

## ► Deel 2 : piramides van Gizeh (2500 v.Chr.)

Farao Chufu, die ongeveer 2.500 jaar voor het begin van onze jaartelling leefde, gaf bij het bestijgen van de troon de volgende opdracht: 'Bouw de hoogste piramide van Egypte en graag een beetje snel, want hij moet voor mijn dood af zijn.' Gewenste hoogte pakweg 146 meter, grondoppervlak 56.000 vierkante meter. Zijn bouwkundige raadsheren zullen daar niet zoveel problemen mee hebben gehad, maar zijn logistieke adviseurs des te meer.

Door Feico Houweling

Miljoenen stenen moesten naar de bouwplaats

# Piramidebouw was vooral logistiek vraagstuk

**C**hufu is tegenwoordig beter bekend als Cheops, de naam die hij ontving van de Griekse historicus Herodotus. De farao regeerde van 2587 tot 2564 voor Christus. Hij kreeg zijn zin, want vlak voor zijn dood werd de piramide inderdaad opgeleverd. De grote vraag is nog steeds hoe die klus is geklaard.

De bouwkundigen konden meteen aan de slag. Benodigd was een mooi vlak terrein om zo'n stenen kolos neer te zetten. De piramide mocht niet scheef komen te staan, zelfs geen decimeter. Gekozen werd een perceel aan de rand van de Nijldelta. Daar groeven ze een raster van onderling verbonden sloten op een terrein van een

kleine 250 meter in het vierkant. Die werden gevuld met water, waarna het precies egaliseren betrekkelijk eenvoudig was. Intussen hielden de logistici zich met de echte problemen bezig. Zij moesten ervoor zorgen dat alle materialen tijdig op hun bestemming kwamen. De stenen mochten bijvoorbeeld niet ter plekke wor-

## Per jaar zouden er ruim 115.000 stenen zijn ◀ uitgehouden, getransporteerd en op hun plaats gezet

den uitgehouden, want zo'n groeve ont-  
sieraert de omgeving. Ze zouden in Thura,  
zo'n veertien kilometer verderop, worden  
vervaardigd en vandaar naar de bouw-  
plaats worden vervoerd.

Benodigd waren 2,3 miljoen stenen van  
gemiddeld ongeveer 2.500 kg per stuk,  
maar soms oplopend tot wel vijftig ton.  
Op het internet zijn de wildste the-  
orieën te vinden, maar een probleem is  
dat veel daarvan nog plausibeler lijken  
dan de conventionele benaderingen. Zo  
is er volgens de gangbare theorie een  
soort aarden oprit tegen de piramide aan  
gebouwd, waarover de stenen naar boven  
werden gesleept. Naarmate de piramide  
hoger werd, moest ook die baan worden  
verhoogd. Nog afgezien van de enorme  
arbeid die gemoeid is met de aanleg van  
zo'n honderden meters lange oprit, moet  
het ophoogmateriaal toch ergens geble-  
ven zijn. In de buurt van de piramide is  
het in ieder geval nooit gevonden.

De Fransman Jean-Pierre Houdin heeft  
een origineler idee. Hij denkt dat er bin-  
nen in de piramide een helling was waar-  
langs de stenen omhoog werden getrok-  
ken. De buitenzijde van de piramide zou  
via een spiraalvormige helling rondom  
het bouwwerk van boven naar beneden  
zijn afgebouwd. Net als Houdin hebben  
ook anderen zich bezighouden met stuk-  
jes van het geheel. Zo'n raadselachtig  
onderdeel is bijvoorbeeld de vraag hoe  
de stenen uit het keiharde graniet kon-  
den worden gehouwen in een tijd dat er  
nog geen ijzeren gereedschappen waren.  
Splijten is het antwoord, bijvoorbeeld  
door een reeks gaten te boren, daar hout  
in te steken en dat nat te maken zodat het  
gaat uitzetten. Maar dat met honderden  
granietblokken per dag?

### Steengiettheorie

De optelsom van al dit soort bedenksels  
levert de conclusie op, dat het misschien  
niet onmogelijk was om de piramide in  
twintig jaar te bouwen, maar erg waar-  
schijnlijk is het nog steeds niet. Intussen  
is er een nieuwe theorie die zowel bouw-  
technisch als logistiek erg aantrekkelijk  
is. Die is eveneens afkomstig van een  
Fransman, Joseph Davidovits, een geres-

pecteerde deskundige op het gebied van  
geopolymeren, een synthetisch bouwma-  
teriaal dat steeds vaker als vervanging van  
beton wordt gezien.

Volgens Davidovits zijn de stenen van  
de Grote Piramide ter plekke gegoten.  
Daarmee levert hij een gedachte die in  
één klap alle bouwkundige en logistieke  
vraagstukken rondom de bouw oplost.  
Alleen het bewijs ontbreekt nog. Een  
eerste poging om de theorie te testen is  
uitgevoerd door dr. Menno Blaauw, werk-  
zaam bij het Reactor Instituut van de TU

Delft. Hij wist een stukje steen van de  
piramide in handen te krijgen en heeft  
dat blootgesteld aan de modernste test-  
methoden om te zien of het gehakt of  
gegoten was.

Helaas voor de Fransman bleek het stukje  
in Delft puur natuur. Blaauw: 'Het stukje  
steen dat wij hebben geanalyseerd is in  
ieder geval van natuurlijke oorsprong.  
Het resultaat van de proeven is wat dat  
betreft eenduidig. Maar Davidovits, de  
peetvader van de steengiettheorie, laat  
zich daardoor niet tegenhouden. Hij zegt

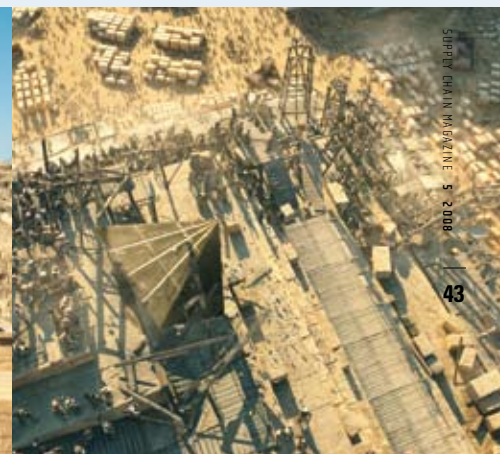
## HAKKEN, VAREN, SLEPEN EN SJOUWEN

De Griekse historicus Herodotus schrijft in zijn 'Verhandeling over Egypte' dat er twintig jaar  
over de bouw van de piramide van Cheops is gedaan. Volgens de Griek werkten er op elke  
willekeurige dag zo'n honderdduizend man aan het project. Ook heeft hij het over machi-  
nes die gebruikt zouden zijn om de stenen op te hijsen, maar hoe die werkten vertelt hij er  
helaas niet bij.

Herodotus noemt Cheops een dictator die alle Egyptenaren dwong om drie maanden lang  
mee te helpen. Vrij vertaald schrijft hij: 'Sommigen kregen de opdracht om stenen vanuit  
de groeven in de Arabische bergen naar de Nijl te slepen en anderen moesten de stenen  
daarna in boten over de rivier transporteren.'

Een simpele rekensom leert echter dat het op zijn zachtst gezegd onwaarschijnlijk is dat de  
oude Egyptenaren de piramides in twintig jaar bouwden door hakken, varen, slepen en sjo-  
uwen. Per jaar zouden er dan ruim 115.000 stenen zijn uitgehouden, getransporteerd en op  
hun plaats gezet. Dat is zo'n 315 stenen per dag die naar de bouwplaats werden vervoerd en  
tot 146 meter hoogte werden geplaatst. Zelfs als er volgens het 7/24-schema werd gewerkt,  
moet er elke paar minuten een steen zijn neergezet.

Nu is Herodotus misschien niet de meest betrouwbare bron, want hij leefde tweeduizend  
jaar na de bouw van de piramides en moet veel van horen zeggen hebben.



Piramidebouw zoals vertoond in de film '10,000 BC'.



In de film '10,000 BC' wordt voorgesteld dat de piramides in Egypte met hulp van mammoeten zouden zijn gebouwd.

dat wij het verkeerde stukje steen te hebben onderzocht en gaat door met zijn werk. Hij heeft intussen zelf zo'n steen gegoten, 'zodat we kunnen zien hoe het eruitziet.'

Een probleem is volgens de Delftse onderzoeker dat de Egyptische overheid geen toestemming geeft voor het nemen van representatieve monsters. 'Daarvoor moet je een gat boren, zodat je een boorkern krijgt die onderzocht kan worden. Maar er zijn in het verleden wel eens monsters genomen, waarbij ook sprake was van kunstmatig materiaal. Daarvan zeggen de Egyptenaren dat het ging om reparaties aan het bouwwerk.'

'Soms lijken de Egyptische autoriteiten het wel mooi te vinden dat er een mysterie rondom die piramiden blijft bestaan', vermoedt Blaauw. Er is echter een plan opgevat voor een samenwerking tussen Davidovits en de TU Delft, waarbij een gezamenlijk verzoek zal worden gericht aan de Egyptische autoriteiten om een

serieuze monsternamen te mogen uitvoeren. Blijkt dat de Fransman ongelijk heeft, dan begint de hele discussie weer van voor af aan. Blaauw: 'Het is onvoorstelbaar hoe zo'n piramide gebouwd moet zijn.'

Zo blijft het mysterie van de piramiden een onuitputtelijke bron van inspiratie voor fantasten en bijgelovigen. Dit wordt door archeologen gezien als pseudo-wetenschap en de Zwitser Erich von Däniken was er jarenlang het boegbeeld van. In zijn boek 'Waren de goden kosmonauten?' betoogde hij dat de piramiden gebouwd waren door buitenaardse wezens. Von Däniken zag overal ter wereld bewijzen voor zijn theorie. Hij beriep zich onder andere op de profeet Ezechiël in het Oude Testament, die beschrijft hoe zulke wezens arriveerden 'in een wolk van vuur' en waren uitgerust met wonderlijke raderen. Maar verdere technische of logistieke details ontbreken, zoals meestal bij Von Däniken. Iets nuchterder en wellicht niet eens hele-

maal ondenkbaar is de theorie dat de piramiden zijn gebouwd met behulp van olifanten. Ze zijn er sterk genoeg voor en een paar honderd olifanten heen en weer laten sjouwen tussen rivier en piramide, spaart een hoop slaven uit.

## Glijbaan

Een variant op dit idee is tot uitbeelding gebracht in de film '10,000 BC' (10.000 jaar v.Chr.) van regisseur Roland Emmerich, die in februari de wereldpremière beleefde tijdens het filmfestival in Berlijn. De film sluit aan bij serieus bedoelde theorieën als die van Robert Bauval, die betoogt dat de stand van de Egypte piramides overeenkomt met stand van het sterrenbeeld Orion van tienduizend jaar geleden en dat ze dus ook uit die tijd moeten dateren. Chufu zou de piramiden alleen hebben gerestaureerd. Ook de sfinx zou al veel ouder zijn, maar het hoofd van de farao zou er later op zijn gezet.

Interessant wordt '10,000 BC' wanneer leden van een stam van mammoetjagers arriveren op de bouwplaats van een piramide. Dan is te zien hoe honderden mammoeten de stenen verslepen. Officieel waren die dieren toen net uitgestorven, maar er zijn aanwijzingen dat kleinere soorten nog duizenden jaren lang hebben geleefd. Omdat het klimaat in Egypte in die periode koeler en vochtiger was, lijkt het op zich niet helemaal onmogelijk dat vanuit het noorden geïmporteerde mammoeten aan het eind van de laatste ijstijd daar hebben kunnen standhouden.

Eén praktisch probleem wordt echter niet genoemd. De dieren, mammoeten of olifanten, slepen de stenen op tegen schuine hellingen. Dat moeten er toch heel wat achter elkaar geweest zijn. Wie wel eens een mammoetkies heeft gezien, weet ongeveer hoeveel die dieren konden eten. Dat kwam er als ontlasting weer uit. Als je dan een honderden meters lange helling hebt, met daarop een sliert mammoeten, dan moet dat een glijbaan van jewelste opleveren. Zo heeft ieder logistiek tijdperk zijn eigen milieuproblemen. <<