

O PIRAMIDACH INACZEJ

ANDRZEJ BOCHNACKI

O PIRAMIDACH INACZEJ

Rysunki według projektu autora:
Andrzej Jurkiewicz

Redakcja wydania drugiego:
Lena Bochnacka

Copyright© by Andrzej Bochnacki

ISBN 83-908738-4-2



Wydawca i druk: B PT i W- *FAUST*-

Wydanie drugie.

Gdynia 1998

Wstęp

Ponad 2000 lat temu grecki poeta ułożył listę najsłynniejszych budowli antycznych. Były to, znane później jako "Siedem cudów świata", Posąg Zeusa, Świątynia Artemidy, Mauzoleum w Halikarnasie, Kolos Rodyjski, Latarnia Morska w Aleksandrii, Wiszące Ogrody w Babilonie i Wielkie Piramidy w Egipcie. Pierwsze sześć budowli już nie istnieje, znamy je tylko z opisów i nikt nigdy nie kwestionował twierdzenia, że wykonała je ręka ludzka. Również cel ich budowy nie budził niczyich wątpliwości. Zupełnie inaczej wygląda nasz stosunek do piramid egipskich. Piramidy istnieją, budzą podziw swoim ogromem. Wszelkie próby wyjaśnienia metod jakimi je zbudowano są tak mało przekonujące, że powstało wiele fantastycznych teorii o ich pozaziemskich budowniczych. W wielu publikacjach na temat piramid pojawia się pogląd, który można nazwać "kompleksem piramid", polegający najczęściej na stwierdzeniu, że nawet przy pomocy współczesnych metod budowy i projektowania trudno byłoby nam je zbudować. Tymczasem my, współcześnie, budujemy obiekty znacznie większe, jak tamy, autostrady, olbrzymie tankowce. Nie wzbudzają one jednak tak wielkiego podziwu, ponieważ ich przeznaczenie jest dla nas oczywiste. Prawdopodobnie "kompleks piramid" jest wynikiem braku wiary, że piramidy były budowane jako grobowce faraonów. Rzadko znajdowano stuprocentowe dowody na to, że dana piramida przeznaczona była dla konkretnego faraona, przeważnie znajdowano jedynie ślady, że budowy były prowadzone za panowania któregoś z nich. Tajemniczość celu budowy powoduje, że wielu ludzi doszukuje się specjalnego znaczenia wymiarów i proporcji wymiarowych piramidy Cheopsa i wszystkich znajdujących się w jej wnętrzu komór. Doszukuje się niemal magicznych właściwości w samym kształcie piramidy, który może nas chronić przed szkodliwym promieniowaniem kosmicznym lub zapewnić naturalną mumifikację zwłok.

Łatwiej uwierzyć w fascynujące tajemniczością teorie niż w to, że faraon zaczynał budowę swojego grobowca zaraz po objęciu władzy, często bez szans na ukończenie jej za życia.

Osobiście uważam, że każda rzecz stworzona przez człowieka miała swój początek w praktycznym celu jakiemu miała służyć, dopiero jej kolejne naśladownictwa mogły być budowane w celach zupełnie irracjonalnych, dla zaspokojenia pychy, próżności władców lub z przeznaczeniem do obrzędów religijnych. Zastanawia więc fakt, że największe egipskie piramidy pojawiły się nagle. Powstała zupełnie nowa forma architektoniczna, wykonana nową techniką budowlaną, z materiału, którego w tej formie i na taką skalę dotychczas nie stosowano. Olbrzymie góry kamienia, pod którymi wykuwano komory o wielkości nie przekraczającej 1% objętości całej góry, pojawiły się około roku 2650 p.n.e. a po roku mniej więcej 2450 p.n.e. przestano budować tak olbrzymie obiekty. Piramidy pochodzące z późniejszych czasów nie były już takie monumentalne, jedynie kształtem przypominają swoje poprzedniczki.

Ich budowa nie wymagała takiej koncentracji sił i środków jak na przykład piramidy Cheopsa lub Chefrena w Giza, których cykl budowy trwał co najmniej dwadzieścia kilka lat. Przy ówczesnej, średniej długości życia około 30 lat, oznaczało to zatrudnienie przy budowie jednej piramidy co najmniej dwóch pokoleń robotników. Rodzą się więc pytania:

Jakie to wyższe cele pozwalały kontynuować budowę dłużej niż świadome lata życia budowniczych?

Jakie cele kazały Egipcjanom budować jedna za drugą duże kamienne piramidy przez 200 lat panowania III, IV i V dynastii faraonów?

Dlaczego moda na duże kamienne piramidy była tak krótkotrwała w 5000- letniej historii starożytnego Egiptu?

Dlaczego Egipcjanie opisywali wszystko oprócz budowy piramid?

Czy setki ton czerwonego granitu sprowadzono z kamieniołomów leżących 1000 km na południe, w górnym biegu Nilu?

Są to pytania bez jednoznacznych odpowiedzi i jest ich znacznie więcej, szczególnie jeżeli zagłębimy się w detale konstrukcyjne pojedynczych budowli.

Kiedy dwadzieścia lat temu próbowałem konstruować maszyny do budowy piramid nie zadawałem sobie takich pytań.

Przyświecał mi wyłącznie jeden cel, przeprowadzenia eksperymentów z maszynami budowlanymi skonstruowanymi na wzór stawu kolanowego, który jak wszystkie konstrukcje przyrody, zupełnie lekceważy wynalazek koła obracającego się na osi. Dla mojego pokolenia, piramidy egipskie były modelowym przykładem budowli wzniesionej bez użycia koła. Usiłowałem, posługując się przykładem piramid, wylansować swoje dźwignie różnicowe, krążki i przekładnie cięgnowe. Moje maszyny nie zyskały na popularności, bo hydraulika siłowa wyparła z użycia wszelkiego typu maszyny proste, a próba wykorzystania piramid do tak przyziemnych celów przypuszczalnie rozgniewała duchy władców Starożytnego Egiptu. "Zemsta faraonów" spowodowała, że bez mała dwadzieścia lat nie mogłem oderwać się od tematu piramid, temat ciągle powracał i za każdym razem inne szczegóły procesu budowy piramid przykuwały moją uwagę.

Eksperymenty jakie przeprowadziłem z maszynami budowlanymi wykonanymi w skali 1:1 (prezentowane w telewizji w 1983 roku w programie Wandy Konarzewskiej)

wiele mi wyjaśniły. Utwierdziłem się w przekonaniu, że maszyny takie mogły istnieć, nie pochłaniały zbyt wielkich ilości drewna i odpowiadały z grubsza opisowi Herodota: " ...dźwigali resztę kamieni w górę machinami, które sporządzili z krótkich drewnianych, unosząc głaz z ziemi na pierwszy rząd odstępów. Ilekroć kamień wydostał się na ten rząd, kładziono go na inną maszynę, która stała na pierwszym rzędzie stopni, a z tego wciągano go za pomocą innej maszyny na drugi rząd. Ile bowiem było rzędów stopni, tyle było maszyn, albo też przenoszono tę samą maszynę, ponieważ była jedyna i łatwa do niesienia..."

Istnieje bardzo wiele wersji wykonania maszyn w oparciu o elementy stawu kolanowego (opisałem je w artykule "Jak zbudowano piramidy publikowanym w PROBLEMACH nr 8, rok 1986), przestało więc mieć dla mnie znaczenie jak dźwigano kamienie na coraz to większe wysokości. Problem budowy piramid zaczął przesuwać się w zupełnie innym kierunku. Znacznie większego znaczenia zaczęły nabierać pytania: *Jaką metodą piętrono bryłę piramidy, stopień po stopniu, czy inaczej? Skąd brano i jak transportowano kamienie? Czy człowiek może pracować na południowej ścianie piramidy, nagrzanej prostopadle padającymi promieniami słonecznymi ?*

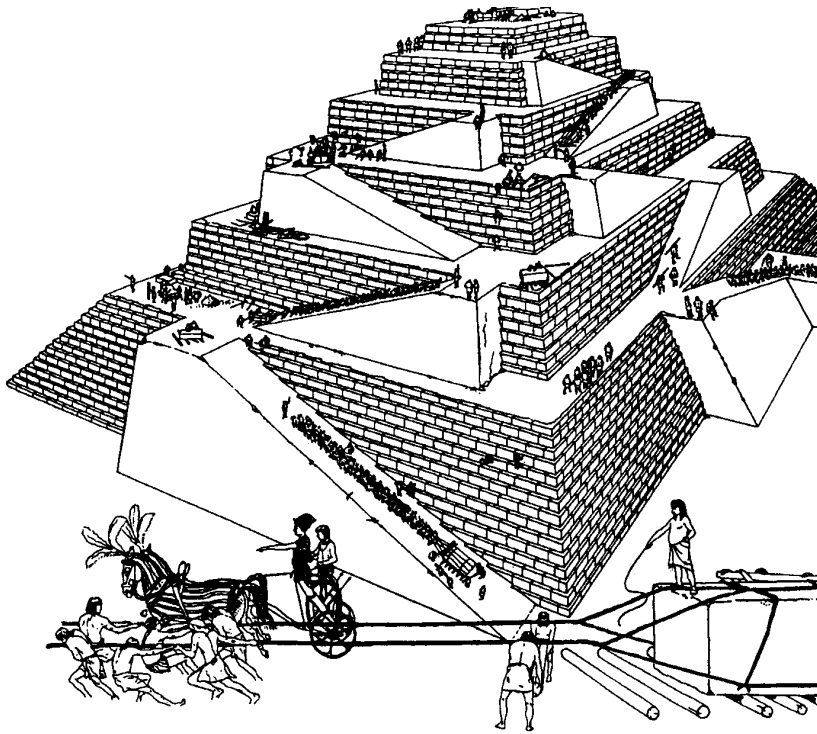
Fantazja ludzka jest nieograniczona. Ostatnio powstała teoria, że bloki kamienne, z których składa się piramida, odlewano w ten sam sposób, jak obecnie odlewamy bloki cementu. Nie mam nic przeciwko głoszeniu takich teorii. Pobudzają do myślenia i wykonywania eksperymentów z nowymi rodzajami spoiwa, zawsze uczą czegoś nowego i nikomu nie szkodzą, bo adresowane są do ludzi dorosłych, którzy zawsze podejną do tego rodzaju rewelacji sceptycznie.

I być może nie spieszyłbym się z publikowaniem kolejnej teorii (odkładałem to na emeryturę), gdyby nie zaistniała ostatnio okoliczność.

Temat piramid co jakiś czas ożywa i ukazują się różne publikacje a w nich najrozmaitsze hipotezy. W ciągu ostatnich lat bardzo pięknie wydano, między innymi, dwie książki dla dzieci i młodzieży. Są to, w cyklu JAK ŻYLI LUDZIE, "W czasach starożytnych Egipcjan", Wydawnictwo Dolnośląskie, Wrocław 1990 i "Siedem cudów świata", BGW Warszawa 1990.

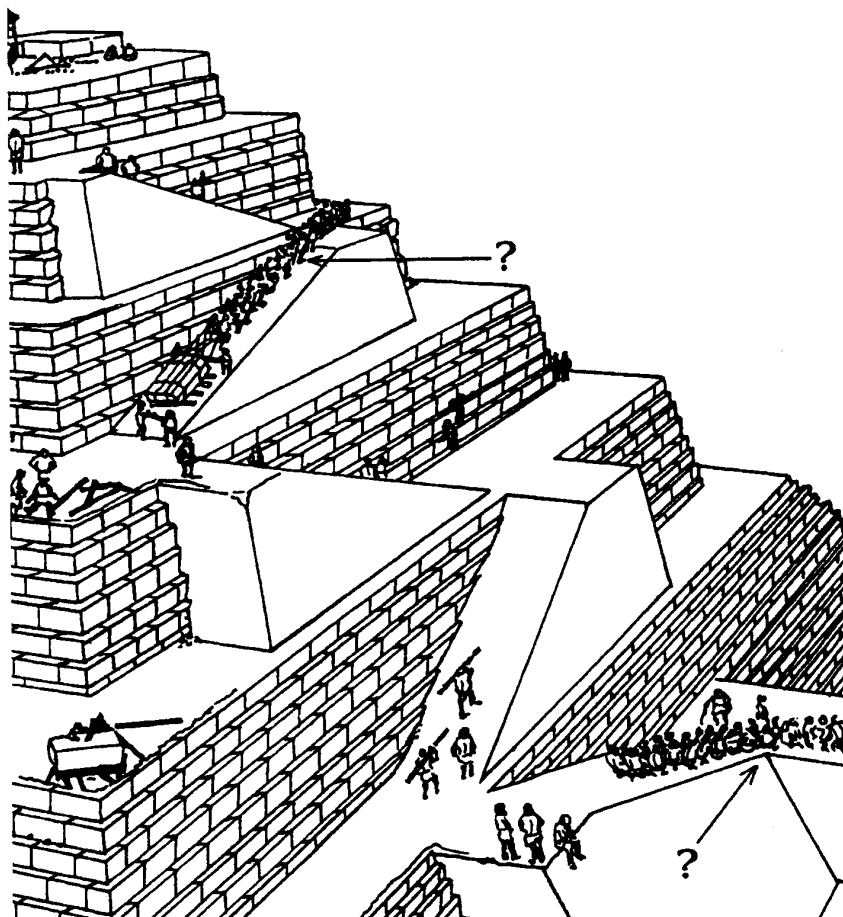
W książkach tych autorzy próbują wmówić dzieciom, że piramidy zbudowano wtaczając kamienie na drewnianych balach po rampach w sposób przedstawiony na rysunku.

Jakież to wnioski mogą dzieci wyciągnąć z takiego obrazka? Dziecko pomyśli, że budowanie wcale nie było trudne. Wystarczyło silnie ciągnąć liny i można było zbudować piramidę. Oceni Egipcjan jako dość prymitywne jednostki, które zbudowały piramidy wyłącznie katorzniczą pracą tysięcy robotników.



Budowa piramidy według autora książki "Siedem cudów świata".

Czytelnik zapewne nie zauważy, że rysunek przeczy prawom fizyki, bo jeżeli uważnie przyjrzymy się powiększonym fragmentom rysunku, to nie pozbedziemy się obaw, że za chwilę liny szeregów robotników ciągnących na rampie zakręcającej pod kątem 90° naprężą się i część biednych niewolników zawiśnie nad przepaścią.



Powiększone fragmenty rysunku obok.

Natomiast w miejscu gdzie rampa przechodzi z pochyłości w część płaską, naprężona lina dociśnie część ciągnących do krawędzi. Mijmy nadzieję, że zdążą zabrać ręce i nie zedrą sobie skóry szorując o chropowatą powierzchnię rampy.

Fakt, że pisze się książeczkę dla dzieci nie upoważnia do prezentowania dzieciennych metod transportu 2,5 tonowych bloków skalnych. Nie dość, że ciągnięcie, na zakręcającej rampie, przy tak długim szeregu ciągnących jest niemożliwe, to sama idea transportu po zaledwie kilku rampach przyklejonych do boków piramidy jest pozbawiona logiki. Piramidy istnieją, ilość bloków jest policzona a na temat czasu realizacji budowy poszczególnych piramid napisano dziesiątki książek. Tempo budowy, 120 tys. bloków rocznie, jest dość „mocno” udokumentowane i można przyjąć z dużą dozą prawdopodobieństwa, że takie średnie tempo budowy zachowane było przez cały okres 200 lat budowy wielkich piramid.

Łatwo więc obliczyć, że przy założeniu (dla ułatwienia rachunków) 10-godzinnego dnia pracy przez 300 dni w roku otrzymamy tempo budowy równe 40 blokom w ciągu godziny. W tym czasie bloki musiały być wciągnięte na odpowiednią wysokość i precyzyjnie ustawione na właściwym miejscu. Musiałyby więc zaprzęgi ciągnących poruszać się z prędkością co najmniej 2 km/h. Poruszanie się w takim tempie po stromej pochylni jest już nie lada wysiłkiem, a przecież należałoby jeszcze ciągnąć linę z siłą

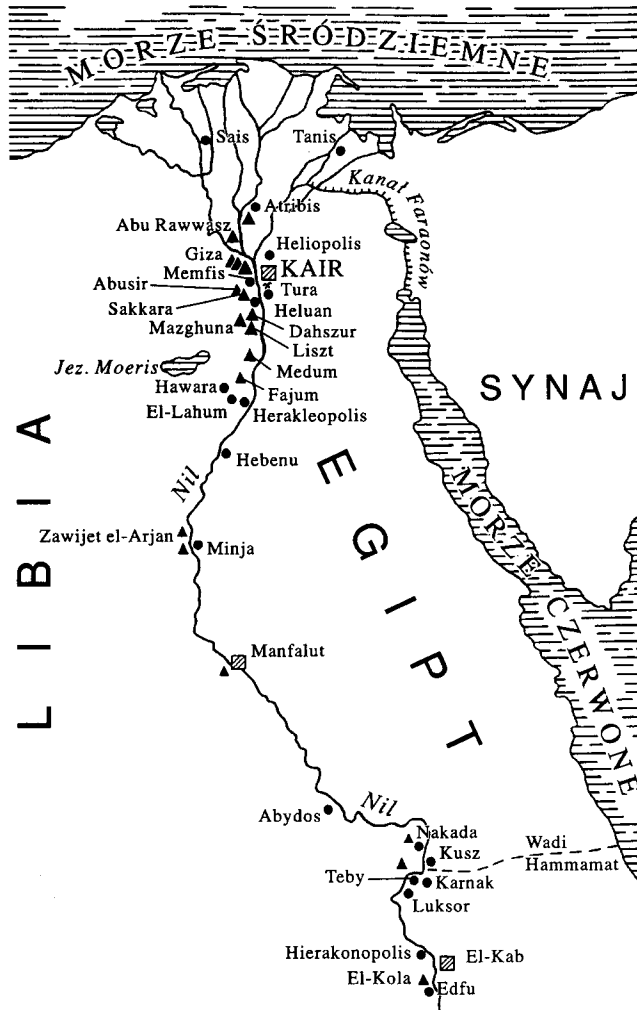
co najmniej 20 kG. Przy takiej koncepcji transportu ludzie pracujący na nagrzanym słońcem ścianie piramidy musieliby rozwijać moc rzędu 1 KM, a jest to absolutnie niemożliwe. Jeżeli autor decyduje się na taką koncepcję transportu, to nie może pisać w tej samej książeczce, że piramidę wybudowano w ciągu 30 lat. Chociaż rzecz dotyczy czasów starożytnych, gdzie daty wydarzeń możemy ustalać sobie z dokładnością kilku lat, to w zjawiskach czysto fizycznych nie możemy lekceważyć czynnika czasu. Prawa fizyki obowiązywały również przed 5-ciu tysiącami lat. Należy zdawać sobie sprawę, że wykonanie jakiegokolwiek pracy ograniczone jest nie siłą, ale czasem jej wykonania. Bariera mocy jest nieprzekraczalna, to właśnie sekundy i minuty ograniczają nasze możliwości. Wielkość siły możemy dowolnie zwiększać za pomocą maszyn prostych, wobec upływu czasu jesteśmy bezsilni. Jak na ironię, opis budowy piramid przekazany przez Herodota jest zdecydowanie bardziej zgodny z prawami fizyki niż wiele współczesnych publikacji. Koncepcja transportu bloków ze stopnia na stopień ma tę podstawową zaletę, że pozwala na bardzo szeroki front robót. Na ścianach piramidy możemy zatrudnić równocześnie wielką liczbę ludzi, co pozwoli im pracować znacznie wolniej.

Cóż nam jednak daje zastanawianie się nad szczegółami budowy piramid, kiedy nie wiemy na pewno skąd wzięto na nie kamienie, jak je wydobywano i obrabiano i wreszcie po co budowano. Przecież ostatnio opublikowane rewelacje głoszą, że według amerykańskiego orientalisty Zacharia Sitchina napis na kamieniu w sklepieniu jednej z komór tzw. odciążających w piramidzie Cheopsa, jedyny dotychczas ślad łączący piramidę z imieniem faraona, jest zwykłym falsyfikatem.

Nie jest więc oczywiste, że piramidy budowano jako grobowce faraonów. Nie ulega wątpliwości, że piramidy wykorzystywano jako grobowce, ale nie ma pewności, że budowano je wyłącznie w tym celu.

Piramidy sprawiają wrażenie, że istnieją niezależnie od otaczających je budowli zespołu grobowego. Pozbawione na zewnątrz i wewnątrz wszelkich inskrypcji imponują jedynie wielkością, brak również pewności, że wszystkie piramidy posiadały gładkie oblicowanie ścian.

Piramida pozbawiona zewnętrznej warstwy kamieni zdecydowanie odbiega elegancją od zachowanych fragmentów otaczających je budowli. Nie da się ukryć, że jest to góra kamieni poukładanych jeden na drugim. Według naszych współczesnych kryteriów poukładane bez zastosowania spoiwa kamienie, uznałybyśmy raczej za "pryzmę" zgromadzonego budulca, a nie za budowlę. Mogłaby być to również nikomu niepotrzebna "hałda" kamieni pochodząca z odległego placu budowy.



Rys.1. Lokalizacja piramid.

W Egipcie odkryto około 70 piramid, ale te największe, skupione na przestrzeni ciągnącej się około 50 km wzdłuż Nilu, to 10 piramid o łącznej objętości około 10 milionów m^3 . Jeżeli dodamy do tego budowle pomocnicze jak rampy, świątynie, mniejsze piramidy satelitarne, mastaby, mury otaczające kompleksy grobowe oraz uwzględnimy technologię wydobywania kamieni, to wyrobisko po kamieniach zużytych na budowę piramid w okresie wspomnianych wcześniej 200 lat Starego Państwa, posiadałoby objętość co najmniej 20 do 25 milionów m^3 . Tak olbrzymie prace powinny pozostawić znacznie bardziej wyraźne ślady niż kamieniołomy w Tura.

Powstaje pytanie, co jest większym dziełem, pojedyncze piramidy, czy olbrzymie wyrobisko po kamieniach zużytych na ich budowę?

Jeżeli przyjąć kryterium wielkości pracy potrzebnej do wykonania, to wykucie 25 milionów m^3 bloków skały pochłonęło kilkanaście razy więcej energii niż transport i spiętrzenie bloków na kształt piramid.

Jeżeli więc kamienie na budowę piramid wydobywano w jednym miejscu, to dziura po kamieniach znacznie bardziej zasługiwałaby na miano Siódmego Cudu Świata niż którakolwiek piramida.

Aby wyjaśnić ten problem, należy się cofnąć do czasów trzeciej dynastii faraonów, w lata około 2650 p.n.e. kiedy, jak podaje większość źródeł, nie było jeszcze piramid. Zastanówmy się, co było ważne dla ówczesnych władców Egiptu.

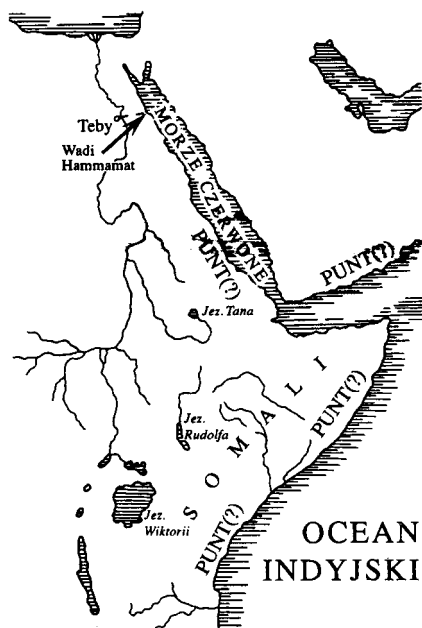
Droga do Puntu

Kraj o nazwie Punt był dla Egipcjan tajemniczą ziemią, pełną bogactw, dziwnych zwierząt, niemal krajem bogów. O kraju tym krążyły rozmaite legendy i baśnie. Stamtąd sprowadzano kość słoniową, skóry panter, drewno hebanowe, srebro i złoto, mirrę i korzenie.

Najstarsze udokumentowane przekazy o wyprawach do Puntu pochodzą z grobowca faraona Sahure, z czasów panowania V dynastii faraonów. Były to lata około 2480 p.n.e. czyli w czasach kiedy większość wielkich piramid egipskich została już zbudowana.

Ilość przywiezionych w tej wyprawie towarów świadczy o dużym zapotrzebowaniu na mirrę, elektrum czy drewno hebanowe. Musiały więc istnieć wcześniejsze tradycje, wykształcone w czasach I i II dynastii, a być może w okresie predynastycznym, używania surowców, jakbyśmy to dzisiaj określili, z importu.

Lokalizacja Puntu jest do dzisiaj zagadką, przypuszcza się jedynie, że mógł to być kraj położony u południowo-zachodnich wybrzeży Morza Czerwonego lub w rejonie dzisiejszego Somali.



Rys. 2. Lokalizacja Puntu.

Jedno jest pewne, że każda wyprawa musiała najpierw dotrzeć do brzegów Morza Czerwonego. Wyprawy lądem były bardzo kłopotliwe, gdyż należało przenieść przez pustynię materiał na budowę statków. Istnieją dość dokładne opisy wypraw, które, drogą nazywaną Wadi Hammamat, docierały do wybrzeży Morza Czerwonego. Pokonanie tej trasy, prowadzącej doliną wyschłej rzeki i zaczynającej się w okolicy Teb, zajmowało około 5 dni, nie licząc drogi wzdłuż Nilu. Organizowane wyprawy liczyły po kilka tysięcy ludzi, którzy po przybyciu na niegościnnie w tym rejonie wybrzeże Morza Czerwonego, musieli zbudować statki, wysłać część ludzi w podróż morską do Puntu i poczekać na ich powrót, aby móc przetransportować przywiezione towary z powrotem do Egiptu.

Były to bardzo kosztowne przedsięwzięcia i nic dziwnego, że próby połączenia Nilu z Morzem Czerwonym żeglownym kanałem były podejmowane wielokrotnie w historii Starożytnego Egiptu. Prawdziwie udokumentowane istnienie ukończonego kanału, łączącego peluzjamską odnogę Nilu poprzez jezioro Timsah, jezioro Gorzkie z Zatoką Sueską Morza Czerwonego, nazywanego przez niektórych Kanałem Faraonów, pochodzi dopiero z czasów podboju Egiptu przez Persów.

Panujący w latach ok. 521-486 p.n.e. król Dariusz I pozostawił przy wylocie kanału na Morze Czerwone wyrytą w kamieniu inskrypcję mówiącą, że "(...) Ja Dariusz, król wielki (...) rozkazałem przekopać kanał od rzeki zwanej Nilem, która płynie przez Egipt, aż do morza, które ciągnie się do Persji. I kanał został przekopany, tak jak ja rozkazałem, a statki płyną z Egiptu do Persji zgodnie z moim życzeniem".

Oczywiście nie należy wierzyć w przechwałki Dariusza, ponieważ w ciągu 35 lat panowania nawet największy władca nie zdołałby wybudować kanału szerokości 45 m i głębokości 6 m, długiego około 150 km. Gdyby dzięki korzystnym warunkom terenowym, istnieniu koryt dawnych rzek i innym udogodnieniom, wystarczyło

przekopać połowę jego objętości, to należałoby przemieścić ponad 20 milionów m³ urobku. Jest to objętość równa dziewięciu piramidom Cheopsa i przy ówczesnym poziomie techniki należałoby zaangażować moce nadprzyrodzone.

Jest niemal oczywiste, że Dariusz ukończył jedynie prowadzoną wcześniej przez faraona Necho budowę kanału w latach około 600 p.n.e. Starożytni kronikarze wspominają o kilku faraonach uznawanych za budowniczych kanału. Przypuszczalnie każdorazowe oczyszczanie zasypywanego przez pustynię kanału traktowano jako jego budowę.

Dość dokładnie opisana słynna wyprawa do Puntu zorganizowana przez królową Hatszepsut panującą w latach 1503-1482 p.n.e. była możliwa, prawdopodobnie dzięki pracom prowadzonym przez faraona Sesostrisa III w latach 1878-1843 p.n.e. Jemu to przypisuje się rolę pierwszego budowniczego kanału. Wyprawa Hatszepsut wyruszyła z Teb w dół Nilu i brak choćby najmniejszej wzmianki o lądowej trasie tej wyprawy, która przy tak szczegółowym opisie musiałaby znaleźć odbicie w treści napisów i płaskorzeźb pokrywających ściany pięknej świątyni Hatszepsut w Deir-el-Bahari. Ponadto najkrótsza trasa do Morza Czerwonego z Teb to droga wąwozem Wadi Hammamat, a wtedy wyprawa nie płynęłaby w dół Nilu, jest więc niemal rzeczą pewną, że statki królowej Hatszepsut przebyły całą trasę do Puntu drogą wodną.

Taka pewność pozwala nam na wysnucie kilku wniosków. *Po pierwsze, należy sobie uświadomić jak wielkie musiało być zapotrzebowanie na wyprawy do Puntu, skoro przedsięwzięcie na miarę kilku pokoleń zostało zrealizowane prawie 1500 lat p.n.e.*

Po drugie, skoro po wyprawie królowej Hatszepsut dalej znajdujemy wzmianki o budowie kanału, to znaczy, że kanał ciągle ulegał zniszczeniu, zasypywały go piaski, a być może niszczyły go wojownicze plemiona zamieszkujące okolice jeziora Gorzkiego i Timsah.

Po trzecie, tradycje kanału musiały sięgać znacznie dawniej. Tego typu inwestycja musiała być oparta na informacjach dających pewność możliwości jej wykonania. Być może były to zapiski sięgające dawnych czasów, kiedy delta Nilu dopiero powstawała, być może istniało kiedyś naturalne połączenie Nilu z obecną Zatoką Sueską.

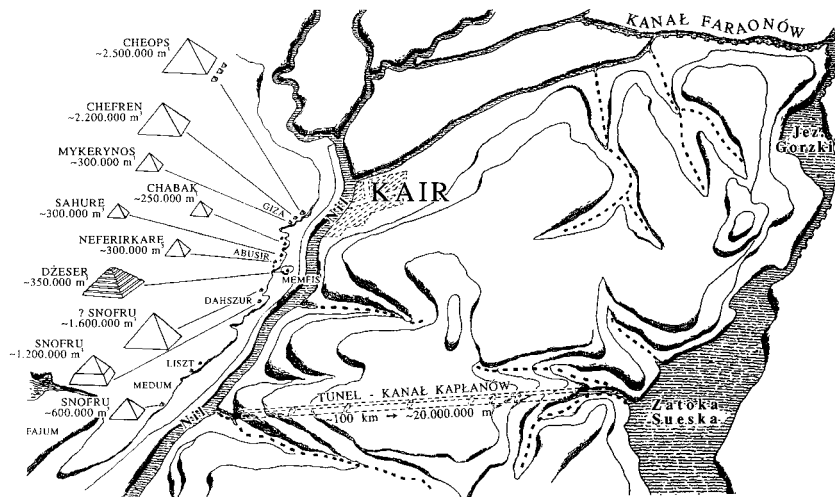
W kontekście tych wniosków napisy na grobowcu faraona Sahure, przedstawiciela V dynastii (ok. 2490 p.n.e.) mogą sugerować, że faraon ten przybył do Puntu drogą wodną. Ilości towarów wyliczone w inskrypcji wyraźnie na to wskazują. 2600 sztuk belek drzewa hebanowego, 80 tys. miar mirry, 6 tys. jednostek wagi elektrum, to ilości znaczące. Nawet nie wnikając w bezwzględną wartość wymienionych w tekście jednostek miary mirry i elektrum, to same belki drewniane stanowiły poważny problem w transporcie lądowym. Określenie „2600 belek” już mówi samo za siebie i wymaga przynajmniej dwóch ludzi do transportu jednej belki na większe odległości.

Czyżby więc wyprawa faraona Sahure płynęła tą samą drogą co 1000 lat później wyprawa królowej Hatszepsut?

Otóż wcale nie musiało tak być. *Jeżeli połączymy treści wyciągniętych wcześniej wniosków z faktem pojawienia się dość nagle w latach 2650 do 2450 około 25 milionów m³ kamieni, z których zbudowano 10 największych piramid egipskich, to przypuszczenie, że kamienie te pochodziły z budowy kanału-tunelu, wydrążonego na długości 100 km w litej skale, nie jest całkowitym szaleństwem¹.*

¹ Hipoteza kanału-tunelu jest tylko z pozoru śmiałą koncepcją. Jeżeli dobrze się zastanowić, to człowiek zaczął świadome budownictwo od powiększania istniejących

Budowę takiego bezpiecznego w żegludze, bo strzeżonego u wlotu i wylotu, kanału-tunelu mogli zainicjować kapłani, jako najbardziej zainteresowani w dostawach towarów z Puntu. Tylko oni mogli podjąć się budowy trwającej kilka pokoleń. Tylko kapłani mogli utrzymać ją w tajemnicy. Mógł więc Kanał Kapłanów być tym, po którym statki faraona Sahure płynęły do Puntu.



Rys. 3. Usytuowanie Kanału Kapłanów²

O istnieniu dwóch różnych dróg wodnych łączących Nil z Morzem Czerwonym świadczą różnice w budowie statków faraona Sahure i królowej Hatszepsut, czyli różnice między statkami Starego i Nowego Państwa. Statki Starego Państwa posiadały składany

jaskiń lub drażenia ziemianek. Znacznie później zaczął budować kopalnie, które do dzisiaj są budowlami wymagającymi największych przemieszczeń urobku skalnego. Roczna produkcja węgla w Polsce wynosiła np. w 1975 roku 170 milionów ton, co odpowiada około 75 piramidom Cheopsa.

Dodatkowo górnicy muszą zasypać wyeksploatowane chodniki, czyli rocznie mogliby wybudować 150 piramid Cheopsa.

Każda z budowli wzniesionych przez człowieka wymagała wykopania wcześniej dziury w ziemi o objętości znacznie przekraczającej objętość materiału, z którego jest zbudowana. Prawidłowość ta dotyczy również większości wytwarzanych przez naszą cywilizację przedmiotów. W wielkim uproszczeniu można powiedzieć, że cywilizacja techniczna to kopanie dziur w ziemi i transport urobku.

² Nazwy piramid przedstawionych na rysunku w większości przyjęte są w spolszczonej wersji według książki "Nie tylko piramidy" Kazimierza Michałowskiego oraz według książki "Piramidy" Ahmeda Fakhry. Można mieć wątpliwości co do wyboru reprezentacji piramid, ale dla treści niniejszej książki jest to zupełnie drugorzędny problem.

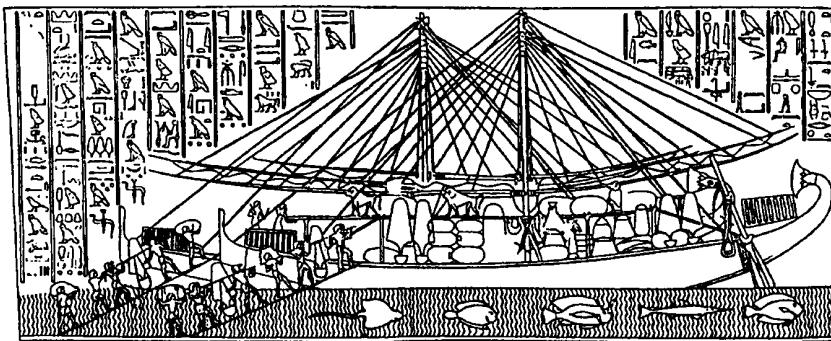
maszt zamocowany bliżej części dziobowej, natomiast statki Nowego Państwa miały stały, centralnie ustawiony maszt.

Konstrukcja masztu składanego była dość skomplikowana. Podwójny maszt po złożeniu spoczywał na specjalnie wykonanej podporze. Przy czym operacja składania masztu nie miała na celu zmniejszenia oporów przy żegludze pod wiatr, ponieważ dość wysoka podpora razem z leżącym na niej masztem stanowiła z całą pewnością niewiele mniejszy opór, niż pojedynczo stojący maszt.

Niewątpliwie statki faraona Sahure napotykały na swojej drodze przeszkody ograniczające wysokość przepływających pod nimi obiektów. Ponieważ mostów w tych czasach nie budowano to hipoteza kanału biegnącego w tunelu jest prawdopodobna.



Rys. 4. Statki faraona Sahure.



Rys. 5. Statki królowej Hetszepsut.

Zamieszki społeczne, które ogarnęły Egipt w latach 2180 do 2040 p.n.e. mogły spowodować, że budowany w tajemnicy i pilnie strzeżony Kanał Kapłanów został częściowo zniszczony, a ślady jego wlotu i wylotu zostały tak zatarte, że następne pokolenia Egipcjan nie korzystały z tej bezpiecznej i jakże wygodnej drogi do Puntu. Zaprzesano budowy statków o składanych masztach, a statki królowej Hatszepsut musiały płynąć starym (lub dopiero zbudowanym) Kanałem Faraonów.

Pozostały jednak legendy o podziemnych budowlach zalewanych wodą z Nilu. Herodot opisując budowę piramidy Cheopsa pisze: "...Zatem dziesięciu lat wymagała budowa tej drogi i podziemnych komór grobowych na owym wzgórzu, na którym stoją piramidy; te komory kazał sobie wybudować jako grobowce na wyspie, skierowawszy tam kanał Nilu" lub opisując zemstę królowej Nitokris na Egipcjanach pisze: "... Wybudowawszy bowiem bardzo długi podziemny gmach chciała go niby to poświęcić, ale w głębi duszy wymyśliła co innego. Oto zaprosiła do siebie Egipcjan, których znała jako najbardziej winnych mordy i dla wielu osób zastawiła ucztę, a kiedy oni ucztowali wpuściła do gmachu rzekę przez ukryty wielki kanał".

W każdej legendzie istnieje ziarnko prawdy. Starannie zacierając ślady budowy tunelu, zatarto również wszelkie ślady opisów budowy piramid jako ściśle z nim związanych. Jednak okruchy informacji o tej największej inwestycji w starożytności pozostały. Pójdźmy więc tym tropem, traktując podziemny kanał jako legendę stanowiącą klucz do tajemnic Starożytnego Egiptu. Otwiera on pierwsze drzwi, za którymi była tajemnica statków o składanych masztach, spróbujmy sprawdzić, czy klucz ten pozwoli nam dotrzeć do innych tajemnic.

Budowa Kanału Kapłanów

Twierdzenie, że Egipcjanie w roku mniej więcej 2600-setnym p.n.e. mieli podstawy, aby zaplanować budowę stukilometrowego tunelu, natomiast nie mieli podstaw do zaplanowania budowy piramid, może wydawać się szokujące, ale nie jest pozbawione logiki.

Zwróćmy uwagę na fakt, że Egipcjanie budując w czasach I i II dynastii grobowce zwane "mastabami", zdobyli olbrzymie doświadczenie w drażeniu chodników w litej skale. Mastaba to niewysoka, trapezowa budowla, będąca jakby przykryciem wykutej głęboko pod nią komory grobowej i prowadzącego do niej chodnika. Budowana była z niewielkich bloków skalnych, cegły mułowej i gruzu, nie dawała więc możliwości zdobycia doświadczeń w lądowym transporcie dużych bloków skalnych.

Z kolei budowa ogromnej liczby kanałów nawadniających z całą pewnością spowodowała rozwój transportu wodnego. Jednym słowem Egipcjanie w momencie przystępowania do budowy piramid posiadali umiejętności kucia skały oraz transportu wodą. Zatem decyzja o budowie tunelu będącego równocześnie kanałem wodnym, żeglownym wyłącznie przy wysokim poziomie wody w Nilu, byłaby oparta na solidnych podstawach, natomiast decyzja o budowie piramid wymagała dopiero rozwiązania problemu transportu lądowego wielkiej ilości kilkutonowych bloków skalnych.

Powinniśmy również uświadomić sobie, że budowniczy pierwszej piramidy nie mógł przewidywać budowy następnych piramid. Stawiany przez niego cel był zbyt mały, aby zapoczątkować tak gwałtowną rewolucję w budownictwie egipskim³. W ciągu dosłownie kilkunastu lat Egipcjanie przeszli z cegły mułowej, ważącej kilka kilogramów, do bloku skalnego ważącego ponad dwie tony. Rewolucja ta, tak czy inaczej, nastąpiła, ale była

³ Chciałbym zwrócić uwagę, że budowniczy pierwszej piramidy nie mógł przewidywać budowy następnych, natomiast budowniczy tunelu znał rzeczywistą wielkość zadania, jakie miało być wykonane.

wynikiem konieczności zagospodarowania olbrzymiej ilości pozyskiwanego w trakcie budowy tunelu kamienia.

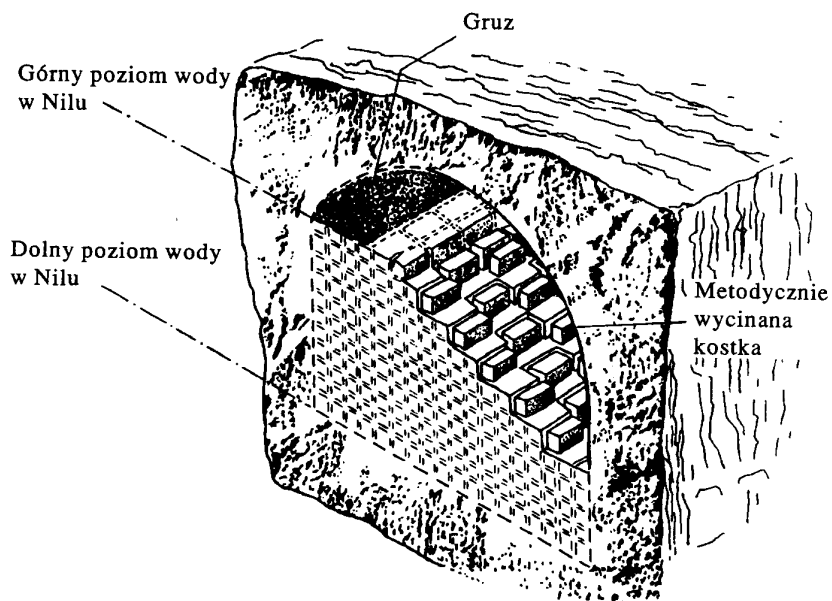
Przypuszczalnie nigdy nie dowiemy się jakimi przesłankami kierowali się Egipcjanie wykuwając z litej skały w ciągu niecałych 200 lat co najmniej 20 milionów metrów sześciennych kamieni. Piramidy są namacalnym dowodem, że ta gigantyczna praca została wykonana. *Pozostaje odpowiedzieć sobie na wątpliwości, czy kamienie wykuwano w kamieniołomach w Tura oraz w kilkudziesięciu innych miejscach w pobliżu budowanych piramid, a niektóre bloki granitu aż w górnym biegu Nilu, czy w jednym miejscu, drążąc tunel w wapiennym masywie gór Pustyni Arabskiej, aby z czasem dotrzeć do ich granitowego rdzenia.*

Przyjmując drugą wersję nie zmieniamy nic w "bilansie energetycznym epoki", dokonujemy jedynie operacji myślowej, polegającej na skupieniu wysiłku Egipcjan na realizacji jednego celu.

Ten cel to Kanał Kapłanów. Tylko takie przedsięwzięcie było godne wysiłku na miarę dokonanej rewolucji w budownictwie Starożytnego Egiptu.

Spróbujmy więc zlokalizować ten jeszcze nie odkryty ósmy cud świata. Najprawdopodobniej zaczynał się na wysokości Fajum i biegnąc na wschód sięgał wybrzeży Morza Czerwonego, oczywiście o ile został dokończony. W tym miejscu odległość Nilu od Morza Czerwonego jest najmniejsza, tunel nie musiał więc być dłuższy niż 100 km. Rozpoczęto jego budowę od drążenia wąskiego kanału pilotującego, a może była to istniejąca jaskinia, która poszerzana i przedłużana stopniowo stawała się kanałem. Początkowo wydobywano gruz kamienny, dopiero po pełnym rozruchu budowy zaczęto wydobywać metodycznie wycinane kostki kamienne. *Ich wielkość ustalono mając na względzie maksymalne skrócenie czasu budowy tunelu, była to więc kostka jak największa.* Jej wymiary ograniczała jedynie możliwość transportu. Ponieważ był to transport wodny, nic nie stało na przeszkodzie aby był to prostopadłościan o masie ponad dwie tony.

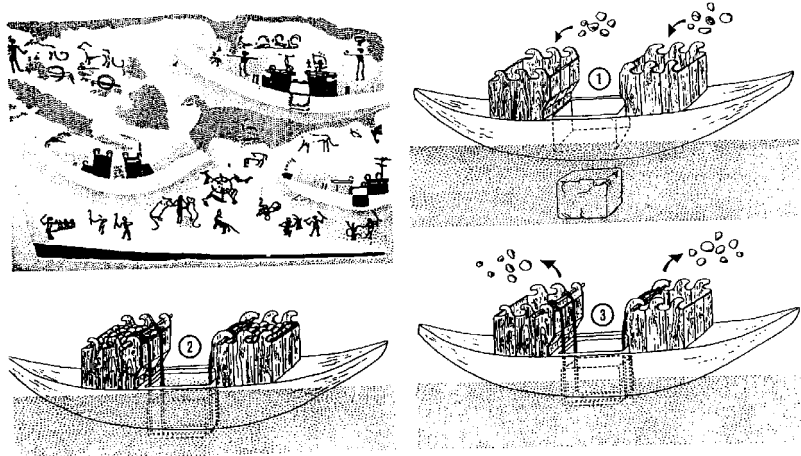
Pamiętajmy o tym, że w budownictwie światowym dopiero w dwudziestym wieku, cegła została zastąpiona wielką płytą. Przez 19 stuleci najwygodniejszym sposobem budowy była konstrukcja składająca się z lekkich, kilkunasto lub najwyżej kilkudziesięciu kilogramowych elementów. Egipcjanie zdecydowali się na budowę piramid z 2,5 tonowych głazów, ponieważ stanęli przed wyborem cięcia ich na mniejsze kostki lub nauczenia się transportu w niezmienionym stanie. Wybrali to drugie rozwiązanie, ponieważ było łatwiejsze w realizacji. Jak sobie poradzili z problemem transportu lądowego dowiemy się później, na razie interesuje nas budowa tunelu i związany z nią transport wodny.



Rys. 6. Przekrój tunelu.

Wysokość tunelu zapewne nie przekraczała 10 m. Wykuwany był na takim poziomie, aby przy niskim stanie wody był całkowicie suchy. Przy wzroście poziomu wody o średnio 6 m, prawie wszystkie bloki skalne, na szerokości tunelu (około 20 m), mogły być zabierane przez łodzie bezpośrednio z miejsca pierwotnego spoczynku. Górne warstwy, sąsiadujące bezpośrednio ze sklepieniem tunelu były transportowane w postaci gruzu, z którego budowano rampy i inne pomocnicze budowle nie wyłączając niektórych piramid.

Jak rozwiązano najtrudniejszy w starożytności problem załadunku i wyładunku kamieni na łodzie wyjaśnia zachowany w jednym z grobowców w Hierakonpolis rysunek, pochodzący jeszcze z predynastycznego okresu. Jego interpretacja przedstawiona na rysunku poniżej, może nie jest oczywista, ale bardzo prawdopodobna.

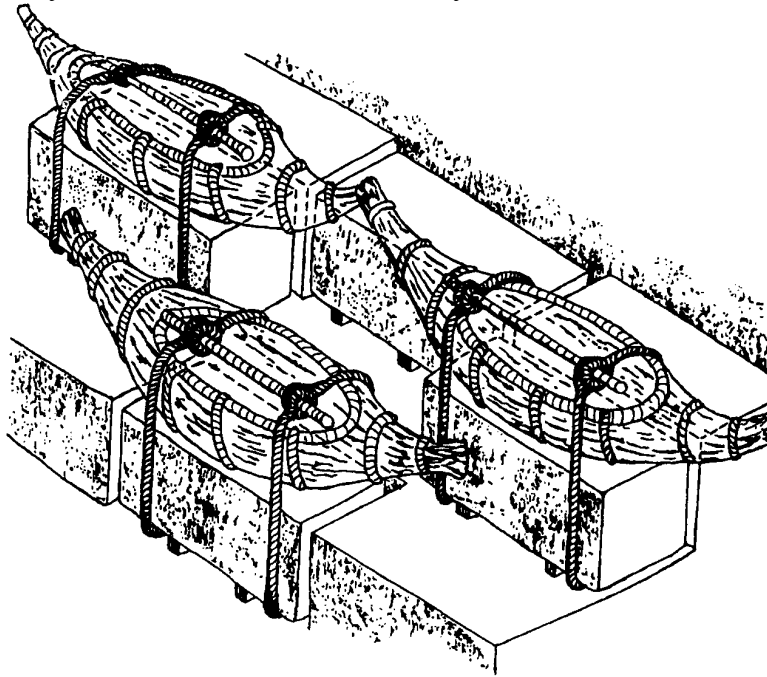


Rys.7. Malowidło z grobowca Hierakonpolis i jego interpretacja rysunkowa.

Te, o niecodziennym wyglądzie, łodzie posiadały prawdopodobnie na swoim pokładzie solidne skrzynie. Każda skrzynia miała w swojej górnej części specjalne uchwyty do zamocowania lin i były one rozsunięte wzdłuż długości łodzi na wymiar transportowanego bloku skalnego. Operacja załadunku a dokładniej wciągania kamienia otworem w dnie łodzi odbywała się w bardzo prosty sposób. Łódź podpływała nad stojący blok, a do skrzyń wrzucano tyle kamieni, żeby osiadła niemal na dnie kanału. Po zamocowaniu kamienia linami do uchwytów wyrzucano ze skrzyń już niepotrzebny balast do skrzyń następnej łodzi. Oswobodzona z ciężaru kamieni łódź wynurzała się podnosząc jednocześnie blok. Operacja kosztowała sporo energii, ponieważ każdorazowo należało przetrzucić, z łodzi do łodzi, ciężar przekraczający wagę transportowanego głazu.

W przypadku drążenia Kanału Faraonów koszt energetyczny mógł być zdecydowanie mniejszy. Konstrukcja łodzi również nie musiała być tak skomplikowana. Pracę tysięcy niewolników wykonywał Nil.

Lekkie trzcinowe łodzie ustawiano na przygotowanych do transportu blokach i przywiązywano je linami. Należało tylko zaczekać na wysoką wodę i łodzie z podwiazanymi u dna kamieniami można było odholować w dowolnie wybrane miejsce.



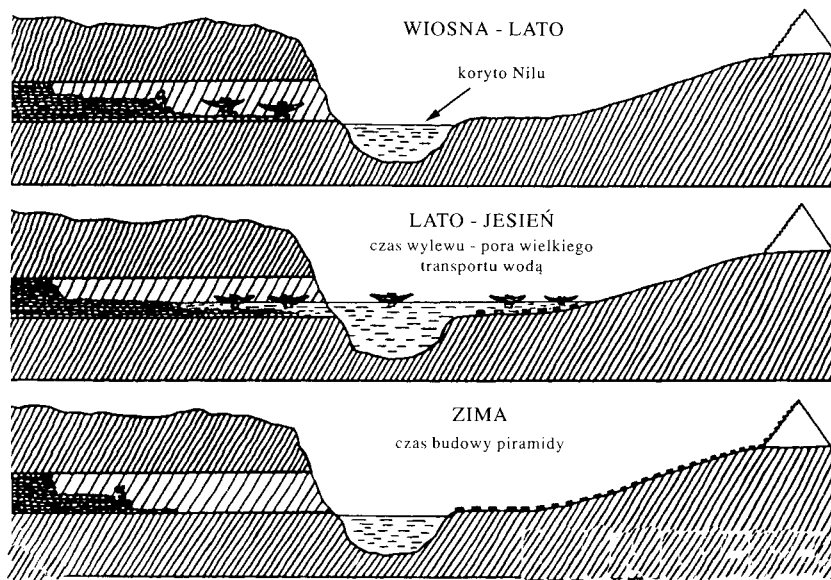
Rys. 8. Łodzie z przywiązanymi blokami skały oczekujące na wysoką wodę.

Najprostszym rozwiązaniem było przeholowanie ich na zachodni brzeg Nilu, gdzie fala przyływu zalewała rozległe doliny pól uprawnych⁴. Na brzegach tych pól, ku

⁴ Tego rodzaju transport jest technicznie możliwy. Całkowicie zanurzone wapienne bloki dawały własny wypór około 1 tony, wystarczyło więc, aby wyporność tratwy była rzędu 1,5 tony i holowanie takiego zestawu było możliwe pod warunkiem, że transport odbywał się z prądem.

wielkiemu zmartwieniu chłopów egipskich, pozostawiano transportowane bloki. Odwiązane od łodzi kamienie osiadały w mule i po opadnięciu wody mogły być transportowane lądem. Uwolnione od ciężaru łodzie szybko wracały do tunelu, aby zdążyć zabrać kamienie z poziomów, do których fala przyływu jeszcze nie dotarła. Proces ten był możliwy dzięki specjalnej metodzie prowadzenia prac. Drażenie tunelu zaczynało, na przykład, w prawym górnym rogu, aby zakończyć je w lewym dolnym. Kuto długie, ciągnące się kilka kilometrów stopnie o szerokości równej co najmniej dwóm szerokościom wykuwanego bloku powiększonym o wymiary szczeliny powstającej w trakcie kucia. Z zachowanych śladów w kamieniołomach w Tura wynika, że szczeliny te miały około 15 cm szerokości.

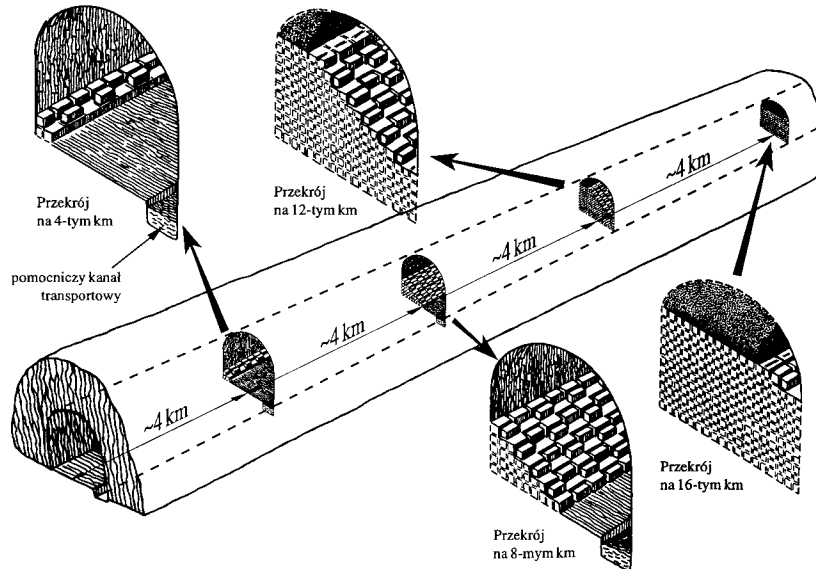
Taki system prowadzenia prac zapewniał swobodny dostęp do wykuwania jednocześnie całej rocznej produkcji bloków oraz przywiązania ich do łodzi bez konieczności ruszania z miejsca. Jeżeli przyjmiemy, że średnia roczna ilość wydobytej skały wynosiła 100 tysięcy m³, przy czym co najmniej 50 tysięcy m³ przypadało na foremne bloki, to prace wydobywcze musiały być prowadzone równocześnie na długości około 14 km. Pozwalało to zatrudnić olbrzymią liczbę niewolników sięgającą z pewnością przynajmniej 30 tysięcy osób zatrudnionych bezpośrednio przy miedzianych dłutach. Jeżeli dodamy do tego nadzorców i tragarzy noszących żywność, to była to armia, której utrzymanie w posłuchu było możliwe wyłącznie dzięki specyficznym warunkom pracy.



Rys.9. Poszczególne fazy transportu bloków skalnych na drugi brzeg Nilu.

Zamknięci zupełnie jak w lochu niewolnicy nie mieli możliwości ucieczki. Wszelki bunt mógł być natychmiast stłumiony odcięciem dostaw żywności. Niewolnicy skazani na pracę w tunelu dość szybko umierali i zastępowani byli nowymi, a ciągnęło się to przez 200 lat. Powtarzający się cykl pracy nie stwarzał kłopotów organizacyjnych. Ze względu na stałą i nie nadbyt wysoką temperaturę praca mogła trwać cały rok. Kiedy Nil opadał, kuto kostki kamienne i przygotowywano je do transportu, a kiedy poziom wody się podnosił część ludzi znajdowała zatrudnienie w transporcie, a część kuła partie przylegające do sklepienia tunelu. Wykuwano wtedy drobniejsze kamienie, które bez

trudu ładowano na zwyczajne łodzie kursujące tam i z powrotem po zalanym tunelu. W tym czasie prawdopodobnie wykuwano liczne szyby wentylacyjne, których zamaskowane wyloty powinny istnieć w niedostępnych skalistych zboczach gór.



Rys.10. Metoda wykuwania tunelu zapewniająca równoczesny dostęp do całorocznej produkcji kamieni.

Na pytanie, czy tunel istnieje do dzisiaj, trudno odpowiedzieć. Jeżeli był wybudowany, to w tym sejsmicznie stabilnym rejonie kuli ziemskiej nie powinien ulec całkowitemu zniszczeniu, można więc próbować go odszukać.

Może znajdziemy inną budowlę, wymagającą wydobycia podobnej ilości kamieni z zachowaniem warunku podobnie łatwego ich transportu.

Może jest to jezioro Birkat Karun, które nazywane przez Herodota jeziorem Mojrisa było, jego zdaniem, dziełem rąk ludzkich. Pisze on " ...że stworzyły je i wykopały ręce ludzkie, ono samo zaświadcza. Bo mniej więcej w środku jeziora stoją dwie piramidy, każda wystająca z wody na pięćdziesiąt sążni, a pod wodą jest równie głęboko podbudowana. Opowiadali też krajowcy, że to jezioro pod ziemią ma ujście do libijskiej Syrty".

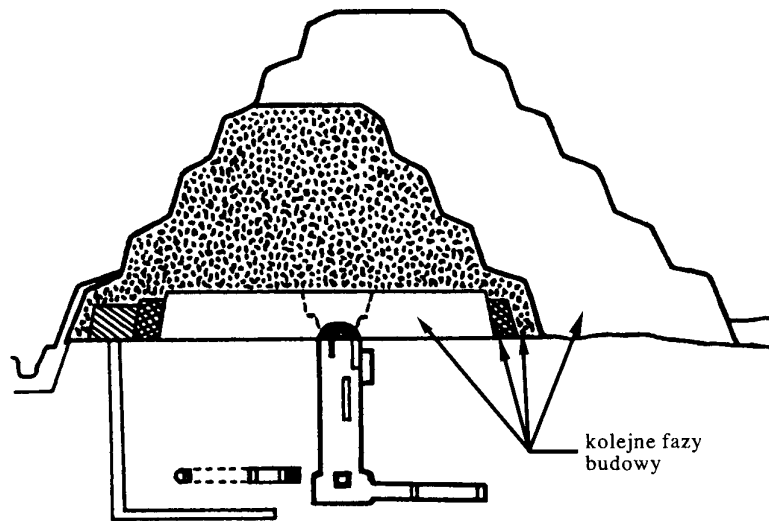
Możliwości jest wiele, szczególnie jeżeli skorzystalibyśmy z fantastycznych pomysłów von Dänikena o przybyszach z kosmosu budujących np. lotnisko. Spróbujmy jednak trzymać się rzeczywistości i sprawdźmy, jak mieszczą się w koncepcji istnienia jednej większej nadrzędnej budowy, główni świadkowie i sprawcy całego zamieszania, czyli piramidy egipskie.

Budowa piramid

Inicjatorzy budowy tunelu nie przejmowali się kamieniami składowanymi na polach w okolicy Sakkara. Zajmowały one sporo miejsca i chłopci egipscy nie mogli uprawiać swoich pól. Na szczęście znalazł się ktoś, kto przekonał panującego wówczas faraona Dżesera, że kamienie z budowy tunelu są doskonałym materiałem na budowę grobowca. Być może był to Imhotep, nadworny architekt faraona, który sam siebie wpędził w nie lada kłopot. Sięgnął po materiał budowlany, z którym nie bardzo jeszcze umiał sobie poradzić. Brak czasu na przygotowanie projektu spowodował, że zaczął od budowy typowej mastaby.

Ponieważ kamieni ciągle przybywało, kilkakrotnie powiększał mastabę w dość chaotyczny sposób.

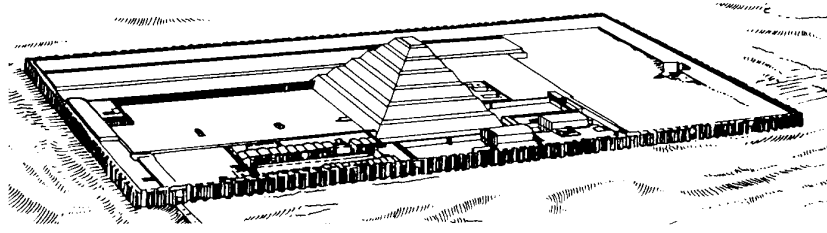
Tymczasem budowa tunelu nabierała rozmachu, zaczynał napływać kamień w coraz lepszym gatunku i coraz większych ilościach.



Rys.11. Piramida Dżesera - kolejne fazy budowy.

Imhotep nie miał wyjścia, musiał zaprojektować coś zupełnie nowego, zdolnego wchłonąć znacznie większe ilości kamienia. Tak powstała pierwsza piramida składająca się z czterech stopni. Ostatecznie powiększył ją jeszcze o dwie kondygnacje i rozbudował w kierunku północy i zachodu. Kolejne, przedstawione na rysunku fazy budowy piramidy nazywanej Schodkową zostały potwierdzone przez wielu badaczy, również powszechnie uważa się ją za pierwszą zbudowaną w Egipcie piramidę. W budowli o wysokości około 60 m, której podstawę stanowił prostokąt o wymiarach 140 x 118 m, po raz pierwszy zastosowano kamień w tak ogromnej ilości. Stała się ona głównym obiektem wspaniałego kompleksu grobowego faraona Dżesera, ale nie ma dowodów na to, że faraona w niej pochowano.

Imhotep dokonał prawdziwej rewolucji w budownictwie. To co robiono dotychczas z cegły, drewna i trzciny, on zrobił z kamienia. Nie wydaje się jednak, aby tak niedoskonała piramida była przyczyną tak rewolucyjnych poczynań.



Rys.12. Kompleks grobowy piramidy Dżesera - rekonstrukcja.

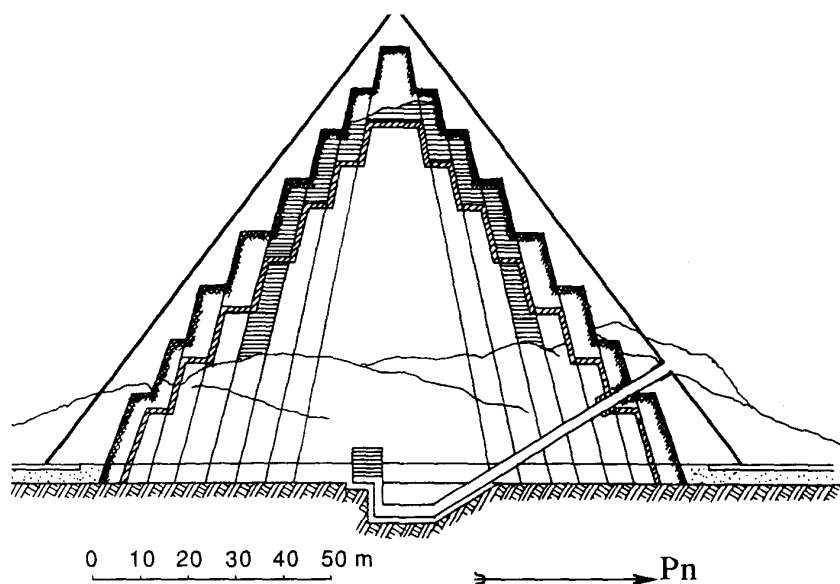
To nie budowa piramidy kazała Imhotepowi w kolumnach otaczających ją budowli rzeźbić rowki imitujące trzcinę i wieńczyć kolumny kapitelami z kamiennych papirusów. Wysoki na 10 m ozdobny mur otaczający piramidę, ciągnący się na długości ponad 1600 m oraz liczne komnaty naziemne i podziemne są dowodem na to, że nie piramida była przedmiotem dumy architekta.

Piramida pochłonęła być może najwięcej wysiłku fizycznego, ale kunszt artystów i architekta objawił się wyłącznie w budowlach towarzyszących. Brak koncepcji co do ostatecznego kształtu piramidy w połączeniu z precyzją zaprojektowania murów, podwórców, świątyni grobowej i kaplic, świadczy o tym, że architekt został całkowicie zaskoczony ilością otrzymanego do dyspozycji materiału budowlanego, wykorzystał go w nowatorski sposób i tym przeszedł do historii.

Imhotep w późniejszych czasach starożytnego Egiptu był czczony na równi z bogami, jako patron nauki i medycyny, zatem zasługi jego musiały być znacznie większe niż zbudowanie choćby najpiękniejszego zespołu grobowego. Osobiście uważam, że jeżeli rzeczywiście Egipcjanie zbudowali tunel-kanal, to dzięki niemu. On świadomie lub nieświadomie stał się autorem koncepcji zagospodarowania wydobywanego podczas budowy kanału kamienia. Rozpoczęte dzieło miało zostać zakończone dopiero w następnych pokoleniach. Aby tak się stało, musiała być zapewniona przychylność władców przez cały czas trwania budowy. Nie wystarczyłby protektorat kapłanów, którzy jako wykształcona warstwa gwarantowali rozumienie dalekowzrocznych celów. Z faraonami bywało różnie, trzeba się było liczyć z różnymi reakcjami na tak kosztowną budowę. Najbezpieczniej było zaspokoić ich próżność. Budowa monumentalnego pomnika grobowego była niezwykle kuszącym przedsięwzięciem. Kolejni władcy prześcigali się w rozmiarach budowli.

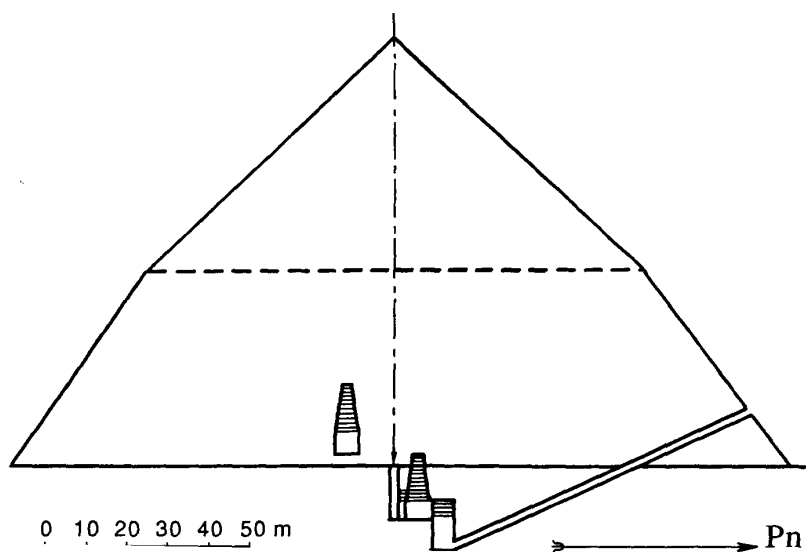
Ponieważ rytm budowy piramid nie zawsze zgadzał się z rytmem zmian na tronie faraona, często, rozpoczętą przez swojego poprzednika budowę, kolejny faraon zmieniał w zasadniczy sposób.

Tak więc piramida w Medum, rozpoczęta być może też przez Imhotepa, nie spodobała się prawdopodobnie faraonowi Snofru. Kazał ją więc nieco powiększyć i olicować tak, że ściany jej miały gładką powierzchnię.



Rys.13. Piramida w Medum.

Przypuszczalnie piramida Schodkowa i piramida w Medum stały się poligonem doświadczalnym, na którym wykształciły się metody budowy i dopracowano szczegóły transportu poziomego i pionowego. Widocznie osiągnięto dużą sprawność w transportowaniu ciężkich głazów, bo następne zamierzenia były znacznie większe. Przypuszczalnie kolejną piramidą była piramida Łamana. Budowę rozpoczęto pod kątem nachylenia niewiele różniącym się od piramidy w Medum, jednak w trakcie budowy prawdopodobnie zmienił się decydująco i chcąc przyspieszyć tempo budowy, zmieniono kąt nachylenia na mniejszy - $42^{\circ} 21'$.



Rys.14. Piramida Łamana.

Być może wtedy też zbudowano dodatkowe zachodnie wejście i połączone z nim dodatkowe komnaty.

W tym czasie tunel był już poważnie zaawansowany. Od chwili rozpoczęcia budowy minęło co najmniej 50 lat i osiągnął długość około 25 km.

Tempo wydobycia kamienia przekracza 100 tysięcy m³ rocznie i tę ilość trzeba natychmiast zagospodarować. Wszelkie próby magazynowania kamieni sprowadzają się w zasadzie do budowy innej piramidy. Roczny urobek luźno porzucony na polach zajmuje powierzchnię kilkunastu hektarów, należy więc natychmiast go uprzętać, aby umożliwić zasiewy.

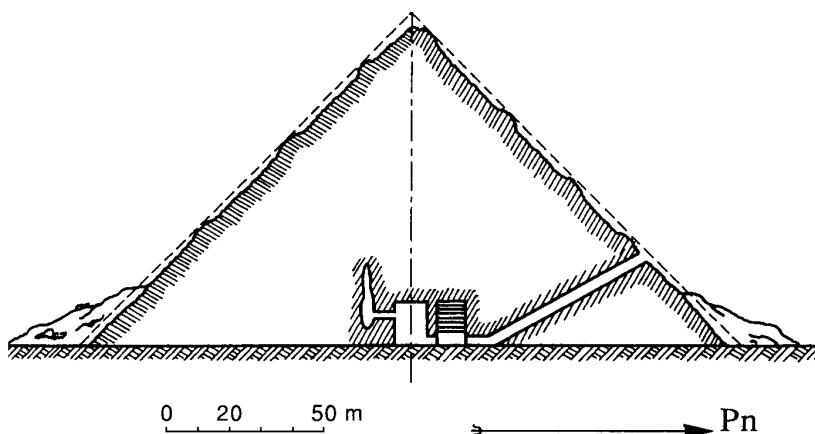
Najtrudniejsze są momenty przejściowe. Prace wykończeniowe budowanej piramidy nie pozwalają na właściwe przygotowanie placu pod budowę następnej, tymczasem dostawy kamienia są nieprzerwane.

Ponieważ kamień nie może być zagospodarowany na nie przygotowanym terenie, buduje się małe piramidy nazwane przez egiptologów pomocniczymi. Geneza ich powstania może być również inna. Może to być także zagospodarowanie nadmiaru kamienia, który pozostał po zakończonej budowie⁵

Tak przypuszczalnie było w przypadku znajdującej się w pobliżu piramidy Łamanej - małej piramidy pomocniczej. Zmiana kąta nachylenia spowodowała, że nie dość dokładnie obliczono moment kiedy należy przerwać dostawy budulca. Pozostawiono więc kamienie i obdarowano kogoś, np. z rodziny królewskiej, przywilejem zbudowania sobie grobowca w kształcie małej piramidy. Obdarowany zatrudniał przypuszczalnie nową ekipę budowniczych, ponieważ na dotychczasową czekały nowe zadania, na które kamień był już w drodze. Widocznie proporcje wierzchołka piramidy Łamanej tak bardzo spodobały się budowniczemu następnej (prawdopodobnie był to również Snofru), że postanowił zbudować olbrzymią piramidę o podobnym kącie nachylenia ścian.

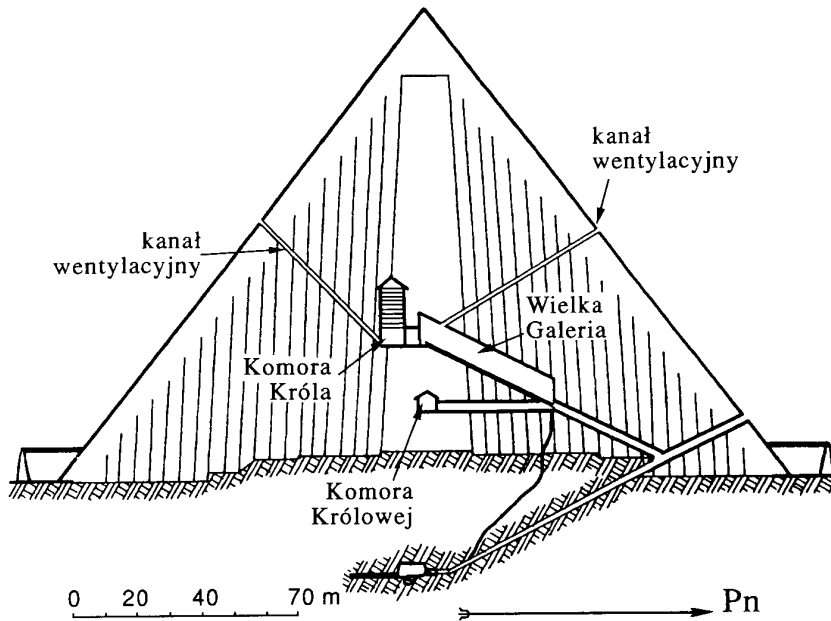
⁵ Cywilizacje starożytne prawie nie знаły pojęcia magazynowania materiałów budowlanych. Przy ówczesnym poziomie rozwoju środków transportu i wykorzystywaniu głównie siły ludzkich mięśni, magazynowanie materiałów nie miało większego sensu, a zgromadzenie materiałów na stosunkowo małej powierzchni niczym nie różniło się od samej budowy. Każda dodatkowa przerwa w procesie transportu wydłużała cykl budowy.

Magazynowanie materiałów nabrało znaczenia dopiero wtedy, kiedy wykorzystanie paliw pozwoliło na nieliczenie się z kosztami energetycznymi.



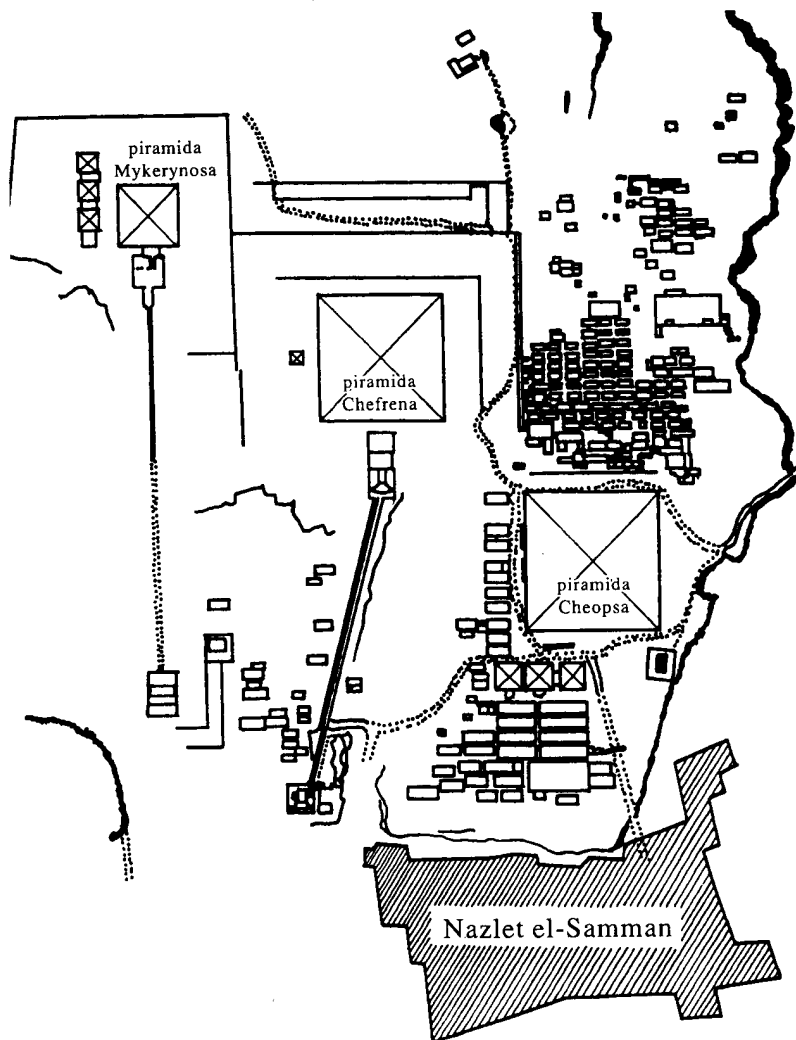
Rys.15. Piramida Północna w Dahszur.

Tak powstała trzecia co do wielkości piramida Północna w Dahszur, będąca ewidentnym przykładem nieustannych poszukiwań i eksperymentów. Jest to jedyna piramida, w której chodniki i komory nie schodzą poniżej poziomu podstawy. Było to znaczne ułatwienie, ponieważ komora i chodnik były murowane z kamienia a nie drążone w litej skale. Jest niezwykle interesującą rzeczą, dla- czego zachowano klasyczny układ korytarza prowadzonego ukoś- nie w górę, do wyjścia położonego znacznie wyżej od komory. Przecież konstrukcja ukośnego korytarza w poziomo leżących blo- kach rdzenia piramidy była bardzo trudna. W poprzednich pirami- dach korytarz musiał wznosić się ku powierzchni ziemi z konieczności, ale w przypadku piramidy Północnej z Dahszur, korytarz mógł z powodzeniem przebiegać poziomo. Może był to zwykły przypadek a może konieczność spowodowania lepszej wymiany powietrza, na wypadek kiedy trzeba było prowadzić prace wykończeniowe w komorach. Przecież ludzie pracujący tam musieli nie tylko oddychać, ale także oświetlać pomieszczenie. Przepuszczalnie podobny tok rozumowania przeprowadził budowniczy piramidy Cheopsa, ponieważ dwie górne komory, do których wejście znajduje się poniżej ich poziomu, zostały wyposażone w specjalne szyby wentylacyjne.



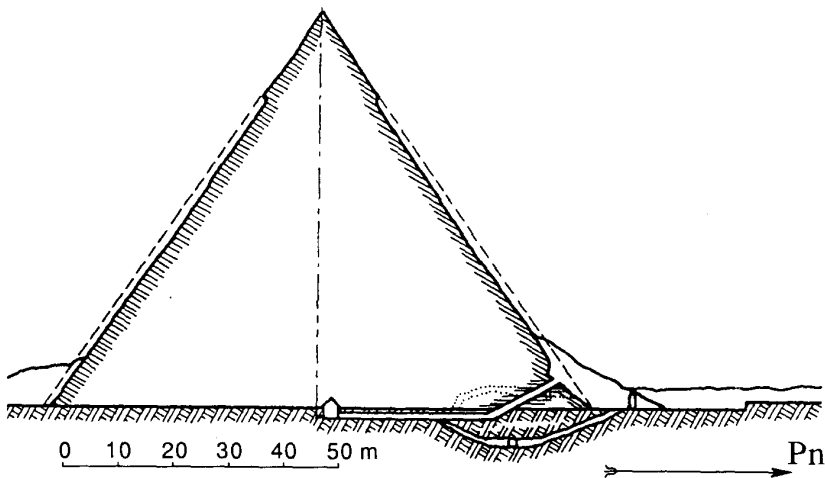
Rys.16. Piramida Cheopsa.

Ale zanim przystąpiono do budowy piramidy Cheopsa, będącej szczytowym osiągnięciem egipskich budowniczych, w rejon przyszłej budowy dotarła część rocznego urobku z tunelu, który miał już około 35 km długości. Bezwzględnie należało oczyścić teren i budulec przetransportowano z doliny na płaskowyż, ponieważ tylko tam prowadziła specjalnie zbudowana (przez innych specjalistów) rampa.



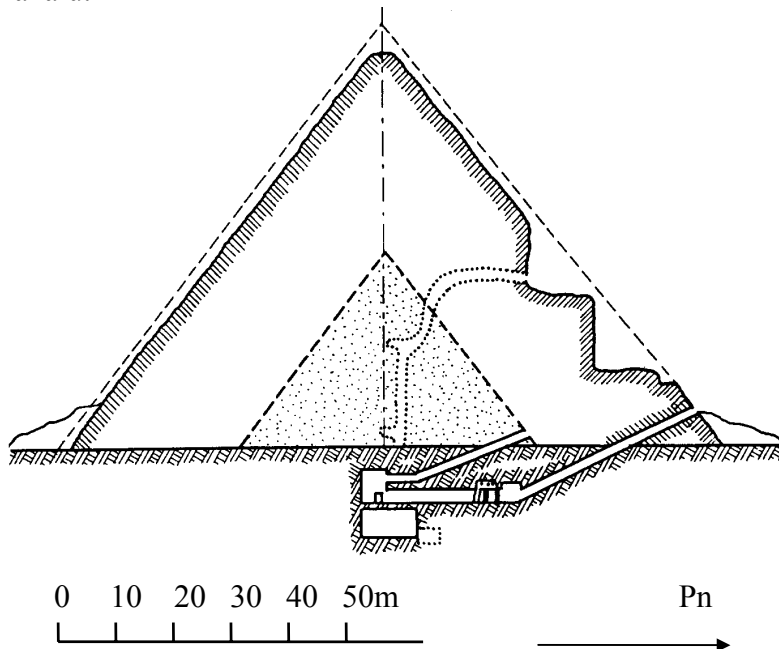
Rys.17. Plan rozmieszczenia piramid w Giza.

Kamień nie postawiony na swoim miejscu przeszkadza, dlatego więc powstały trzy małe piramidy pomocnicze. Może część materiału pochodziła z niwelacji placu pod przyszłą piramidę Cheopsa. Jedno jest pewne, małe piramidy istnieją, przy piramidzie Cheopsa mogły wyprzedzać budowę piramidy, a przy piramidzie Mykerynosa mogły powstać z resztek kamieni po jej zakończeniu. Piramida Chefrena, stojąca pomiędzy tymi piramidami i budowana jako druga z kolei, nie ma piramid pomocniczych. Istnieją co prawda ślady jednej bardzo małej, która w zasadzie nie zmienia toku naszego rozumowania. Nas interesują ilości kamienia równe przynajmniej czwartej części rocznego urobku, czyli powyżej 25 tysięcy m³, ponieważ tylko takie ilości, zajmując kilkuhektarowe przestrzenie, zmuszały do ich natychmiastowego zagospodarowania.



Rys.18. Piramida Chefrena.

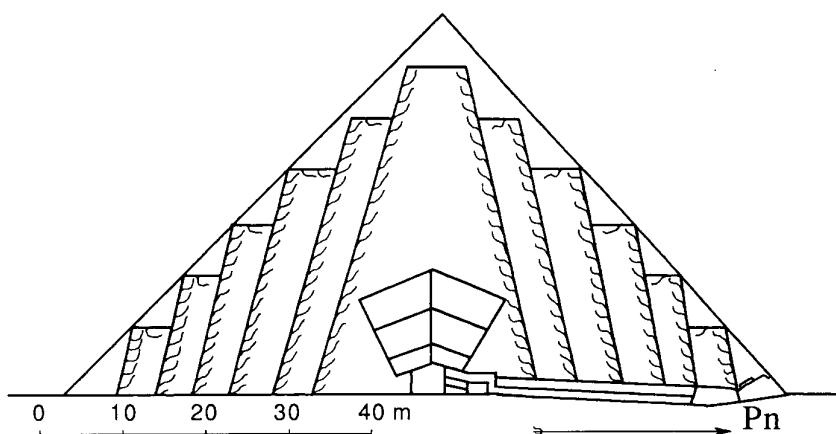
Kiedy zakończono budowę trzech piramid na płaskowyżu w Giza i wykonano wszystkie budowle pomocnicze, upłynęło następne kilkadziesiąt lat. Przerobiono około 17 milionów m^3 kamienia. Budowany tunel osiągnął co najmniej 80 kilometrów długości i niewykluczone, że wąska nitka kanału pilotującego mogła już nawet sięgać wylotu kanału.



Rys.19. Piramida Mykerynosa.

Następne budowle nie musiały już być tak wielkie, nie zawsze dawało się przewidzieć jakiej jakości będzie budulec, skała nie była jednorodna, zdarzały się pęknięcia lub szczeliny, należało planować skromniej, aby mieć pewność zakończenia dzieła. Jednak skromność dotyczyła jedynie wymiarów piramid. W tym czasie szafowano niezwykle

pięknym czerwonym granitem "kamieniem etiopskim", którym jak pisze Herodot miała być oblicowana do połowy swojej wysokości piramida Mykerynosa, a tereny po północnej stronie prawdopodobnie niedokończonych piramid Rededefa w Abu Rawwasz są dosłownie usłane odłamkami granitu. *Tę rozrzutność można wytłumaczyć jedynie faktem, że budowa tunelu dotarła do rdzenia gór u wybrzeży Zatoki Sueskiej i masowe wykorzystywanie bloków granitu jako zwykłego budulca stało się koniecznością.* Gatunek skał Monokliny Egipskiej nie był tajemnicą dla starożytnych, naturalny przekrój warstwy skał monokliny to dolina Wadi Hammamat, poznana wcześniej jako droga do Morza Czerwonego. Jednym z celów wypraw tą doliną było zdobycie granitowych bloków skalnych na posągi i sarkofagi i wielokrotnie zostało to przez Egipcjan opisane.



Rys. 20. Piramida Sahure.

Przypuszczalnie piramida Sahure była ostatnią wybudowaną z kamienia pozyskanego przy budowie tunelu⁶. Mógł więc Sahure zorganizować wyprawę do Puntu nową drogą wodną i zostało to uwiecznione napisami w jego grobowcu.

Oczywiście nie była to ostatnia piramida, budowano ich jeszcze wiele, ale nigdy nie były to budowle tak ogromne i z takiego materiału.

Piramidy to nie tylko góry kamienia, bez względu na to co kryły w swoich wnętrzach i co ukrywają nadal, są przede wszystkim świadectwem ogromnych umiejętności obróbki kamienia i transportu. Nabyte w czasie ich budowy umiejętności owocowały w późniejszych czasach wspaniałymi budowlami, które nie rozmiarami, ale kunsztem architektonicznym znacznie piramidy przewyższają. Istnieje wiele teorii na temat metody ich budowania, usiłowano nawet zbudować sztuczną piramidę, aby ostatecznie wyjaśnić sposób spiętrzenia takiej ilości kamieni, wszystko na próżno. Herodota, który pisze, że piramidy budowano 100 dni w roku, przy pomocy maszyn zrobionych z "krótkich drewn", które podawały kamienie ze stopnia na stopień, uznano za mało wiarygodnego, ponieważ nigdy nie znaleziono nawet śladu podobnych maszyn ani zapisów o ich istnieniu. Jak więc było naprawdę przypuszczalnie nie dowiemy się nigdy. Możemy jednak spróbować odtworzyć tok rozumowania pierwszego budowniczego piramidy, Imhotepa, który stanął wobec konieczności transportu kamieni na wzgórze a potem

⁶ Konstrukcja piramidy Sahure wyraźnie wskazuje na to, że została zbudowana z resztek kamieni jakie wydobywano przy ostatecznym wykańczeniu tunelu

układania ich jeden na drugim, cały czas zdając sobie sprawę, że zadanie to nawet w połowie nie wymaga takiego wysiłku jak wyrwanie bloku ze skały. Nie mógł powiedzieć, że tego się nie da zrobić, ktoś przed nim potrafił wykuć kamienne prostopadłościany i on musiał znaleźć sposób na wykonanie zadania.

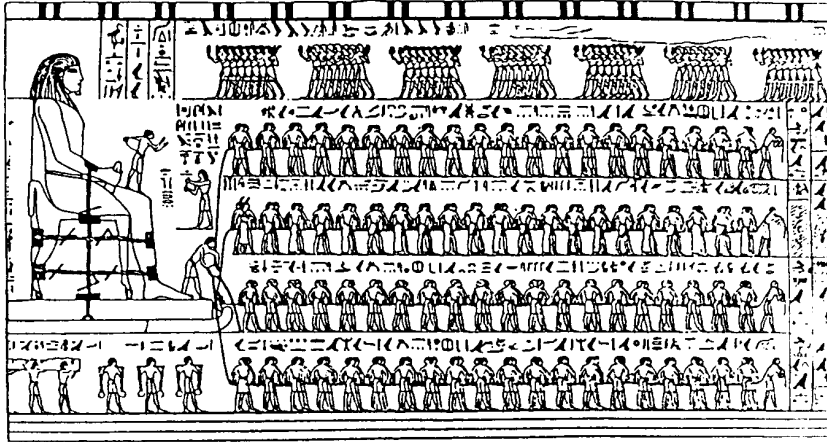
Jak zasada działania stawu kolanowego pomaga wyjaśnić metodę budowy piramid

Imhotep, czy ktokolwiek inny by to był, na początku otrzymywał pochodzący z rozruchu budowy tunelu gruz kamienny w wielkich ilościach. Może określenie gruz nie jest zbyt precyzyjne, bo tylko w porównaniu z dwu i półtonowymi blokami skały, kilkudziesięcio i kilkusetkilogramowe kamienie można nazwać gruzem. W każdym razie stosunkowo małe kamienie nie stwarzały problemów z transportem. Dopiero z czasem budowniczy tunelu zdecydowali się na wycinanie większych bloków, wtedy też należało wymyślić sposób na wciąganie ich na miejsce budowy. Zbudowano rampę transportową od miejsca dokąd sięgały wody wylewającego Nilu aż na wzgórze, gdzie już wcześniej rozpoczęto budowę piramidy. We wciąganiu bloków do nasady rampy ochoczo pomagali chłopcy jako najbardziej zainteresowani w przygotowaniu pól pod zasiewy. Transport a zarazem budowa piramid rozpoczynały się po opadnięciu wody w Nilu, czyli mniej więcej w październiku, kiedy można było swobodnie podejść do bloków i odkopać je z mułu. Potem nie pozostawało już nic innego, jak ruszyć z miejsca i ciągnąć je mozolnie pod górę. Ale jak wyjaśnić sposób transportu 100 tysięcy bloków rocznie z brzegu wylewającego Nilu aż do podnóża piramidy, nie popełniając tego samego błędu, co autorzy wspomnianych na początku książeczek dla dzieci. Przyjmując ich sposób rozumowania łatwo dostrzec, że stosunkowo wąska rampa w żadnej mierze nie pomieści olbrzymiej liczby ludzi stanowiących zaprzęgi ciągnące pojedyncze kamienie ustawione na saniach. Nawet jeżeli, jak sugerują niektórzy, przyjmujemy hipotezę, że w celu zmniejszenia tarcia polewano rampę wodą a nawet mlekiem, to trudno sobie wyobrazić skuteczny transport wykonywany przez ciągle ślizgających się i upapanych w błocie niewolników. Zaczniemy więc od szukania śladów metod transportu, jakie Egipcjanie zostawili po sobie. Zanim skorzystamy z legend o chodzących kamieniach, spróbujmy przeanalizować jeden z nielicznych rysunków obrazujący transport olbrzymiego posągu pochodzący z czasów XII dynastii czyli około 800 lat po piramidach.

Właśnie ten rysunek narobił najwięcej szkody w wyjaśnieniu metod transportu. Jego zbyt pobieżna analiza prowadzi do fałszywych wniosków.

Jeżeli przyjmiemy jako główne założenie, że rysownik starał się jak najdokładniej przedstawić rzeczywistą scenę transportu posągu, to analizując treść rysunku powinniśmy znaleźć wyjaśnienie co najmniej czterech jego cech charakterystycznych nie spotykanych gdzie indziej.

Po pierwsze, rysownik zadał sobie bardzo dużo trudu, aby przedstawić właśnie tyle osób w zaprzęgu.



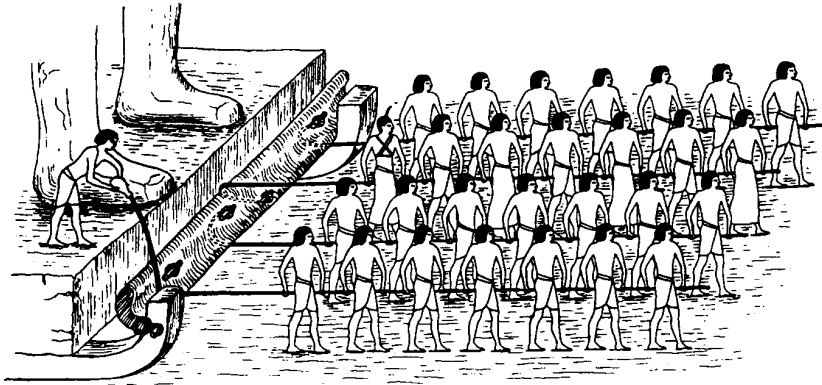
Rys. 21 Transport 60-tonowego posągu

Po drugie, jeden z czterech rzędów ciągnących zdecydowanie wyróżnia się strojem: co druga para ciągnących ma długie fartuszki, a pierwsza para posiada dziwaczne nakrycia głowy.

Po trzecie, liny nie są zaczepione bezpośrednio do sań, lecz do elementu o nietypowym kształcie, który jednym końcem opiera się o płozy.

Po czwarte, jeden z pracujących najprawdopodobniej wylewa jakąś ciecz z przodu sań.

Ponieważ jest rzeczą fizycznie niemożliwą aby 166 ludzi było w stanie ciągnąć liny z siłą co najmniej rzędu 9 ton, należało szukać rozwiązania w zastosowaniu jakiegoś urządzenia umożliwiającego przełożenie sił i oczywiście znaleźć punkt oparcia umożliwiający zwiększenie siły. O ile nie jest rzeczą trudną znalezienie odpowiedniej maszyny prostej umożliwiającej zwiększenie siły, o tyle trudno było znaleźć na rysunku interpretację punktu oparcia. Dopiero próba znalezienia przyczyny, dla której jeden szereg ciągnących różni się od innych, pomogła znaleźć wielce prawdopodobną interpretację rysunku przedstawioną na szkicu poniżej.



Rys. 22. Przestrzenny rysunek transportu posągu.

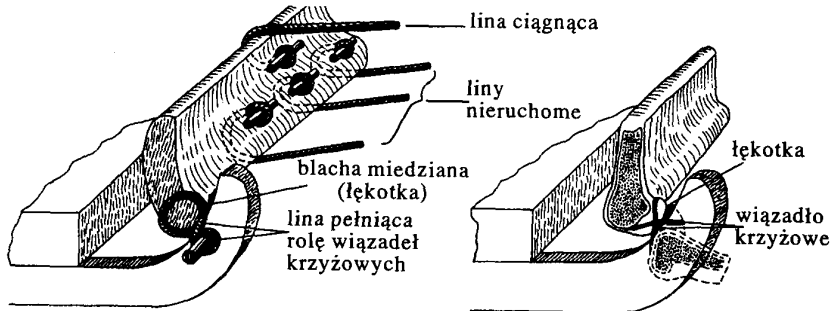
Egipcjanie nie rozważali problemów ciągnięcia ciężkich głazów i posągów teoretycznie, oni to po prostu realizowali w praktyce. Sprawdzili, że nawet 300-tu czy 400-tu ludzi nie dałoby rady ciągnąć z siłą przekraczającą 9 ton. Liny z włókien oprócz szeregu zalet, mają jedną uciążliwą wadę, rozciągają się. Wydłużenia liny zależą oczywiście od wielkości siły rozciągającej, rodzaju splotu i długości liny. Gdyby kilkudziesięcioosobowy szereg ludzi usiłował ciągnąć za pomocą jednej liny, to ostatni w szeregu musiałby zrobić o kilka kroków więcej od pierwszego zanim lina uzyskałaby właściwe napięcie. Każdorazowe zwolnienie napięcia zmuszałoby do wykonania ponownej pracy naprężania (niebagatelnej), a znajdowanie coraz nowych punktów oparcia dla nóg i zachowanie równoczesności działania wszystkich 50 ludzi jest mocno wątpliwe.

Ludzie ci mogliby co najwyżej szarpać liną i byłoby to zajęcie bardzo mało efektywne. Egipcjanie znaleźli genialne rozwiązanie.

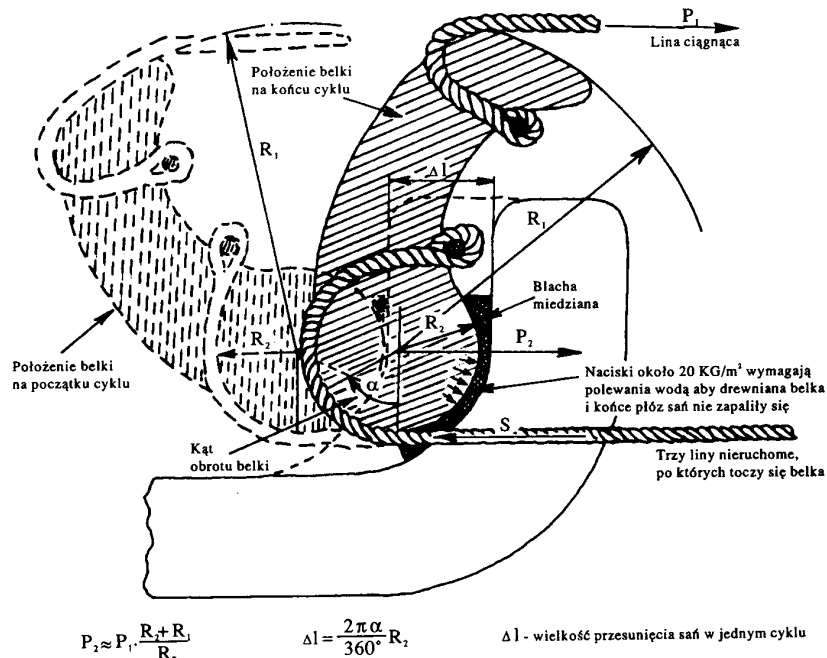
Okazuje się, że kiedy ludzie starają się utrzymać uciekającą z rąk linę, sytuacja diametralnie się zmienia. Rozciągliwość liny przestaje przeszkadzać, nogi pozostają w miejscu, najwyżej ręce zmieniają miejsce chwytu. Oprócz tego, człowiek trzymając uciekającą linę nie wykonuje pracy, w rozumieniu siła razy przesunięcie, jest w stanie utrzymać znacznie więcej niż ciągnąć.

Egipcjanie stworzyli coś w rodzaju ruchomego punktu podparcia składającego się z trzech rzędów ciągnących, którzy byli w stanie stawić chwilowo opór rzędu 65 kG każdy, co dało w sumie siłę oporu równą około 8 ton. Dopiero czwarty rząd, właśnie ten wyróżniający się ubiorem, najważniejszy, bo wymagający równoczesności pracy, był tym rzędem ciągnących, który wykonywał właściwą pracę przeciągania posągu. 43 ludzi ciągnęło z siłą 25 kG każdy, co dawało w sumie ponad 1 tonę. Przy zastosowaniu bardzo ciekawego elementu, w postaci belki drewnianej o niezwykle kształcie, umożliwiającego przełożenie około 1: 9, mogli oni wywierać na sanie z przymocowanym do nich posągiem, siłę 9 ton. Była to siła wystarczająca do ciągnięcia posągu, tym bardziej, że obie strony, ciągnąca i dająca oparcie, dysponowały pewnym zapasem. Przyjmując proporcje wymiarowe rysunku możemy w przybliżeniu ocenić wielkość przesunięcia posągu w jednym cyklu pracy. Jeśli przyjmiemy za możliwy 60° obrót belki w specjalnym gnieździe na końcu płóz, to przesunięcie sań mogło wynosić około 6 cm, w tym czasie szereg ciągnących przesunąłby się o 54 cm, następnie ciągnący

cofnęłyby się o 48 cm, szeregi stawiających opór przesunęłyby się do przodu o 6 cm (nie wykonując żadnej pracy) i cykl mógłby się powtórzyć. Najbardziej obciążonym elementem byłoby gniazdo obrotu belki w zakończeniu płóz. Naciski występujące w tym miejscu z całą pewnością wymagały polewania wodą.



Rys. 23. Sposób zamocowania belki do sań na wzór stawu kolanowego.



Rys. 23 a. Wyjaśnienie sposobu zwiększenia siły ciągnącej.

Czyżby więc Egipcjanie potrafili wykorzystywać zjawisko względności ruchu i stosować nieznaną nam współczesnym maszyny proste. Prawdopodobnie byli jedynie doskonałymi obserwatorami przyrody. Jeżeli uważnie przyjrzymy się pracy konia lub wołu podczas wykonywania ciężkich prac np. orki, to nietrudno zauważyć, że koń ciągnie płóg wbijając się trzema kopytami w ziemię. Te trzy kopyta, podobnie jak trzy szeregi napinających liny robotników na rysunku, to punkt oparcia dający możliwość wykonania pracy przesuwania posągu lub wyorania skiby ziemi. Czwarta noga podobnie jak czwarty szereg robotników wykonuje znacznie większy krok do przodu niż przesunięcie pługa. Różnice wynikać będą jedynie z różnych sposobów wywierania siły

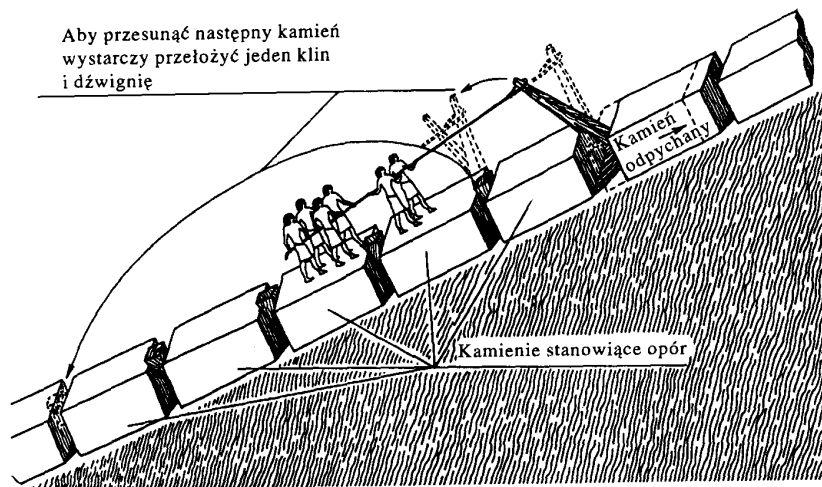
oraz z faktu, że nogi końskie naprzemian zmieniają swoje funkcje, a szeregi ciągnących mają funkcje przypisane na stałe.

Jeżeli przyjrzymy się kolejnemu rysunkowi przedstawiającemu ten tajemniczy element, do którego przymocowane są liny ciągnących posąg i obok przekrój przez staw kolany konia, to nie będziemy się dziwić w jaki sposób Egipcjanie wynaleźli nietypową maszynę prostą umożliwiającą zwiększenie wywieranej siły.

Nawet jeżeli przezorni Egipcjanie wyłożyli powierzchnię gniazda blachą miedzianą, belka na pewno z czasem zużywała się i trzeba było ją od czasu do czasu wymieniać, dlatego na rysunku widzimy ludzi niosących zapasową.

Taka interpretacja rysunku dość jednoznacznie wyjaśnia znaczenie wszystkich nietypowych elementów widocznych na nim, pozwala przypuszczać, że Egipcjanie zdawali sobie sprawę, że bez zastosowania przełożenia siły nie ma mowy o optymalnym wykorzystaniu mocy człowieka. Człowiek nie lubi pracować ani bardzo wolno, ani bardzo szybko. Dzięki podobnym zaprzęgom budowniczywie piramid mogli znacznie zwiększyć gęstość strumienia kamieni na rampie poprzez znaczne, bo 3 lub 4-krotne zmniejszenie liczby ludzi ciągnących głazy. Gęściej ustawione na rampie sanie mogły poruszać się wolniej przy zachowaniu tej samej liczby kamieni transportowanych w ciągu jednego dnia.

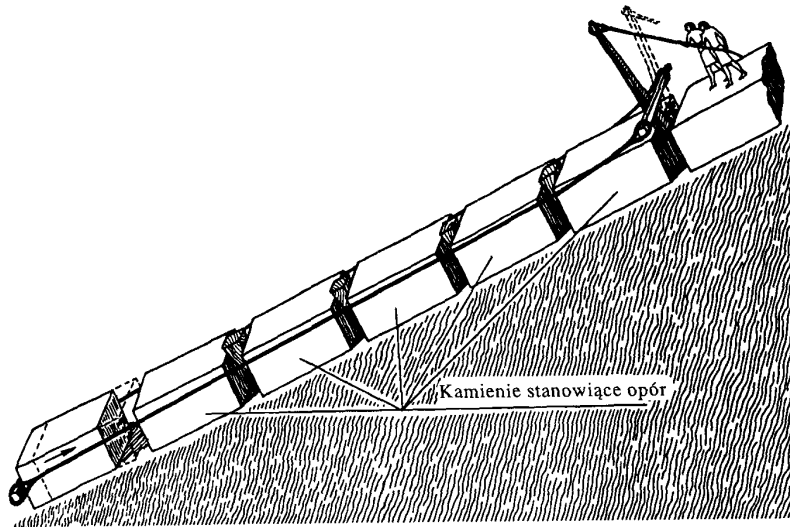
Nie odmawiamy jednak Egipcjanom inteligencji. To co dobre w transporcie jednostkowym wyjątkowo ciężkich elementów, nie musi być optymalne przy transporcie niemal astronomicznych ilości typowych elementów. Mogli wykorzystać zasadę nie powielając bezmyślnie sposobu.



Rys. 24. Przesuwanie kolejno kamieni na rampie.

Zasadą jest zastosowanie ruchomego punktu oparcia i przełożenia wielkości siły człowieka. *Jest rzeczą prawie niemożliwą, aby ktoś obdarzony nawet przeciętną inteligencją, ustawivszy na drodze rzędy kamieni w niewielkich odległościach od siebie, nie zauważył, że od pięciu kamieni połączonych sztywno ze sobą możemy odepchnąć szósty.* Pięć kamieni pozostaje na miejscu, ponieważ suma sił tarcia kilku kamieni zawsze będzie większa od siły tarcia jednego kamienia. W ten sposób łącząc kamienie w grupy jak na rysunku, możemy przesuwac po kolei kamienie w rzędzie i

dopiero przy ostatnich mamy pewne kłopoty, ponieważ ostatni kamień musimy dociągnąć do grupy poprzedzających go.



Rys. 25. Dociąganie ostatniego kamienia w rzędzie.

Wykorzystywana do tego celu sztywna drewniana rama z powodzeniem nam to umożliwi i nikt nie posądzi nas o rozrzutność w wykorzystywaniu deficytowego w Egipcie drewna. Proste dźwignie o kilkakrotnym przełożeniu będą narzędziem zupełnie wystarczającym, aby nie przejmować się współczynnikiem tarcia. Kamienna rampa, posypana cienką warstwą piasku, będzie nie tylko drogą transportu, ale również narzędziem wygładzającym powierzchnię zgrubnie obrobionych bloków kamienia. *Należy zwrócić uwagę, że ten sposób transportu nie pozostawia po sobie śladów w postaci specjalnych narzędzi, jest to po prostu umiejętność, która zaginie z czasem, kiedy tego rodzaju transport przestanie być koniecznością.*

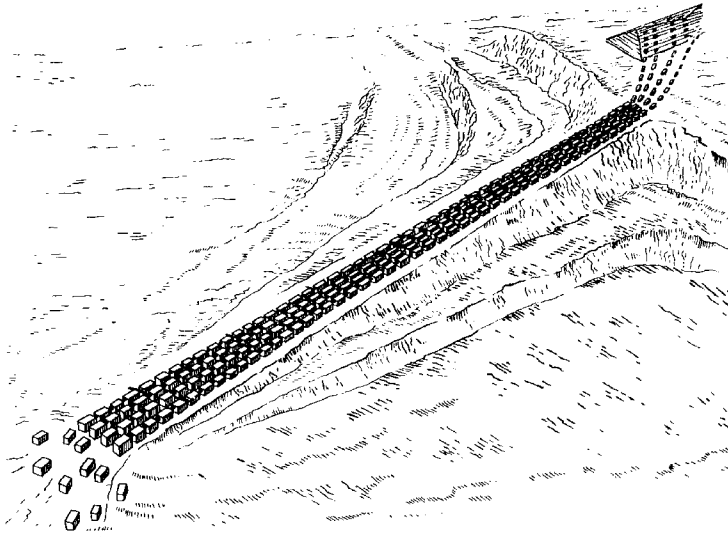
Gęsto ustawione kamienie na rampie w dwa lub trzy rzędy, będą wolno przesuwane pod górę zapewniając właściwą wydajność transportową⁷. Bardzo istotną zaletą tego rodzaju transportu, będzie fakt, że ludzie zatrudnieni przy transporcie pozostają w miejscu. Nie muszą transportować samych siebie wzdłuż rampy, a jest to niebagatelna oszczędność energii. W klasycznych zaprzęgach, których rysunki publikowane są w wielu książkach na temat piramid, ludzie ciągnący stanowią około 50% ciężaru ciągniętego bloku skały. Jeżeli obliczymy do tego ciężar sań i bardzo poważne kłopoty przy pokonywaniu końcowej krawędzi rampy, kiedy przechodzimy z pochyłości na poziomą powierzchnię, to z całą pewnością powinniśmy wykluczyć tego rodzaju transport z naszych rozważań.

⁷ Może to właśnie były chodzące kamienie, o których opowiadają starożytne legendy nie tylko z rejonu Egiptu.

Szereg kamieni, składający się z kilkudziesięciu sztuk, stanowi poważną siłę zdolną zniszczyć na swojej drodze wszelkie przeszkody, których opór nie przekroczy sumy sił tarcia o podłoże pojedynczych kamieni.

Odpychanie kamieni nawzajem od siebie jest metodą transportu o niezwykłych możliwościach, ale tylko w wypadku jeżeli mamy do czynienia z bardzo dużą ilością kamieni. Przestrzeń pomiędzy miejscem gdzie zaczyna się transport lądowy aż do punktu odbioru musi być cały czas wypełniona rzędem lub rzędami kamieni ustawionymi blisko siebie. Zbliżające i oddalające się od siebie kamienie, na kształt pierścieni olbrzymiej dżdżownicy, mogły z daleka wyglądać jak legendarne chodzące kamienie.

Im większe nachylenie rampy, w tym większe grupy musimy łączyć kamienie, aby ten, który właśnie przesuwamy faktycznie wykonał ruch do przodu. Zadanie to staje się niewykonalne, kiedy kąt nachylenia rampy zbliża się lub przekracza kąt tarcia (tangens kąta tarcia nazywamy współczynnikiem tarcia). Wtedy kamienie samoczynnie zsuwałyby się po rampie i nie byłibyśmy w stanie czegokolwiek od nich odepchnąć. Na szczęście w przypadku transportu kamieni po kamieniach, współczynniki tarcia są bardzo duże i nawet przy pochyleniach o kącie nachylenia rzędu 20° , siła tarcia znacznie przekracza wielkością składową siły ciężkości zwróconej w kierunku spadu pochylni. Prawdopodobnie wystarczy pięć kamieni sztywno połączonych ze sobą, aby można było odepchnąć od nich jeden kamień. Jeżeli współczynnik tarcia okaże się nieco mniejszy, to możemy łączyć kamienie w większe grupy, po 10 i więcej sztuk. Może się zdarzyć sytuacja, kiedy nastąpi zatarcie się kamienia o podłoże, wtedy możemy odpychać zatarty kamień od grupy kilkudziesięciu kamieni i zawsze osiągniemy swój cel.



Rys. 26. Widok na rampę transportową.

Należy zwrócić uwagę że walka z tarciem wcale nie jest pożądana, duże, oczywiście w granicach rozsądku, współczynniki tarcia ułatwiają nasze zadanie. Tego rodzaju transport będzie zawsze mniej energochłonny niż klasyczne zaprzęgi kilkudziesięciu ludzi ciągnących ciężkie sanie i wykorzystujących 90% powierzchni rampy na transport samych siebie.

Z pełną odpowiedzialnością za słowa należy podkreślić, że używając samochodów ciężarowych wożących kamienie po zachowanych rampach w Giza, nie osiągniemy

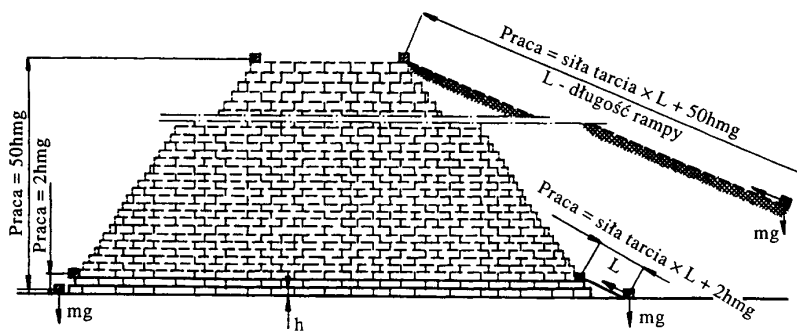
lepszego wyniku, ani pod względem ilości energii zużytej na transport jednego głazu, ani pod względem wydajności transportu na rampie⁸.

Możemy więc powiedzieć, że wiemy skąd kamienie na budowę piramid zostały wydobyte, jak przepłynęły Nil, jak znalazły się u podnóża rampy i jak po jej pochyłości dotarły na zniwelowany plac budowy przyszłej piramidy.

Wiemy, że dostawy kamienia odbywają się w okresie wysokiej wody na Nilu, że swobodne przystąpienie do ich transportowania na plac budowy może nastąpić po opadnięciu wody. Wiemy, że ilość kamieni, to roczna produkcja budowniczych tunelu i przez dwieście lat były to tego samego rzędu wielkości - około 100 tysięcy m³.

Ale czy wiemy jak piętrono bryłę piramidy?

Gdybyśmy przyjęli wersję, że budujemy piramidę stopień po stopniu, to szybko przekonamy się, że pierwsze kilkanaście stopni zbudujemy bez większych kłopotów, ale budowa 50-tego lub 100-tego stopnia, to proporcjonalnie 50 razy i 100 razy większa trudność niż pierwszego. Praca, a zatem koszt energetyczny wyniesienia na tę wysokość całej rocznej produkcji kamieni (a jest to nie kwestionowana konieczność), jest 50 lub odpowiednio 100 razy większa. Liczba pracowników musiałaby w tych samych proporcjach wzrosnąć, bo tempa budowy tunelu nie możemy zwolnić. Nawet gdyby to nie był tunel, ale zwykłe kamieniołomy, to w związku z wyższymi kwalifikacjami kamieniarzy i olbrzymią pracą konieczną do wykucia kamieni, także praca kamieniołomów musiałaby dyktować tempo budowy piramidy.



Rys. 27. Wzrost pracochłonności i zatrudnienia przy budowie piramidy metodą układania kolejnych warstw.

⁸ Jeżeli założymy, że samochód waży tyle samo ile może przewieźć, to ilość energii na transport ładunku pod górę (wyłącznie przyrost energii potencjalnej) jest zawsze dwukrotnie większa niż potrzeba do podniesienia samego ładunku bez samochodu.

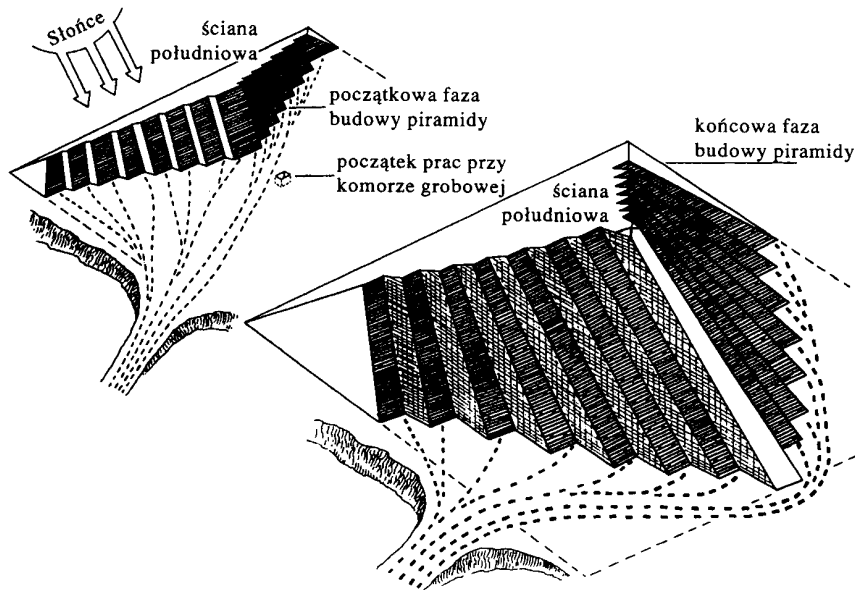
Jeżeli praca tarcia kamienia posuwającego się po rampie o kącie nachlenia zbliżonym do kąta tarcia (kamień nie zsuwa się samoczynnie), jest równa przyrostowi jego energii potencjalnej, a ludzie na rampie, odpychający kamienie od siebie, tylko w niewielkim stopniu przemieszczają się wzdłuż rampy, to ilość energii zużyta na transport kamieni, jest również dwukrotnie większa.

Żeby zapewnić wydajność transportu na poziomie 40 kamieni na godzinę, zamiast 2000 ludzi na rampie pracujących w czterech rzędach, trzeba byłoby użyć 4 pięcotonowych samochodów ciężarowych, dwóch dźwigów (na górze i na dole), co najmniej jednej cysterny dowożącej paliwo. Trasę około 1 km tam i z powrotem, łącznie z załadunkiem i wyładunkiem samochody musiałby pokonywać w ciągu 6 minut, bezawaryjnie przez 10 godz. dziennie, sto dni w roku, w ciągu 200 lat powstawania wielkich piramid w Egipcie.

Odpowiedź na pytanie jak budować piramidę, aby praca potrzebna do zabudowy rocznej produkcji kamieni była mniej więcej jednakowa w całym wieloletnim cyklu budowy znajdziemy u Herodota⁹. Spróbujmy nie sugerować się opiniami dość powszechnymi, że Herodot miał złych informatorów i kiedy 2500 lat temu przybył do Egiptu, został wprowadzony w błąd. Spróbujmy uwierzyć jego opisowi i sprawdzić, czy to jest możliwe. Pisał on o piramidzie Cheopsa tak: "Zbudowano tę piramidę w taki sposób - w odstępach, które jedni schodami, drudzy stopniami nazywają. Po zrobieniu pierwszego odstepu dźwigali resztę kamieni w górę machinami, które sporządzili z krótkich drewnien, unosząc gład z ziemi na pierwszy rząd odstepów. Ilekroć kamień wy dostał się na ten rząd, kładziono go na inną machinę, która stała na pierwszym rzędzie stopni, a z tego wciągano go za pomocą innej maszyny na drugi rząd. Ile bowiem było rzędów stopni, tyle było machin, albo też przenoszono tę samą maszynę ponieważ była jedyna i łatwa do niesienia, na każdy szereg, ilekroć z niej kamień wyjęli (wolę podać oba sposoby jak o nich opowiadają). Najwyższa część piramidy naprzód została ukończona, następnie wykonali przylegające do nich części, wreszcie ukończyli przyziemne i najniższe części".

Czy można pogodzić pozorną sprzeczność wersji Herodota polegającą na tym, że kamień wciągano ze stopnia na stopień równocześnie, najpierw, wykańczając część najwyższą? Przecież żeby kończyć część najwyższą trzeba wykonać kolejne stopnie, nie da się robić inaczej.

Czy można pogodzić pozorną sprzeczność między wersjami dwóch starożytnych historyków Herodota i Diodora, jeżeli ostatni z nich pisał, że piramidy wznoszono przy użyciu "kopców"?



⁹ Przy braku możliwości magazynowania budulca jedyną gwarancją sukcesu było zachowanie równomiernego tempa budowy i ciągłości prac od momentu wydobycia kamienia w kamieniołomach do umieszczenia go na miejscu przeznaczenia.

Rys. 28. Sposób piętrzenia bryły piramidy metodą rosnącej północnej ściany.

Otóż wydaje się, że można znaleźć rozwiązanie, które całkowicie odpowiada na te pytania. Przedstawione na rysunkach kolejne fazy budowy piramidy mówią same za siebie. Jeżeli Diodor określił, że używano "kopców", z całą pewnością Diodor nie użyłby słowa "kopców" w odniesieniu do ramp. Kopiec to forma powstała z usypanej ziemi a nie rodzaj drogi transportowej, może być stożkiem, ale również może być pryzmą. Rysunek pokazujący kolejną fazę budowy piramidy wyraźnie to uwidacznia, piramidę budowano przy pomocy kopców, i tylko dlatego mogli Egipcjanie wybudować najpierw najwyższą część.

Już w czasie budowy pierwszej piramidy Schodkowej, w trakcie powiększania jej wymiarów w kierunku północnym, zauważono, że pracując na północnej ścianie piramidy w czasie zimy, pracuje się cały czas w cieniu. Było to niezwykle ułatwienie, bo obniżało temperaturę kamieni i praca stawała się możliwa. Herodot pisze o tym, że piramidy budowano tylko przez 100 dni w roku. Inaczej być nie mogło, południowa, wschodnia i zachodnia ściana, pod działaniem prostopadle padających promieni słonecznych nagrzewają się do temperatur powyżej 40°.

Tylko północna ściana i to tylko od końca października do końca lutego wystudzała się ponieważ była w cieniu. Był to okres kiedy wody Nilu opadały i można było prowadzić prace transportowe i budowlane. Zaczynano budowę od południowej krawędzi piramidy budując na początku rodzaj "kopca" na kartofle, czyli długiej pryzmy.

Właśnie dlatego, aby móc pracować na północnej ścianie, a ściślej mówiąc na fragmentach tej ściany, tak starannie wytyczono kierunki ustawienia podstawy piramidy.

Piramida rosła od południowej krawędzi i wiele wysiłku wkładano, aby część środkowa rosła jak najszybciej, wyprzedzając pozostałe części. Takie postępowanie gwarantowało równomierne rozłożenie wielkości pracy potrzebnej do wniesienia kamieni na poszczególne poziomy, ponieważ już w początkowej fazie budowy część kamieni musiała wędrować na wysokość kilkudziesięciu stopni. *Podczas piętrzenia piramidy nie był potrzebny transport poziomy, jedyny rodzaj transportu to podnoszenie ze stopnia na stopień.* Możliwe stawało się dowolne kształtowanie rdzenia piramidy, można było dość łatwo układać warstwy, nazywane przez niektórych "warstwami dylatacyjnymi". *Nawet bloki okładziny zewnętrznej mogły być układane zaczynając od góry (o czym pisał Herodot).*

Również nie przez przypadek prawie wszystkie wejścia do piramidy znajdują się w północnej ścianie, ponieważ tak dyktował rozsądek budowniczych. Mogli swobodnie prowadzić prace przy wykuwaniu komór grobowych w trakcie budowy piramidy, ponieważ rdzeń rósł na początku daleko od komór i musiało minąć kilka lat budowy zanim sięgnęła ona środka podstawy, gdzie najczęściej mieściła się komora.

Pozostała jedyna przeszkoda, aby uwierzyć w wersję Herodota, a jest nią konstrukcja machin "jedynych i łatwych do niesienia".

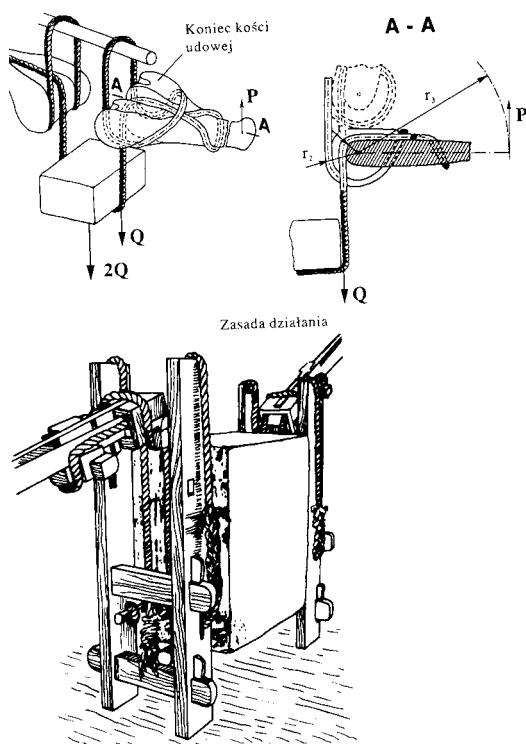
Żeby przystąpić do rozwiązania problemu machin budowlanych, musimy przyjąć na początek za niepodważalne zalety prowadzenia budowy metodą „kopców” rosnących stopniowo od południowej krawędzi piramidy. Należą do nich:

- praca na zacienionej ścianie,
- zachowanie stałego tempa budowy przy stałym zatrudnieniu,

- szeroki front robót, gdyż kamienie można transportować równocześnie na całej długości boku piramidy.

Nasze maszyny musiały spełniać jedno podstawowe wymaganie, ich wydajność musiała odpowiadać tempu rocznego wydobycia kamieni w tunelu. Załóżmy dla uproszczenia wydobycie 100 tysięcy m³ kamieni rocznie, przy zachowaniu 100 dni pracy w roku po 10 godzin dziennie. Daje to tempo około 100 kamieni na godzinę. Każdy kamień o objętości mniej więcej 1 m³ (o wadze 2,5 tony). Gdybyśmy więc ustawili wzdłuż krawędzi naszego kopca 100 maszyn, to każda z nich musiałaby podnieść kamień wyżej w ciągu jednej godziny. Na ścianie piramidy musiałaby znajdować się odpowiednia ilość takich samych maszyn, aby w tej samej godzinie również 100 kamieni znalazło się w miejscu ostatecznego przeznaczenia. Największe piramidy mają długość boków przekraczającą 200 m, zatem na każdą maszynę przypadało ponad 2 m, jeżeli maszyny zajmowałyby więcej miejsca, musiałaby zwiększyć wydajność. Na przykład, maszyna zajmująca 4 m długości musiałaby podnosić kamienie dwukrotnie szybciej, czyli 2 kamienie w ciągu 1 godziny. *Ujawnia się w ten sposób nowa ciekawa zależność pomiędzy rozmiarami piramidy a tempem budowy. Im dłuższy bok piramidy, tym więcej maszyn możemy ustawić wzdłuż niego, tym łatwiej realizować szybkie tempo budowy.* Mamy więc wielce prawdopodobne wyjaśnienie dlaczego w miarę budowy tunelu rozmiary piramid rosły, a kiedy zbliżał się do ukończenia, rozmiary piramid malały.

Aby nie pogubić się w szczegółach przyjmijmy łatwe do zapamiętania warunki, jakie powinny spełniać nasze maszyny: wydajność 2 kamienie na godzinę, a zajmowana przestrzeń nie dłuższa niż 4 m i nie szersza niż stopień piramidy. Zajmowana przestrzeń ogranicza nam również liczbę ludzi obsługujących maszynę co najwyżej do 5 lub 6 osób. Zatem strumień kamieni opuszczających rampę musiałby się rozdzielać na 50 nitek zasilających 50 rzędów maszyn ustawionych na fragmentach północnej ściany. Gdy przyjmimy średnią ilość stopni piramidy będących równocześnie w budowie na około 70, to ilość maszyn musiałaby sięgać liczby 3500 sztuk, a liczba obsługujących je ludzi prawdopodobnie wynosiła około 17 do 21 tysięcy robotników na ścianie piramidy i co najmniej drugie tyle na rampie budowlanej. Dodając ekipy pomocnicze, niezbędne przy tak ogromnej inwestycji, znajdujemy się w pobliżu, a przynajmniej operujemy wielkościami tego samego rzędu co Herodot, który pisał o 100 tysiącach robotników. Najważniejszym kryterium w ocenie możliwości ludzkich jest ocena, z jaką mocą musieliby pracować przy wykonywaniu określonej pracy. W naszym przypadku dość łatwo to obliczyć. Nie licząc pracy tarcia i innych strat, ekipa obsługująca maszynę będzie musiała podnieść dwa 2,5-tonowe gązdy na wysokość stopnia, czyli około 0,7 m, w ciągu jednej godziny. Takiemu wysiłkowi odpowiada moc około 10 watów, co daje nam około 2 waty na jednego człowieka. Są to wielkości bardzo małe, możliwe do osiągnięcia nawet gdyby sprawność maszyny była bardzo niska. Możemy powiedzieć, że gabaryty maszyny są ważniejsze niż sprawność, łatwiej osiągniemy cel zapewniając szeroki front robót, niż zwiększając wydajność poszczególnych maszyn.



Rys. 29. Maszyna wzorowana na kości udowej, jako tzw. dźwigni różnicowej, służąca do podnoszenia 2,5 -tonowych bloków skał.

W ten sposób założenia projektowe maszyny zostały opracowane. *Znamy gabaryty, wydajność, liczbę obsługujących robotników i mamy pogląd na sprawność maszyny. Dodatkowe wymagania pochodzą od Herodota, maszyna ma być „jedyna i łatwa do niesienia”.*

Bardzo trudno zaprojektować coś spełniającego wszystkie te parametry. Próby stworzenia urządzenia, widoczne na rysunkach¹⁰, spełniają je, ale nie wydają się

¹⁰ Wykonana w skali 1:1 maszyna do "budowy piramid" z drzewa jesionowego oraz lin sizalowych o grubości 32 mm, przeszła pozytywne próby w 1983 roku. Wykorzystywała zasadę działania tzw. dźwigni różnicowej, maszyny prostej, wzorowanej na elementach stawu kolanowego.

Zasada działania jest niezwykle prosta: podczas ruchu do góry pod działaniem siły P, lina, na której zamocowany jest ciężar Q, odwija się z powierzchni dźwigni o promieniu r_1 , natomiast odcinki liny, zaczepionej do stałego punktu oparcia, nawijają się na powierzchnie dźwigni o promieniach r_2 . Efektem jest podniesienie ciężaru do góry o wielkość ∇h , równą różnicy obwodów odcinków łuków wynikających z kąta obrotu dźwigni. Wielkość przełożenia siły nie jest stała i zmienia się w miarę zmiany kąta dźwigni w stosunku do pionu. Równanie stanu równowagi, dla stosunkowo długiej dźwigni, czyli dla r_3 kilkunastokrotnie większego od r i małych kątów wychylenia dźwigni, z wystarczającą dokładnością opisuje wzór:

$$Q = r_3$$

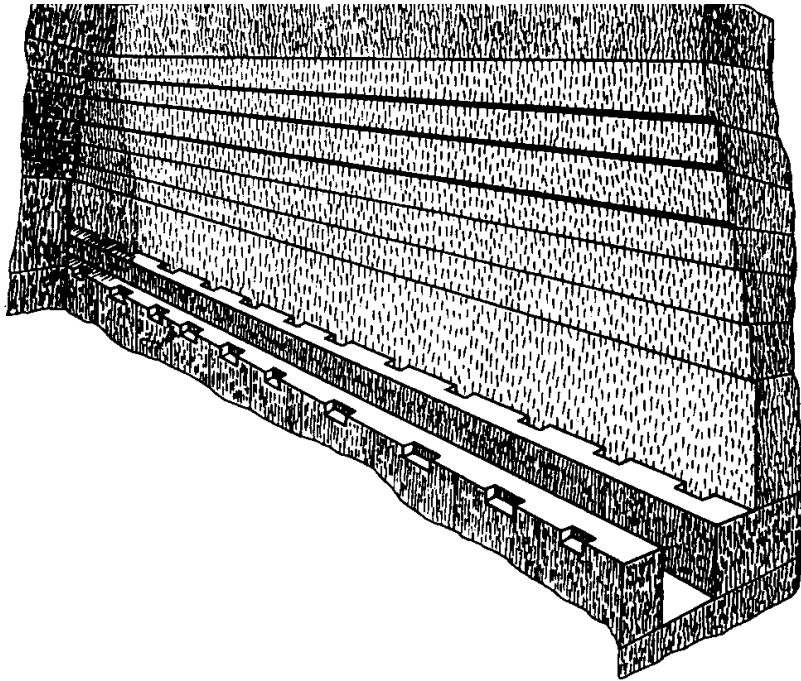
najwłaściwsze. Mechanizmy są zbyt skomplikowane i w związku z tym musiałyby pozostawić po sobie jakieś ślady w późniejszej historii Egiptu. Tymczasem nie mamy zupełnie nic, żadnego punktu zaczepienia, żadnego rysunku, żadnego opisu.

Wnioski stąd płynące są przede wszystkim takie, że maszyny albo były okryte tak wielką tajemnicą, że odeszły w zapomnienie wraz z piramidami albo że był to po prostu sposób, umiejętność, tak jak w przypadku transportu kamieni po rampie, o którym nie tyle się zapomina, co przestaje się go używać. Istnieje trzecia możliwość, że maszyn nigdy nie było, ale zdrowy rozsądek i niewielka znajomość mechaniki nie pozwala przyjąć tej wersji, bo wtedy nie byłoby piramid. Tylko szeroki front robót dawał szansę wykonania takiej ogromnej pracy i tylko równomierność rozłożenia jej w czasie gwarantowała sukces. Wszystko to można było osiągnąć znając sposób podnoszenia kamieni ze stopnia na stopień. W próbach rozwiązania zagadnienia transportu poziomego pomocny był, w stworzeniu dość prawdopodobnej koncepcji tego transportu, rysunek przeciągania wyjątkowo ciężkiego posągu. Może i w przypadku piętrzenia bryły piramidy pomogą ślady po transporcie ciężkich kamieni.

Piętnastotonowe głazy na sklepienia komory w piramidzie Cheopsa są dość wyjątkowym zjawiskiem, ponieważ tylko w tej piramidzie należało je transportować tak wysoko. Typowe przedłużenie rampy transportowej nie wchodziło w rachubę, bo kąt pochylenia stawał się zbyt ostry i była to w końcu kłopotliwa i materiałochłonna budowla. Zdecydowano się więc na zbudowanie rodzaju rampy w masywie samej piramidy. Jednak przy tym kącie nachylenia i przy stosunkowo małej ilości bloków, metoda odpychania jednego bloku od grupy pozostałych nie była możliwa. Zdecydowano się więc na wykonanie na całej długości rampy specjalnych otworów na kliny, które zabezpieczały transportowany blok przed obsunięciem się oraz stanowiły punkt oporu dla dźwigni lub zespołu dźwignien, dzięki którym przesuwano blok stopniowo do góry.

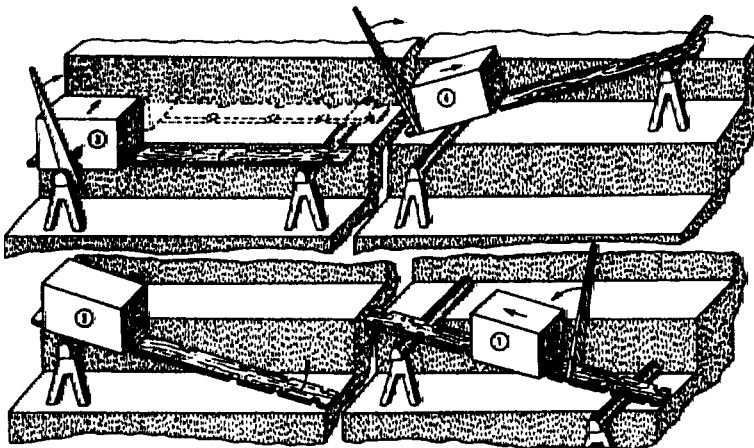
$$P = \frac{r_2}{r_1}$$

Dźwignia w postaci przedstawionej na rycinie jest mało przydatna w praktyce, ale pokazuje zasadniczą zaletę takiej maszyny, w której wymiary gabarytowe wcale nie rosną w miarę wzrostu przełożenia sił. Przełożenie zależy głównie od różnicy promieni, na które nawijają się i odwijają odcinki lin. Im mniejsza różnica promieni, tym większe przełożenie. Ten fakt pozwala nam pokonać barierę wytrzymałości dostępnych w tamtych czasach materiałów. Praktycznie wielkość uzyskanej siły limituje nam wyłącznie wytrzymałość lin. Należy także zwrócić uwagę, że dźwignia różnicowa to maszyna o wysokiej sprawności - tarcie występuje tu wyłącznie jako tarcie splotów zginanej liny, który to rodzaj tarcia jest nie do usunięcia w mechanizmach linowych.



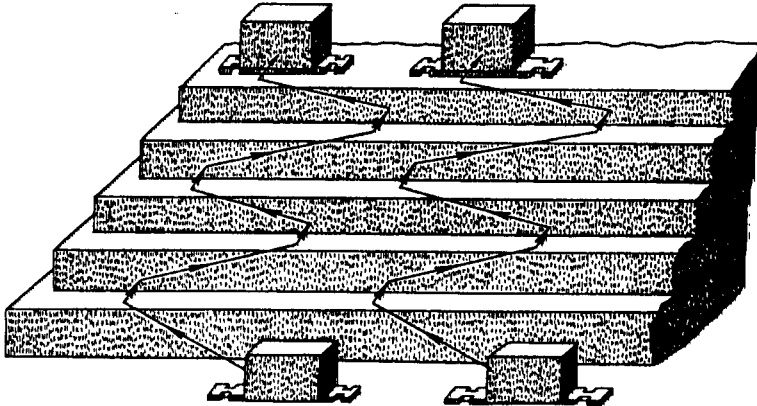
Rys. 30. Rampa w Wielkiej Galerii piramidy Cheopsa.

Nie wykluczone, że wciąganie płyt sklepienia po rampie, jaką jest niewątpliwie Wielka Galeria w piramidzie Cheopsa, to zastosowana w skali makro metoda wciągania pojedynczych bloków rdzenia piramidy ze stopnia na stopień. *Najlepiej uwidacznia to rysunek, na którym widać podobieństwo rampy z Wielkiej Galerii do koncepcji belki drewnianej służącej do wciągania bloków skalnych na poszczególne stopnie piramidy.*



Rys. 31. Podnoszenie kamieni ze stopnia na stopień za pomocą belki drewnianej wykonanej na wzór rampy w Wielkiej Galerii.

Wyłożenie miejsca styku kamienia z belką drewnianymi wkładkami redukowało współczynnik tarcia do około 0,2, czyli siła potrzebna do wepchnięcia 2,5 - tonowego głazu po belce służącej jako równia pochyła o kącie nachylenia 30° , wynosiła około 1600 kG. Zatem używając dźwigni o przełożeniu 1:10 sześciu ludzi mogło z powodzeniem wykonać taką pracę, posuwając się drobnymi skokami, powiedzmy 4 lub 5 cm¹¹. Po około 30 ruchach kamień znajdował się o stopień wyżej i z całą pewnością możliwe było wykonanie tej pracy w czasie nie przekraczającym 1/2 godziny. Kamienie wędrowały zygzakiem po północnej ścianie piramidy, aby w końcu znaleźć się na swoim miejscu. Niektóre wędrowały aż na najwyższy, aktualnie budowany, stopień piramidy inne powiększały jej podstawę.



Rys. 32. Droga kamienia po ścianie piramidy (łącznie z belką drewnianą).

Transport kamieni mógł odbywać się w zależności od potrzeb, prostopadłe do długiego boku lub do krótszego. W zasadzie załączone rysunki nie wymagają komentarza. Jedyne wątpliwości może budzić moment początkowy, kiedy należało włożyć kamień na belkę transportową. Można jednak przypuszczać, że praca przy tego rodzaju maszynach była stosunkowo prosta i nie wymagała zbyt wielkiego wysiłku. Raz włożony na belkę kamień wędrował do góry wraz z belką transportową i zdejmowany był z niej dopiero w miejscu przeznaczenia.

Natomiast bardzo skomplikowany i wymagający niezwykle planowego i konsekwentnego działania był system układania bloków skalnych. Ściana musiała rosnać od środka boku piramidy, bloki były układane w ściśle przestrzeganej kolejności.

Szczególnej pieczołowitości wymagały kamienie zewnętrzne, na które później przychodziły bloki licówki, starannie dopasowane i wygładzone. Należało precyzyjnie utrzymać kąt nachylenia ścian zewnętrznych oraz starać się w przybliżeniu utrzymać kąt nachylenia północnej ściany, aby przez 100 dni budowy pracownicy znajdujący się na niej pracowali w cieniu, aby kamienie nie parzyły w stopy, aby powietrze nie rozgrzewało się do tego stopnia, że nie można nim oddychać. Każdego dnia około 1000

¹¹ Posługując się widoczną na rysunku dźwignią i wymiennym (o różnej długości) małym klokiem drewnianym, możemy zaczepiając końce dźwigni o wycięcie w desce, wypchać powoli blok skały coraz wyżej. Kiedy jego środek ciężkości znajdzie się w pobliżu stojaka, możemy swobodnie podnieść wolny koniec deski do poziomu, położyć go na drugim stojaku i przesunąć głaz razem z deską na następny stopień piramidy. Następnie przenosimy „jedyny i łatwy do niesienia” stojak o stopień wyżej, opieramy na nim koniec deski i powtarzamy czynność przesuwania kamienia

bloków skalnych spoczywało na miejscu ostatecznego przeznaczenia i każdego dnia 1000 bloków musiało być odkopane z mułu i dostarczone do podnóża rampy.

Była to najtrudniejsza część zadania, bo kiedy znalazły się w czterech rzędach na rampie, odpychane kolejno od siebie, wędrowały bez przerwy na szczyt piramidy.

Kiedy pod koniec lutego przerywano pracę, bo kończył się przywieziony podczas wylewu zapas kamieni i coraz wyżej wznoszące się słońce zaczynało ogrzewać również północną ścianę piramidy, kamienie pozostawiono na rampie i ścianie piramidy w miejscu, w którym się w tym momencie znajdowały. Kiedy więc następnego roku prace budowlane ruszały, nie trzeba było marnować czasu na rozruch, uspione szeregi kamieni nagle „ożywały” i już w pierwszej godzinie po rozpoczęciu prac piramida zaczynała rosnąć.

Nigdy nie dowiemy się jak to było naprawdę, ale przedstawiona hipoteza jest technicznie realna, opiera się w części na śladach pozostawionych przez budowniczych piramid, na najstarszych źródłach historycznych oraz na niektórych szczegółach budowy samych piramid. Sprawdza się w odniesieniu do wielu piramid, jednak jak dotychczas nie wyjaśnia zagadek piramidy Cheopsa.

Ta największa i najslawniejsza z piramid zdecydowanie różni się od pozostałych, jako jedyna posiada tak wysoko umieszczone kanały wentylacyjne i Wielką Galerię.

Powstała cała literatura analizująca związki zachodzące pomiędzy jej wymiarami, istnieje cała magia liczb, przepowiedni, tajemniczych zjawisk chemicznych i fizycznych.

Czy można do takiego zjawiska podchodzić w niemal bluźnierczy sposób jak do kopca kamieni?

Jeżeli piramida Cheopsa jest czymś więcej obroni się sama, jeżeli nie, to Ona będzie koronnym dowodem na prawidłowość teorii swojego powstania.

Budowa piramidy Cheopsa

Kiedy mówimy "piramidy", to myślimy przede wszystkim o piramidzie Cheopsa. Jest największa i najbardziej tajemnicza. To właśnie ona zaliczana jest do słynnych siedmiu cudów świata. Jako najbardziej wyróżniająca się ze wszystkich piramid egipskich była głównym przedmiotem badań i dociekań na temat genezy jej powstania. Najbardziej rozpowszechniona teoria nawiązująca do trzech komnat znajdujących się w jej wnętrzu głosi, że każda komnata była związana z kolejnymi zmianami początkowego projektu. Teoria ta w zasadzie wyjaśnia fakt istnienia trzech komór "grobowych" ale, co tu dużo ukrywać, niezbyt przekonująco. Natomiast brak w niej jakiegokolwiek odpowiedzi na cisnące się pytania związane z innymi szczegółami tej budowli. Zaczynając od cech zewnętrznych piramidy, pytania te brzmią:

Dlaczego tak dokładnie według stron świata ustawiona jest podstawa piramidy?

Dlaczego kąt nachylenia wynosi akurat $51^{\circ}52'$?

Czy dziełem przypadku jest fakt, że połowa obwodu piramidy podzielona przez jej wysokość daje w wyniku liczbę zbliżoną do π ,?

Dlaczego jedyny ślad powiązania piramidy z faraonem Cheopsem to znak kamieniarski na kamieniach, z których konstruowano puste przestrzenie nad Komorą Króla?

Czy Komora Króla odsunięta jest od osi piramidy z powodów organizacyjnych prowadzenia budowy, czy na skutek błędu budowniczych?

Dlaczego kanał uznawany za wentylacyjny usytuowany jest w najmniej właściwym dla tego typu kanałów miejscu, bo w bocznej ścianie komory i na dodatek 1 m nad podłogą?

Jaki sens miała nisza wykuta we wschodniej ścianie środkowej komory nazywanej Komorą Królowej?

Po co zbudowano nad górną komorą puste przestrzenie, nazywane niezbyt trafnie komorami odciążającymi, skoro zastosowane i wcześniej sprawdzone sklepienie

namiotowe i tak wystarczająco zabezpieczaloby płaskie płyty sufitowe komory, tworząc co najwyżej pojedynczą pustą przestrzeń?

Do czego służył lub miał służyć największy i najtrudniejszy pod względem konstrukcyjnym chodnik nazywany Wielką Galerią?

Dlaczego część poziomego chodnika prowadzącego do Komory Królowej jest wykuta w istniejącym już wcześniej rdzeniu piramidy a nie murowana jak inne jego fragmenty?

Skąd wziął się dość absurdalny (szczególnie przy założeniu warstwowej metody budowy piramidy) układ chodników, z którego wynika, że odgałęzienie skierowane do góry zaczęło w momencie, kiedy dwie górne komory jeszcze nie istniały?

Jakie kryteria decydowały o miejscu rozpoczęcia chodnika i skierowania go do góry pod takim a nie innym kątem?

Jeżeli chcemy pozbyć się "kompleksu piramid", to wszelkie hipotezy dotyczące ich budowy, powinny sprawdzać się przy szczegółowej analizie piramidy Cheopsa. Dlatego przedstawiona metoda powstawania piramid, powinna przynieść nam możliwe do zaakceptowania odpowiedzi na pytania dotyczące właśnie tej piramidy, w innym przypadku ta kolejna z niezliczonej liczby teorii nie będzie nic warta.

Zacznijmy od kąta nachylenia ścian piramidy i spróbujmy dowiedzieć się dlaczego budowniczy piramidy Cheopsa powrócił do kąta stosowanego znacznie wcześniej w piramidzie w Medum.

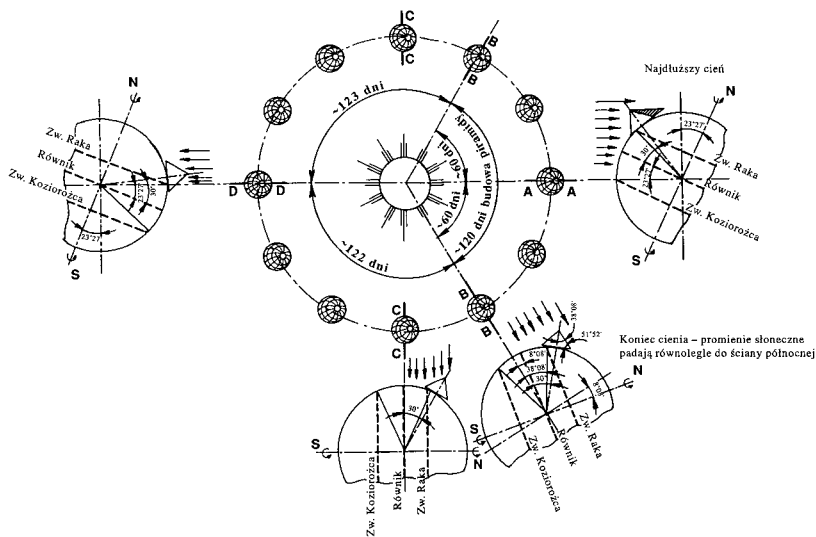
Do budowy piramidy Cheopsa przystąpiono w momencie kiedy prace górnicze przy dążeniu Kanału Kapłanów nabrały największego tempa. Gruz pochodzący z górnej części tunelu posłużył do wybudowania długiej rampy transportowej prowadzącej od granicy pól uprawnych na płaskowyż, na którym miała stanąć piramida.

Podstawowym problemem budowniczych piramid było tempo budowy. Musieli nadążać za budowniczymi tunelu. Eksperyment ze zmianą kąta nachylenia ścian na przykładzie piramidy Łamanej i Północnej w Dahszur przyniósł wynik negatywny. Chociaż zmniejszenie kąta obniżało środek ciężkości piramidy, przez co zmniejszało koszt energetyczny budowy i miało przyspieszyć tempo prowadzenia prac, to niestety został skrócony sezon budowlany. *Przy kącie nachylenia ściany około 43° cień na północnej ścianie piramidy zaczyna się dopiero 23 dni przed zimowym przesileniem, a 23 dni po nim słońce ponownie zaczyna ogrzewać północną ścianę. Zatem sezon budowlany skraca się do 46 dni.* Jeżeli go wydłużymy i zdecydujemy się na kontynuowanie budowy w promieniach coraz mocniej piekącego słońca na rozgrzanej ścianie piramidy, to wydajność pracy ludzkiej spadnie i nasze nadzieje na zwiększenie tempa budowy pozostaną tylko nadziejami.

Architekt projektujący piramidę Cheopsa wiedział, że musi wydłużyć okres, kiedy północna ściana piramidy znajduje się w cieniu. Postanowił kąt nachylenia ścian zaprojektować szczególnie starannie. Jego sposób myślenia, dość oczywisty dla ówczesnego Egipcjanina, narobił wielkiego zamieszania w umysłach kilku pokoleń badaczy starożytnego Egiptu.

Egipcjanie dzielili rok na trzy części, achet-pora wylewu, przypadająca na późne lato i jesień, peret - pora owocowania, przypadająca na zimę i wczesną wiosnę, oraz szemu - pora zbiorów, przypadająca na późną wiosnę i lato. Nie był to podział stały, ponieważ w powszechnym użyciu był kalendarz księżycowy, w którym rok miał 360 dni, pory roku musiały więc ciągle przesuwac się względem kalendarza. I chociaż dodawano co dwa lata 10 dni, aby zniwelować różnice roku słonecznego z księżycowym, to nasz architekt

nie mógł kierować się tylko kalendarzem przy wyznaczaniu czasu kiedy piramida rzuca cień. Przeznaczył 1/3 roku na budowę piramidy i postanowił znaleźć taki kąt nachylenia ścian, aby przez cały ten czas północna ściana piramidy była w cieniu. W tym celu w miejscu przyszłej piramidy postawił coś w rodzaju zegara słonecznego i obserwował jak wędruje cień. Dwa razy w roku cień ma tę samą długość, bo słońce znajduje się na tej samej wysokości nad horyzontem, pierwszy raz, kiedy w swej pozornej drodze wędruje w kierunku Zwrotnika Koziorożca i drugi raz, kiedy wraca. Ale tylko jedna para takich dni ogranicza nam dokładnie okres równy 1/3 roku. Tylko dni odpowiadające wspólnie 23 października i 20 lutego dzieli dystans czasowy równy 120 dni, co odpowiada trzeciej części roku księżycowego. Jeżeli więc zbudujemy piramidę o takim nachyleniu ścian, jak kąt padania promieni słonecznych w tym czasie, to przy dokładnym zorientowaniu podstawy piramidy według stron świata, około 23 października po północnej stronie piramidy zacznie pojawiać się cień, by po 120 dniach, czyli 20 lutego zniknąć.



Rys. 33. Powiązanie kąta nachylenia ściany piramidy Cheopsa z kątem padania promieni słonecznych.

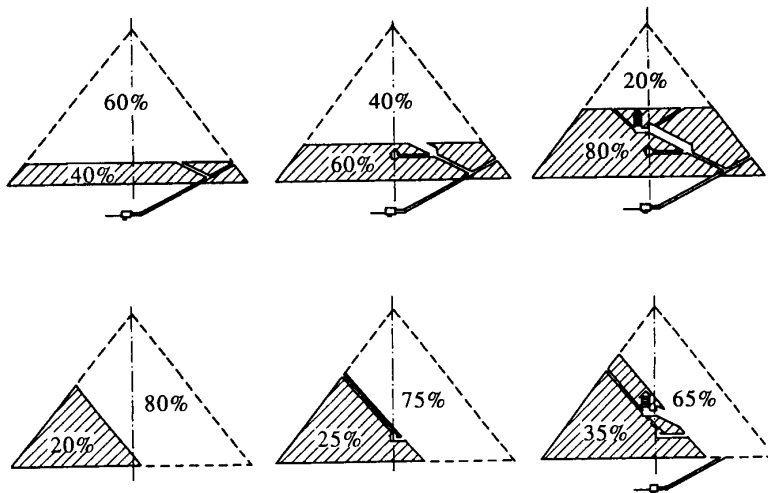
Teraz budowniczemu piramidy Cheopsa pozostało proste zadanie, musiał właśnie w jednym z wymienionych dni zmierzyć w południe wysokość kija oraz długość rzucanego przez niego cienia, aby otrzymać proporcje wysokości piramidy do połowy długości jej boku. Jednym słowem egipski architekt zupełnie nieświadomie stworzył ostrosłup o podstawie kwadratu i nachyleniu ścian pod kątem $51^{\circ} 52'$, który ma tę cechę, że w każdym podobnym do niego ostrosłupie, niezależnie od jego wielkości, podwojona długość boku podstawy podzielona przez wysokość ostrosłupa da w wyniku liczbę „ π ” z dość dużą dokładnością.

Tak więc niezwykle proste pomiary i dość oczywisty sposób rozumowania budowniczego piramidy Cheopsa spowodował, że przez całe lata doszukiwano się wielu tajemniczych znaczeń w jej położeniu geograficznym, w dokładnym zorientowaniu

piramidy według stron świata, w kącie nachylenia ścian i proporcjach wymiarowych¹². Tymczasem jeżeli buduje się kilka lub kilkanaście piramid w pasie ciągnącym się wzdłuż zachodniego brzegu Nilu i dzieje się to w rejonie 30 równoleżnika, to postawienie jednej z nich akurat na 30 równoleżniku jest bardzo prawdopodobne i nie powinno wzbudzać zdziwienia. Ale jeżeli istnieje logiczny związek pomiędzy kilkoma zdawałoby się niezrozumiałymi lub uznawanymi za przypadkowe faktami, to faktu istnienia tego związku nie można uznać za przypadkowy. Zatem połączenie w logiczny łańcuch położenia na 30° szerokości geograficznej z nachyleniem ściany piramidy pod kątem 51°52' i jej dokładnym zorientowaniu według stron świata, oraz przekazami historycznymi o 100 (120) dniach budowy, może stanowić dowód na prawidłowość hipotezy o budowie piramidy metodą ruchomej ściany północnej.

Taka metoda piętrenia bryły piramidy, to nie tylko ułatwienie samej budowy, to również zmiana chronologii powstawania jej elementów, co widać na rysunkach.

Jeżeli przy piramidzie budowanej metodą warstwową, szyb zejściowy do dolnej komory musiałby już istnieć przy kładzeniu pierwszej warstwy kamieni, o tyle przy metodzie ruchomej ściany mógł powstać znacznie później, przy mniej więcej 50% zaawansowaniu budowy. Komora Królowej znajduje się na wysokości odpowiadającej około 45% zaawansowania budowy metodą warstwową, natomiast 25% - metodą ruchomej ściany. Komora Króla odpowiednio dla warstwowej metody odpowiada 70% zaawansowania budowy i 35% zaawansowania przy ruchomej ścianie.



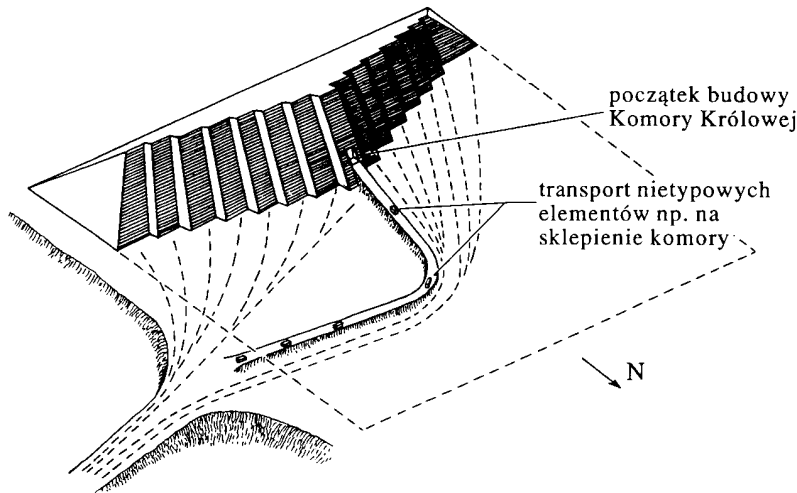
Rys. 34. Porównanie kolejności powstawania chodników i komór piramidy Cheopsa w zależności od przyjętej metody budowy.

¹² Aby udowodnić, że tak właśnie było, nie musimy przeprowadzać doświadczenia w Egipcie. I tak precesja punktów równonocy podważyłaby jego wiarygodność. Wystarczy jedynie zdawać sobie sprawę z faktu, że Ziemia jest okrągła, że w trakcie swojej wędrówki po orbicie zmienia położenie swojej osi obrotu względem Słońca oraz, że piramida stoi na 30° szerokości geograficznej północnej. Resztę wyjaśnia rysunek, z którego możemy odczytać kiedy dokonano pomiaru długości cienia. Są to proste zależności geometryczne wskazujące na to, że w dniu pomiaru słońce świeciło prostopadle do powierzchni Ziemi na 8° 08' szerokości geograficznej południowej. Zatem był to moment kiedy Ziemia zmieniła położenie osi obrotu o kąt 15° 19' w stosunku do położenia w dniu zimowego przesilenia. Ponieważ pełny kąt zmiany położenia osi Ziemi odpowiada odległości katowej pomiędzy zwrotnikami Raka i Koziorożca i wynosi 46° 54', a czas w jakim ta zmiana następuje równy jest połowie roku słonecznego i wynosi 182,62 doby, to łatwo możemy wyliczyć, że pomiaru dokonano dokładnie w 59,64 doby po zimowym przesileniu.

Są to dość istotne różnice, ponieważ fundamentalnym wskaźnikiem datowania budowy piramidy Cheopsa są znaki kamieniarskie na kamieniach, z których zbudowane są puste przestrzenie nad Komorą Króla. Znaki te mówią o 17-tym roku panowania faraona Cheopsa..

Jeżeli więc przyjmiemy zgodny z przekazem Herodota 20-letni cykl budowy lub forsowany przez współczesnych badaczy 23-letni cykl, to panujący 23 lata Cheops przy założeniu warstwowej budowy piramidy miał pewne szanse na zakończenie budowy za życia, może więc dziwić fakt, że nie został w niej pochowany.

Natomiast przy budowie metodą ruchomej ściany, w 17-tym roku panowania osiągnął zaledwie 35-cio procentowe zaawansowanie budowy, nie mógł więc w żadnym wypadku skończyć jej w ciągu 6 lat. Oczywiście staje się więc, że nie został w niej pochowany, a budowa była kontynuowana przez jego następcę, bo taka była wyższa konieczność.



Rys. 35. Pierwsza faza budowy piramidy Cheopsa.

Aby znaleźć odpowiedzi na pozostałe pytania, zacznijmy od początku budowy, kiedy to budowniczy, chcąc uzyskać bardzo wysokie tempo budowy, ustalił ilość rzędów maszyn budowlanych wyznaczając tym samym długość boku piramidy. Wystarczył jeden rok budowy, aby piramida nabrała rozmachu i zapewniła szeroki front robót.

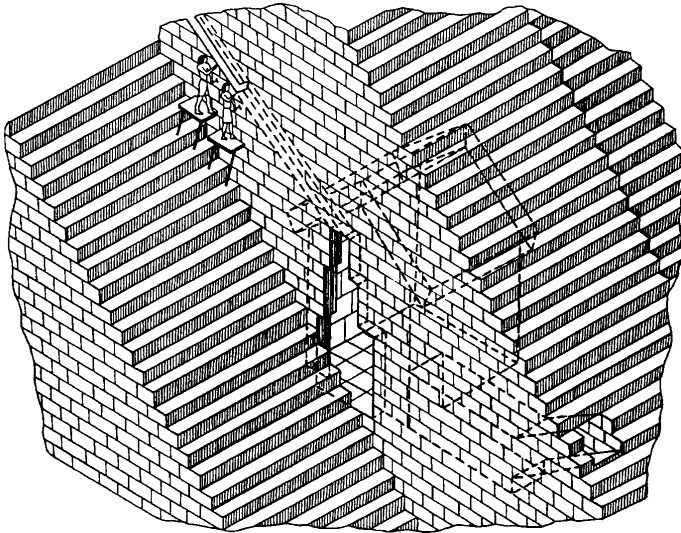
Część środkowa, tak jak jest to pokazane na rysunku i opisane przez Herodota, rosła najszybciej, ale zanim budowa dotarła do środka podstawy piramidy upłynęło dobrych kilka lat.

Był więc czas, aby zastanowić się nad kształtem komory. Poprzednie doświadczenia nauczyły Egipcjan jednego, że są poważne kłopoty z wymianą powietrza w komorach, jeżeli zachodzi konieczność wykonywania jakichkolwiek prac w ich wnętrzu.

Kilku ludzi nie tylko zużywa powietrze do oddychania, lecz również pokaźna ilość powietrza jest zużywana podczas spalania kaganków, łuczywa czy innych środków koniecznych do oświetlenia. Wymiana powietrza chodnikiem wejściowym, nawet jeżeli chodnik ten wznosi się do góry, jest niewystarczająca. Przepuszczalnie głównym założeniem pierwszej budowanej komory w piramidzie Cheopsa miała być możliwość przebywania w niej przez dłuższy czas. Koncepcja jaką architekt chciał zrealizować, polegała na zbudowaniu kanału wentylacyjnego. Było to trudne nowatorskie zagadnienie. Intuicja, a być może zdobyte doświadczenie w trakcie prac nad wentylacją tunelu

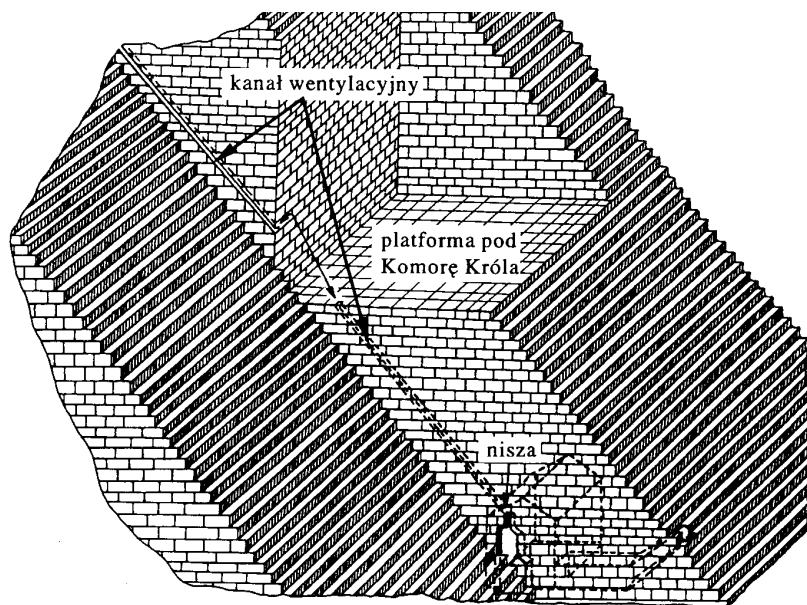
(Kanału Kapłanów) mówiły, że kanał wentylacyjny nie może być zbyt długi, jeżeli jego przekrój jest mały. Ponieważ przekroju nie można było zwiększać, aby kanał nie stawał się jeszcze jednym wejściem do komory, zdecydowano się na umieszczenie komory dość wysoko i kanał prowadzono najkrótszą drogą od południowej ściany piramidy. To jakże odważne posunięcie umieszczenia komory wysoko nad podstawą piramidy, jak się później okaże, było niewystarczające. Kanał prowadzony ukośnie do układanych płasko bloków rdzenia piramidy wymagał niezwykle pracochłonnej obróbki bezpośrednio na miejscu budowy.

Ze względu na mały przekrój musiał być wykuwany jako rowek, zamurowany później specjalnie obrabianymi blokami skalnymi. Aby doprowadzić go do Komory Królowej we właściwym miejscu i aby nie dziurawić płyt sklepienia namiotowego, wykuto we wschodniej ścianie komory specjalną niszę, w której sklepieniu miał się znajdować otwór wlotowy kanału. Miał on współpracować z chodnikiem wejściowym, który, jak we wszystkich do tej pory budowanych piramidach, był skierowany ukośnie do góry, nie licząc krótkiego poziomego korytarza i świetnie się nadawał do pełnienia roli drugiego kanału wentylacyjnego.



Rys. 36. Szczegóły budowy Komory Królowej i kanału wentylacyjnego.

Kiedy ukończono komorę i kanał, i zaczęto budować ukośną część chodnika wejściowego, przeprowadzono próbę generalną działania wentylacji. Niestety z takim trudem zrealizowane przedsięwzięcie nie zdało egzaminu. Długi ponad 75 m kanał nie spełnił pokładanych w nim nadziei, okazał się niepraktyczny.



Rys. 37. Usytuowanie platformy, na której później zbudowano Komorę Króla.

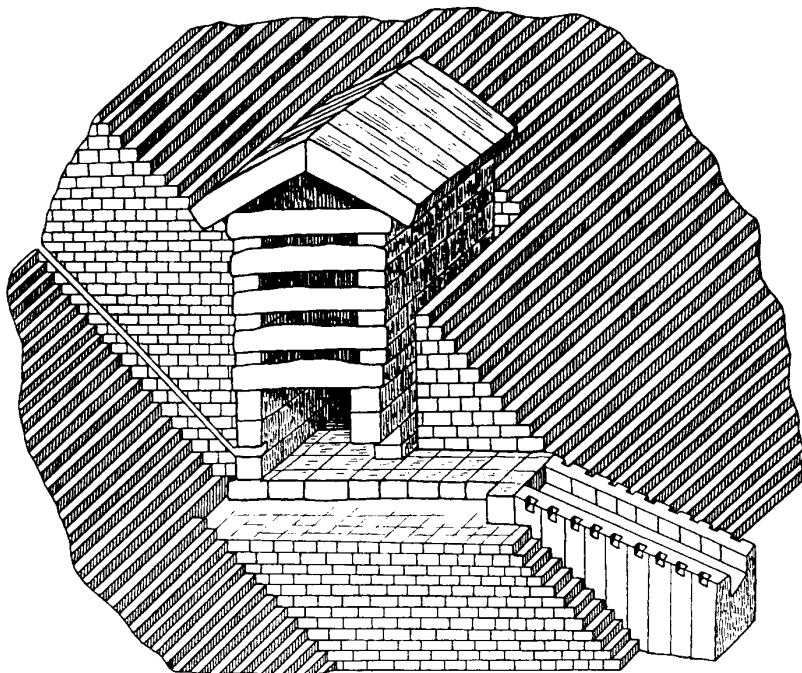
Należy podziwiać determinację budowniczych, którzy w tak trudnym momencie nie zrezygnowali z prób zbudowania dobrze wentylowanej komory. Być może w decyzji zbudowania drugiej, wyżej umiejscowionej Komory Króla, pomógł fakt, że w tym czasie budowniczowie tunelu dotarli do granitowego rdzenia Gór Arabskich. Wydobywany piękny czerwony granit kusił do zagospodarowania w sposób umożliwiający wyeksponowanie jego piękna. Powstała więc jedyna w swoim rodzaju komora, której ściany, posadzki i sufit wykonane były z wypolerowanych płyt czerwonego granitu. Wspaniały jakościowo materiał pozwolił na niespotykaną dotychczas konstrukcję sufitu, składającą się z 9 monolitycznych płaskich płyt, ważących po 50 ton każda. Ale zanim przystąpiono do budowy nowej komory, należało zaprojektować wentylację. Olbrzymia pracochłonność budowy spowodowała, że zdecydowano się wykorzystać odcinek już wybudowanego kanału wentylacyjnego. *W tym celu zaplanowano przesunięcie Komory Króla z osi piramidy tak daleko, aby sięgnęła swoją południową ścianą istniejącego kanału. Zdecydowano się wykorzystać około 50 metrowy odcinek kanału przebijający południową ścianę komory około 1 m nad podłogą.*

Takie tłumaczenie przesunięcia górnej komory z osi piramidy wyjaśnia również cel zagadkowej niszy we wschodniej ścianie Komory Królowej, gdyż przedłużenie południowego kanału wentylacyjnego Komory Króla, rzeczywiście trafia w rejon sklepienia niszy w Komorze Królowej. Ten rodzaj rozumowania jest wyrazem szacunku do budowniczych piramid, bowiem nadaje inny wymiar największemu dysonansowi w największej budowli starożytności.

Wiele trudu zadawano sobie do tej pory, aby znaleźć logiczne przyczyny przesunięcia i nie uznawać go za błąd, bardzo poważny w konsekwencjach, ponieważ powszechnie uważa się, że zmusiło to Egipcjan do budowy pięciu tzw. komór odciążających.

Przy założonej metodzie budowy sprawa pięciu komór wygląda nieco inaczej. W momencie podjęcia decyzji o budowie Komory Króla, zarówno kanał wentylacyjny jak i

sklepienie Komory Królowej były przykryte warstwami kamieni. Aby dotrzeć do kanału wentylacyjnego należało usunąć część kamieni w miejscu przyszłej komory. Powstało coś w rodzaju wnęki ograniczonej ścianami od południa wschodu i zachodu. Na powstałej w ten sposób, niewiele większej od przyszłej komory, platformie można było przystąpić do właściwej budowy.



Rys. 38. Komora Króla i wypełnienie przestrzeni nad sklepieniem.

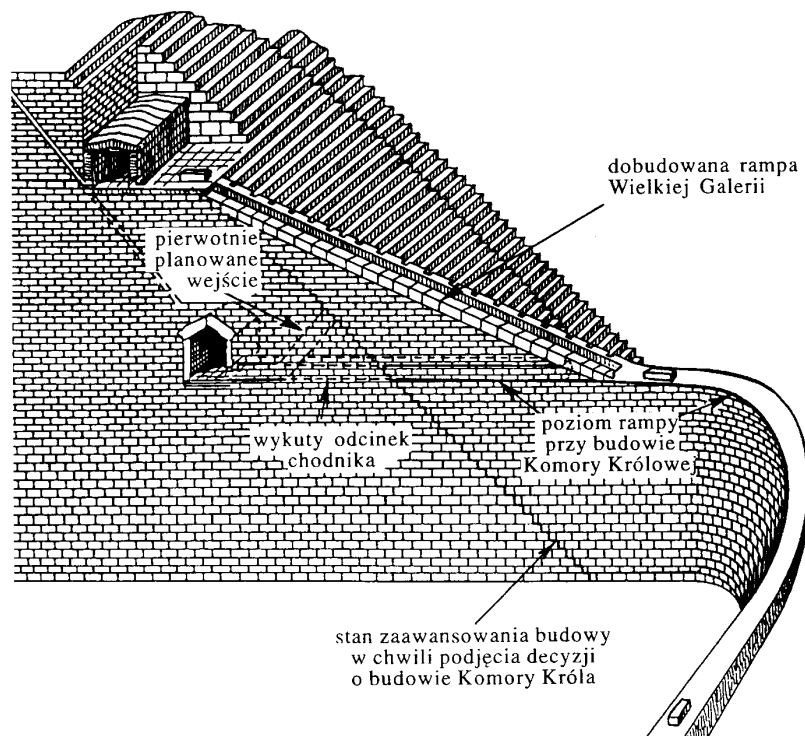
Należało jednak wcześniej rozwiązać problem transportu bardzo ciężkich płyt granitu. W tym celu zbudowano pochylnię transportową, specjalnie przystosowaną do transportu ciężkich elementów metodą już wcześniej opisaną. *Kiedy zakończono budowę, nad poziomem stropu komory było jeszcze kilka metrów pionowych ścian. Nie można było wypełnić tej przestrzeni kamieniami bez możliwości powiązania ich z rdzeniem piramidy. Zdecydowano się na konstrukcję nie tyle "odciążającą", co "rozpierającą" ściany studni. Granitowe płyty miały za główne zadanie przeniesienie sił poprzecznych, jakie ciśnienie kamieni będzie wywierać na ściany studni po zakończeniu budowy.* Sklepienie typu namiotowego zbudowano dopiero w miejscu, gdzie kończyła się studnia i była możliwość prowadzenia normalnej budowy z możliwością powiązania kamieni ze sobą.

Tylko istnienie swego rodzaju wnęki w masywie piramidy pozwala w racjonalny sposób wytłumaczyć przyczyny zbudowania tej zadziwiającej konstrukcji, która może wydawać się mniej dziwna dopiero wtedy, kiedy uświadomimy sobie fakt, że w tym czasie Egipcjanie dysponowali nadmiarem granitu, a transport kilkudziesięciotonowych płyt był dla nich stosunkowo łatwy. Ponadto powinniśmy orientować się w proporcjach zadań jakie budowniczowie mieli do wykonania.

Na przykład wszystkie kamienie zużyte na budowę konstrukcji Komory Króla i pięciu znajdujących się nad nią pustych przestrzeni, to zaledwie około 2000 m³, czyli w

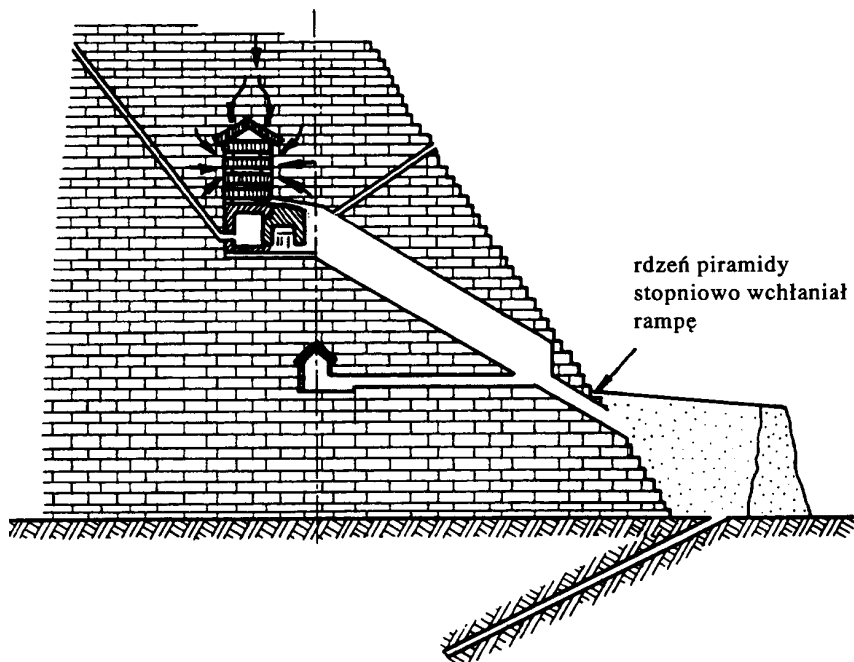
kategoriach objętościowych było to dwa dni pracy przy pozostałej części piramidy, ponieważ, aby zachować stałe tempo budowy, musieli przez 100 dni każdego roku zabudować 1000 m³ kamieni dziennie. Zatem wszelkie dodatkowe konstrukcje, nawet zawierające ponadgabarytowe elementy, były dopuszczalne, jeżeli nie przeszkadzały zbyt w kontynuowaniu budowy, która zawsze była celem nadrzędnym. Niektóre z nich jak Wielka Galeria powstały, ponieważ przewidywano prace wykończeniowe w Komorze Króla.

Zdecydowano się więc pozostawić bardzo wygodną drogę transportową w postaci rampy i, aby nie przeszkadzała w kontynuowaniu budowy, przykryto ją wspornikowym sklepieniem. Nie budowano więc chodnika skierowanego pod górę do wejścia, które we wszystkich wcześniej budowanych piramidach znajdowało się na znacznie wyższym poziomie niż komora.



Rys. 39. Wielka Galeria jako droga transportowa.

Korytarz, który wcześniej był rampą transportową opadał w dół, nie mógł więc służyć jako droga wymiany powietrza. Zaistniała zatem konieczność wybudowania północnego kanału wentylacyjnego, którego wlot usytuowano u szczytu sklepienia Wielkiej Galerii. Tak umieszczony kanał nie spełniałby swojej funkcji ze względu na niski przedsionek, w którym dodatkowo zainstalowany był cały skomplikowany system bloków zamykających wejście. Przekuto więc kanał łączący szczyt Wielkiej Galerii z pierwszą pustą przestrzenią nad Komorą Króla, licząc na to, że powietrze przedostanie się przez szczeliny sklepienia. Widocznie budowniczym piramidy Cheopsa bardzo zależało, aby komora była wentylowana nawet po zatarasowaniu wejścia.



Rys. 40. Zakończona budowa Wielkiej Galerii i rozpoczęcie budopółnocnego kanału wentylacyjnego.

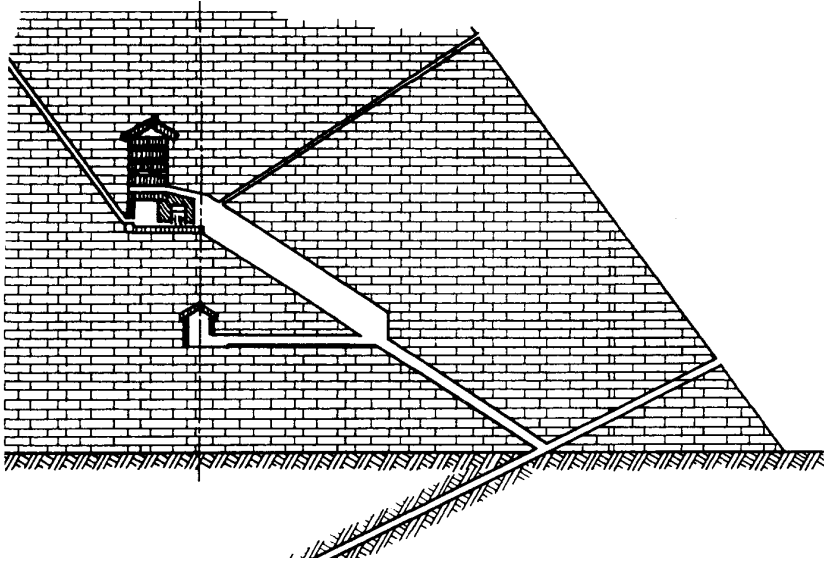
wy

Założenie, że Wielka Galeria była wcześniej drogą transportową ma sens wyłącznie przy metodzie budowy piramidy za pomocą ruchomej ściany północnej i wyjaśnia genezę powstania nietypowego układu wszystkich korytarzy piramidy Cheopsa. Można nawet powiedzieć, że właśnie ten układ chodników jest dowodem na taką, a nie inną metodę budowy. Szczególnej wagi argumentem jest fakt, że część poziomego korytarza prowadzącego do Komory Królowej jest wykuta metodą górniczą we wcześniej ułożonych blokach rdzenia piramidy, a nie murowana, jak pozostałe.

Stało się tak dlatego, że w momencie decyzji o budowie Komory Króla część korytarza do Komory Królowej była już gotowa i zaczęto właśnie konstruować odcinek, który skierowany w górę miał prowadzić do wejścia usytuowanego znacznie wyżej. Teraz pierwotny plan okazał się niemożliwy do zrealizowania, ponieważ korytarz prowadzący do góry, przecinałby linię projektowanej rampy do transportu materiałów na budowę nowej komory. Zamurowano więc ukośną część korytarza i postanowiono dalej prowadzić go poziomo, równocześnie budując podłogę przyszłej Wielkiej Galerii. Korytarze połączyły się w miejscu, do którego prowadziło przedłużenie rampy transportowej prowadzącej aż do granicy pól uprawnych, a nowo zbudowany poziomy odcinek połączono ze starym przekuwając się przez warstwy kamienia. Usytuowanie dalszego ciągu korytarza jest już dość oczywiste. W linii będącej przedłużeniem Wielkiej Galerii zbudowano korytarz łączący się z chodnikiem do dolnej komory, od dawna istniejącej, lub której budowę niedawno rozpoczęto, wykutej głęboko w skale pod masywem piramidy.

Tak więc wszystkie postawione na początku rozdziału pytania znalazły mniej lub bardziej przekonujące odpowiedzi.

I chociaż teoria ma swoje słabe punkty, które w niektórych miejscach dość brutalnie rozrywają elegancko powiązany łańcuch faktów, to łańcuch ten nie przestaje jednak istnieć.



Rys. 41. Ostatnia faza budowy piramidy Cheopsa.

Można oczywiście bronić teorii, ale nie o obronę teorii chodzi, należy raczej wyrobić sobie właściwy stosunek do niej. *Próba logicznych powiązań szeregu faktów pozwoli nam uwierzyć, że piramida jest dziełem ludzi o racjonalnych poglądach, kierujących się w swoim postępowaniu kryteriami zrozumiałymi dla ludzi XX wieku. Obowiązywały ich te same prawa fizyki i elementy ekonomiki w gospodarowaniu energią ludzką. Realizowali najdziwniejsze, czasem irracjonalne cele, ale w zgodzie z tymi prawami.* Dlatego trudno uwierzyć, aby ludzie wyznający takie zasady budowali górę z dość dokładnie obrobionych bloków, o objętości 23 milionów m^3 po to, żeby zrealizować w niej trzy komnaty, na których wykonanie zużyto zaledwie 2 do 3 tysięcy m^3 kamieni, to jest zaledwie około 0,01 % całej budowli.

Natomiast postępowanie odwrotne jest w pełni uzasadnione. Jeżeli musimy budować górę, to wykonanie w niej najdziwniejszych konstrukcji, nawet kanałów długich na kilkadziesiąt metrów, można uznać za całkowicie usprawiedliwiony kaprys budowniczego.

Posłowie

Kluczem do wszelkich rozważań jest cel jakiego mają służyć. Jaki jest więc cel tej książki? Przecież nie można wymagać, aby każdy z czytelników uwierzył w istnienie tunelu, dłuższego od obecnie budowanego pod kanałem La Manche. Ale jeżeli potraktujemy ten hipotetyczny tunel jako nadrzędny cel budowy piramid, wyższą konieczność, która dotyczyła kilku pokoleń ludzi żyjących w tym czasie w Egipcie, jeżeli dzięki takiemu założeniu piramidy przestaną być tak niezrozumiałymi budowlami, to cel książki zostanie osiągnięty.

Wielka ilość szczegółów dotycząca sposobów budowy piramid zaciemniła z całą pewnością wagę argumentów natury ogólnej, przytoczonych na początku książki, i przemawiających za tym, że piramidy budowano z konieczności. Fakt, że większość z nich jest jedynie nadbudową nad podziemną komorą, częste zmiany projektów, brak jednoznacznego powiązania z faraonami, wreszcie brak dowodów na to, że wszystkie piramidy były grobami, to argumenty naprawdę ciężkiej wagi.

Jeżeli zadamy sobie pytanie, co można było zrobić z 25 milionami m³ skały, wydobytej z bliżej nieokreślonego miejsca, to szybko zrozumiemy, że nie ma innego wyboru jak zbudowanie czegoś na kształt piramid. Jedynie technologia wydobycia i transportu będzie rzutować na kształt przyszłej formy przestrzennej. Jeżeli będziemy wycinać bloki skały za pomocą miedzianego dłuta, a okresowe różnice poziomu wody w najbliższej rzece ułatwią nam transport, to zawsze zdecydujemy się na wycinanie jak największych kostek kamiennych. Składować je będziemy stawiając jedną kostkę na drugiej, zachowując coś w rodzaju stopnia, aby z następną kostką można było wspiąć się wyżej.

Jeżeli dysponujemy materiałem wybuchowym, świdrami i taśmociągiem, to z niepotrzebnego nam materiału przy drążeniu szybów kopalni, zbudujemy znane nam z krajobrazów Śląska hałdy kopalniane, wystarczająco duże, aby porównać je z piramidami.

Zastanawiając się nad celem budowy piramid egipskich, pamiętajmy o tym, że za kilka tysięcy lat, ktoś kto odkryje starą hałdę kopalnianą, na której była zbudowana np. skocznia narciarska, mocno się zastanowi dlaczego ci ludzie w XX wieku budowali górę, żeby uprawiać dziwne skoki na dwóch deskach. Bo przecież wertując stare książki i gazety znajdzie w nich dużo informacji o skokach narciarskich, będzie więc wiedział do czego służy skocznia, natomiast prawdopodobnie trudno mu będzie znaleźć informacje o budowie hałd kopalnianych.

Spis rysunków

- Budowa piramidy wg autora książki "Siedem cudów świata"
- Powiększone fragmenty rysunku obok
- 1. Lokalizacja piramid
- 2. Lokalizacja Puntu
- 3. Usytuowanie Kanału Kapłanów
- 4. Statki faraona Sahure
- 5. Statki królowej Hatszepsut
- 6. Przekrój tunelu
- 7. Malowidło z grobowca Hieraknopolis i jego rysunkowa interpretacja
- 8. Łodzie z przywiązanymi blokami skały oczekujące na wysoką wodę
- 9. Poszczególne fazy transportu bloków skały na drugą stronę Nilu
- 10. Metoda wykuwania tunelu zapewniająca równoczesny dostęp do całorocznej produkcji kamieni
- 11. Piramida Dżesera - kolejne fazy budowy
- 12. Kompleks grobowy piramidy Dżesera - rekonstrukcja
- 13. Piramida w Medum
- 14. Piramida Łamana
- 15. Piramida Północna w Dahszur
- 16. Piramida Cheopsa
- 17. Plan rozmieszczenia piramid w Giza
- 18. Piramida Chefrena
- 19. Piramida Mykerynosa
- 20. Piramida Sahure
- 21. Transport 60-tonowego posągu
- 22. Przestrzenny rysunek transportu posągu
- 23. Sposób zamocowania belki do sań na wzór stawu kolanowego
- 23a. Wyjaśnienie sposobu zwiększania siły ciągnącej
- 24. Przesuwanie kolejno kamieni na rampie
- 25. Dociąganie ostatniego kamienia w rzędzie
- 26. Widok na rampę transportową
- 27. Wzrost pracochłonności i zatrudnienia przy budowie metodą kolejnych warstw
- 28. Sposób piętrowienia bryły piramidy metodą rosnącej północnej ściany
- 29. Maszyna wzorowana na kości udowej, jako tzw. dźwigni różnicowej, służąca do podnoszenia 2,5-tonowych bloków
- 30. Rampa w Wielkiej Galerii piramidy Cheopsa
- 31. Podnoszenie kamieni ze stopnia na stopień za pomocą belki drewnianej wykonanej na wzór rampy w Wielkiej Galerii
- 32. Droga kamienia po ścianie piramidy
- 33. Powiązanie kąta nachylenia ściany piramidy Cheopsa z kątem padania promieni słonecznych

34. Porównanie kolejności powstawania chodników i komór piramidy Cheopsa w zależności od przyjętej metody budowy
35. Pierwsza faza budowy piramidy Cheopsa
36. Szczegóły budowy Komory Królowej i kanału wentylacyjnego
37. Usytuowanie platformy na której później zbudowano Komorę Króla
38. Komora Króla i wypełnienie przestrzeni nad sklepieniem
39. Wielka Galeria jako droga transportowa
40. Zakończona budowa Wielkiej Galerii i rozpoczęcie budowy północnego kanału wentylacyjnego
41. Ostatnia faza budowy piramidy Cheopsa

Bibliografia

Andrzejewski T., *Starożytny Egipt*, Warszawa 1949

Coles J., *Archeologia doświadczalna*, Warszawa 1977

Drioton E., *Egipt faraonów*, Warszawa 1970

Edwards I. E. S., *The Pyramids of Egypt*, London 1961

Fakhry A., *Piramidy*; tłum. B. Ostrowski, Warszawa 1965

Herodot, *Dzieje*, Warszawa 1959

Horn Siegfried H., *Z archeologią przez kraje biblijne*, Warszawa 1989

Koziński W., *Organizacja procesu inwestycyjnego piramidy Cheopsa*, Warszawa 1969

Lipińska J., *500 zagadek o starożytnym Egipcie*, Warszawa 1969

Lipińska J., Koziński W., *Cywilizacja miedzi i kamienia (technika starożytnego Egiptu)*, Warszawa 1977

Loposzko T., *Tajemnice starożytnej żeglugi*, Gdańsk 1977

Michałowski K., *Nie tylko piramidy*, Warszawa 1974

Michałowski K., *Piramidy i mastaby*, Zdjęcia: A. Dziewanowski, Warszawa 1972

Słupnicka E., *Zarys geologii regionalnej świata*, Wydawnictwo geologiczne 1978

Spis treści

Wstęp	5
Droga do Puntu	16
Budowa Kanału Kapłanów	25
Budowa piramid	35
Jak zasada działania stawu kolanowego pomaga wyjaśnić metodę budowy piramid	49
Budowa piramidy Cheopsa	75
Posłowie	94
Spis rysunków	97
Bibliografia	99