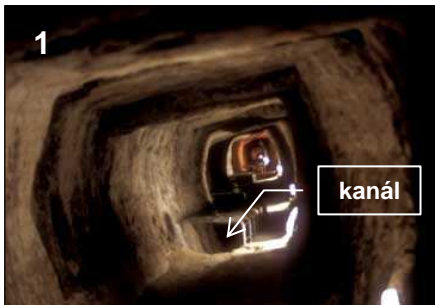


Géniové ze Samu

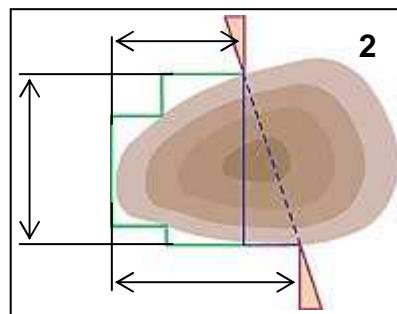
V 6. století př. n. l. byl řecký ostrov Samos místem, kde působilo několik výjimečných učenců, z nichž někteří se zapsali nejen do dějin vědy, ale také techniky. Samos, osmý největší řecký ostrov, leží těsně u pobřeží Malé Asie, tedy dnešního Turecka.

Nejznámějším rodákem ze Samu je samozřejmě Pýthagorás (tento praotec řecké matematiky se narodil kolem roku 572, jako dospělý ostrov z politických důvodů opustil a usadil se v dolnoitalském Krotónu; zemřel někdy na přelomu 6. a 5. století). My se však budeme po malém historickém exkursu věnovat spíše technikům.

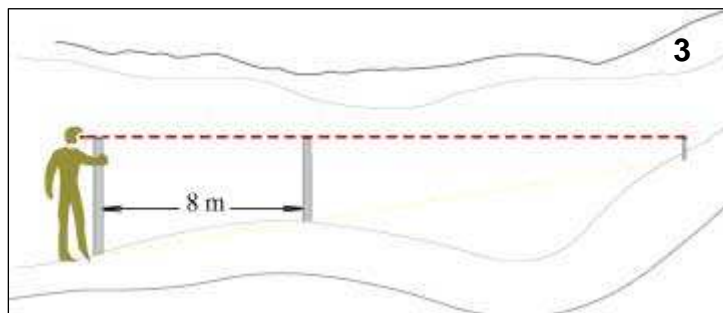


Ostrov v 6. stol. př. n. l. vzkvétal za vlády tyrana Polykrata ze Samu (kvůli němuž pohříchu ostrov opustil Pýthagorás). Jeho dvůr přitahoval umělce i učence z celého Řecka – řecká tyrannis nebyla tyranií v dnešním slova smyslu. Hlavní město Samos na úbočí hory, později pojmenované Mount Castro, nazval Hérodotos, který na

Samu žil o století později, nejkrásnějším městem světa. Stavby organizované Polykratem prováděli přední stavitelé a sochaři. Rhoikos ze Samu spolupracoval s krajanem Theodórem. Vystavěli společně monumentální Héraion (Héřinu svatyni) a pravděpodobně z Egypta přinesli jako první do Řecka umění lití dutých bronzových soch. Nová metoda spočívala v tom, že se dřevěný model potáhl voskem a poté pokryl vrstvou žáruvzdorné hlíny. Po zahřátí vosk vytekl a do dutiny mezi dřevěným jádrem a hliněnou formou se lil kov. Někdy se socha odlévala po částech, které se snýtovaly. Theodóros byl všestranným a průbojným umělcem, kterému starověk připisoval vynález řady běžných zařízení a pomůcek: vodováhu, úhelník, úhломěr, soustruh, zámek s klíčem. Opravdu jeho přínosem bylo zavedení úhlových měř do matematiky, zdokonalení broušení drahokamů a vysušení podlahy chrámu v maloasijském Efesu využitím hygroskopických vlastností dřevěného uhlí (archeologický areál v Efesu je dodnes ohrožen mořskou vodou podobně jako Benátky).

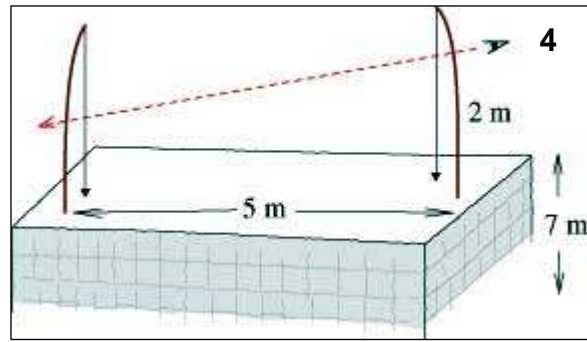


Dochovaným technickým dílem na Samu je vodovodní tunel délky 1036 m (průřez přibližně 2x2 m, obr. 1). Je prokopán skrz horu Mount Castro a představuje jedno z největších inženýrských děl starověku. U východní stěny vodorovného tunelu je svažující se vyzděný kanál o hloubce 3-9 m. Dvě skupiny razičů razily tunel z obou stran za použití jednoduchých pomůcek – špičáků, kladiv a dlát.



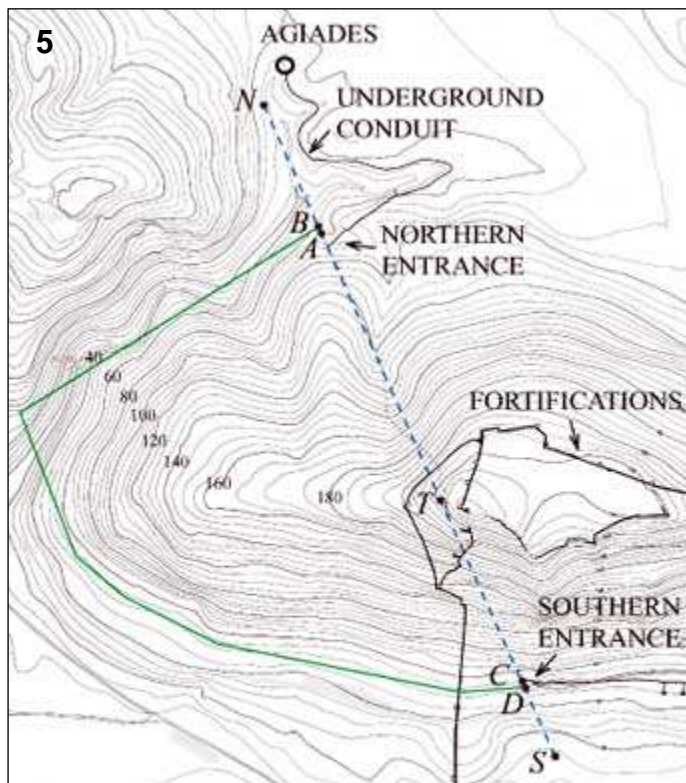
Mimořádným výkonem však není jen ražba, trvající, jak se uvádí, 8-15 let, ale především vytýčení tunelu. Jeho autorem je jistý Eupalinos z Megary a pracoval na popud Polykratův. Vládce chtěl zajistit naprosto bezpečné zásobování opevněného města vodou, tzn. celý systém měl být skryt. Vodu z pramene u vesnice Agiadés přivádělo do tunelu podzemní vedení délky 850 m a stejně tak se voda dostala do města. Jak Eupalinos pracoval, když neměl kompas, mapy a nebylo známo ani mnoho z geometrie (Eukleidovy Základy vyšly až o 200 let později)? Musel vyřešit dva základní problémy: obě ústí musela mít stejnou nadmořskou výšku a musel určit směr ražby. Existuje několik vysvětlujících hypotéz.

Nejdelší životnost (2. tisíciletí) mělo vysvětlení popsané 5 století po Eupalinovi; jeho autorem je Hérón Alexandrijský. Jím popsaná metoda spočívá ve vytýčení řady pravých úhlů v konstantní nadmořské výšce kolem hory (obr. 2). Měřením kolmých vzdáleností ve dvou směrech obdržíme odvěsny pravoúhlého trojúhelníka, jehož přepona udává směr. Pro určení směru je využito podobnosti trojúhelníků (dva malé trojúhelníky jsou geometricky podobné s velkým, tzn. dvojice příslušných stran jsou ve stejném poměru).



Pravý úhel uměli stavitelé určit jednoduchými pomůckami, důkazem je opevnění a Héraion. Jak ovšem prováděli nivelaci, aby udrželi stejnou nadmořskou výšku? Hérón navrhuje pro oba účely použití dioptru, což je přístroj na principu mušky a hledí. Není ovšem žádný důkaz, že dioptr byl znám o 5-6 století dříve. Navíc v úrovni vchodů do tunelu je terén velmi obtížný a udržení konstantní výšky by znamenalo stavět až 10 m vysoké sloupy. Možnou je ovšem aplikace vodováhy, jejímž autorem je údajně zmíněný Theodóros.

Koncem 50. let 20. stol. došli britští archeologové k závěru, že uvedená metoda není dostatečně přesná (obě party razičů se minuly o pouhých 60 cm!) a je vzhledem k terénu extrémně náročná. Objevila se další hypotéza: vytýčení směru linií sloupů přes vrchol hory a nivelace porovnáváním jejich výšek. Zde by ovšem bylo obtížné vrtání děr do skalnatého podloží, rovněž ustavení a zarovnání několika set sloupů „od oka“ a kumulace chyb při zjišťování výškových rozdílů mezi sloupy nezajistí dostatečnou přesnost. Badatelé se vrátili



k obcházení hory; podstatně vhodnější terén našli níže. Navíc místo nepříliš praktické vodováhy (voda v otevřeném žlábků) přišli s jinou nivelací pomůckou: osmimetrový prut zavěšený v těžišti (pravděpodobně analogie s egyptskými postupy); jeho konce se ustálí ve stejné úrovni. Dva pomocí prutů zarovnané sloupy umožní určit pozici dalšího, vzdálenějšího sloupu (vlastně princip dioptru, obr. 3). Uvádí se, že celková chyba při obcházení hory tímto způsobem činí právě kolem 60 cm.

Lokalizace vchodů do tunelu by byla možná za předpokladu, že by v určitém místě T na vrcholu hory byla postavena asi 7metrová věž.

Vchod A a pramen totiž leží téměř na stejné vrstevnici. Osoba stojící na zmíněné věži by současně

viděla jak Agiadés, tak pobřeží. Z věže T by se natáčením prutů s olovnicemi (obr. 4) „srovnal“ směr na místa N a S a podobně z míst N a S zaměřil vrchol věže. Tak by se určila svislá rovina, v níž současně leží začátek i konec obcházení nižší trasou B a D a obě ústí A a C. Protnutím této roviny trasou (ať už jakkoli nivelovanou z bodu B) a znalostí rozdílů AB by se určily body D a C (obr. 5). Jak prosté, milý Watsoně.

Tunel s vodovodním kanálem byl znovu odkryt až v 19. století a dnes je zřejmě přístupný (nebyl jsem tam).

Použito:

APOSTOL, T.M. *The Tunnel of Samos*. [online]. [cit. 2007-03-20]. [Dostupné na WWW: http://pr.caltech.edu/periodicals/eands/articles/LXVIII1/samos.html](http://pr.caltech.edu/periodicals/eands/articles/LXVIII1/samos.html)

Josef Gruber

Publikováno ve Zpravodaji SPŠ strojnické, Plzeň v březnu 2007.