

## Beschrijving lithostratigrafische eenheid

**Naam beschrijver:** J. Schokker, F.D. de Lang, H.J.T. Weerts, C. den Otter, S. Passchier  
**Datum:** Mei 2005

### 1 Naam van de lithostratigrafische eenheid

**Naam:** Boxtel  
**Rang:** Formatie  
**Naam van de moedereenheid:** Boven Noordzee  
**Rang van de moedereenheid:** Groep  
**Code:** BX  
**Oorsprong Naam:** De naam wordt nieuw ingevoerd. De formatie is genoemd naar de plaats Boxtel in Noord-Brabant.

## 2 Beschrijving van de lithostratigrafische eenheid

### 2.1 Beschrijving van de lithologische kenmerken

#### Algemene lithologie:

- Zand, zeer fijn tot matig grof (105-300  $\mu\text{m}$ ), zwak tot sterk siltig, lichtgeel tot donkerbruin, kalkloos tot sterk kalkhoudend,
- Leem, zwak tot sterk zandig, grijsbruin tot donkergrijs, kalkloos tot sterk kalkhoudend,
- Veen, kalkloos tot sterk kalkhoudend.

#### Dominante lithologie:

- Zand, matig fijn tot matig grof (150-300  $\mu\text{m}$ ), zwak siltig, lichtgeel tot donkerbruin, kalkloos tot kalkhoudend,
- Zand, sterk siltig, zeer fijn tot matig fijn (105-210  $\mu\text{m}$ ), lichtgeel tot lichtgrijs, kalkloos tot sterk kalkhoudend,
- Leem, zwak tot sterk zandig, soms kleiig, soms humeus, grijsbruin tot donkergrijs, kalkloos tot sterk kalkhoudend.

#### Ondergeschikte lithologie:

- Grind, zwak tot sterk zandig,
- Zand, matig fijn tot zeer grof (150-420  $\mu\text{m}$ ), zwak tot sterk fijn grindhoudend,
- Klei, soms siltig, humeus, grijs tot grijsbruin, kalkloos tot sterk kalkhoudend,
- Veen, soms zandig, soms siltig, amorf tot fijn-detritisch,
- Gytja, amorf tot fijn-detritisch, kalkloos tot sterk kalkhoudend.

#### Sporadisch voorkomende lithologie:

- Grof grind.

### 2.2 Definitie en aard van de grenzen

#### Definitie en aard van de ondergrens:

De grens met onderliggende grofkorrelige fluviatiele afzettingen is vaak scherp. Deze grens wordt geaccentueerd door een toename van de korrelgrootte, een afname van het siltgehalte in het zand en in sommige gevallen een toename van het kalkgehalte of glimmergehalte naar beneden toe. Lokaal komt de eenheid voor op klei- en/of veenlagen van oudere (fluviatiele) formaties. In die gevallen, en zoals bijvoorbeeld ook bij de overgang naar de Formatie van Koewacht, is de ondergrens minder duidelijk. In Zuid-Limburg ligt de Formatie van Boxtel (Laagpakket van Schimmert) rechtstreeks op tertiaire en oudere kustnabije en mariene afzettingen. Deze grens is scherp.

In Noord-Nederland en offshore ten noorden van de Waddeneilanden kan de ondergrens van de Formatie van Boxtel gevormd worden door glaciële afzettingen van de Formatie van Peelo. Op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) liggen zanden van de Formatie van Boxtel doorgaans met een scherp contact op de Eem Formatie. In Noord- en Midden-Nederland kunnen organogene afzettingen van de Formatie van Woudenberg, glaciële afzettingen van de Formatie van Drente of mariene afzettingen van de Eem Formatie de ondergrens vormen. Waar bovengenoemde afzettingen ontbreken is de grens scherp. Op de stuwwallen ligt de Formatie van Boxtel vaak rechtstreeks op oudere gestuwde afzettingen. Op de flanken van de stuwwallen is de grens tussen hellingmateriaal dat behoort tot de Formatie van Boxtel, de gestuwde pakketten en de sedimenten waarmee het hellingmateriaal vertandt (b.v. Formatie van Kreftenheye) in geroerde monsters dikwijls moeilijk vast te stellen. In de omgeving van Elspeet gaat de Formatie van Boxtel over in de Formatie van Drente

(Laagpakket van Schaarsbergen). Deze overgang is geleidelijk, omdat de Formatie van Boxtel bestaat uit onder periglaciale omstandigheden verplaatst materiaal uit het Laagpakket van Schaarsbergen. De overgang wordt gekenmerkt door een toenemende korrelgrootte en toename van de glaciële grindcomponent (Postma *et al.*, 1983).

**Definitie en aard van de bovengrens:**

De formatie ligt in grote delen van Oost- en Zuid-Nederland aan het maaiveld. In Noord-Nederland, West-Nederland en het Midden-Nederlandse rivierengebied wordt de Formatie van Boxtel bedekt door afzettingen van de Formatie van Echteld, Nieuwkoop en/of Naaldwijk met een sterk afwijkende lithologie. Hier is de bovengrens meestal scherp. Door bioturbatie (verstoring van het sediment door plantenwortels of graafgangen van organismen) kan de grens lokaal minder scherp zijn. In en langs het paleo-Scheldedal in Zeeland is de grens met de kleiige afzettingen van de Kreekrak Formatie meestal scherp. Op het NCP wordt de Formatie van Boxtel over het algemeen met scherp contact bedekt door veen van de Formatie van Nieuwkoop (Basisveen Laag) of mariene afzettingen van de Formatie van Naaldwijk (Laagpakket van Wormer). Plaatselijk in het noorden van het NCP heeft de top van de formatie een minder duidelijk contact met de bovenliggende zwak grindhoudende fijne fluvioglaciële zanden van de Dogger Bight Formatie (Well Ground Laagpakket).

### **2.3 Overige kenmerken**

**Beschrijving van overige kenmerkende eigenschappen:**

In ontsluitingen zijn dikwijls fossiele ijswiggen, vorstspelen en cryoturbate structuren in de afzettingen aangetroffen. In seismische secties is de Formatie van Boxtel duidelijk herkenbaar beneden een undulerende (golvende) subhorizontale reflectie met duidelijke ‘onlap’ eigenschappen.

### **Regionale lithologische verschillen:**

De formatie is dun en onvolledig ontwikkeld in gebieden waar oudere afzettingen relatief dicht aan de oppervlakte liggen, zoals op het Drents keileemplateau, op de stuwwallen, in Oost-Nederland en op rivierterrassen en opgeheven breukblokken in Zuid-Nederland. Een meer volledige en gevarieerde ontwikkeling is aanwezig in de Roerdalslenk en in de voormalige glaciële bekkens, zoals de Gelderse Vallei, het IJsseldal, het Bekken van Hengelo en het Bekken van Nordhorn. Daar waar de formatie in glaciële bekkens voorkomt, bestaat de eenheid voor een groot deel uit sediment dat van de omringende stuwwallen afkomstig is. Regionaal treden grote verschillen op in sedimentpetrologie (mineralogie) en korrelgrootte van het zand.

Binnen de Formatie van Boxtel worden de volgende laagpakketten onderscheiden;

- Laagpakket van Kootwijk: zand, matig fijn en matig grof, lichtgrijs tot geel, met sporadisch zeer fijn grind, dat geconcentreerd is in dunne snoertjes, en humusdeeltjes in laagjes. Dit laagpakket omvat stuifzandafzettingen, die veelal door menselijk ingrijpen in het landschap zijn ontstaan. Doppert *et al.* (1975) onderscheidden deze eenheid op formatieniveau. De top van de eenheid valt vrijwel altijd samen met de top van de formatie.
- Laagpakket van Singraven: zand, zeer fijn tot zeer grof, soms siltig of grindhoudend; leem, veelal zandig; klei, humeus; veen; detritusgyttja. Doppert *et al.* (1975) onderscheidden holocene beekafzettingen onder deze naam op formatieniveau. De eenheid wordt incidenteel bedekt door sedimenten van het Laagpakket van Wierden, maar valt over het algemeen samen met de top van de formatie.
- Laagpakket van Delwijnen: zand, zeer fijn tot zeer grof, grijs tot bruingrijs, kalkloos tot sterk kalkhoudend (meestal kalkhoudend in de onderste delen van het laagpakket), sporadisch dunne leemlaagjes en fijn grindsnoertjes. Dit laagpakket omvat de rivierduinafzettingen, die door Doppert *et al.* (1975) tot de Formatie van Kreftenheye werden gerekend. De top van de eenheid valt vrijwel altijd samen met de top van de formatie.
- Laagpakket van Wierden: zand, zeer fijn tot matig grof, zwak siltig, kalkloos tot kalkhoudend, afgerond tot matig afgerond. De top van de eenheid valt in grote delen van Nederland en op het NCP samen met de top van de formatie.
- Laagpakket van Liempde: leem, zwak tot sterk zandig, lichtgrijs tot groengrijs, niet humeus tot sterk humeus, kalkloos tot sterk kalkhoudend. Dit laagpakket wordt alleen in de Roerdalslenk onderscheiden en bevindt zich enkele meters onder de top van de formatie, dikwijls direct onder het Laagpakket van Wierden.
- Laagpakket van Schimmert: leem, zwak zandig, donker roestbruin tot bruingeel, kalkloos tot sterk kalkhoudend. De leem bestaat uit löss, die in het algemeen voor meer dan 75% is opgebouwd uit kwartskorrels met een korrelgrootte tussen 2 en 63  $\mu\text{m}$  (Kuyl, 1980). Het Laagpakket van Schimmert komt vooral voor in Zuid-Limburg en ligt vaak rechtstreeks op Kwartaire fluviaïele afzettingen of oudere kustnabije en mariene afzettingen. De top van de eenheid valt in het algemeen samen met de top van de formatie.
- Laagpakket van Tilligte: leem, zwak tot sterk zandig, humeus, met plantenresten; veen, siltig, sterk amorf, siltig; kalkgyttja, geelgrijs. De eenheid wordt alleen onderscheiden in de glaciële bekkens van Oost-Nederland en bevindt zich in de onderste helft van de formatie.
- Laagpakket van Best: leem, zwak tot sterk zandig, niet humeus tot sterk humeus, bruingroen tot donkergrijs, kalkloos, matig stevig, afgewisseld met zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin. Dit laagpakket wordt alleen in de Roerdalslenk onderscheiden en bevindt zich aan of nabij de basis van de formatie.

De overige door verschillende auteurs onderscheiden eenheden (zie relatie tot eerder beschreven eenheden) worden hier benoemd als Formatie van Boxtel (ongedifferentieerd). Deze eenheden zijn vaak op lokaal niveau wel, maar op regionaal niveau niet goed te onderscheiden.

**Dikte (minimum, maximum, variatie, gemiddeld):**

De dikte varieert van minder dan 1 m (in gebieden met hooggelegen oudere afzettingen) tot meer dan 30 m (in glaciële en tektonische bekkens).

### 3 Typelokatie, stratotype en verbreiding

#### 3.1 Geografische beschrijving van de typelokatie

**Correcte typelokatie:**

Holostratotype: Boring 51B0307, 0,00-27,30 m t.o.v. maaiveld.

Hypostratotype, NCP: Boring L2-65, 2,52-2,81 m t.o.v. MSL.

**Coördinaten:**

	51B0307	L2-65
X (km) / UTM E*	151,475	600000*
Y (km) / UTM N*	396,905	5975000*
Maaiveld (m t.o.v. NAP) / top zeebodem (m t.o.v. MSL)*	9,20	-43,2*

**Lokatiekaartje 1:25 000 + jaar & nummer Topografische Dienst:**

Zie bijlage.

#### 3.2 Beschrijving van het stratotype

Zie bijlage en Schokker et al. (2007, Fig. 6A).

#### 3.3 Geografische verbreiding

**Verbreidingskaartje:**

Zie bijlage en Schokker et al. (2007, Fig. 3). De verbreiding op het NCP moet nog worden vastgesteld.

## 4 Genese voor zover relevant voor de faciësinterpretatie

Binnen de Formatie van Boxtel worden de volgende afzettingen aangetroffen: eolische afzettingen (stuifzand, land- en rivierduinen, dekzand, nat-eolische afzettingen, 'desert pavements', löss), kleinschalig fluviaïele afzettingen, niveo-eolische afzettingen, hellingafzettingen, lacustriene afzettingen en organogene vormingen. Veel van deze afzettingen zijn voor een belangrijk deel onder koude, periglaciële omstandigheden gevormd. Door syn- en postgenetische vorstwerking kunnen de afzettingen gedeformeerd zijn (cryoturbatie). Dit geldt niet voor de land- en rivierduinen.

Binnen de Formatie van Boxtel wordt ieder laagpakket door een bepaalde genese gedomineerd;

- Laagpakket van Kootwijk; stuifzand/landduinen,
- Laagpakket van Singraven; kleinschalig fluviaïele afzettingen (beken),
- Laagpakket van Delwijnen; rivierduinafzettingen,
- Laagpakket van Wierden; dekzanden,
- Laagpakket van Liempde; eolische en verspoelde eolische afzettingen (löss),

- Laagpakket van Schimmert; eolische afzettingen (löss),
  - Laagpakket van Tilligte; bekkenopvulling (o.a. meren),
  - Laagpakket van Best; overstromingsleem, afgewisseld met zandige eolische en beekafzettingen.
- Zijn de bovengenoemde laagpakketten niet te herkennen, dan spreken we van de Formatie van Bortel (ongedifferentieerd).

## 5 Samenhang met andere benoemde lithostratigrafische eenheden

### Relatie tot andere benoemde lithostratigrafische eenheden:

In Duitsland wordt het Laagpakket van Singraven als Auelehm/Auesand benoemd (soms ook als Hochflutlehm, zie Geologische Karte 3608 - Bad Bentheim (Hinze, 1988)). Het Laagpakket van Wierden wordt in Duitsland tot het Flugsand gerekend. De Laagpakketten van Kootwijk en Delwijnen worden Dünen genoemd. Het totale pakket wordt in Duitsland vaak als Niederungssand aangeduid, behalve als het op of aan de voet van een helling ligt (Hangsand). Op het Duitse continentale plat zijn de fijne tot middelfijne kalkloze zanden en lemen van de "Limnisch-fluviatile Schichten" uit het Weichsel (Sindowski, 1970) equivalent aan de Formatie van Bortel.

### Problematiek van vertandingen en mogelijke verwarring met andere eenheden:

In Midden-Nederland is de begrenzing (laterale overgang) van de afzettingen van de Formatie van Bortel naar de fluviatiele afzettingen van de Formatie van Kreftenheye niet altijd duidelijk aan te geven. Dit probleem doet zich met name voor bij de afzettingen van het Laagpakket van Singraven. In Midden-Brabant zijn de fijnkorrelige afzettingen van de Formatie van Stramproy en de bovenliggende afzettingen van de Formatie van Bortel dikwijls niet duidelijk van elkaar te onderscheiden.

## 6 Relatie tot eerder beschreven eenheden

### Naam van de eerder beschreven eenheid/eenheden, waarvoor de nieuwe eenheid (gedeeltelijk) in de plaats komt:

- De Formatie van Twente cf. Doppert *et al.* (1975) wordt niet langer onderscheiden. De betreffende afzettingen zijn geheel opgenomen in de Formatie van Bortel.
- De Formatie van Asten cf. Doppert *et al.* (1975) wordt niet langer onderscheiden. De kustvenen in de Gelderse Vallei, die in het verleden tot deze formatie werden gerekend, worden nu tot de Formatie van Woudenberg gerekend. Alle overige venen die tot de Formatie van Asten werden gerekend, zijn nu ongedifferentieerd opgenomen in de Formatie van Bortel.
- De Formatie van Eindhoven cf. Doppert *et al.* (1975) wordt niet langer onderscheiden. De betreffende afzettingen worden ten noorden van de maximale landijsverbreiding tot de Formatie van Drachten gerekend. Ten zuiden van de maximale landijsverbreiding worden de afzettingen van de voormalige Formatie van Eindhoven gerekend tot de Formatie van Bortel (ongedifferentieerd).
- Het Wierden Member cf. Van der Hammen (1971) wordt als Laagpakket van Wierden ingevoerd. Dit laagpakket (ook wel bekend als het 'dekzand' of Jong Dekzand cf. Van der Hammen, 1951, 1971) wordt niet verder onderverdeeld.
- Alle rivierduinen worden als Laagpakket van Delwijnen cf. Törnqvist *et al.* (1994) in de Formatie van Bortel opgenomen. Dit laagpakket omvat onder andere de afzettingen van de rivierduinen uit de Formatie van Kreftenheye cf. Doppert *et al.* (1975).
- De Formatie van Kootwijk cf. Doppert *et al.* (1975) wordt als laagpakket in de Formatie van Bortel opgenomen.

- De afzettingen van de Formatie van Singraven cf. Doppert *et al.* (1975) worden voor het overgrote deel als laagpakket in de Formatie van Boxtel opgenomen. De vanuit de kustvlakte, riviervlakte en waterscheidingen doorlopende veenlagen in de beekdalen worden tot de Formatie van Nieuwkoop gerekend. De grens tussen beide formaties wordt gelegd bij de eerste klastische ‘interventie’ (onderdeel van de Formatie van Boxtel), gezien vanuit de kust- of riviervlakte.
- Lokale leem- en veenlagen binnen de Formatie van Boxtel in Noord- en Oost-Nederland worden als Laagpakket van Tilligte (o.a. Van Huissteden, 1990) onderscheiden. Het betreft grotendeels lacustriene (in meren gevormde) afzettingen. Deze eenheid komt veelal in de glaciële bekkens voor.
- De löss van de Formatie van Twente en de Formatie van Eindhoven cf. Doppert *et al.* (1975) wordt als Laagpakket van Schimmert in de Formatie van Boxtel ingevoerd.
- De afzettingen van Tienhoven, zoals beschreven door Van der Meene *et al.* (1988) zijn voor een deel opgenomen in de Formatie van Boxtel. Het grove deel van de beschreven afzettingen behoort tot het Laagpakket van Schaarsbergen (Formatie van Drente). Het fijnere traject betreft vermoedelijk periglaciële (helling)afzettingen en dekzand. Deze afzettingen worden ongedifferentieerd opgenomen in de Formatie van Boxtel. In de genoemde publicatie werden deze afzettingen tot de Formatie van Kreftenheye gerekend.

Een aantal door verschillende auteurs onderscheiden eenheden, die in het verleden deels als kaarteenheden in de 1:50.000 serie van de Rijks Geologische Dienst zijn gekarteerd, worden hier benoemd als Formatie van Boxtel (ongedifferentieerd), omdat ze vaak op lokaal niveau wel als kaarteenheden, maar op regionaal niveau niet goed op lithostratigrafische gronden te onderscheiden zijn. Van een aantal eenheden wordt hieronder de kenmerken en argumenten voor de indeling als Formatie van Boxtel (ongedifferentieerd) beschreven;

- Oud Dekzand. Van der Hammen (1971), gebruikte deze term in chronostratigrafische en lithogenetische zin. Lithologisch bestaat het sediment uit zand, zeer fijn tot matig fijn (105-210 µm), zwak lemig. Chronostratigrafisch dateert het uit het eind van het Pleniglaciële en uit het begin van het Laat Glaciële (Weichselien). De eenheid kent een zwak ontwikkelde morfologie in de vorm van lage ruggen en welvingen. Argument: de eenheid onderscheidt zich lithologisch niet of nauwelijks van andere afzettingen van de Formatie van Boxtel.
- Hellingafzettingen langs stuwwallen en in Limburg (zoals gebruikt op de geologische kaarten van de voormalige Rijks Geologische Dienst). Het sediment bestaat uit zand met grind, veelal met dunne humeuze lagen (Van der Meer *et al.*, 1983). Het ligt op, of aan de voet van terreinhellingen (als puinwaaiers).
- Fluvioperiglaciële afzettingen (zoals gebruikt op de geologische kaarten van de voormalige Rijks Geologische Dienst). Het sediment bestaat uit zand. Indeling: Formatie van Boxtel. Argument: De humeuze/lemige afzettingen die in het verleden als fluvioperiglaciële afzettingen werden beschouwd zijn, voor zover karteerbaar, in de glaciële bekkens van Oost-Nederland ingedeeld als Laagpakket van Tilligte. Zand met veel plantenresten en kleilagen is ingedeeld als Laagpakket van Singraven. Wat resteert zijn zanden met enkele, dunne leemlagen die zich vaak weinig of niet onderscheiden van Oud of Jong Dekzand, maar waarvan het eolisch karakter (noodzakelijk om ze als dekzand te benoemen) geenszins vaststaat. Schokker & Koster (2004) beargumenteren een (nat-)eolische ontstaanswijze voor het grootste deel van de fluvio-periglaciële afzettingen in de Roerdalslenk.
- Laag van Beuningen (*sensu* Van der Hammen, 1951: ‘Beuningen Gravel Bed’). Het sediment bestaat uit grof zand, soms met grind. De eenheid is maximaal 0,5 m dik. Argument: het relatief zeldzame en moeilijk te karteren voorkomen rechtvaardigen geen indeling op het niveau van laagpakket.
- Laag van Beuningen (*sensu* Van der Hammen, 1971: ‘desert pavement’): éénsteens laagje met grindjes. Argument: het relatief zeldzame en moeilijk te karteren voorkomen rechtvaardigen geen

**Oorspronkelijke literatuurverwijzing, waarin de eerder beschreven eenheid/eenheden voor het eerst formeel wordt gedefinieerd:**

De eenheid wordt nieuw ingevoerd.

## **7 Ouderdom van de eenheid**

Midden-Pleistoceen (Cromerien) t/m Holoceen

## **8 Literatuur**

- Cameron, T.D.J., Laban, C., Mesdag, C.S., Schüttenhelm, R.T.E., 1986. Indefatigable. Sheet 53°N - 02°E. British Geological Survey, Rijks Geologische Dienst. 1:250.000 Series. Geologie van het Kwartair.
- Doppert, J.W.Chr., G.H.J. Ruegg, C.J. van Staalduinen, W.H. Zagwijn & J.G. Zandstra, 1975. Formaties van het Kwartair en Boven-Tertiair in Nederland. In: Zagwijn, W.H. & C.J. van Staalduinen (red.), Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland. Rijks Geologische Dienst, Haarlem: 11-56.
- Hinze, C., 1988. Geologische Karte von Niedersachsen 1:25.000. Erläuterungen zu Blatt Nr. 3608 Bad Bentheim. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
- Laban, C., 1995, The Pleistocene glaciations in the Dutch sector of the North Sea. A synthesis of sedimentary and seismic data. Proefschrift, Universiteit van Amsterdam.
- Postma, G., T.B. Roep & G.H.J. Ruegg, 1983. Sandy-gravelly mass flow deposits in an ice-marinal lake (Saalian, Leuvenum Beek Valley, Veluwe, Netherlands) with emphasis on plug flow deposits. *Sedimentary Geology* 34: 59-82.
- Schokker, J. & E.A. Koster, 2004. Sedimentology and facies distribution of Pleistocene cold-climate aeolian and fluvial deposits in the Roer Valley Graben (south-eastern Netherlands). *Permafrost and Periglacial Processes* 15: 1-20.
- Schokker, J., P. Cleveringa, A.S. Murray & W.E. Westerhoff, 2005. An OSL-dated Middle- and Late-Quaternary sedimentary record in the Roer Valley Graben (south-eastern Netherlands). *Quaternary Science Reviews* 24.
- Schokker, J., H.J.T. Weerts, W.E. Westerhoff, H.J.A. Berendsen & C. den Otter, 2007. Introduction of the Boxtel Formation and implications for the Quaternary lithostratigraphy of the Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw* 86: 197-210.
- Sindowski, K.-H., 1970, Das Quartär im Untergrund der Deutschen Bucht (Nordsee), Eiszeitalter und Gegenwart, 21: 33-46.
- Van der Hammen, T.A., 1951. Late-glacial flora and periglacial phenomena in The Netherlands. *Leidse Geologische Mededelingen XVII*: 71-184.
- Van der Hammen, T.A., 1971. The Upper Quaternary of the Dinkel Valley (Twente, Eastern Overijssel, The Netherlands). *Mededelingen Rijks Geologische Dienst, N.S. 22*, 55-213
- Van der Meene, E.A., M. van Meerkerk & J. van der Staay, 1988. Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Utrecht Oost (31O). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Van der Meer, J.J.M., R.T. Slotboom & I.M.E. de Vries-Bruynsteen, 1983. Lithology and palynology of Weichselian alluvial fan deposits near Eerbeek, The Netherlands. *Boreas*, 13, 393-402.
- Van Huissteden, J., 1990. Tundra rivers of the Last Glacial: sedimentation and geomorphological processes during the Middle Pleniglacial in Twente, eastern Netherlands. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst 44-3*: 3-138.



