

TNO 2023 R11758 – 27 november 2023

Grindanalyse Esbeek (HISP22)

Auteurs	Dr. J. (Jeroen) Schokker
Rubricering verslag	TNO Publiek
Aantal pagina's	18
Opdrachtgever	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Projectnaam	Grindanalyse Esbeek (HISP22)
Projectnummer	060.48479/01.48.01

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2023 TNO

Inhoudsopgave

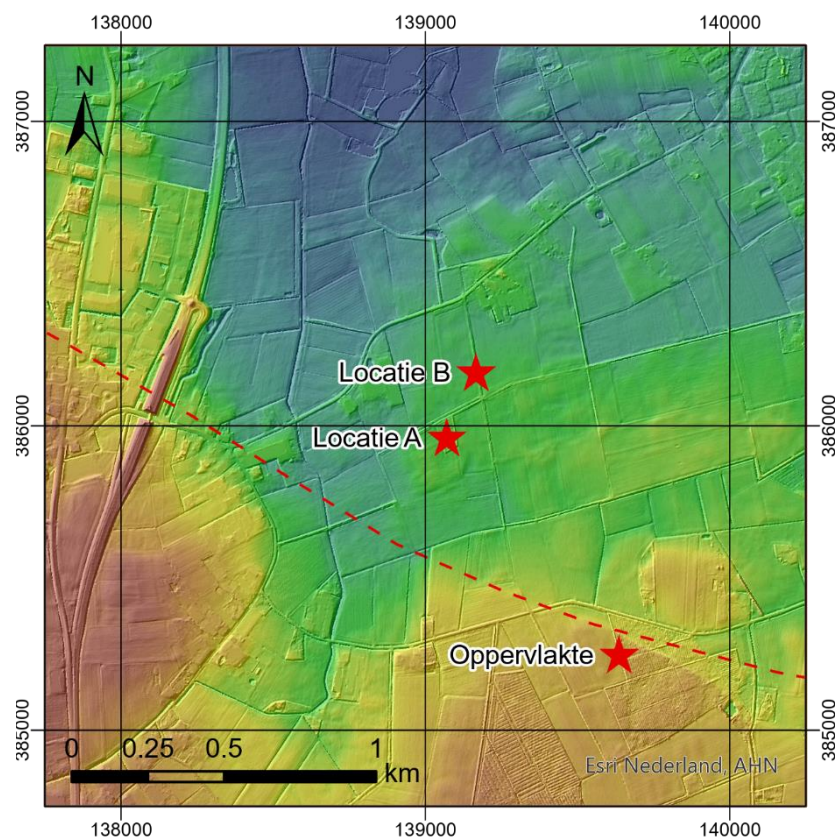
Inhoudsopgave	3
1 Inleiding.....	4
2 Methodiek.....	6
3 Resultaten	10
4 Discussie	13
4.1 Genese en herkomst	13
4.2 Post-depositionele processen.....	13
5 Conclusies.....	16
6 Referenties	17
7 Ondertekening.....	18

1 Inleiding

Vanaf 2006 heeft amateurarcheoloog Piet van Gisbergen op akkers bij Esbeek en Diessen (Noord-Brabant) meer dan 3700 stenen artefacten uit het midden-paleolithicum verzameld. Dergelijke grote oppervlaktespreidingen uit het midden-paleolithicum in Nederland zijn zeldzaam en in het kader van de archeologische monumentenzorg nauwelijks onderzocht. Als gevolg hiervan is weinig bekend over de landschappelijke context, aard, uiterlijke kenmerken en informatiewaarde van dergelijke spreidingen en is er weinig ervaring met het toepassen van methoden, technieken en strategieën van veldwerk gericht op het karteren en waarderen van oppervlaktevindplaatsen van stenen artefacten uit het midden-paleolithicum. Daarom heeft de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed besloten om na een bureaustudie (Rensink & Van Gisbergen, 2017) gedurende een aantal jaren inventariserend veldonderzoek uit te voeren bij Esbeek. In 2018 behelsde dit het uitvoeren van een aantal handboorraaien en het graven van een proefput (onderzoekslocatie A; [Figuur 1.1](#)) met als doel een beeld te krijgen van de geologische opbouw van het onderzoeksgebied (Rensink et al., 2020). In 2019 is het boor- en proefputtenonderzoek geconcentreerd op een vondstrijke locatie in het centrale deel van het onderzoeksgebied (onderzoekslocatie B; Rensink et al., 2021). In 2022 is op een direct hiernaast gelegen locatie een proefsleuf gegraven met als doel om inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw ter plaatse van de vondstlocatie en een verklaring te vinden voor de ligging van minimaal 40.000 jaar oude, stenen artefacten aan het huidige oppervlak (De Kort & Rensink, 2020; 2022; Rensink et al., 2021).

Tijdens een veldbezoek op 16 oktober 2019 is door de auteur van dit rapport grindhoudend sediment verzameld uit spoor 27, put 4, vlak 104. In 2022 is proefsleuf 6 aangelegd, bestaande uit vier aaneengesloten proefputten (put 5 t/m 8). Tijdens een veldbezoek op 24 mei 2022 zijn de grindhoudende sedimenten in put 8, vak 12 en 13, vlak 104 bemonsterd. Dit betreft spoor 41 en de overgang van spoor 43-2 en 43-3. Analyse en interpretatie van de grindmonsters kan, tezamen met de interpretatie van de korrelgrootte-, geochemische, micromorfologische en pollenmonsters, bijdragen aan een beter begrip van de genese en post-depositionele vermenging (door cryoturbatie) van de verschillende sedimentlagen. Daarmee ontstaat mogelijk meer duidelijkheid over de oorzaak van de concentratie van midden-paleolithische artefacten aan maaiveld.

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed heeft TNO – Geologische Dienst Nederland (TNO-GDN) gevraagd om de in 2019 en 2022 verzamelde grindmonsters te analyseren en interpreteren in relatie tot genese, herkomst en post-depositionele processen, inclusief de vraag of het materiaal aanwijzingen geeft voor deflatie. Bij analyse en rapportage is zo veel mogelijk eenzelfde systematiek gehanteerd als tijdens eerder onderzoek aan monsters van onderzoekslocatie A (Schokker, 2019).

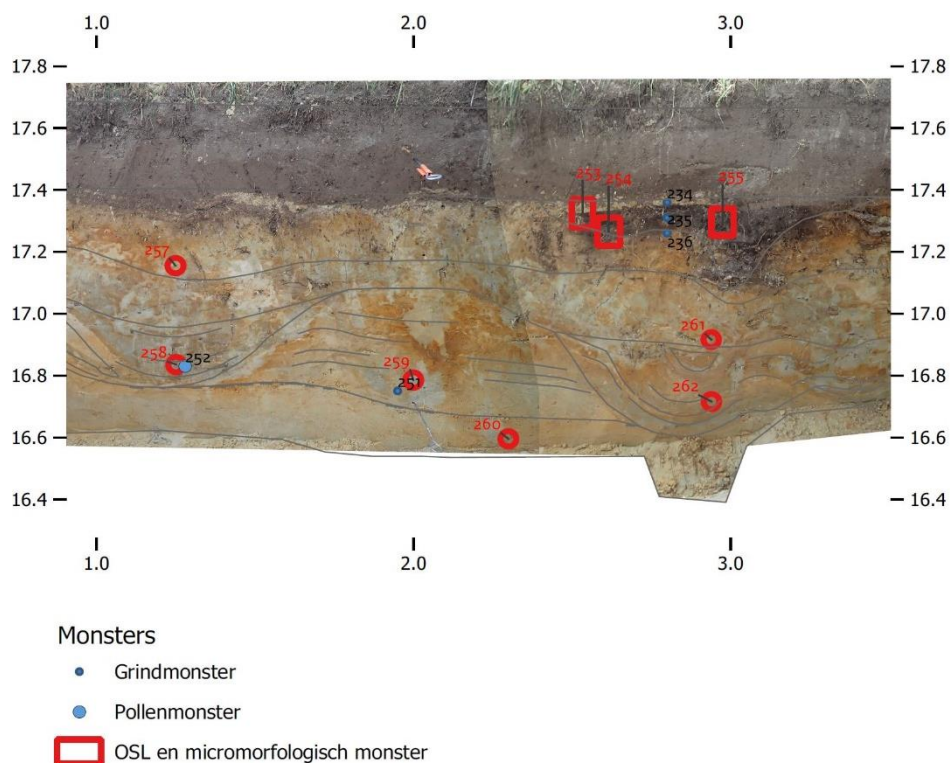


Figuur 1.1: Onderzoeklocaties van het grindonderzoek bij Esbeek. Locatie A: Proefput 2018 (Schokker, 2019); Locatie B: Proefputten 2019-2022 met grindmonsters 234 t/m 236, 251 (put 8) en 346 (put 4); Oppervlakte: Locatie van het referentie-grindmonster ten zuiden van de randbreuk van de Roerdalslenk, de Breuk van Vessem (gestreepte lijn).

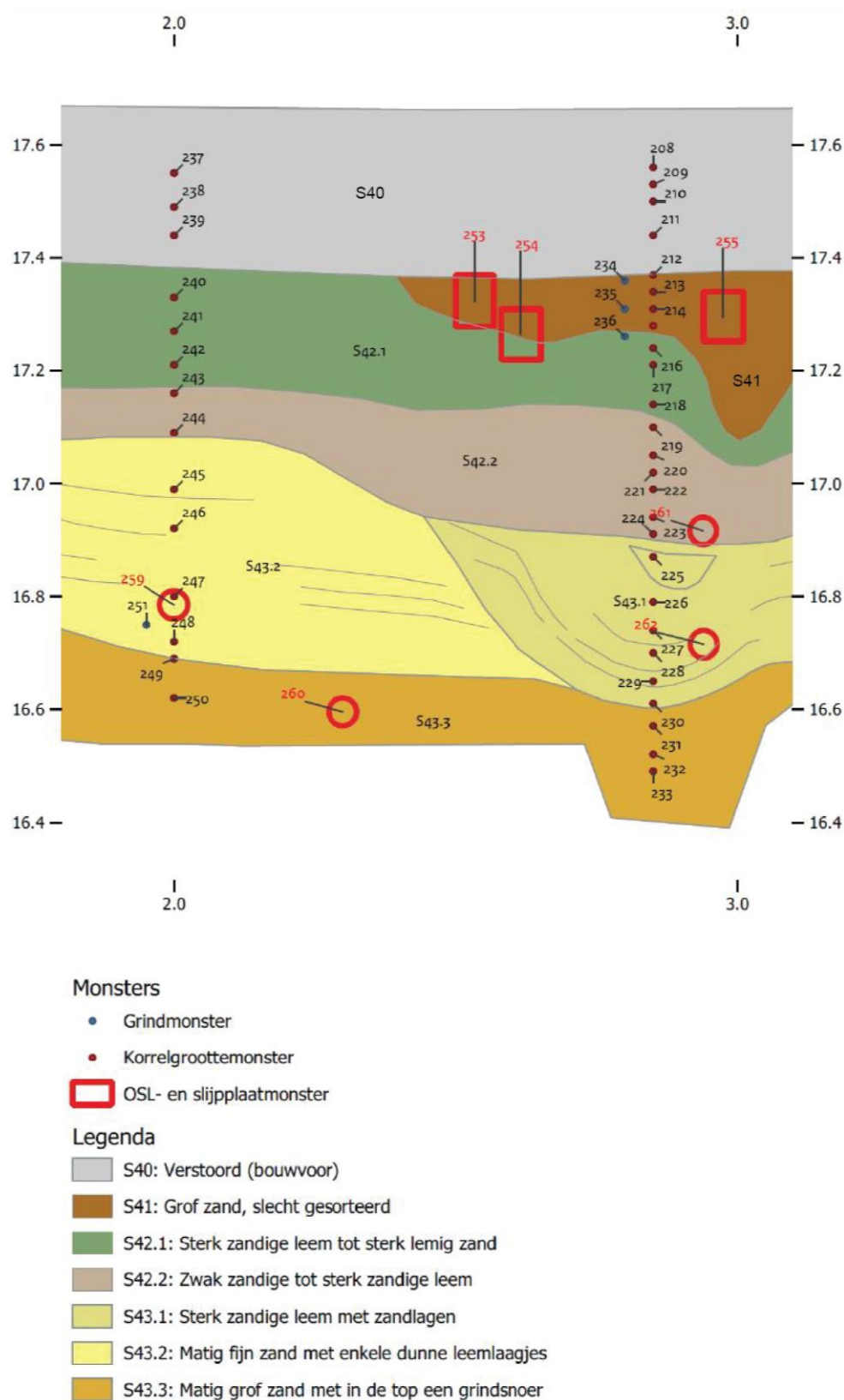
2 Methodiek

Grindanalyse is een methode die in Nederland vooral wordt toegepast om de diverse neogene en kwartaire niet-mariene afzettingen te karakteriseren en van elkaar te onderscheiden. De huidige methode van grindanalyse voert terug op het promotie-onderzoek van Maarleveld in de jaren '50 en is vervolgens verder ontwikkeld en veelvuldig toegepast bij de Rijks Geologische Dienst (Maarleveld, 1956; Zandstra, 1959, 1963, 1976, 1978). Omdat de grindsamenstelling afhankelijk is van de korrelgrootteverdeling, gaat de standaardmethode uit van de analyse van de 3-5 mm fractie, een fractie die relatief vaak in het sediment voorkomt. Standaard worden 300 fijne grindjes geteld en daarbij 30 gesteentegroepen onderscheiden. In grinddiagrammen worden deze gesteentegroepen weer samengevoegd tot 10 à 13 hoofdgroepen.

De hier gerapporteerde grindmonsters zijn grotendeels afkomstig uit de grindhoudende delen van het in 2022 ontsloten westelijk profiel van put 8, vak 12 en 13 (Figuur 2.1, Figuur 2.2). Monsters 234 t/m 236 zijn direct boven elkaar gelegen in spoor 41 (donkerbruin, zwak tot matig siltig, zeer grof zand). Monster 251 representeert een grindsnoer dat ligt op de overgang van spoor 43.2 (matig fijn zand met enkele dunne leemlaagjes en een duidelijke gelaagdheid) en spoor 43.3 (lichtgeel, matig grof, zwak siltig zand zonder duidelijk gelaagdheid).

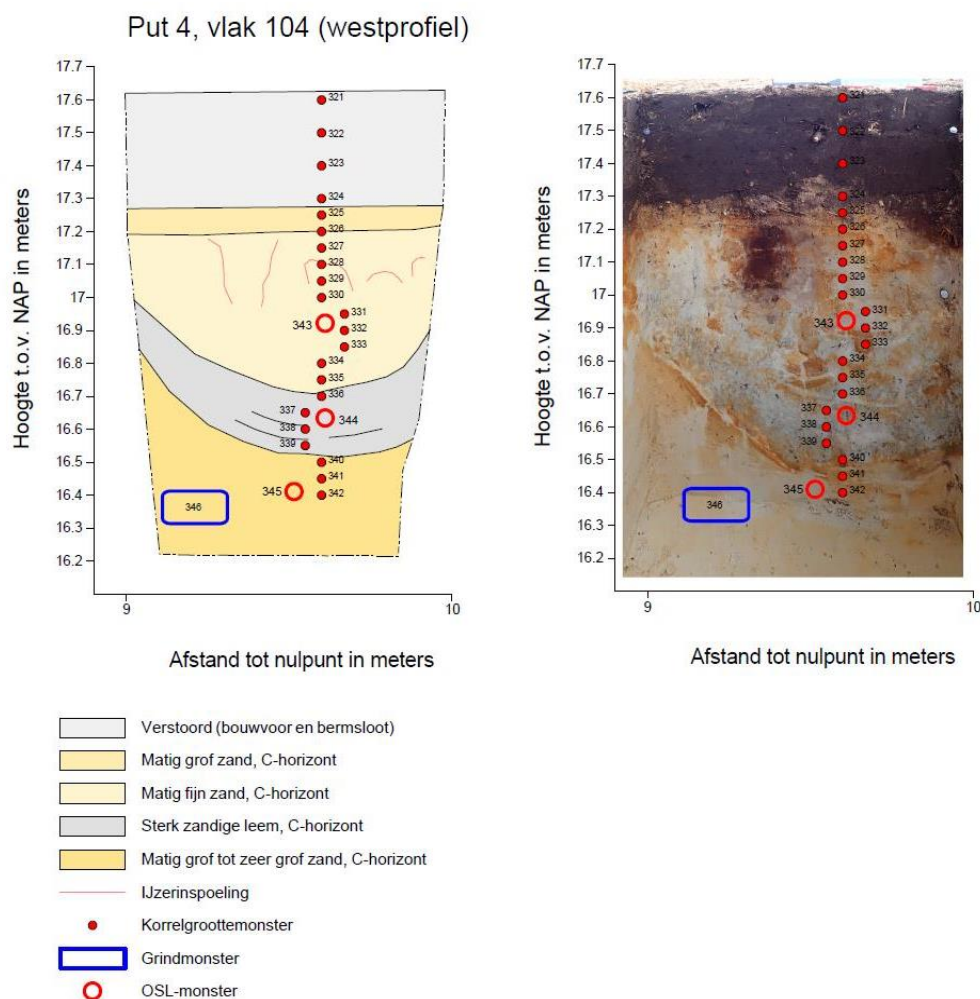


Figuur 2.1: Bodemopbouw en monsterlocaties in put 8, vak 12 en 13, vlak 104 (westprofiel) (De Kort & Rensink, 2022). Horizontale schaal in m t.o.v. lokaal referentiepoint, verticale schaal in m t.o.v. NAP.



Figuur 2.2: Locatie van de grindmonsters 234 t/m 236 en 251 (blauwe stipjes) in put 8, vak 12 en 13, vlak 104 (westprofiel) (De Kort & Rensink, 2022). Horizontale schaal in m t.o.v. lokaal referentiepunt, verticale schaal in m t.o.v. NAP.

Daarnaast is het reeds in 2019 in het westelijk profiel van put 4 genomen monster 346 geanalyseerd (Figuur 2.3). Dit monster is afkomstig uit spoor 27 (matig grof tot zeer grof zand). Alle sedimenten onder de bouwvoor die zijn ontsloten in zowel put 8 als put 4 behoren tot de Formatie van Boxtel.

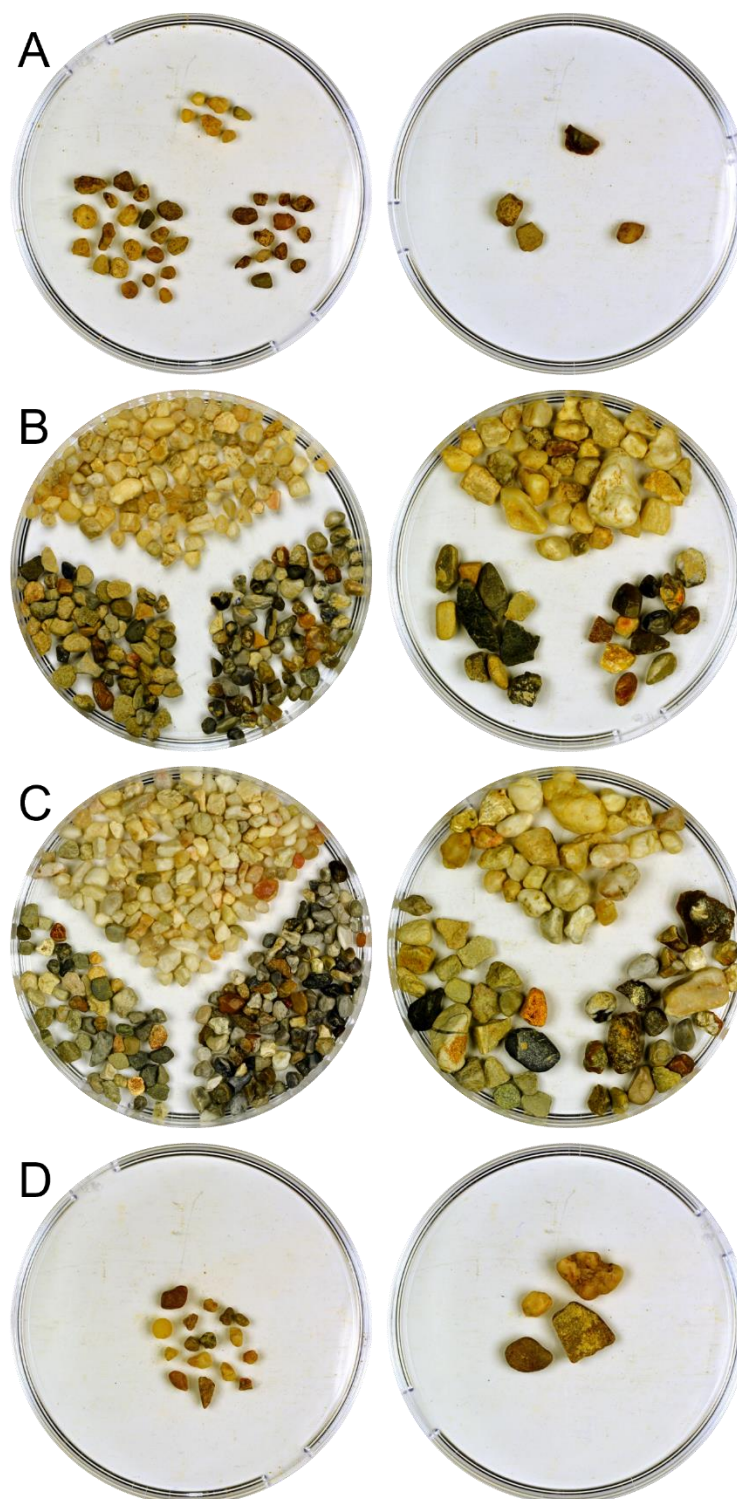


Figuur 2.3: Bodemopbouw en locatie van grindmonster 346 (blauwe rechthoek) in put 4, vlak 104 (westprofiel) (De Kort & Rensink, 2020).

Ter vergelijking met de monsters uit put 8 en 4 is ook een grindmonster verzameld onder de bouwvoor (20-40 cm beneden maaiveld) aan de hoge kant van de zuidwestelijke randbreuk van de Roerdalslenk, de Breuk van Vessem (Figuur 1.1). Dit sediment bestaat overwegend uit grofzandige vroeg- tot midden-pleistocene Rijn-Maasafzettingen en behoort tot de Formatie van Sterksel. Figuur 2.4 geeft een overzicht van de geanalyseerde monsters.

In tegenstelling tot in 2018 en 2019 (cf. Schokker, 2019), zijn in 2022 bij de bemonstering in het veld geen monsters van gelijk volume verzameld, maar is in het lab het drooggewicht van de monsters bepaald om zo het gewogen grindgehalte vast te stellen. De monsters zijn getransporteerd naar TNO-GDN, 24 uur gedroogd op 110°C en gezeefd over een 2,0-2,8-4,8-22,4 mm-zeefstoren. Daarna zijn de achtergebleven zandverkittingen, stukjes verkoold hout en botanische macroresten (wortels, takjes, zaden, schors) verwijderd en de afzonderlijke

fracties gewogen. Vervolgens zijn alle aanwezige grindkorrels in de 2,8-4,8 mm en de >4,8 mm-fractie geteld en gedetermineerd. Naast de eerder genoemde literatuur is hierbij ook gebruik gemaakt van een (incomplete) referentiecollectie die aanwezig is bij TNO-GDN.



Figuur 2.4: Overzicht van de geanalyseerde grindmonsters (links: fractie 2,8-4,8 mm, rechts: fractie >4,8 mm). A: monsters 234 t/m 236, B: monster 251, C: monster 346, D: oppervlaktemonster.

3 Resultaten

Het gewogen grindgehalte van de monsters in spoor 41 (nrs. 234-236) varieert van 0,3% tot 1,0% (Tabel 3.1). Het aantal korrels in de fractie 2,8-4,8 mm ligt hierbij tussen 6 en 20 (Tabel 3.2). Korrels >4,8 mm zijn vrijwel niet aanwezig (Tabel 3.3). Omdat het aantal korrels zo laag is, is in de tabellen ook steeds een rij opgenomen waarin de resultaten van monsters 234-236 zijn samengenomen. Het gewogen gemiddelde grindgehalte van monsters 234-236 bedraagt 0,7% (aantal getelde korrels 2,8-4,8 mm: 38; >4,8 mm: 4). Het grindgehalte van monster 251 (grindsnoertje op de overgang van spoor 43.2 en spoor 43.3) is duidelijk hoger en bedraagt 5,0% (aantal getelde korrels 2,8-4,8 mm: 252; >4,8 mm: 56). Van monster 346 (spoor 27) kan het grindgehalte niet bepaald worden, omdat het gewicht van de fractie <2,0 mm niet bepaald is. Het grindgehalte van het oppervlaktemonster is 2,6% (aantal getelde korrels 2,8-4,8 mm: 19; >4,8 mm: 4).

Tabel 3.1: Gewicht per korrelgroottefractie en gewogen grindgehalte van de geanalyseerde monsters. n.b.: niet bekend.

Monsternummer	Top [m NAP]	Basis [m NAP]	Fractie <2,0 mm [g]	Fractie 2,0-2,8 mm [g]	Fractie 2,8-4,8 mm [g]	Fractie >4,8 mm [g]	Totaalgewicht [g]	Gewicht grind [g]	Gehalte grind [%]
234	17,36	17,31	247,0	1,2	0,7	0,2	249,1	2,1	0,8
235	17,31	17,26	476,8	2,2	2,0	0,5	481,5	4,7	1,0
236	17,26	17,21	467,8	0,7	0,3	0,2	469,0	1,2	0,3
234-236	17,36	17,21	1191,6	14,1	3,0	0,9	1199,6	8,0	0,7
251	16,75	16,70	984,2	14,8	17,4	20,1	1036,5	52,3	5,0
346	16,32	16,42	n.b.	16,4	21,7	27,4	n.b.	65,5	n.b.
Oppervl.	19,46	19,26	273,3	1,8	1,8	3,6	280,5	7,2	2,6

De fractie 2,8-4,8 mm bestaat in alle monsters vooral uit kwarts (39-53%, grotendeels gangkwarts), vuursteen (5-35%, grotendeels niet gerold) en de groep 'rest sedimentair' (16-47%, met name gevormd door kwartsiet, grijs-groene zandsteen en gesteentefragmenten). Met uitzondering van monster 251 zijn de percentages in de fractie >4,8 mm vergelijkbaar. In monster 251 ligt het kwartsgehalte in de fractie >4,8 mm duidelijk hoger dan in de fractie 2,8-4,8 mm, de percentages vuursteen en 'rest sedimentair' zijn er juist lager. De grootste korrel is een gangkwartsfragment van 16 bij 8 bij 7 mm (monster 251). Porfier, kristallijne gesteenten en kalksteen zijn niet aangetroffen, lydiet slechts eenmaal, in monster 346.

Tabel 3.2: Resultaten van de grindtellingen van de fractie 2,8-4,8 mm. ¹ Inclusief grijze en groene zandsteen.

Monsternummer	Top [m NAP]	Basis [m NAP]	Grindfractie [mm]	totaal kwarts	gangkwarts	restkwarts	vuursteen	porfier	veldspaat	rest kristallijn	lydiet	rest sedimentair ¹	kalksteen	Totaal aantal korrels
234	17,36	17,31	2,8-4,8	4	4		2		1			5		12
235	17,31	17,26	2,8-4,8	8	8		2					10		20
236	17,26	17,21	2,8-4,8	3	3							3		6
234-236	17,36	17,21	2,8-4,8	15	15		4		1			18		38
251	16,75	16,70	2,8-4,8	116	99	17	75					61		252
346	16,42	16,32	2,8-4,8	159	154	5	116		1			52		328
Oppervl.	19,46	19,26	2,8-4,8	10	10		1					8		19

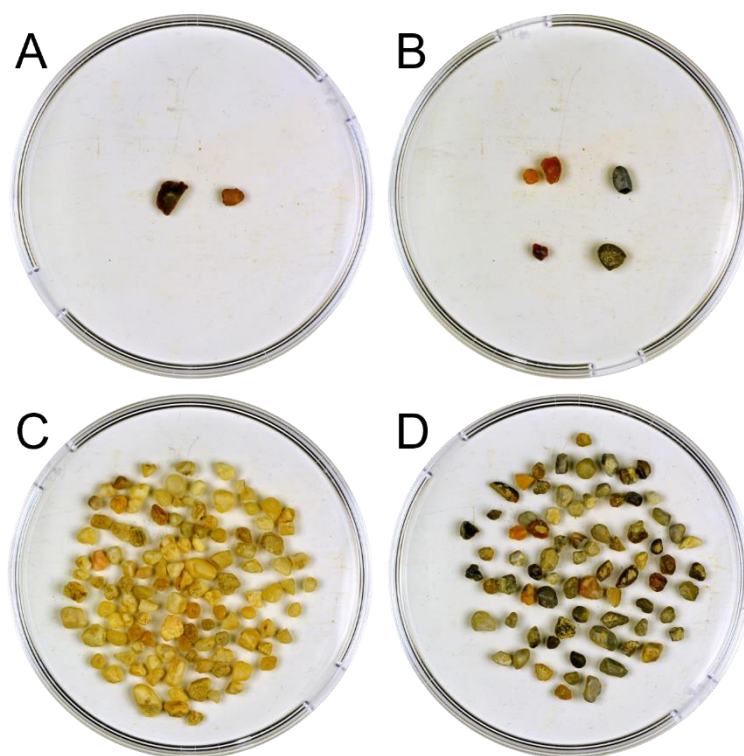
Tabel 3.3: Resultaten van de grindtellingen van de fractie >4,8 mm. ¹ Inclusief grijze en groene zandsteen.

Monsternummer	Top [m NAP]	Basis [m NAP]	Grindfractie [mm]	totaal kwarts	gangkwarts	restkwarts	vuursteen	porfier	veldspaat	rest kristallijn	lydiet	rest sedimentair ¹	kalksteen	Totaal aantal korrels
234	17,36	17,31	>4,8	1	1									1
235	17,31	17,26	>4,8				1					1		2
236	17,26	17,21	>4,8				1							1
234-236	17,36	17,21	>4,8	1	1		2					1		4
251	16,75	16,70	>4,8	34	34		12					10		56
346	16,42	16,32	>4,8	25	25		20		1		1	20		67
Oppervl.	19,46	19,26	>4,8	2	2							2		4

De kwartskorrels bestaan vooral uit hoekige tot matig afgeronde gangkwartsfragmenten. In monster 251 zijn ook gematteerde, afgeronde kwartskorrels aanwezig (Figuur 3.1). Vrijwel alle aanwezige vuursteenfragmenten zijn hoekig, waaronder veel splinters. Monsters 234 en 236 bevatten mogelijk een micro-afslag (Tabel 3.4). Het vuursteenmateriaal is zeer divers van kleur, waarbij in monsters 251 en 346 enkele helderrode fragmenten aanwezig zijn (cf. Schokker, 2019) en in monster 346 twee opvallend grofkorrelige vuurstenen. Een deel van de vuursteen heeft patina en sommige fragmenten in monsters 251 en 346 vertonen sporen van abrasie (aanwezigheid windlak en afgekante vlakken). In beide monsters zijn ook enkele gerolde vuurstenen ('Maaseitjes') aangetroffen. Daarnaast bevatte monster 346 een cementkwartsiet en is in monsters 251, 346 en het oppervlaktemonster Revinienkwartsiet (pyrietkwartsiet) herkend, gekenmerkt door kubusvormige holtes.

Tabel 3.4: Waargenomen bijzonderheden per grindmonster.

Monsternummer	Bijzonderheden
234	1x mogelijke vuursteenafslag
235	Geen bijzonderheden
236	1x mogelijke vuursteenafslag
251	1x Revinienkwartsiet, 1x gerolde vuursteen ('Maaseitje'), vuursteen opvallend variabel van kleur en vorm, vuursteen deels met patina en/of duidelijke windlak, restkwarts veelal gematteerd en afgerond
346	1x Revinienkwartsiet, 1x cementkwartsiet, 1x rode vuursteen, 2x grofkorrelige vuursteen, 2x gerolde vuursteen ('Maaseitje'), vuursteen deels met patina en/of duidelijke windlak,
Oppervlaktemonster	1x Revinienkwartsiet



Figuur 3.1: Bijzonderheden uit de geanalyseerde monsters. A. Mogelijke vuursteenafslagen (monsters 234-236); B. Vuursteenvariëteiten in monster 346. Linksboven: Grofkorrelige vuursteen, rechtsboven: Maaseitje (fractie 2,8-4,8 mm), rechtsonder: Maaseitje (fractie >4,8 mm), linksonder: rode vuursteen; C. Kwartsfractie van monster 251, waarin afgeronde, gematteerde korrels; D: Vuursteenfractie van monster 251, waarin vuurstenen met windlak en mini-windkantertjes.

4 Discussie

4.1 Genese en herkomst

De grindassociatie van de monsters uit put 8 en put 4 (onderzoekslocatie B) lijkt sterk op de eerder gerapporteerde associatie uit de proefput (onderzoekslocatie A; Schokker, 2019). De monsters worden gekenmerkt door hoge gehalten aan kwarts (m.n. gangkwarts), hoekige vuursteen en sedimentaire gesteenten (Figuur 4.1, Figuur 4.2). Dit is typisch voor sedimenten die zijn afgezet door de zuidelijke rivieren (Rijn en Maas). De Maasinvloed blijkt met name uit de aanwezigheid van gerolde vuursteen ('Maaseitjes') en Revinienkwartsiet. Gerolde vuursteen is in het Kwartair door de Maas herwerkt uit miocene strandafzettingen die dagzomen in Zuid-Limburg (Formatie van Grote Heide, voorheen Formatie van Breda; Munsterman et al., 2019). Revinienkwartsiet is een gidsgesteente dat afkomstig is uit de directe omgeving van Revin, in het stroomgebied van de Maas nabij de Belgisch-Franse grens.

Op basis van bovenstaande kenmerken kan de grindassociatie worden betiteld als RM-associatie met een duidelijke Maascomponent (Zandstra, 1976, 1978). Deze grindassociatie is ook aangetroffen bovenin archiefboring Esbeek (B50H0002). Op basis van een combinatie van grind- en zware mineralenanalyse wordt het boorinterval 5,00-10,50 m -mv in deze boring gerekend tot de vroeg- en midden-pleistocene Formatie van Sterksel, Mineraalzone van Woensel (Ruegg & Zandstra, 1973). Van de bovenliggende Formatie van Boxtel zijn uit de directe omgeving van Esbeek geen analyses bekend, maar de belangrijkste sedimentbron van de hoofdzakelijk eolische en kleinschalig-fluviatiele afzettingen uit deze formatie wordt gevormd door dagzomende sedimenten in het nabijgelegen hogere gebied ten zuidwesten van de Breuk van Vessem (Figuur 1.1, cf. Schokker et al., 2005; Van Hateren, 2023, figuur 5.11). Behalve middels kleinschalig fluviatiele en eolische processen kan het sediment in periglaciale omstandigheden ook verplaatst zijn door gelifuctie. Hierbij schuift het sediment dat behoort tot de 'actieve laag' (opdooilaag boven de permafrost) geleidelijk hellingafwaarts (cf. French, 1996). Een hellingshoek van 0,5° is daarvoor al voldoende.

4.2 Post-depositionele processen

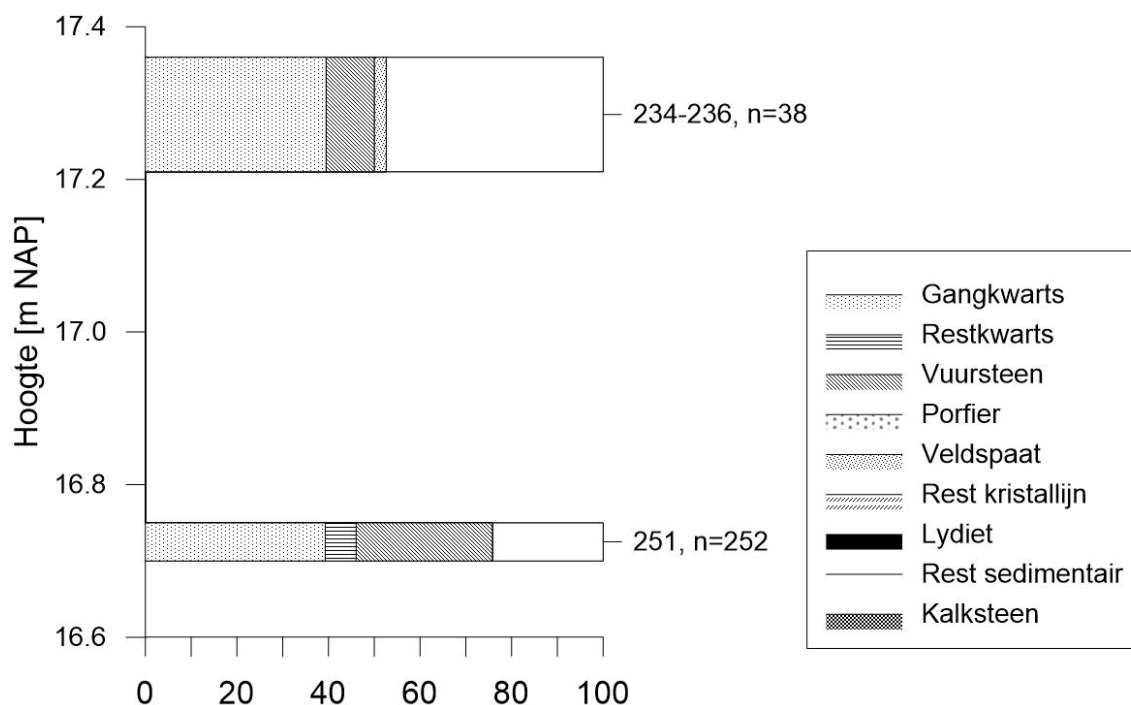
Spoor 41 (donkerbruin, zwak tot matig siltig, zeer grof zand; monsters 234 t/m 236) is slechts in een deel van het westprofiel van put 8 aanwezig. Direct links (ten zuiden) van de monsterlocatie welft deze laag omhoog en wordt opgenomen in de bouwvoor (Figuur 2.1). Hoewel spoor 41 minder grind bevat dan de stratigrafisch dieper gelegen monsters 251 en 346, zijn in de 2,8-4,8 mm-fractie van spoor 41 twee mogelijke vuurstenen micro-afslagen waargenomen. Als de identificatie van deze fragmenten wordt bevestigd, zou dit kunnen wijzen op menselijke aanwezigheid op de onderzoekslocatie tijdens de afzetting van deze laag en een stratigrafische relatie aantonen van deze laag met de vondstconcentratie van (vuur-)stenen werktuigen in de bouwvoor en aan maaiveld.

Esbeek - put 8

Coördinaten: 139167, 386175

Maaiveld: 17.67 m NAP

Getelde fractie: 2.8-4.8 mm



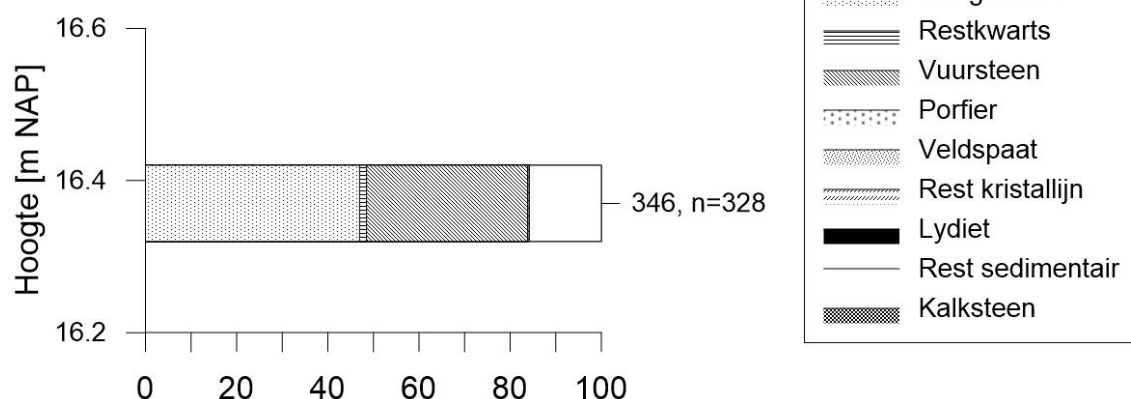
Figuur 4.1: Overzichtsdigram Esbeek - put 8, grindfractie 2,8-4,8 mm.

Esbeek - put 4

Coördinaten: 139161, 386203

Maaiveld: 17.62 m NAP

Getelde fractie: 2.8-4.8 mm



Figuur 4.2: Overzichtsdigram Esbeek - put 4, grindfractie 2,8-4,8 mm.

De grindaanrijking op de overgang van spoor 43.2 en spoor 43.3 (put 8) kan worden geïnterpreteerd als een deflatieniveau, aangezien een aantal korrels duidelijke aanwijzingen vertoont voor abrasie: zo is een deel van de kwartskorrels afgerond en gematteerd, terwijl

meerdere vuursteenfragmenten windlak vertonen. Daarnaast zijn enkele grotere vuurstenen gemodelleerd tot windkanters. Ook zijn splintervormige vuursteenfragmenten aanwezig die kunnen worden geïnterpreteerd als het resultaat van vorstsplijting. De grindassociatie van het grindsnoer wordt daarbij gekenmerkt door een aanrijking met erosieresistent kwarts en vooral vuursteen ten opzichte van meer erosiegevoelige sedimentaire gesteentefragmenten.

De grindassociatie van spoor 27 (put 4) vertoont grote kenmerken met de hiervoor besproken grindaanrijking op de overgang van spoor 43.2 en spoor 43.3 in put 8, zij het dat er minder gematteeerde kwartskorrels aanwezig zijn. Dit onderschrijft de correlatie van spoor 27 (put 8) en spoor 43.3 (put 4) (*cf.* De Kort & Rensink, 2022, afbeelding 17). Het grindsnoer op de overgang van spoor 43.2 en 43.3 kan daarmee beschouwd worden als de uitgeblazen variant van spoor 43.3 (oftewel spoor 27).

5 Conclusies

In het kader van het onderzoek van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed naar een concentratie van midden-paleolithische artefacten aan maaiveld nabij Esbeek (HISP22) is een analyse uitgevoerd van grindhoudende sedimenten die zijn verzameld in put 4 (2019) put 8 (2022). Hiertoe zijn grindmonsters verzameld en geanalyseerd uit spoor 27, spoor 41 en uit een grindsnoer op de grens van spoor 43.2 en spoor 43.3, alle behorend tot de Formatie van Boxtel. Op basis hiervan kunnen enkele conclusies worden getrokken ten aanzien van de genese en herkomst van het sediment, alsmede de invloed van post-depositionele processen op de grindsamenstelling en habitus van de korrels:

- › Al het geanalyseerde sediment wordt gekenmerkt door een RM-grindassociatie. Belangrijke grindtypen daarin zijn gangkwarts, hoekige vuursteen en sedimentaire gesteenten. In spoor 27 en het grindsnoer op de overgang van spoor 43.2 en spoor 43.3 zijn bovendien de typische Maascomponenten gerolde vuursteen en Revinienkwartsiet aangetroffen. De meest waarschijnlijke sedimentbron wordt gevormd door de afzettingen van de Formatie van Sterksel die enkele honderden meters ten zuiden van het onderzoeksgebied dagzomen en middels fluvio-eolische processen en gelifluctie op de onderzoekslocatie terecht gekomen zijn.
- › In spoor 41 komen twee mogelijke micro-afslagen voor, wat kan duiden op menselijke activiteit en een stratigrafische relatie met de vondstconcentratie van (vuur-)stenen werktuigen aan maaiveld.
- › Het grindsnoer op de overgang van spoor 43.2 en spoor 43.3 wordt geïnterpreteerd als een deflatieniveau, aangezien de korrels duidelijke aanwijzingen vertonen voor abrasie: een deel van de kwartskorrels in afgerond en gematteerd, terwijl vuursteenfragmenten windlak vertonen. Daarnaast zijn enkele grotere vuurstenen gemodelleerd tot windkanters. De grindassociatie van het grindsnoer wordt bovendien gekenmerkt door een aanrijking van kwarts en vuursteen ten opzichte van meer erosiegevoelige sedimentaire gesteentefragmenten. Het grindsnoer vormt daarmee de uitgeblazen variant van spoor 43.3 (oftewel spoor 27).

6 Referenties

- De Kort, J.W., Rensink, E., 2020. Evaluatie- en selectierapport Hilvarenbeek - Esbeek - Spruitenstroompje – campagne 2019, OZM-rapport 4735806100. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.
- De Kort, J.W., Rensink, E., 2022. Evaluatie- en selectierapport Hilvarenbeek - Esbeek - Spruitenstroompje – campagne 2022, AMZ-rapport 5259106100. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.
- French, H.M., 1996. The periglacial environment (2nd ed.). Longman, Harlow.
- Maarleveld, G.C., 1956. Grindhoudende midden-pleistocene sedimenten. Mededelingen van de Geologische Stichting C-VI-6, 1–105.
- Munsterman, D. K., Ten Veen, J. H., Menkovic, A., Deckers, J., Witmans, N., Verhaegen, J., Kerstholt-Boegehold, S. J., Van de Ven, T., & Busschers, F. S. (2019). An updated and revised stratigraphic framework for the Miocene and earliest Pliocene strata of the Roer Valley Graben and adjacent blocks. *Netherlands Journal of Geosciences*, 98, 1–23. <https://doi.org/10.1017/njg.2019.10>
- Rensink, E. & Van Gisbergen, P., 2017. Een midden-paleolithische vindplaats bij Esbeek (gem. Hilvarenbeek), Rapportage Archeologische Monumentenzorg 243. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.
- Rensink, E., De Kort, J.W., Brinkkemper, O., Hagen, M., Huisman, H., Palstra, S.W.L., Reimann, T., Schokker, J., Voskuilen, E., 2020. De Neanderthaler-vindplaats Esbeek-Diessen, gemeente Hilvarenbeek. Inventariserend veldonderzoek van een grote en rijke vondstspreading van stenen artefacten. Campagne 2018, Rapportage Archeologische Monumentenzorg 261. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.
- Rensink, E., De Kort, J.W., Van Os, B., Schreurs, J., Wallinga, J., Voskuilen, E., 2021. De Neanderthalervindplaats Esbeek-Diessen, gemeente Hilvarenbeek. Proefputten- en booronderzoek ter plaatse van een oppervlakteconcentratie van stenen artefacten. Campagne 2019, Rapportage Archeologische Monumentenzorg 272. Amersfoort.
- Ruegg, G.H.J. & Zandstra, J.G., 1973. Sedimentpetrologie van boring Esbeek, 50H/2, Sedimentpetrologische Afdeling, Rapport 362. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Schokker, J., 2019. Grindanalyse Esbeek (HISP18), TNO rapport 2019 R10394. Utrecht.
- Schokker, J., Cleveringa, P., Murray, A.S., Wallinga, J., Westerhoff, W.E., 2005. An OSL dated Middle and Late Quaternary sedimentary record in the Roer Valley Graben (southeastern Netherlands). *Quaternary Science Reviews* 24, 2243–2264. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2005.01.010>
- Van Hateren, J.A., 2023. Sediment in motion. Proefschrift Vrije Universiteit Amsterdam.
- Zandstra, J.G., 1959. Grindassociaties in het Pleistoceen van Noord-Nederland: een samenvatting van de voorlopige resultaten van grindonderzoek, in het bijzonder van het Onder- en Midden-Pleistoceen. *Geologie en Mijnbouw, Nieuwe Serie* 21, 254–272.
- Zandstra, J.G., 1963. Grindtypenclassificatie voor het Noord-Nederlandse Kwartair, Sediment-petrologische afdeling, Rapport 47. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Zandstra, J.G., 1976. Classificatie van nederlandse grindgezelschappen in het Kenozoicum, Sedimentpetrologische afdeling, Rapport 525. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Zandstra, J.G., 1978. Einführung in die Feinkiesanalyse. *Der Geschiebesammler* 12, 21–38.

7 Ondertekening

Naam en paraaf tweede lezer

Mr. A. Menkovic

Ondertekening

Autorisatie vrijgave

Dr. J. Schokker
Auteur

Drs. D. Maljers
Research Manager