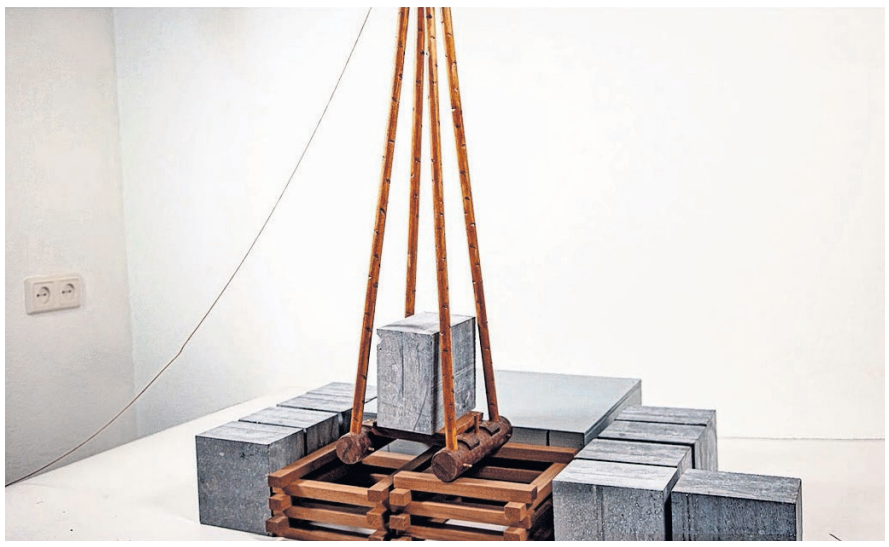
Wetenschap **Nieuwe theorie over de Egyptische bouwtechniek**

De beste oplossing voor het







→ **Op YouTube is een kort filmpje te zien waarop Bernard Mullers de theorie uitlegt en in stop-motion het gebruik van een kantelliftkooi demonstreert.**

‘Een helling om de stenen omhoog te trekken? Nee, die had dan twee kilometer lang moeten zijn’

Waarschijnlijker is dat de blokken steen al kantelend van niveau naar niveau werden getild

Het is een van de grote vragen uit de oudheid: hoe hebben de Egyptenaren de piramides gebouwd? En vooral: hoe kregen ze die 2,5 ton zware stenen omhoog? Drie onderzoekers hebben daar nu een antwoord op bedacht.

Joost Vermeulen
AMSTERDAM

“Er is veel wat we al wisten over de bouw van de piramides,” zegt een van de onderzoekers, hoogleraar egyptologie Olaf Kaper (Universiteit Leiden), in een telefonisch interview. “De stenen waarmee de grote piramides, zoals de Piramide van Cheops, werden gebouwd, kwamen voor het grootste deel uit nabijgelegen kalksteengroeves op de westelijke oever van de Nijl, ten zuiden van het huidige Caïro. Alleen de witte kalksteen voor de afwerking van de buitenkant kwam uit groeves aan de andere oever van de Nijl. Slechts een heel klein deel van het bouwmateriaal, het graniet voor de aanleg van de grafkamers, kwam van ver en werd per schip aangevoerd vanuit Aswan, in het zuiden van Egypte.”

“Op talloze afbeeldingen is het transport van de grote stenen te zien, zowel over de rivier als over land,” aldus Kaper. “Over land ging dat op een soort sledes, die over het zand werden voortgetrokken, soms met rollers eronder. Als het zand voor de slee nat werd gemaakt, kon die gemakkelijker over de zachte ondergrond worden getrokken.

Steeds steilere helling

“We weten ook,” aldus Kaper, “dat er vooral aan de piramides werd gewerkt in de periode van de overstroming van de Nijl. Dan was er voor de grote boerenbevolking van Egypte toch geen werk op het land en kon men aan de bouw van deze belangrijke monumenten werken. We weten dus best veel al wel, maar één ding is nog steeds niet duidelijk: hoe kreeg men die zware stenen omhoog, de piramide op?”

Daarvan bestaan geen afbeeldingen en ook geen geschreven bronnen uit die tijd. Dat heeft ertoe geleid dat in de loop der jaren de meest uiteenlopende theorieën zijn bedacht. De gangbaarste is dat de stenen langs een lange, steeds steiler wordende helling omhoog werden gesleept. Alleen, merkt Kaper op: “Om de hoogste niveaus te kunnen bereiken zonder dat de helling te steil werd om de stenen er überhaupt tegenop te kunnen trekken, zou de helling meer dan twee kilometer lang moeten zijn. Daarvoor zou meer zand en steen nodig zijn dan voor de hele piramide. Zulke hellingen zouden al gauw instabiel worden, maar die zouden ook hun sporen moeten hebben achtergelaten in het landschap, bijvoorbeeld in de vorm van enorme afvalbergen. En die zijn nooit aangetroffen.”

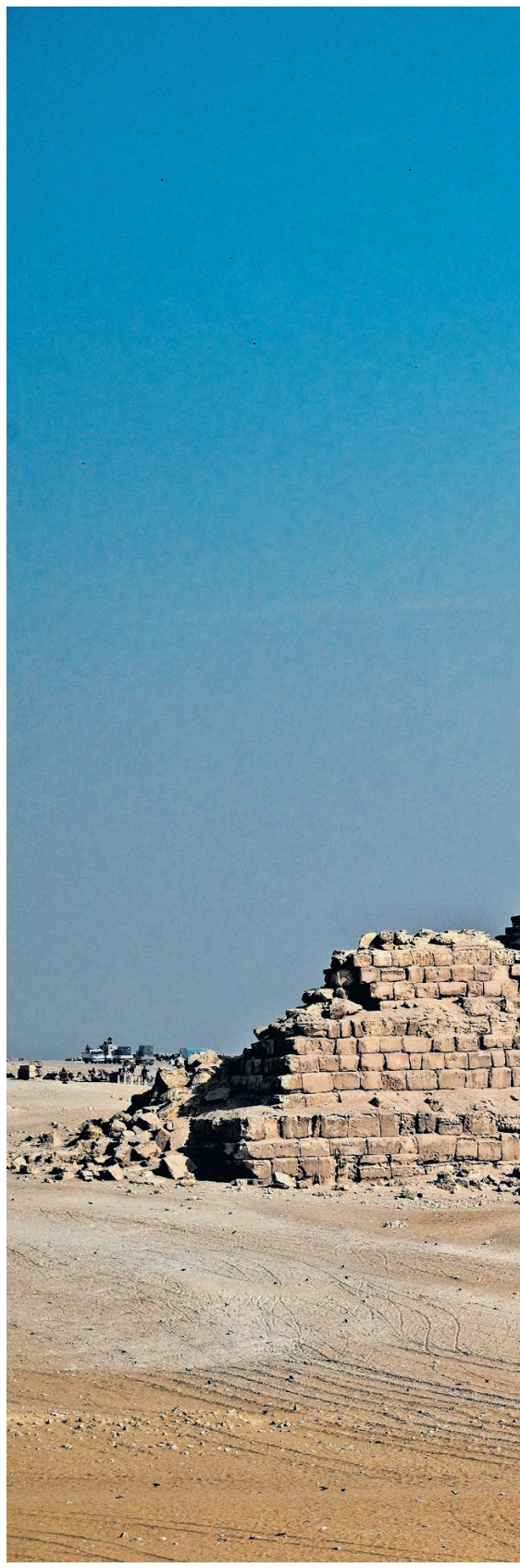
Kantelliftkooien

Deze theorie is dan ook nauwelijks houdbaar. Ook een andere theorie, die stelt dat houten hefbomen zijn gebruikt, is volgens Kaper onmogelijk. Een dergelijke hefboom zou met ruim 8 meter niet alleen extreem lang moeten zijn, maar met een diameter van meer dan een halve meter ook extreem dik. “Ondenkbaar dus dat men de stenen zo kon optillen.”

Hoe kreeg men de 2,5 ton zware stenen dan wel omhoog en op de juiste plek? In een onlangs in *Enim,* het onlinetijdschrift voor egyptologie, gepubliceerd artikel, wijzen Kaper, chirurg Bernard Mullers en hoogleraar architectuurtechnologie Andrew Borgart (TU Delft) daarvoor naar zogenoemde ‘kantelliftkooien’.

De Egyptenaren kenden het principe van het

→ **De piramides bij Gizeh, ten zuiden van Caïro. De hoogste is de piramide van Cheops, zo’n 138 meter hoog, die is gebouwd rond 2500 voor Christus.** FOTO GETTY



raadsel van de piramides

heffen van zware voorwerpen door middel van kanteling. Boten die moesten worden gerepareerd, werden gekanteld door met touwen zijwaarts aan de tweepootmast te trekken. Zo kon men het onderhoud aan de onderkant van de boot uitvoeren. Dit is op verschillende plekken afgebeeld. Een kantelliftkooi is op datzelfde principe gebaseerd.

Enorme trap van platformen

Bernard Mullers, die het idee van een kantelliftkooi als eerste uitwerkte en er eentje liet nabouwen, beschrijft hoe die eruitzag. “Op twee rondhouten liggers was een laadvloer gemaakt voor de grote bouwstenen. Daarop stonden twee tweepootscheepsmasten, die aan de bovenzijde aan elkaar werden vastgemaakt. Daarmee ontstond een piramidevormige liftkooi. Aan de top werden touwen vastgemaakt. Door met veel kracht aan de top te trekken, kantelde een van de liggers. De ontstane ruimte werd opgevuld met haaks op elkaar gestapelde palen. Daarna werd top de andere kant opgetrokken, waarna het hele proces zich herhaalde tot de gewenste hoogte was bereikt.”

Hoe werkte dit bij de bouw van een piramide?

Zo werden grote trappen van opeenvolgende platformen gebouwd, met kantelliftkooien

Dit proces lijkt precies op de beschrijving van de bouw door de Griekse historicus Herodotus

Nadat de onderste laag stenen was gelegd, werden de enorme blokken al kantelend naar de tweede laag ‘getild’. Zodra een steen op niveau was, werd hij daar van de laadvloer afgeschoven.

De hogere lagen waren vanaf de grond niet in één keer te bereiken, omdat de liftkooi dan instabiel zou worden. Om de vierde en vijfde laag te kunnen leggen, werd daarom de trede van de derde steenlaag vergroot door enkele stenen weg te halen. Zo ontstond een platform waarop een kantelkooi kon staan, die de steen op de vierde en vijfde laag kon leggen. Deze werkwijze werd naar boven toe herhaald. De stenen uit de uitsparing werden tijdelijk naast het platform gezet. Zo ontstond een enorme trap van opeenvolgende platformen met kantelliftkooien. Dergelijke trappen waren er vermoedelijk aan alle kanten van de piramide.

Dit beeld van een trap, realiseerde Mullers zich, komt overeen met een beschrijving van de bouw van de Piramide van Cheops door de Griekse historicus Herodotus, in de 5de eeuw voor Christus.

Herodotus schrijft: ‘Deze piramide werd gebouwd zoals men treden van een trap aanlegt [...]. Nadat ze de eerste laag hadden aangebracht, brachten ze de overige steenblokken omhoog met stellages die waren gemaakt van korte stukken hout. Ze brachten de stenen van de grond af naar de eerste rij treden en wanneer de steen aankwam, werd hij op een volgende stellage gelegd die op die rij was neergezet. En zo werd hij naar de tweede en naar de volgende etages getrokken. Er waren namelijk evenveel tiltstellages als er treden waren.’

Ruim tweeduizend jaar later

Omdat Herodotus deze tekst ruim tweeduizend jaar na de bouw van de piramide opschreef en – zoals hij zelf ook schrijft – dit van horen zeggen had (‘Ik moet het melden, zoals het mij verteld werd’), is deze tekst door moderne historici altijd afgedaan als een verzinsel dat de priesters (zijn bronnen) Herodotus op de mouw wilden spelden. Mullers is er echter van overtuigd dat Herodotus een realistische beschrijving gaf van de manier waarop het is gegaan. “De grote piramide van Cheops, en vrijwel zeker ook de andere piramides bij Gizeh, zijn gebouwd met behulp van kantelliftkooien. Een betere theorie is nauwelijks meer denkbaar.” Ook Olaf Kaper is daarvan intussen overtuigd.



2,5

→ **De bouwstenen van de Egyptische piramiden waren gemiddeld 2500 kilogram per stuk: 2,5 ton.**