



Het (Jonger)

*Dekzand met waterhardlagen (zie Afb. 25).
Nieuwe 's Gravelandseweg, Bussum.*

dekzand in het Gooi

Deel 1: Verspreiding, geomorfologie, algemene lithologie en structuren

SANDER KOOPMAN
S.KOOPMAN19@GMAIL.COM

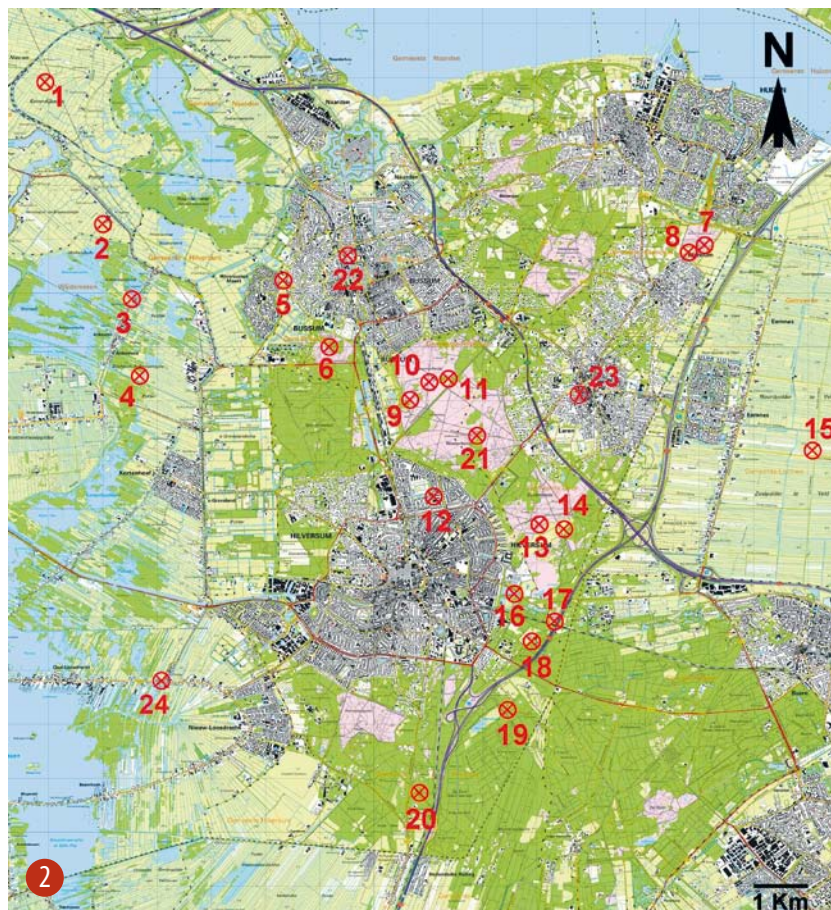
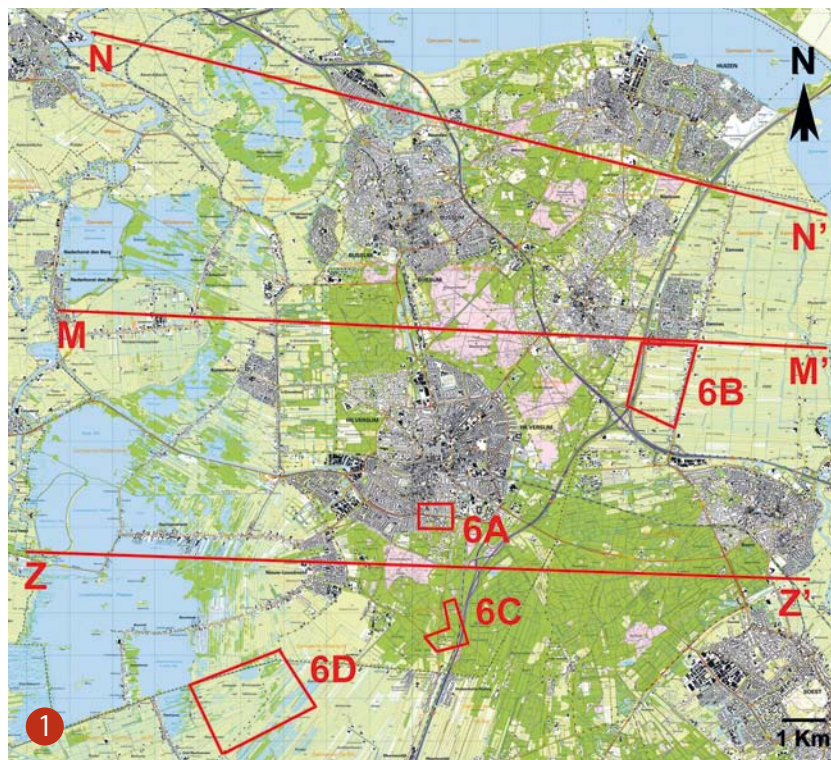
JAN SEVINK
J.SEVINK@UVA.NL

In de laatste ijstijd, het Weichselien, zijn in Nederland op grote schaal zandige windafzettingen gevormd die bekend staan als dekzand (Formatie van Bortel, Laagpakket van Wierden). In de omgeving van het Gooi (Afb. 1) komt op veel plekken dekzand voor aan het oppervlak. Langs de randen van de Gooise stuwwal is het de dominante formatie, die naar het oosten en westen geleidelijk weg duikt onder de Holocene klei- en veenlagen van de Vechtstreek en het Eemland. Zowel qua lithologie als geomorfologie vertoont het dekzand de nodige variatie. Voor diverse gebieden in Nederland is dit reeds uitvoerig beschreven in andere werken, maar voor het gebied tussen Vecht en Eem zijn de dekzanden weinig beschreven. De laatste jaren is er veel nieuwe informatie beschikbaar gekomen waardoor het nu mogelijk is om de dekzanden in dit gebied meer in detail te bestuderen. In dit artikel wordt een beschrijving gegeven van de bovenste meters van de dekzanden in de omgeving van het Gooi. De beschrijving richt zich op de aspecten geomorfologie, stratigrafie en lithologie, en sedimentaire en

Alle foto's: Sander Koopman.



postsedimentaire structuren. We hanteren hierbij de tot voor kort gebruikte indeling in Jonger en Ouder dekzand, zoals beschreven door Van der Hammen *et al.* (1967), en naderhand overzichtelijk samengevat door Koster (1982). Aangezien het een regionale studie betreft is er ook gebruik gemaakt van literatuur die uitsluitend in besloten collecties aanwezig is. Waar van toepassing is dit in de literatuurlijst aangegeven.



Onderzoekopzet

De geomorfologie van de dekzanden is onderzocht middels een aantal AHN-uitsneden, gecombineerd met informatie uit ontsluitingen en boringen om met zekerheid de aard ervan als dekzand vast te stellen. Op basis hiervan is een indeling gemaakt in vier morfologietypen. Daarnaast is gebruik gemaakt van het DINO-loket en bestaande literatuur. De stratigrafie en lithologische kenmerken zijn onderzocht middels analyse van foto's en beschrijvingen van ruim vijftig dekzandontsluitingen in en rond het Gooi (Koopman *et al.*, 2013). Daarnaast zijn op 24 locaties, verspreid over het gebied en in verschillende geomorfologische eenheden, monsters genomen uit de bovenste 0,5 – 1,5 meter (zie Tabel 1 en Afb. 2). Waar mogelijk zijn ook monsters genomen van onderliggende fluvioglaciale afzettingen en er is ook een monster genomen uit gestuwde afzettingen om het verschil met dekzand te kwantificeren. De in totaal 50 monsters zijn geanalyseerd op de korrelgrootteverdeling binnen de zandfractie. De voorbehandeling omvatte een behandeling met H_2O_2 en HCl , ter verwijdering van organische stof en ijzerverbindingen, gevolgd door nat zeven over een $63 \mu m$ zeef. Het droge zeefresidu is gewogen en vervolgens droog gezeefd over een 2 mm zeef voor bepaling van de grindfractie. De analyse van de resterende zandfractie is uitgevoerd met de Sympatec HELOS KR laser-diffraction particle sizer van het Laboratorium Sedimentanalyse van de Faculteit voor Aard- en Levens-wetenschappen, Vrije Universiteit te Amsterdam. De sedimentaire en postsedimentaire structuren zijn onderzocht door de interpretatie van foto's en een lakprofiel, en het raadplegen van bestaande literatuur.

Eerdere publicaties

Op (inter)nationaal niveau is veel onderzoek gedaan naar dekzanden.

AFBEELDING 1. | *Beschouwingsgebied met locatie van de profielen van Afbeelding 5. Ondergrond: topografische kaart van Nederland 1: 25.000, Kadaster.*

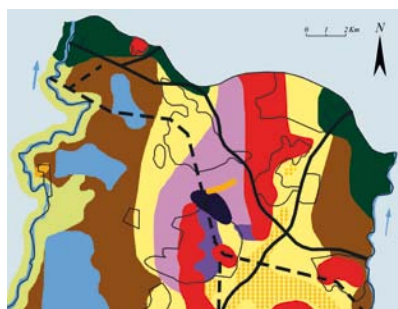
AFBEELDING 2. | *Kaart met locaties van de genomen monsters. Ondergrond: topografische kaart van Nederland 1: 25.000, Kadaster.*



Kaart nr	X	Y	Plaats	Toponiem	Geomorfologische eenheid	Lithostratigrafische eenheden waaruit bemonsterd is
1	133,90	479,90	Weesp	Honswijckerpad	Duin	Jonger dekzand
2	135,00	477,30	Weesp	Loodijk, boerderij	Dekzandwieling	Jonger dekzand
3	135,55	475,75	Ankeveen	Ankeveen Ingelengburgh II	Dekzandwieling	Jonger dekzand
4	MV	MV	MV	MV	MV	MV
5	138,30	476,20	Hilversumse meent	Gijzenveen	Dekzandvlakte	Ouder dekzand*; Jonger dekzand
6	139,30	475,00	Bussum	Franse Kampheide	Smeltwaterwaaier met duin	Fluvioglaciaal; Jonger dekzand
7	146,10	476,90	Huizen	Oostermeent	Dekzandhelling	Jonger dekzand
8	145,75	476,80	Blaricum	t Harde	Dekzandvlakte	Jonger dekzand
9	140,65	474,00	Hilversum	Lange Heul west	Duin	Jonger dekzand
10	141,00	474,33	Hilversum	Lange Heul midden	Duin	Jonger dekzand
11	141,37	474,40	Hilversum	Lange Heul oost	Duin	Jonger dekzand
12	141,10	472,10	Hilversum	L. de Keylaan-S. Stevinweg	Dekzandvlakte	Fluvioglaciaal
13	MV	MV	MV	MV	MV	MV
14	143,50	471,65	Laren	t Bluk	Stuifzand	Jonger dekzand; stuifzand
15	148,10	473,10	Eemnes	Noord Ervenweg	Duin	Jonger dekzand
16	142,60	470,40	Hilversum	Anna's Hoeve*	Dekzandvlakte	Jonger dekzand
17	143,35	469,90	Hilversum	Anna's Hoeve poel bij A27	Dekzandvlakte	Jonger dekzand
18	142,90	469,50	Hilversum	Monnikenveen	Dekzandvlakte	Jonger dekzand
19	142,42	468,35	Hilversum	Cronebos amfibieïnpool	Dekzandvlakte	Jonger dekzand
20	140,85	466,80	Hollandse Rading	Zwaluwenberg	Duin	Jonger dekzand
21	141,95	473,35	Hilversum	Westerheide	Duin	Stuifzand
22	139,55	476,70	Bussum	Esiaan N-zijde	Dekzandvlakte	Jonger dekzand
23	143,70	473,90	Laren	Molenweg	Stuwwal	Gestuwde afzettingen
24	136,10	468,90	Oud Loosdrecht	Hoek 's Gravelandsevaartweg -Oud Loosdrechtsedijk	Dekzandvlakte	Jonger dekzand
* voormalige accumulatievrijver						* diamictische laag

TABEL 1. | *Lijst van monsternamelocaties. MV = Missing Value.*

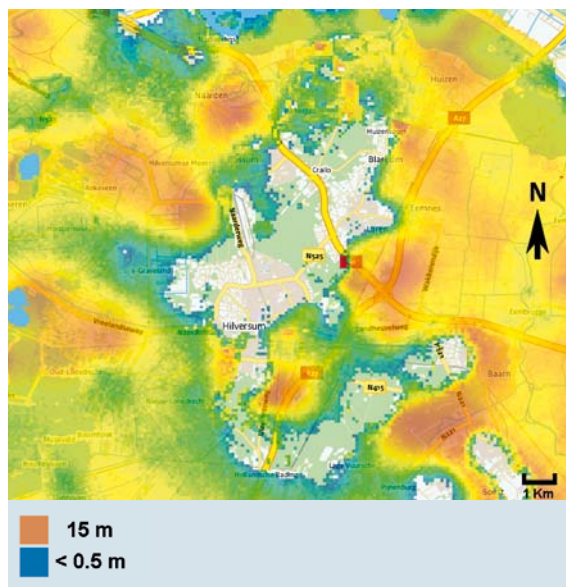
In Nederland kwam dit onderzoek met name in de jaren '60 van de 20e eeuw goed op gang en resulteerde in een aantal overzichtspublicaties, waarin waarnemingen van verschillende plekken in Nederland zijn beschreven. Voorbeelden zijn de publicaties van Maarleveld (1960, 1968) en Veenstra & Winkelmolen (1971) over



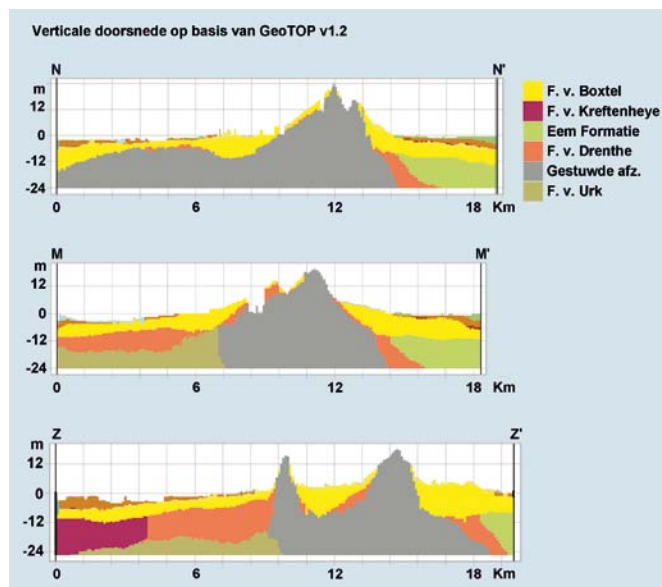
AFBEELDING 3. | *Paleogeografische kaart van het Gooi en omstreken, situatie begin 20e eeuw.*
Bron: Koopman & Pfeifer, 2012.

onder meer de windrichtingen waarbij het dekzand is afgezet, waarvoor de Gelderse Vallei een belangrijk onderzoeksgebied was. Een ander voorbeeld is de publicatie van Crommelin (1965) over de mineralogische samenstelling en herkomst van de dekzanden. De specifieke lithologische en sedimentaire kenmerken van het dekzand, zoals de veelal horizontale gelaagdheid, en het op grote schaal voorkomen van twee duidelijk te onderscheiden faciës (zandig dekzand en leemhoudend dekzand; met een afwisseling van zandige en leemhoudende laagjes) zijn onder meer beschreven in de publicaties van Ruegg (1983) en Schwan (1988). De lithostratigrafie is beschreven in publicaties als Van der Hammen (1957), Van der Hammen *et al.* (1967) en Schokker *et al.* (2005, 2007). Met de laatste publicatie verdween in de officiële lithostratigrafie het onderscheid tussen Jonger en Ouder dekzand en werd de Formatie van Bostel ingevoerd. De indeling van de Formatie van Bostel is gebaseerd op onderzoek in de Peelslenk (Schokker & Koster, 2004). In Midden-Nederland, waaronder de omgeving van het Gooi, is de oude indeling nog goed toepasbaar. Zoals eerder aangegeven bestaat er nog geen regionale studie van de dekzanden in de omgeving van het Gooi. Wel zijn waarnemingen en/of korrelgrootteanalyses van dekzand van enkele locaties gepubliceerd. Het best onderzocht is het groevecomplex Rijsbergen-Oostermeent, gelegen tussen Huizen en Blaricum. De dekzandprofielen die hier zichtbaar waren en in de Groeve Oostermeent nog steeds deels ontsloten zijn, zijn beschreven door Ruegg (1964, 1975, 1983), Gonggrijp (1976, 1987) en Schaftenaar (1976). In enkele van deze publicaties zijn korrelgrootteverdelingen weergegeven. Een tweede gebied waar uitgebreid onderzoek is gedaan betreft het Laarder Wasmerengebied. Een algemeen onderzoek naar de geomorfologie van dit gebied is uitgevoerd door Van Ree (1992),





AFBEELDING 4. | Diktekaart van de Formatie van Boxtel (dekzand + stuifzand) tussen Vecht en Eem. Bron: GeoTOP-model, DINO-Loket.



AFBEELDING 5. | Drie geologische profielen: noord, midden en zuid, tot 24 m –NAP. Bron: GeoTOP-model, DINO-Loket.

die ook een aantal korrelgrootteverdelingen van dekzand uit het gebied geeft. Een gedetailleerd onderzoek naar de top van het dekzand met de Laag van Usselo, en de daarop liggende stuifzanden, is uitgevoerd door Sevink *et al.* (2014). Meerdere dekzandontsluitingen op verschillende plekken in het Gooi, bijvoorbeeld het voormalige Majella-ziekenhuis in Bussum en diverse locaties in het centrum van Huizen en in Eemnes, zijn beschreven door Ruegg (1995, 2000, 2009). Een uitgebreide beschrijving van een ontsluiting in een Laat-Weichselien duinencomplex bij Weesp wordt gegeven in Koopman (2013). Op basis van meerdere onderzochte ontsluitingen is een geactualiseerde geologische kaart opgenomen in Koopman & Pfeifer (2012), waarop de begrenzingen van het dekzand volgens de stand van 2012 staan aangegeven. Tot slot worden in de Geologische atlas van het Gooi (Koopman & Pfeifer, 2013) een aantal sedimentaire en postsedimentaire structuren in dekzandontsluitingen beschreven. Naast de hiervoor genoemde geologische en landschappelijke publicaties geven ook de toelichtingen op de bodemkaarten 1:50.000 informatie over het voorkomen van de dekzanden.

Geomorfologie

Op de paleogeografische kaart (Afb. 3) is te zien dat het dekzand (lichtgeel in Afbeelding 3) dagzoomt in brede gordels aan weerszijden van de stuwwal. Verder naar het oosten en westen duikt het dekzand weg onder het veendek van de Vechtstreek en het Eemland. Op de diktekaart (Afb. 4) en in geologische profielen (Afb. 5) is te zien dat de dikte van het dekzand sterk varieert. Op de stuwwallen en de hogere delen van de smeltwaterwaaiers komt helemaal geen dekzand voor. De gestuwde afzettingen en fluvioglaciale afzettingen reiken hier tot aan het maaiveld. Op de lagere delen van de smeltwaterwaaiers en bekkenafzettingen bevindt zich een relatief dunne laag, die één tot twee meter dik is. Ten westen en ten oosten van de stuwwal komen dikten voor tot maximaal zo'n 15 meter. Dikke pakketten dekzand bevinden zich aan de westzijde bijvoorbeeld onder Naarden, Ankeveen en Loosdrecht. Aan de oostzijde heeft zich veel dekzand opgehoopt onder meer bij Blaricum, onder de Zuidpolder en ten oosten van Baarn. Diktewaarnemingen in ontsluitingen blijken in grote lijnen overeen te komen met de informatie in Geo TOP. Enkele uitzonderingen vormen het noordoostelijk deel van Hilversum, waar zo'n twee meter dekzand ligt in tegenstelling tot de weergave op de diktekaart, en het zuiden van Bussum, waar dekzand juist blijkt te ontbreken (Koopman *et al.*, 2013). Met behulp van het AHN (Actueel Hoogtebestand van Nederland) is het mogelijk om een gedetailleerd beeld te krijgen van de geomorfologie van de dekzanden.

Hierbij blijkt dat er vier verschillende reliëftypen te onderscheiden zijn (Afb. 6A t/m 6D):

- 1) dekzandhelling op stuwwalflank;
- 2) dekzandvlakte en lage welvingen;
- 3) geïsoleerde streeppduinen (synoniem: lengteduinen);
- 4) velden met onregelmatige duinvormen, waaronder paraboolduinen en kamduinen.

De eerste onderscheiden eenheid betreft dekzandhellingen op de stuwwal. Uit meerdere waarnemingen (Koopman *et al.*, 2013) is gebleken dat met name aan de oostkant van de stuwwallen het dekzand reeds op korte afstand van de kamlijn op de gestuwde afzettingen ligt en in hellende positie voorkomt. Meestal wordt de dekzandlaag naar het oosten toe dikker, waardoor het reliëf afgevlakt is. Waargenomen hellingshoeken van dekzandhellingen variëren van 1 – 5°. Dekzandhellingen zijn waargenomen in het zuiden van Hilversum, en in Blaricum en Huizen. De tweede eenheid betreft dekzandvlakten en lage welvingen. Delen van het dekzand kennen betrekkelijk weinig reliëf: praktisch vlak, of bestaande uit grootschalige, zeer flauw hellende welvingen. Voorbeelden van zulke gebieden zijn het westen van Bussum en Naarden, Naarden-Vesting, de polders beoosten Eemnes, en het gebied tussen Hollandse Rading

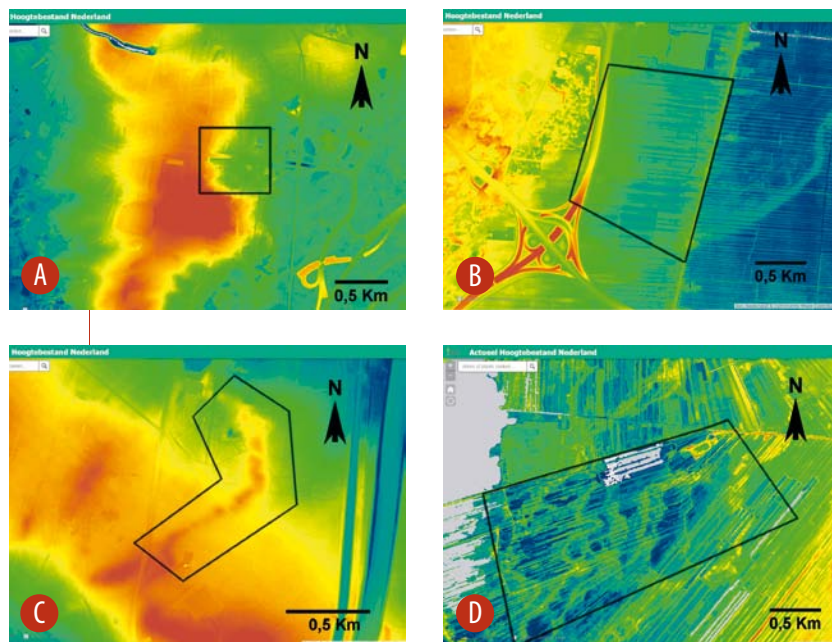
en Maartensdijk. De derde eenheid betreft zeer langgerekte duinen met een maximale hoogte van drie tot vijf meter en een lengte van enkele honderden meters tot enkele kilometers. Een bekend voorbeeld in het Gooi is de Lange Heul op de Bussumerheide. Minder bekend zijn het duin op de Zwaluwenberg bij Hollandse Rading (Sevink, 2006) en het kilometerslange duin ten oosten van Eemnes (Koopman & Pfeifer, 2012). De vierde eenheid tot slot betreft velden met onregelmatig gevormde en relatief dicht op elkaar liggende duinen, met een hoogte variërend van één tot enkele meters. In zulke complexen komen paraboolduinen en kamduinen voor, die veelal op onregelmatige wijze met elkaar vergroeid zijn. Zulke duinvelden komen voor bijvoorbeeld in de Nieuwe Keverdijksche Polder te Weesp (Koopman, 2013), waar een onregelmatig patroon van dekzandopduikingen voorkomt, en onder de veendecken van Loosdrecht en Westbroek. Afbeelding 5D toont het zeer fraaie dekzandreliëf tussen Loosdrecht en Tienhoven, dat door de inklinking en mineralisatie van het veen steeds beter uitgerepareerd wordt. Aaneengeregen paraboolduinen, soms min of meer parallel lopend, slingeren als guirlandes door het veen, afgewisseld door vlakke delen en uitgestoven laagten.

Lithologie

Onderstaand volgt een algemene beschrijving van de lithologie, met de nadruk op de korrelgrootte. Op 24 plekken (Tabel 1) zijn 50 monsters genomen, zie Afbeelding 2 voor de locaties. De verdeling van deze monsters over de verschillende lithostratigrafische eenheden staat weergegeven in Tabel 2. Het grootste deel van de monsters is genomen uit het Jonger dekzand. Van de monsters zijn gestandaardiseerde hoeveelheden geanalyseerd.

De resultaten hiervan zijn in grote lijnen:

- Korrelgrootteverdeling, zandfractie: In het Jonger dekzand zijn qua mediaan van de zandfractie twee groepen te onderscheiden (Afb. 7A). Het grootste deel van de monsters heeft een mediane korrelgrootte (X_{50}/D_{50}) tussen de 196 en 270 μm , in dit artikel aangeduid als fijnkorrelig Jonger dekzand. Het betreft bijvoorbeeld monsters uit de dekzandvlakten en meerdere duinen



AFBEELDING 6. | Geomorfologische eenheden van het dekzand in de omgeving van het Gooi, onderscheiden op basis van AHN en terreinwaarnemingen.
 6A: dekzandhelling op stuwwalflank. Voorbeeld: Hilversum-zuid.
 6B: dekzandvlakte en lage welvingen. Voorbeeld: Eemnes, Zuidpolder te Veen.
 6C: geïsoleerde streepduinen (syn. lengteduinen). Voorbeeld: Hollandsche Rading, Zwaluwenberg.
 6D: velden met onregelmatige duinvormen, waaronder paraboolduinen en kamduinen. Voorbeeld: Loosdrecht-Tienhoven.
 Bron: Actueel Hoogtebestand van Nederland, AHN2 met dynamische legenda.

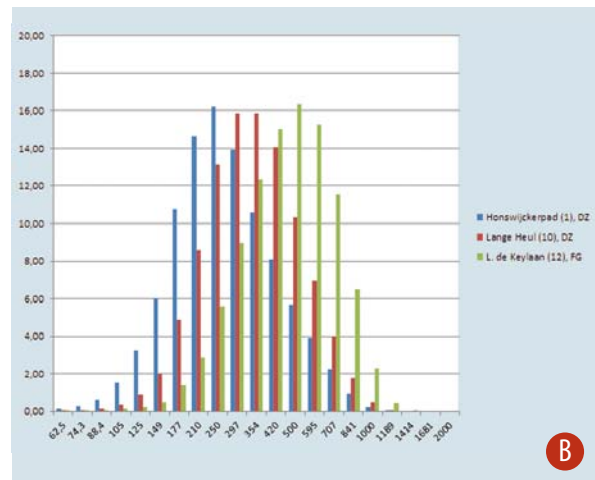
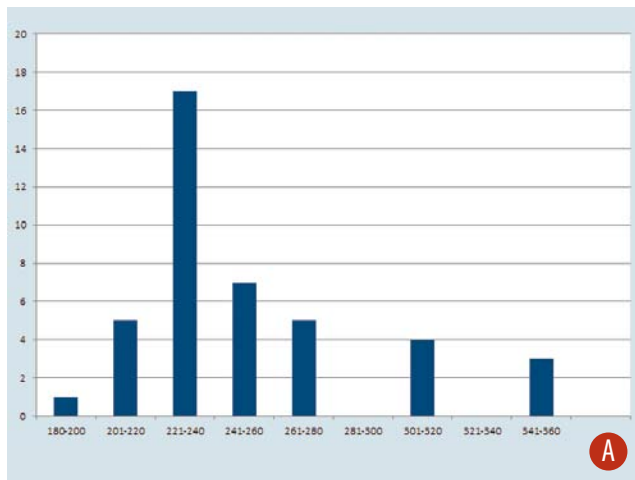
(Afb. 7B, histogram Honswijckerpad). Een aantal monsters is duidelijk grover, met een mediane korrelgrootte van 308–360 μm , in dit artikel aangeduid als grofkorrelig Jonger dekzand. Dit betreft de locaties Oostermeent (nummer 7 op de kaart van Afb. 2) en Lange Heul (9, 10, 11; Afb. 7B histogram Lange Heul). De locatie Oostermeent is gelegen op de oostflank van een stuwwal en de Lange Heul ligt op een keileemplateau, omringd door fluvioglaciale afzettingen. Mogelijke verklaringen voor de relatieve grove textuur van het tweede type zijn a) opname van grof sediment uit de gestuwde afzettingen en de fluvioglaciale afzettingen, en b) selectieve depositie van grover zand op hogere, meer geëxposeerde delen van de stuwwal¹. De korrelgrootteverdeling van alle monsters is unimodaal, en van de meeste monsters vrijwel symmetrisch, met een scheefheid (skewness) van $< |0,4|$. Dit wijst op een goede sortering. Enkele monsters van de Oostermeent hebben een wat grotere waarde, respectievelijk $-0,49 - 0,55$, veroorzaakt door de aanwezigheid van grovere korrels.

- Fractie $< 63 \mu\text{m}$: alhoewel de door ons bepaalde fractie ook betrekking heeft op de organische stof is in het merendeel van de monsters het organisch stofgehalte zeer laag en komt de gemeten waarde feitelijk neer op het gehalte klei

Lithostratigrafische eenheid	Aantal monsters	Kaartnummers
F. van Boxtel-Stuifzand	2	14, 21
F. van Boxtel-Jonger dekzand	40	Alle, m.u.v. 4, 12, 13, 21 en 23
F. van Boxtel-Diamictische laag in Ouder dekzand	3	5
F. van Drente-Fluvioglaciale afzettingen	4	6, 12
F. van Peize/Waalre-Gestuwde afzettingen	1	23
Totaal	50	

TABEL 2. | Aantallen monsters per lithostratigrafische eenheid.





AFBEELDING 7. | 7A: Frequentieverdeling van de mediaanwaarden van de Jonger dekzand monsters. X-as: mediaanklasse (μm), Y-as: aantal monsters. 7B: drie korrelgrootteverdelingen: één van fijnkorrelig Jonger dekzand (1, Honswijkerveld, Weesp), één van grofkorrelig Jonger dekzand (10, Lange Heul te Bussum) en één van fluvioglaciale afzettingen (12, L. de Keylaan, Hilversum). Nummers verwijzen naar Afbeelding 2. X-as: korrelgrootteklasse (μm), Y-as: gewichtspercentage van de klasse t.o.v. totaalgewicht.

+ silt. Dit bedraagt 0,6 – 1,2 %, geheel in overeenstemming met de ook door andere auteurs vermeldde waarden voor deze fracties. Het Jonger dekzand is dus als uitgesproken zandig te kwalificeren.

- Grindgehalte: het grindgehalte (fractie $> 2000 \mu\text{m}$) is variabel. Een deel van de monsters was grindloos. Indien grind aanwezig was, dan was dit in de grootte-orde 2-5 millimeter. Vijf monsters bevatten 10 of meer grindpartikels. Dit betroffen monsters van de Oosterveent, de Lange Heul en 't Harde. Hier valt een relatie te leggen met het nabij dagzomen van fluvioglaciale en/of gestuwde afzettingen. De grindpartikels zijn veelal in lagen geconcentreerd. Afbeelding 8 toont een detail in de groeve Oosterveent, waarop een afwisseling is te zien van grovere laagjes met zeer fijn grind en fijnere laagjes, die uitsluitend uit zand bestaan. Plaatselijk komen in het Jonger dekzand geulstructuren (opvullingen van sneeuwmeltwatergeulen) voor met concentraties van grind en keien.

Van het Ouder dekzand zijn in het Gooi meerdere profielwaarnemingen bekend (Ruegg, 1983; Koopman & Pfeifer, 2013). Deze waarnemingen laten vooral in het bovenste deel van het pakket een duidelijke gelaagdheid zien, veroorzaakt door een afwisseling van zandlaagjes en leemlaagjes. De laagjes zijn variabel van dikte, meestal enige cm's, maar soms komen ook dikkere leem- of zandlagen voor. Op enkele plekken, zoals in het Gijzenveen (Koopman & Sevink, 2015), komt in het Ouder dekzand een diamictische laag van 10-20 cm dikte met grind

en keien voor. Dit is waarschijnlijk het "Beuningen gravel bed". Het onderste deel van het Ouder dekzand bestaat uit matig fijn zand, hierin ontbreken de leemlaagjes. Dit is in ieder geval vastgesteld tot enkele tientallen centimeters onder de genoemde diamictische laag, de waarnemingsdiepte werd hierbij veelal beperkt door de diepte van de ontsluiting. Net als in het Jonger dekzand komen plaatselijk concentraties van grind of keien voor in opgevulde smeltwatergeulen. In het Gijzenveen (5) is een diamictische laag in het Ouder dekzand bemonsterd. Deze laag is relatief grof met een mediane korrelgrootte tussen de 319 en 345 μm . Ook zit er plaatselijk veel grind in, één monster telde >40 grindpartikels. Op sommige plekken komt een laag met goed afgeronde keien voor op het



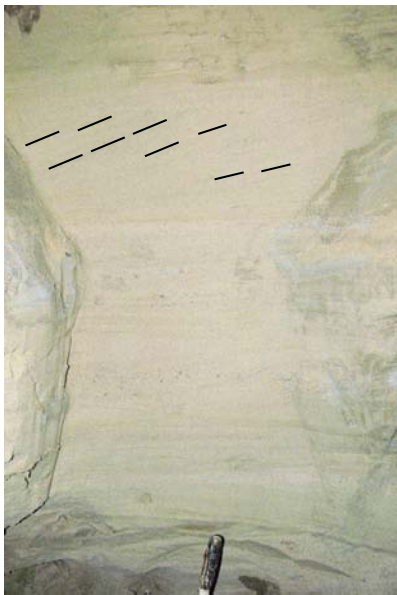
AFBEELDING 8. | Grofkorrelig Jonger dekzand in de groeve Oosterveent, Blaricum. Meerdere laagjes fijn grind zijn zichtbaar.



AFBEELDING 9. | Windkanterlaag (de laag met stenen in het midden van de foto) op de overgang van gestuwde afzettingen naar dekzand. Steenbergse hoek Pruisenbergen, Laren (NH).



AFBEELDING 10. | Jonger dekzand met golvende parallelle gelaagdheid, bouwput RWZI net ten oosten van Hilversum.



AFBEELDING 11. | Jonger dekzand met een laagpakket met scheve gelaagdheid, ontstaan in een migrerende ribbelstructuur. De zwarte streepjes zijn toegevoegd ter verduidelijking. Brinklaan 72-A, Bussum.



AFBEELDING 12. | Koepelvormig duin in Ouder dekzand (direct boven de troffel). Het duin was ongeveer 25 cm hoog en had een doorsnede van zo'n 50 cm. Larenseweg, Hilversum.



AFBEELDING 13. | Scour-and-fill structuur in Jonger dekzand, zichtbaar als een concaaf oppervlak linksboven het handvat van de troffel. De scour is ontstaan in een eerder gevormde zandribbel. Brinklaan hoek Gooibergstraat, Bussum.

grensvlak van het dekzand en de onderliggende oudere afzettingen. Dit wordt ook wel aangeduid als een zogeheten windkanterlaag. Met name op de stuwwal-hellingen komt dit voor. Zo zijn windkanterlagen waargenomen in de Groeve Oostermeent, waar de gestuwde afzettingen wegduiken onder het dekzand (Schaftenaar, 1976), en op de flank van de stuwwal van Laren (Koopman *et al.*, 2013, zie Afb. 9). Ter vergelijking met het dekzand zijn enkele monsters genomen uit fluvioglaciale afzettingen en een monster uit gestuwde afzettingen. De fluvioglaciale afzettingen zijn bemonsterd op de Fransche Kampheide (6) en de Lieven de Keylaan (12). In het algemeen heeft het fluvioglaciale sediment een grovere textuur dan het dekzand (Afb. 7B histogram L. de Keylaan), maar zeker in de meer distaal gelegen gebieden is er qua korrelgrootteverdeling overlap met het dekzand. Zo hebben de monsters uit de fluvioglaciale afzettingen van de Fransche Kampheide een mediane korrelgrootte van 313 – 360 μm , tegen 340 μm voor het dekzandmonster aldaar. Middels een kleine ontsluiting en een nabijgelegen waarneming (Koopman *et al.*, 2013), waarbij in beide gevallen de voor fluvioglaciale afzettingen typerende “plane bed” gelaagdheid is waargenomen, is vastgesteld dat het inderdaad om fluvioglaciale afzettingen gaat. De fluvioglaciale afzettingen aan de Lieven de Keylaan (12) hebben een beduidend grotere mediaan van 432 – 585 μm en één van de monsters bevatte veel grind (>40 grindpartikels). Aan de Molenweg te Laren (23) is een monster genomen uit de Formatie van Peize/Waalre in gestuwde positie (Koopman, ongepubliceerd). Dit monster, dat grotendeels uit fluviatiel afgezet kwartszand bestaat, is met een mediane korrelgrootte van 617 μm beduidend grover dan het dekzand.

Overigens zijn de gestuwde afzettingen dermate heterogeen van aard (Koopman & Pfeifer, 2013) dat het genomen monster nauwelijks representatief is voor de gestuwde afzettingen in hun totaliteit. De conclusie is dat de lithologie van het dekzand variabel is. Het Ouder dekzand bestaat in het bovenste deel uit een afwisseling van leemhoudende en fijnzandige laagjes. De laagjes variëren in dikte van één tot enkele centimeters. Dit deel van het Ouder dekzand heeft daarmee een bimodale korrelgrootteverdeling. Onderin bestaat het Ouder dekzand vooral uit matig fijn zand. Grovere sedimenten (grind en keien) komen in het Ouder dekzand met enige regelmaat voor, met name in het “Beuningen gravel bed” of in de vorm van sneeuwsmeltwatergeulen. Het Jonger dekzand heeft een andere lithologie. Leem komt in dit pakket vrijwel niet voor. Het grootste deel bestaat uit matig fijn tot matig grof zand met een mediaan van 196–270 μm , maar op plekken waar in de buurt smeltwaterafzettingen of gestuwde afzettingen dagzomen, is de mediaan groter met 308–360 μm (matig grof zand) en komen grovere inschakelingen voor: zeer grof zand of laagjes met fijn grind. Dit is met name waargenomen in dekzandhellingen en -vlakten in de buurt van de stuwwallen of op de smeltwatervlakte. De dekzanden gelegen op enige afstand van de stuwwal en de smeltwatervlakten blijken in het algemeen een homogenere korrelgrootteverdeling te hebben. In het Jonger dekzand komen grind en keien zo af en toe voor in geulopvullingen.





AFBEELDING 14. | Dekzand-profiel met vorstbarst, gelegen op gestuwde afzettingen. Onderin Ouder dekzand met een enkele tientallen cm's lange vorstbarst. Op een disconformiteit ligt het zandige Jonger dekzand, waarin resten van de Laag van Usselo aanwezig zijn. Vlak daarboven een diamictische laag van ongeveer 15 cm dik. Noolseweg, Blaricum.



AFBEELDING 15. | Postsedimentaire polygoonstructuur in Ouder dekzand. De spleten zijn opgevuld met Jonger dekzand uit het bovenliggende pakket. Postiljon bij A1, Laren.



AFBEELDING 16. | Opgevulde sneeuwmeltwatergeul. Rechts van de troffel is de opvulling te zien van een ongeveer één meter brede geul, met trogvormig en scheefgelaagd zand. Op het diepste deel van de voormalige bodem van de geul ligt fijn grind. Torenlaan, Blaricum.

op een vochtig oppervlak (Schwan, 1988). In beide pakketten komt plaatselijk scheve gelaagdheid voor, ontstaan in migrerende ribbelstructuren (Afb. 11). In het Ouder dekzand komen plaatselijk lage koepelvormige duintjes voor met intern een symmetrische gelaagdheid, ook wel aangeduid als 'nebkha'-duinen (Afb. 12). Zulke duintjes ontstaan in een omgeving waar in beperkte mate vegetatie aanwezig is die zand invangt, bijvoorbeeld graspollen of dwergstruikjes. Met name in het Jonger dekzand komen soms kleinschalige eolische erosiestructuren voor, die naderhand weer opgevuld zijn (scour-and-fill structuren, Afb. 13). Het zijn door uitblazing ontstane kuultjes met een scheefgelaagde opvulling.

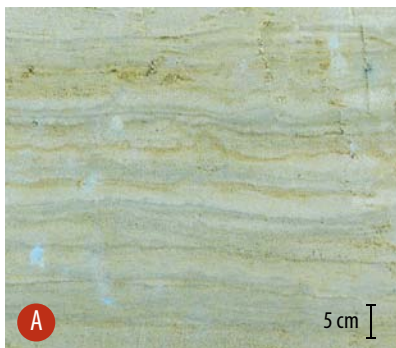
Het dekzand is rijk aan structuren die (kort) na het moment van afzetting zijn ontstaan, zogeheten postsedimentaire structuren. Ook in het Gooi zijn deze op vele plekken aangetroffen (Koopman & Pfeifer, 2013). In hoofdlijnen valt een onderscheid te maken in de volgende oorzaken van hun ontstaan (zie ook De Moor, 1983):

- thermische contractie door extreme koude (vorstwiggen en vorstbarsten)
- stromend water (geulopvullingen)
- vervloeijing door druk onder waterverzadigde condities (kryoturbatie, loading)
- neerslaan van humuszuren en ijzer/aluminiumverbindingen (bodenvorming, ontstaan van waterhard), of lutum

Vorstwiggen, V-vormige structuren in de bodem die ontstaan zijn tijdens intense koude, komen frequent voor

Sedimentaire en postsedimentaire structuren

Dominant aanwezig in zowel het Jonger als Ouder dekzand is een vlakke tot licht golvende parallelle gelaagdheid (Afb. 10). Op dekzandhellingen is de gelaagdheid subhorizontaal of hellend. In het Jonger dekzand betreft het onder droge condities en hoge windsnelheden afgezet zand. In het Ouder dekzand worden de zandlaagjes afgewisseld met leemlaagjes die door adhesie zijn afgezet



AFBEELDING 17. | Twee voorbeelden van convolute gelaagdheid, en een voorbeeld van kryoturbatie. 17A: Ouder dekzand met een afwisseling van zandige en leemhoudende laagjes, waarbij de laagjes slechts beperkt vervormd zijn. Larenseweg, Hilversum. 17B: deel van een dekzandprofiel met enkele dickere leemlagen. De convolute gelaagdheid treedt vooral op in dit deel. Het bovenste leemlaagje is het sterkst vervormd omdat daar het water relatief makkelijk uitgedreven kon worden; in het opvallende zand is geen (minder doorlatend) leemlaagje aanwezig. Laapersveld, Hilversum. 17C: diapierachtige kryoturbate structuren met in de kern enig grind, ontstaan in Ouder dekzand. 's Gravelandsevaartweg, Oud-Loosdrecht.



AFBEELDING 19. | Kaart met de locaties van de tot en met februari 2016 bekende waarnemingen van de Laag van Usselo. Kaart samengesteld op basis van Koopman, Pfeijfer & Ruegg (2013) en nog niet gepubliceerde waarnemingen.



AFBEELDING 18. | De Laag van Usselo, zichtbaar als een gefragmenteerd zwart laagje onderin het Jonger dekzand, met daarboven enkele centimeters leemhoudend dekzand en een roestbruine leemlaag veroorzaakt door inspoeling. De Laag van Usselo is enigszins vervormd door kryoturbatie. De leemlaag volgt deze vervormingen. Huizermaatweg, Huizen.



AFBEELDING 20. | Dekzand met een groot aantal waterhardlagen. Bovenin zijn enkele relatief dikke lagen zichtbaar (5-10 cm), daaronder een serie dunne laagjes die naar onderen toe steeds verder uitdoven. De waterhardlagen volgen de oorspronkelijke gelaagdheid van het sediment. Linksboven van de troffel is hierdoor het patroon van een vorstwig geaccentueerd. Nieuwe's Gravelandseweg, Bussum.

in het Ouder dekzand, en in mindere mate in het Jonger dekzand. De omvang van de waargenomen wiggen varieert en loopt uiteen van een diepte van enkele tientallen centimeters tot meerdere meters en doorlopend tot in de onderliggende fluvioglaciale afzettingen. Vorstwiggen zijn waargenomen op verschillende posities in het dekzand en tot nu toe niet aan een specifiek niveau te relateren. Naast vorstwiggen komen ook vorstbarsten voor, smalle spleten die naderhand opgevuld zijn met zand (Afb. 14). Beide fenomenen komen doorgaans voor in geometrische patronen, zogeheten polygoonstructuren (French, 1996). Af en toe is zo'n structuur ook in een profiel waarneembaar (Afb. 15). Er zijn dan meerdere wiggen of barsten op hetzelfde niveau en vlakbij elkaar aanwezig. Geulopvullingen zijn ontstaan door het in stroompjes afvloeien van sneeuwsmeltwater en komen af en toe voor, zowel in het Jonger als het Ouder dekzand. De opvullingen zijn te onderscheiden door een grovere textuur in combinatie met een scheve of trogvormige gelaagdheid. Soms is in doorsnede een duidelijke beddingvorm te zien (Afb. 16). Structuren die ontstaan zijn door kryoturbatie of loading komen op grote schaal voor in het Ouder dekzand, en soms in het Jonger dekzand. Doorgaans betreft het kleinschalige verschijnselen, met een schaalgrootte van centimeters tot decimeters. Het meest voorkomend is convolute laminatie. De zand- en leemlaagjes zijn hierbij verstoord en hebben een onregelmatig golvend verloop met kleinschalige inzakkingen. Soms komen zogeheten vlamstructuren voor, dit zijn structuren waarbij de leemlaagjes puntvormig omhoog steken in de bovenliggende zandlaagjes. Deze fenomenen ontstaan in waterverzadigde sedimenten, die bestaan uit een afwisseling van zandige en leemhoudende (of kleiige) laagjes. Wanneer het sediment onder druk komt te staan wordt het water uit de leemhoudende laagjes geperst en raken de zandlaagjes oververzadigd. Het zand verliest hierdoor zijn samenhang en de laagjes gaan vervloeien (De Vries, 1992). Soms gaat dit zo ver dat ook de leemlaagjes gefragmenteerd raken, en zo kunnen geïsoleerde leemdruppels ontstaan of een laag met gedispergeerde leemfragmenten. De druk die benodigd is voor het ontstaan van convolute laminatie kan zowel veroorzaakt worden door belasting van het sediment door voortgaande sedimentatie, of door bevriezing van de opdoollaag van bovenaf. Plaatselijk zijn kryoturbate verschijnselen met een schaalgrootte van enkele tientallen centimeters waargenomen, waarbij diapierachtige structuren of plooiën zijn ontstaan. Afbeelding 17 laat twee voorbeelden zien van convolute gelaagdheid en een voorbeeld van groot-schaligere kryoturbatie.

De Laag van Usselo en het verschijnsel waterhard worden veroorzaakt door het optreden van bodemvorming. De Laag van Usselo (Afb. 18) is een paleobodem uit het Allerød interstadiaal, een kortdurende warmere periode die duurde van 13.900-12.850 jaren BP (nl.wikipedia.org). In die periode groeiden er dennenbossen in ons land, waardoor bodemvorming op gang kwam. Aan het eind van het Allerød stierven de bossen door plotselinge afkoeling en vielen de dode bomen ten prooi aan grootschalige bosbranden, volgens Van Geel & Van der Hammen (2008). De hierbij ontstane houtskool is als kleine zwarte pitjes zichtbaar in de bodem. De Laag van Usselo is in het Gooi op vele plekken aangetroffen (Afb. 19). Onder meer in het Laarder Wasmerengebied, zoals beschreven door Sevink *et al.* (2013). De paleobodem is herkenbaar als een dunne zwarte laag met veelal een beginnende uitspoeling. De dikte bedraagt meestal niet meer dan zo'n vijf centimeter. Kenmerkend is het voorkomen van houtskool in de vorm van brokjes met een doorsnede van enkele millimeters. De Laag van Usselo kan zowel in Jonger als in Ouder dekzand ontstaan zijn² en is soms vervormd door kryoturbatie. Waterhard is een verschijnsel van Holocene ouderdom, dat ontstaat door het neerslaan van disperse humus in een zandondergrond gelegen onder (voormalig) veen (Dekker *et al.*, 1991). Waterhard is tot nu toe vooral waargenomen aan de westrand van het Gooi en is in een profiel zichtbaar als donkere, harde banden of vlekvormige verkleuringen, bestaande uit zand dat aaneengekit is door dunne filmpjes organische stof rond de korrels.



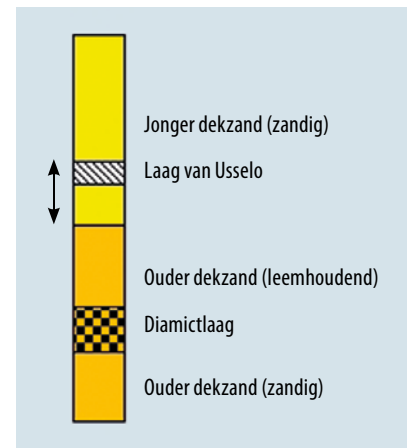
Waarnemingen in het Gooi en omgeving zijn bekend uit Nieuw-Loosdrecht (Koopman, 2014), Ankeveen en Bussum (Afb. 20). Inspoeling van lutum in dekzand is inmiddels meerdere keren waargenomen. In de omgeving van Huizen zijn twee waarnemingen bekend van de Laag van Usselo met erboven een roestbruine leemlaag van enkele cm's dik (Afb. 18). Deze leemlaag is ontstaan door inspoeling van lutum uit hogere delen van het profiel. De lutumdeeltjes zijn neergeslagen vlak boven de minder doorlatende Laag van Usselo. Te Oud-Loosdrecht is in dekzand onder veen een lutumlaag aangetroffen die is ontstaan door de uitspoeling van in het veen aanwezige Holocene klei.

Stratigrafie

In de omgeving van het Gooi ligt het dekzand meestal op de smeltwaterafzettingen van de Formatie van Drente of direct op de gestuwde afzettingen (Afb. 5). In het Eemland, ten oosten van Eemnes, vormen de mariene afzettingen van de Eem Formatie de basis. De dekzandvoorkomens in de hogere delen van het Gooi vormen er tevens het maaiveld. Ten oosten en ten westen van het Gooi duikt het dekzand onder de Holocene afzettingen. De afdekkende sedimenten, vooral klei en veen, behoren grotendeels tot de Formaties van Nieuwkoop (veen, plaatselijk met klei) en Naaldwijk (mariene kleiafzettingen), en binnen de stroomgordel van de Vecht tot de Formatie van Echteld (siltige tot zandige fluviatile klei). Binnen het dekzandpakket zijn verschillende faciëstypen en gidslagen te onderscheiden. In de waargenomen ontsluitingen zijn niet altijd alle stratigrafische eenheden aanwezig, maar door de combinatie van waarnemingen op verschillende plekken is het mogelijk om voor het bovenste deel van het dekzand in en rond het Gooi een stratigrafie op te stellen. Deze blijkt in grote lijnen overeen te komen met de stratigrafieën die in andere delen van Midden-Nederland zijn vastgesteld, zoals op basis van ontsluitingen in Voorthuizen (Maarleveld, 1976) en Hengelo (Jongmans *et al.*, 2013). De stratigrafie voor de omgeving van het Gooi op basis van de tot nu toe bekende waarnemingen staat weergegeven in Afbeelding 21.

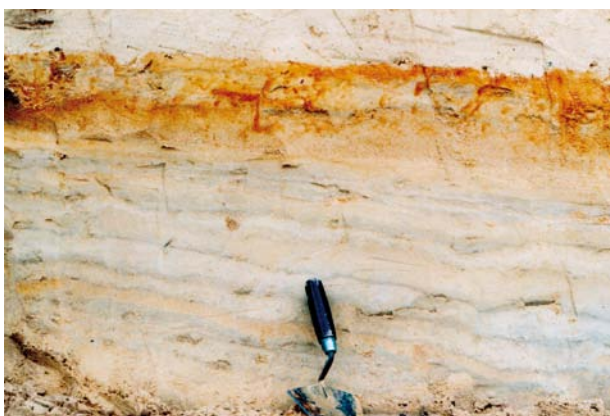
Deze stratigrafie heeft de volgende kenmerken:

- 1 De top bestaat uit een pakket Jonger dekzand: matig fijn tot matig grof zand, meestal parallel horizontaal gelaagd, maar soms met onduidelijke gelaagdheid (Hofland, 1959; eigen waarnemingen van de auteur). Op meerdere plekken komen duinen voor, soms zelfs tot een hoogte van vier tot vijf meter, waardoor het Jonger dekzand de voornaamste reliëfvormer is (RGD, 1988). In het Jonger dekzand is een Holocene podzol ontwikkeld. De dikte van het Jonger dekzand varieert van enkele decimeters tot meer dan vier meter. In de stratigrafie van Van der Hammen (1967) wordt een onderscheid gemaakt tussen Jonger dekzand 1 en 2. Dit onderscheid valt in het onderzochte gebied veelal niet te maken, omdat de lithologie vaak weinig van elkaar verschilt en de Laag van Usselo lang niet altijd aanwezig is.
- 2 Hieronder bevindt zich het Ouder dekzand. Het bovenste deel hiervan is leemhoudend en bestaat uit een afwisseling van meer of minder goed te
- 3 In meerdere profielen is in het Ouder dekzand een laag met een diamictisch karakter aangetroffen: een ongesorteerd mengsel van leemhoudend zand en grind, soms



AFBEELDING 21. | *Stratigrafie voor het bovenste deel van het dekzand in de omgeving van het Gooi. Toelichting: zie tekst.*

onderscheiden lemige en zandige laagjes. Het onderste deel bestaat vooral uit matig fijn zand. De dikte van het Ouder dekzand is eveneens variabel en loopt uiteen van enkele decimeters tot enkele meters. Ook in het Ouder dekzand is parallelle horizontale gelaagdheid dominant. Incidenteel komen lage duinen (koepelduinen) voor. De aard van de lithologische overgang tussen Jonger en Ouder dekzand varieert, soms is er sprake van een geleidelijke overgang met naar boven steeds dunner wordende leemlaagjes, soms is er sprake van een scherpe disconformiteit (Afb. 22).



AFBEELDING 22. | *Scherpe overgang tussen Jonger dekzand (helemaal bovenin) en Ouder dekzand. Postiljon bij A1, Laren.*



AFBEELDING 23. | *Licht golvende diamictische laag in Ouder dekzand, met verspreid voorkomend grind, dikte ongeveer 15 cm, Zevenend, Laren*



AFBEELDING 24. | Grindsnoertje (bij de pijlpunt) in Jonger dekzand. Minckelersstraat hoek Kamerlingh Onnesweg, Hilversum.



AFBEELDING 25. | Dubbele bodem onder vier meter Jonger dekzand. De bovenste bodem bevat houtskoolpartikels en betreft de Laag van Usselo. De onderste bodem is wellicht te koppelen aan het Bølling interstediaal. Kerkstraat, Baarn.

ook met keien (Koopman & Sevink, 2015) (Afb. 23). Deze laag komt voor onderin het leemhoudende deel van het Ouder dekzand en is nogal eens verstoord door kryoturbatie. De ontstaanswijze ervan wordt toegeschreven aan het op grote schaal optreden van cryoplanatie³ (Koopman & Sevink, 2015). De waargenomen laag betreft zeer waarschijnlijk het “Beuningen Gravel Bed” volgens Van der Hammen (1951; uit: Schokker *et al.*, 2005).

- 4 Grindsnoertjes zijn op meerdere plekken in het Gooi waargenomen, maar lijken tot nu toe nog niet aan een consequente positie in de stratigrafie gekoppeld te kunnen worden (Afb. 24).
- 5 In meerdere profielen is de Laag van Usselo aangetroffen. Indien de laag voorkomt, dan bevindt deze zich altijd boven de hiervoor vermelde diamictische laag. De Laag van Usselo kan ontwikkeld zijn zowel in Jonger dekzand als in Ouder dekzand.

Afwijkingen

Plaatselijk zijn afwijkende fenomenen waargenomen (Koopman *et al.*, 2013). Soms komt boven de Laag van Usselo nog een dunne laag (enkele centimeters) leemhoudend dekzand voor. Dit is vooral waargenomen op plekken waar de Laag in het Ouder dekzand is ontwikkeld. Mogelijk valt dit te verklaren vanuit vochtigere terreincondities ter plaatse (Schwan, 1991). In Blaricum is een diamictische laag waargenomen boven de Laag van Usselo (Afb. 14), dus in het Jonger dekzand 2. De plek is gelegen bij een wat steilere terreinhelling, hetgeen bevorderend heeft gewerkt op het optreden van geliffluctie. Een verschil met de landelijke stratigrafie is, dat een bodem uit het Bølling interstediaal niet of nauwelijks is aangetroffen. Alleen uit Baarn (Kerkstraat; Koopman *et al.*, 2013) is een waarneming bekend met twee dunne bodems boven elkaar, mogelijk is hier de onderste bodem gevormd tijdens het Bølling interstediaal (Afb. 25). Uit Eemnes is een waarneming bekend van een veenlaag in Ouder dekzand zonder houtskoolpartikels (G.H.J. Ruegg, 2000; gepubliceerd in Koopman *et al.*, 2013). De ouderdom van deze laag kon helaas niet worden vastgesteld. Een laatste opvallend fenomeen (Afb. 26) betreft de recente (november 2015) vondst van een diamictische laag met een dikte van meer dan 0,5 m en een laterale verbreiding van minstens enkele tientallen meters, gelegen middenin het dekzandgebied tussen Hilversum en Oud Loosdrecht. De laag wijkt qua textuur sterk af van het omringende dekzand. Wellicht is hier sprake van een “landslide” uit het Weichselien. Toekomstige waarnemingen kunnen hier hopelijk meer helderheid over verschaffen.

Conclusies

De eigenschappen van het dekzand in de omgeving van het Gooi, zoals in dit artikel beschreven, komen in grote lijnen overeen met wat er tot nu toe bekend is van elders in Midden-Nederland. In lithologisch opzicht valt een onderscheid te maken in leemhoudend dekzand (Ouder dekzand) en zandig dekzand (Jonger dekzand). In het Jonger dekzand is in de korrelgrootteverdeling een verschil zichtbaar tussen het dekzand op de stuwwal of smeltwatervlakte, en het dekzand op enige afstand hiervan. Qua reliëf is er sprake van diverse vormen: dekzandhellingen, flauwe welvingen en vlakten, en duincomplexen. Het dekzand bevat



AFBEELDING 26. | Diamictische laag van minimaal 0,5 m dik in het dekzandgebied langs de 's Gravelandsevaartweg, Oud Loosdrecht.



een grote variatie aan structuren, zoals kryoturbate verschijnselen, vorstwiggen, geulstructuren en de Laag van Usselo. Opvallende fenomenen zijn de in dekzand ingeschakelde lagen die ontstaan zijn door massabeweging.

Dankwoord

Onze grote dank gaat uit naar dr. Maarten Prins (VU-FALW) voor het beschikbaar stellen van de Sympatec HELOS KR laser-diffraction particle sizer. Daarnaast bedanken wij Martine Hagen (analiste) en Unze van Buuren (student-assistent) voor het uitvoeren van de korrelgrootteanalyses. Dank aan prof. dr. Ward Koster voor het reviewen van het manuscript en het geven van suggesties ter verbetering. Tot slot gaat onze dank uit naar drs. Artur Pfeifer voor het vervaardigen van diverse figuren.

¹ Uitsluitsel hierover (lokale opname van grove fractie uit ondergrond of selectieve depositie bij hogere windsnelheden) zal mogelijk gegeven worden door het onderzoek naar de afronding en mineralogische samenstelling van de grovere fractie, waarover in deel 2 van deze publicatie zal worden gerapporteerd (Sevink & Koopman, in voorbereiding).

² De Laag van Usselo is ontwikkeld in Ouder dekzand op de plekken waar het Jonger dekzand 1 ontbreekt.

³ Cryoplanatie is een combinatie van de processen gelifluctie (zeer langzame beweging van ontdooid sediment over een permafrostlaag) en sheeth flooding (plaatvormige afstroming van smeltwater).

LITERATUUR

- Doppert, J.W.Chr., G.H.J. Ruegg, C.J. van Staaldunin, W.H. Zagwijn & J.G. Zandstra, 1975. *Formaties van het Kwartair en Boven-Tertiair in Nederland*. In: Zagwijn, W.H. & C.J. van Staaldunin (red.), *Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland*. Rijks Geologische Dienst, Haarlem: 11-56.
- Hammen, Th. van der, 1957. *The stratigraphy of the Late-Glacial*. *Geologie en Mijnbouw* 19(7): 250-254.
- Hofland, L.H., 1959. *De zandgroeve van de Kalkzandsteen-fabriek 'Rijsbergen' te Huizen (Gooi)*. *Grondboor & Hamer* nr. 13, p. 293-299.
- Jongmans, A.G. et al., 2013. *Landschappen van Nederland, geologie, bodem en landgebruik*. Wageningen Academic Publishers.
- Koopman, S., & A.E. Pfeifer, 2012. *Paleogeografie van Gooi en Eemland sinds het Saalien*. *Grondboor en Hamer* 2012-3, p. 267-275.
- Koopman, S., 2013. *Een Laat-Weichselien duin in de Nieuwe Keverdijkse Polder*. *Grondboor & Hamer* 2013-2, p. 41-47.
- Koopman, S., & A.E. Pfeifer, 2013. *Geologische atlas van het Gooi*. AWN Naerdincklant.
- Koopman, S., A.E. Pfeifer & G.H.J. Ruegg, 2013. *Goois Geologisch InformatieSysteem*. Website: <http://www.ivngooi.nl/ggis/index.htm>
- Koopman, S., 2014. *Synergie tussen geologie en archeologie: voorbeelden uit het Gooi*. *Grondboor & Hamer* 2014-4/5, p. 108-117.
- Koopman, S. & J. Sevink, 2015. *Over het ontstaan van een keienrijk diamict in het Gijzenveen*. *Grondboor & Hamer* 2015-3, p. 99-105.
- Koster, E.A., 1982. *Terminology and lithostratigraphic division of (surficial) sandy eolian deposits in the Netherlands: an evaluation*. *Geologie & Mijnbouw* 61 p. 121-129.
- Maarleveld, G.C., 1960. *Wind directions and cover sands in The Netherlands*. *Biuletyn Peryglacjalny* 8 p. 49-58.
- Maarleveld, G.C., 1968. *Voorlopige resultaten van dekzandonderzoek met de plakbandmethode*. *Boor & Spade* 16 p. 38-65.
- Maarleveld, G.C., 1976. *Periglacial phenomena and mean annual temperature during the last glacial time in The Netherlands*. *Biuletyn Peryglacjalny* 8 p. 49-58.
- RGD, 1988. *Utrecht Oost (31O), toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000*.
- Ruegg, G.H.J., 1975. *De geologische ontwikkeling van het Gooi gedurende het Kwartair*. *KNAG Geografisch tijdschrift* 1975-3, p. 202-213.
- Ruegg, G.H.J., 1983. *Periglacial eolian evenly laminated sandy deposits in the late Pleistocene of NW Europe, a facies unrecorded in modern sedimentological handbooks*. In: *Eolian sediments and processes*, Elsevier, Amsterdam, p. 455-482.
- Ruegg, G.H.J., 1995. *Kwartaire wordingsgeschiedenis van, en ontsluitingen in het Gooi*. *Grondboor & Hamer* 1995 nr. 3 / 4, p. 82-89.
- Ruegg, G.H.J., 2009. *Nieuwe geologische gegevens uit het Gooi*. *Grondboor & Hamer* 2009 nr. 2, p. 40-47.
- Schaftenaar, H., 1976. *Enkele gegevens over datering en vindplaatsen van de windkeienlaag in het Gooi*. *Grondboor & Hamer* 1976, p. 123-128.
- Schwan, J., 1988. *Sedimentology of coversands in northwestern Europe*, proefschrift VU.
- Schokker, J., et al., 2005. *Formatie van Bostel*. In: *Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond*. Retrieved 20150829 from www.dinoloket.nl.
- Schokker, J., et al., 2007. *Introduction of the Bostel Formation and implications for the Quaternary lithostratigraphy of The Netherlands*. *Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw* 86, p. 197-210.
- Sevink, J., E.A. Koster, B. van Geel & J. Wallinga, 2013. *Drift sands, lakes, and soils: the multiphase Holocene history of the Laarder Wasmeren area near Hilversum, the Netherlands*. *Netherlands Journal of Geosciences*, 92-2/3, p. 243-266.

