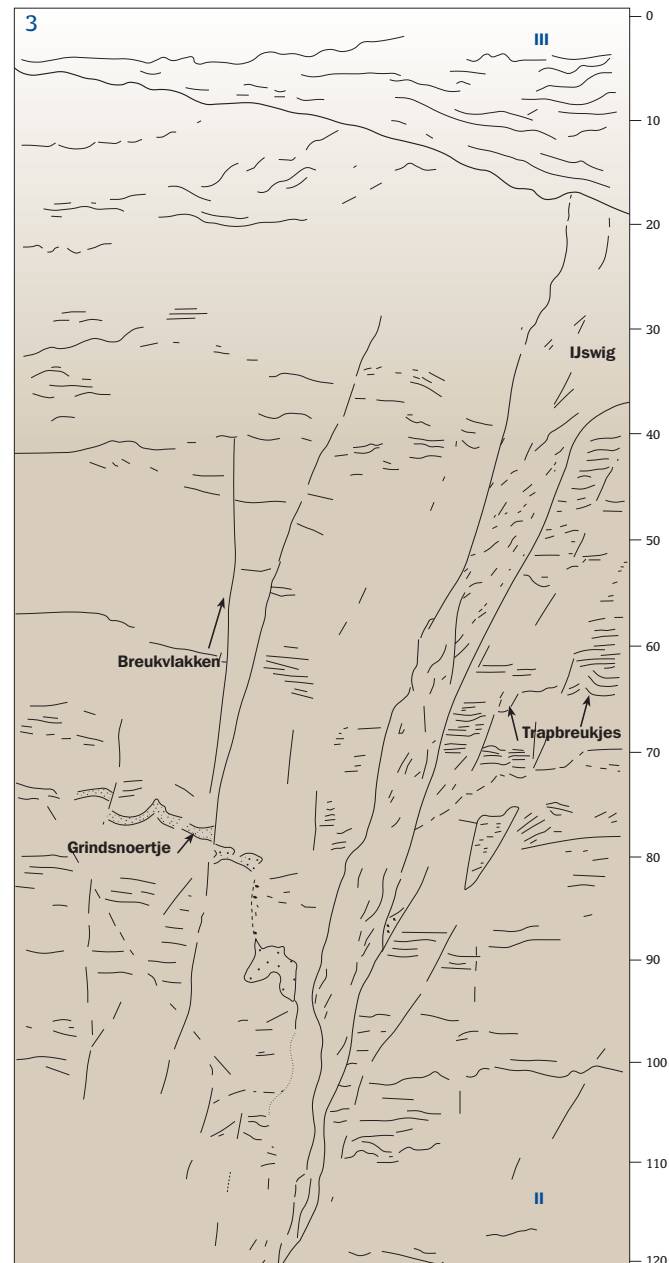
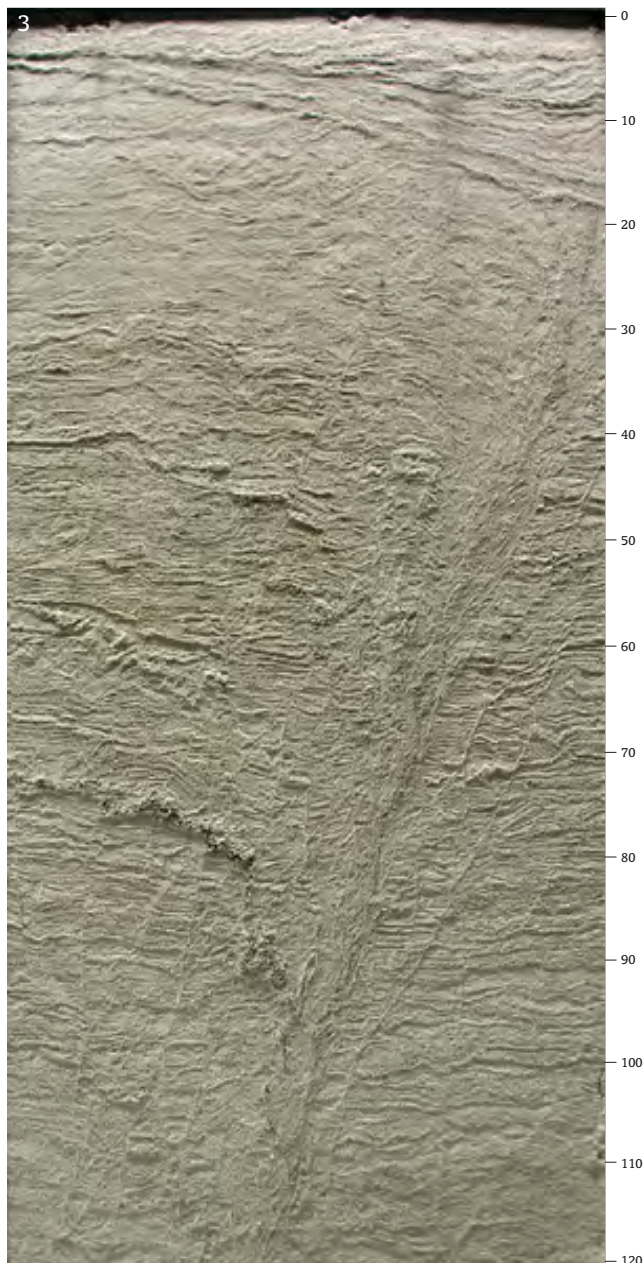
De eenheid V bestaat uit drie elkaar afsnijpende stroomribbel-eenheden van de Oer-Hunze. De bovenste zone (eenheid Vc) omvat scheef-gelaagde sets (foresets) die aan de basis uitlopen in flauw hellende sets, de zogenaamde bottomsets. Deze sets zijn het resultaat van een, van rechts naar links, uitbouwende zandribbel op de bodem van een riviertje met slenk fluctuerende waterdieptes (afhankelijk van de afvoer). De middelste zone (eenheid Vb) is veel onduidelijker van structuur maar lijkt een complexe eenheid van meerdere, scheef aangesneden ribbelsets boven elkaar. De onderste eenheid Va bestaat uit flauw hellende sets van een zandribbel. De helling is flauw om dat de ribbel in de profielwand scheef is aangesneden (meer dwars dan parallel aan de voormalige stroomrichting).

De onderste zone is een lemige laag met verspoelde plantenresten; dit vormt een fase van relatieve rust in de oer Hunze waarbij klei en leem bewaard kon blijven. De relatief rustige omstandigheden tijdens de afzetting van eenheid IV kunnen verklaard worden door dat de energie (afvoer) van de rivier de Hunze afnam of doordat de stroomdraad van de rivier (met de grootste stroomsnelheden) zich gedurende en langere periode in oostelijke richting had verlegd.

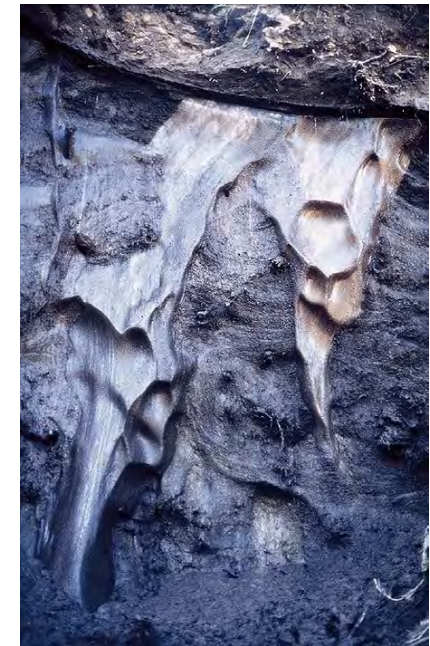


Foto profiel wand op 0 - 5m (blz 5; Lakprofiel 2 toont de wand in spiegelbeeld)

AZG-lakprofiel 3 (LP 3)

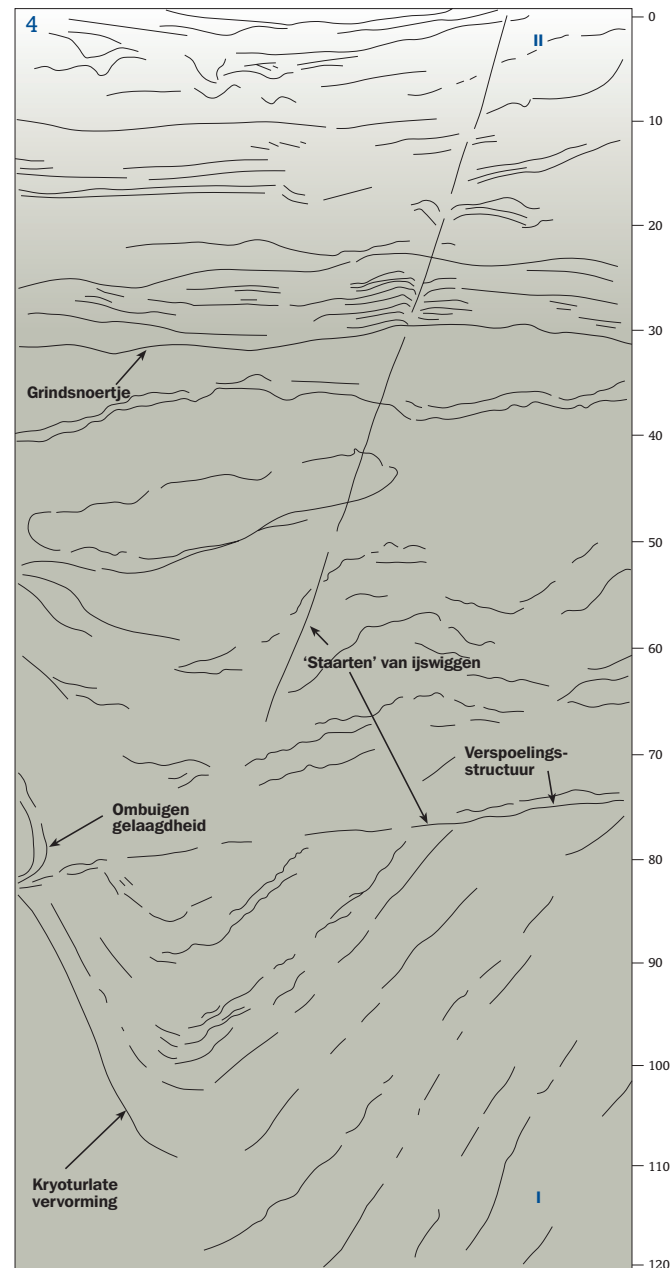
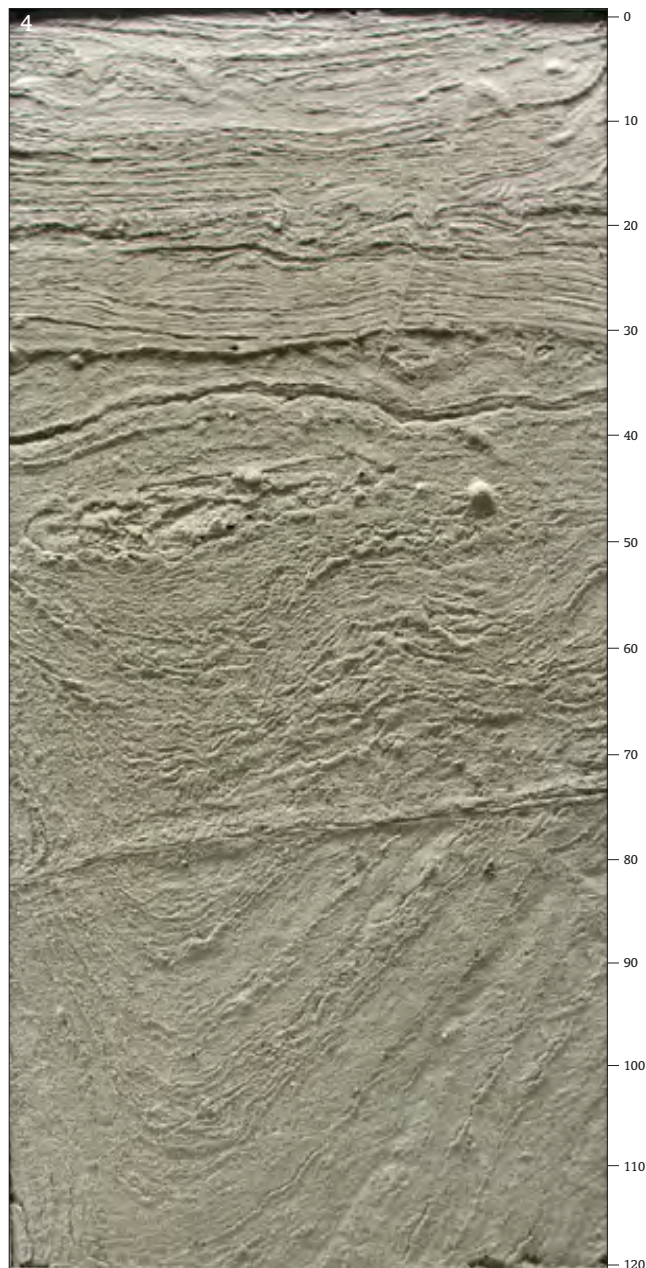


Lakprofiel 3 ligt 7.5 m zuidelijk van de ingetekende westelijke grote profielwand; op een diepte tussen de ca. 7 - 8 m –NAP. Het overgrote deel van het lakprofiel bestaat uit de fijngelaagde afzettingen van eenheid II. In de top van het lakprofiel is eenheid III aanwezig. Het grensvlak tussen beide eenheden is de erosieve basis van een geul. Deze geulinsnijding is opgevuld met scheef gelaagde sets van zandribbels, die afgezet zijn door de Oer-Hunze rivieren. Eenheid II bestond oorspronkelijk uit horizontaal afgezette grovere en fijnere zandlaagjes. Deze afwisseling kan zijn ontstaan door sterk wisselende windsnelheden waardoor het transportvermogen van de wind varieerde. Het snoertje van fijngrind weerspiegeld, door zijn beperkte voorkomen, mogelijk een stormevent; fijn grind wordt springend over een harde (bevroren?) ondergrond verplaatst. In eenheid II komt een ijswig-structuur prominent voor. De top van deze structuur is afgesneden door de erosieve geul van eenheid III. De ijswig is ontstaan onder peri-glaciale omstandigheden met een permanent (zomer en winter) bevroren ondergrond (permafrost). Na een klimaatverbetering ontdooide het ijs in de spleet. Het gevolg was dat de ruimte van de wig voor een deel werd opgevuld met verspoeld zand. Voor een ander deel werd de ruimte gevuld doordat de wanden langs de wig trapvormig inzakten: merk op de trapbreukjes aan weerszijde van de voormalige spleet. Ook is het profiel doorsneden door grotere vertikaalstaande breukvlakken die eveneens samenhangen met het inzakken van de vorstspleet.

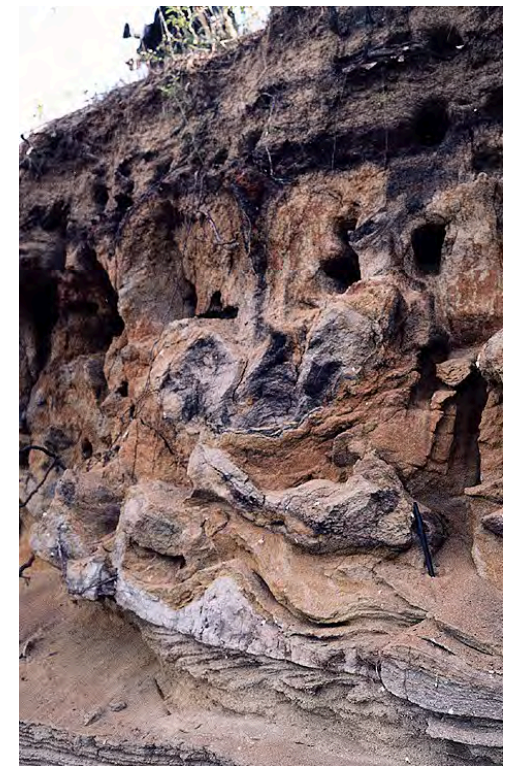


Voorbeeld van een recente ijswig nabij de Aldan rivier (zijtak van de Lena in Siberië (foto W. de Gans)

AZG-lakprofiel 4 (LP 4)



Lakprofiel 4 komt uit het onderste deel van het grote westelijke wandprofiel, en ligt op een diepte van 8.5 – 9.5 m –NAP. Twee eenheden zijn op het lakprofiel te herkennen. Eenheid II bestaat uit parallel gelamineerde zanden die door de wind zijn afgezet (schaars begroeide zandvlaktes met lage duinen). Bovenin komen kleine 'loadcast' structuren voor: 'zakking- / vervloeiingstructuren' van zand die kunnen ontstaan in de waterverzadigde opdoilaag. Eenheid I bestaat uit gelaagde zanden met enkele grindjes. De gelaagdheid vertoont een afwisseling van 5 centimeter dikke, grovere en fijnere zandlagen. Dit type gelaagdheid ontstaat door verschillen in windsnelheid: tijdens zwakkere winden in de zomer worden de fijnere korrelgrootte lagen afgezet en tijdens de winterstormen worden de grovere zandlagen gevormd. De oorspronkelijke horizontale gelaagdheid is door vries-dooi werking (kryoturbatie) vervormd tot een golvend patroon. In het lakprofiel zijn ook twee staarten van ijswigen te zien, waarvan er één bijna horizontaal loopt. Verder zijn opvallend: 1) de kleine verspoelingsstructuurtjes bij deze structuur; en 2) het ombuigen van de gelaagdheid in nabijheid van de scheur.



Voorbeeld recente kryoturbatie in de opdoilaag boven in de permafrost (nabij de Aldan rivier in Siberië) foto: W. de Gans

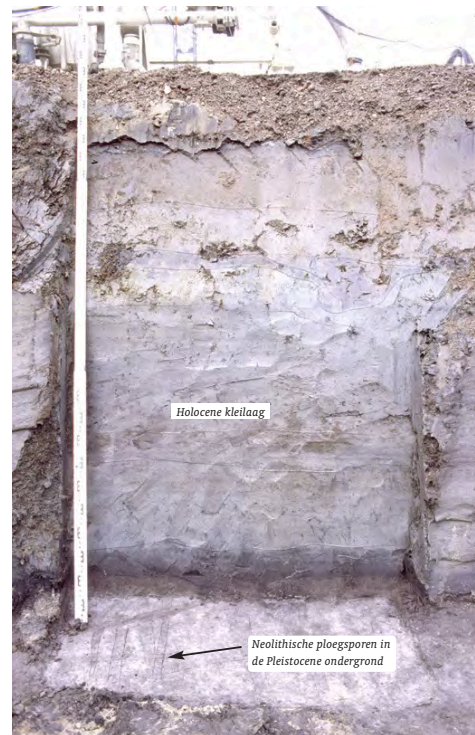
Fotocollage



Overzichtsfoto van de bouwput op het AZG terrein



Holoceen monsterprofiel in de wand boven het Neolithische niveau



Neolithische wand met ploegsporen in het vlak



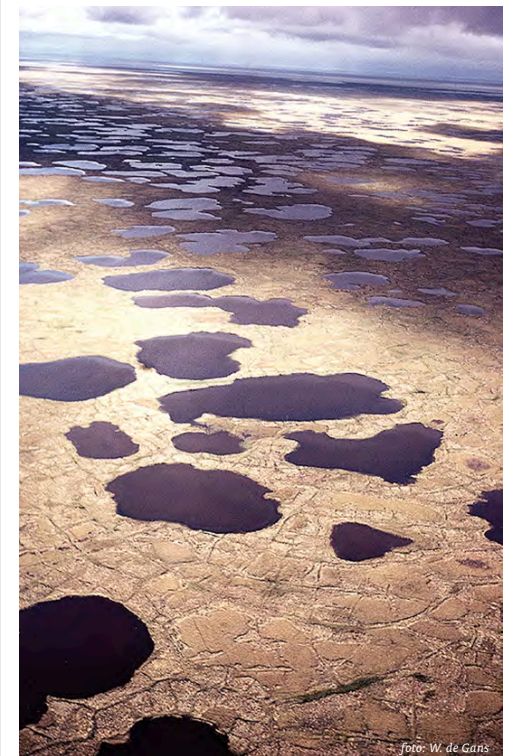
Opbrengen van een 'gaasrug' op het lakprofiel 4, (dit ter versteviging van het profiel)



Westelijke profielwand op 15 m



Opname westelijke profielwand AZG



De Mackenzie delta in Canada, recent permafrost gebied met ijspolygonen



Westelijke profielwand op 7 m

Literatuur

Cleveringa, P., S. Bottema, N. Bottema-Mac Gillavry en J. Jelsma, 'Kold kleumn in Stad?', Een geologisch interessant fenomeen in een Groninger bouwput', in: Hervonden Stad (2002), 73-78.

De Wolf, H., 'Palaeo-ecologisch diatomeeënonderzoek van monsters uit een ontsluiting op het AZG terrein te Groningen', in: TNO-rapport, NITG 03-028-B (2003), 3 p.

Ehlers, J., 'Erdgeschichte im Tunnel', in: Informationsblatt des Helms-Museums, nr 30, September 1977.

Kortekaas, G.L.G.A., Jaarverslag archeologie in 2001, 5. Oostersingel 61-63, opgraving, in: Hervonden Stad (2002), 19-22.

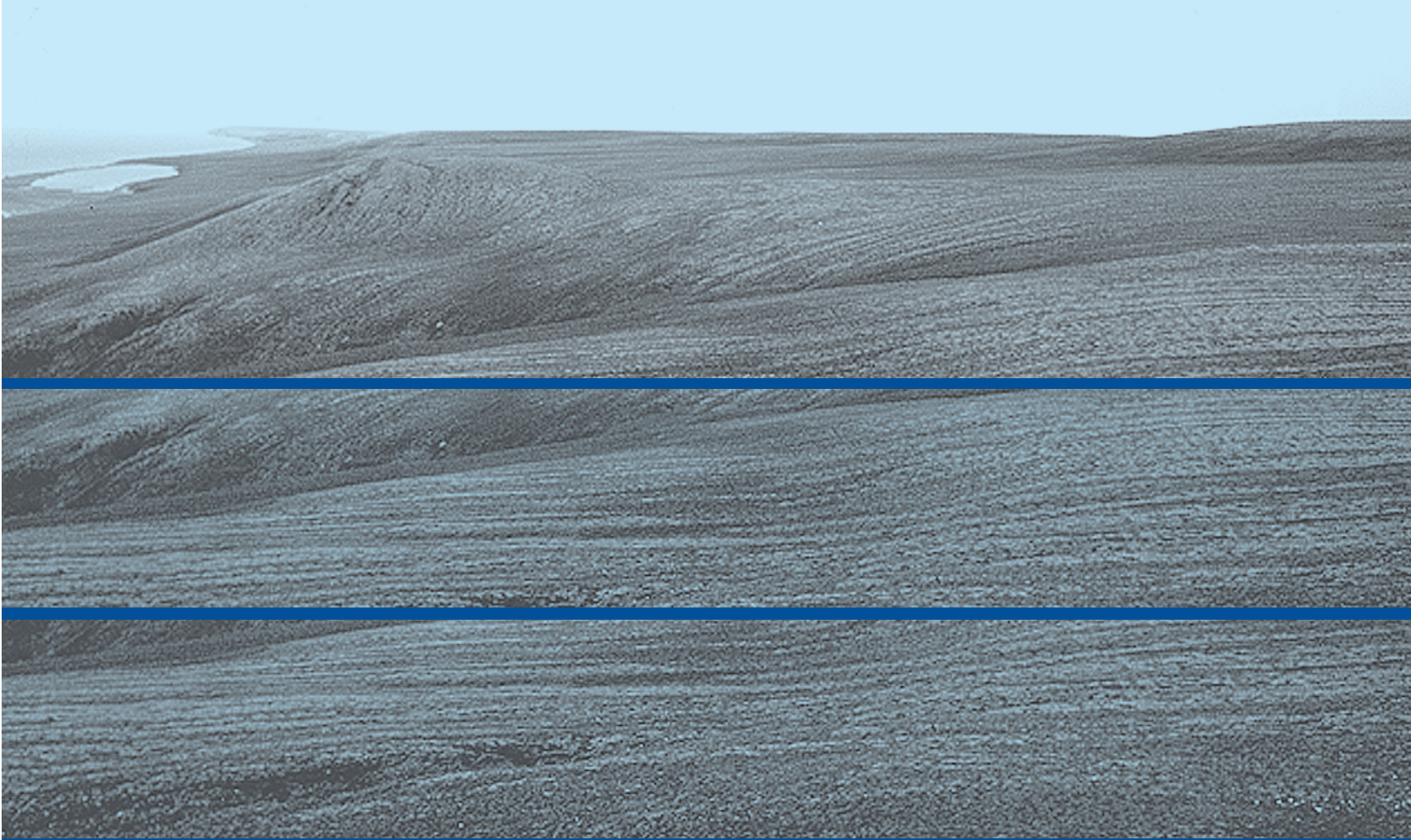
Ran, E.T.H., 'Dynamics of vegetation and environment during the Middle Pleniglacial in the Dinkel Valley (The Netherlands)', in: Meded. Rijks Geol. Dienst, volume 44-3 (1990), 141-205.

Van den Berg, M.W., 'Fluvial sequences of the Maas, a 10 Ma record of neotectonics and climate change at various time-scales', in: Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen (1996), 181 p.

Weerts, H.J.T., P. Cleveringa en J.H.J. Ebbing, 'Nieuwe lithostratigrafische indeling van Nederland, een dynamisch ordening systeem voor de ondergrond', in: InFormatie, nr. 9, TNO-NITG, Utrecht (2001) 15-19.



Grootschalige ijsvorming in de opdoilaag van de permafrost nabij de Aldan rivier in Siberië (foto: W. de Gans)



**Nederlands Instituut voor
Toegepaste Geowetenschappen TNO**

Postbus 80015

3508 TA Utrecht

T 030 256 46 88

F 030 256 48 00

E p.vos@nitg.tno.nl

www.nitg.tno.nl

Het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO is het centrale geowetenschappelijke informatie- en onderzoeksinstituut van Nederland, ten behoeve van het duurzaam beheer en gebruik van de ondergrond en de ondergrondse natuurlijke bestaansbronnen.

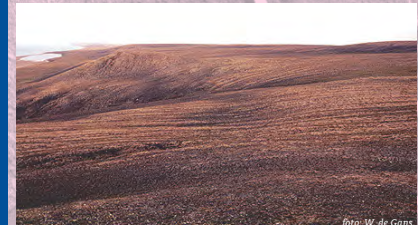


Foto: W. de Gans

Toendralandschap (peri-glaciaal): Solifluctie strepen op Banks Island Canada

TNO-rapport/

NITG-03-077-A

De ondergrond van het AZG-terrein (Groningen)
geologisch bekeken

Drs. P.C. Vos

Dr. M.W. van den Berg