

CSÓNAKHINTA AZ EGYIPTOMI PIRAMISOK ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIÁJA

CSANÁDY Gábor DLA

főiskolai tanár

Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építésmérnöki tanszék, Debrecen, Ótemető utca 2-4.

csanady@mk.unideb.hu

Összefoglalás:

A piramisok építése mindig izgatta az emberiséget, hogyan épülhetett ekkora nagy épület oly egyszerű technikai adottságok mellett. A közismert rámpás elképzelés különféle variációi és Szabó Gergő egyszerű emelőrud elmélete mellett Sörös István új elképzelést ismertetett, amely a vízépítés eszközeivel, hajókkal, zsilipekkel véli megtalálni a megoldást. Az előadásban ismertetendő hipotézis ennél sokkal kézenfekvőbb és egyszerűbb is, miközben épít az elődök eredményeire is, pl. Roumen V. Mladjov és Ian R. Mljadov gördülő kövek elméletére, Fliders Petrie ásatási eredményeire.

Kulcsszavak:

Egyiptom, piramis, hajó, építéstechnológia, csónakhinta,

Abstract:

The construction of pyramids has always intrigued the humanity, how such a large building could be built in such a simple technical realities. Next to the theory of different variations of well-known ramp and Gergő Szabó simple lift rod, István Sörös presented a new theory, which with hydraulic engineering tools, ships, locks believe that he found the solution. The hypothesis described in this presentation makes it more natural and much simpler, while also building on the achievements of our predecessors, for example on theory of Roumen V. Mladjov and Ian R. Mljadov about rolling stones, on excavation results of Fliders Petrie.

Keywords:

Egypt, pyramid, building technology, boat-swing

1. Bevezetés

Arany László szerint: „Lassan megszámlálhatatlan tömegűvé duzzad a piramisok építési módját magyarázni próbáló elméletek száma. A legkülönbözőbb és olykor a legvadabb elképzeléseket olvashatjuk. Viszont minden magyarázat annyit ér, amennyit a gyakorlatban sikerül igazolni belőle, ilyen pedig egyetlen egy sincs.” (Arany 2007)

Ezzel együtt a piramis építése semmi speciálisat nem jelent, hacsak a mérete szerint nem, de az ókorban nem csak piramisokat építettek, hanem a piramis csupán egyike volt az építési feladatoknak, amelynek az építésére napi rutinként használható technológiára volt szükség. Egy (egyiptomi) templom építése nem jelent lényegesen eltérő feladatot, hiszen ott is standard nagyméretű köveket kellett szállítani és helyére juttatni. Teljesen egyet lehet érteni Székely Csabával, amikor azt kérdezi: „Miért épp a piramis építése rejtély? Azt megelőzően is építettek monumentális, ma is álló épületeket, ahol szintén a kőtömböket emelni kellett, akár több emelet magasságba.” (Székely 2010).

Mivel a tanulmány méretét túlfeszítené az összes elmélet ismertetése, így ettől el kell tekintenünk. Ugyanakkor a jelen hipotézis nem értékelhető az ismert és elterjedt elméletek rövid ismertetése nélkül, így ezeket rövidítve, csak a lényegre szorítkozva ismertetjük, kitérve az értékelésre is. Meg kell jegyezni, hogy a téma nem csak komoly egyiptológusok, hanem a laikusok körében is népszerű, így vannak ismert és elfogadott, bevett elméletek, és vannak olyanok, amelyek tudományos szempontból nem vehetők komolyan, inkább csak szellemtornának tekinthetők.

2. Az ismertebb elméletek

2.1 Anyagok

Miből épült a piramis. A hagyományos építési mód az ókorban egy időtlen épület számára csakis a kő, vagy a vályog lehetett, utóbbi természetesen csak szárazabb területeken. A piramis kő építőanyaga a közeli (déli irányban kb. 300 m) bányából származó puha mészkő, amely jól hasítható és aránylag könnyen alakítható. Ez a kő adja a piramis anyagának 98%-át. A külső keményebb mészkő Turából, az építés helyszínétől 13 km-re lévő bányából származik, a belső termék gránit burkolata Asszuánból (934 km) származik. (Szabó Gergő 2008). A gipszet Fajjumból, a rezet Sínaiból hozták.

Az építés szempontjából a kövek szállítása jelenti a teljesítményt, ezért azzal foglalkozom részletesen. Természetesen fát is kellett használni az építkezéshez, amit alighanem Libanon hegyéről hoztak, ha cédrus volt és közelebről is hozhatták, ha olajfa. A 2.1.1 alatt ismertetett elmélet további anyagokat igényel.

2.1.1 Joseph Davidovits öntött kő elmélete

Davidovits szerint a tömbök helyszíni öntéssel készülhettek egy mészkő alapú recept segítségével. Davidovits (1988, 2002, 2008). A Geopolymer Chemistry & Applications Institute alapítója a philadelphiai Drexel Egyetem anyagkutatásait is figyelembe véve kovaföldből, dolomitból és mészből előállított egy öntött kőtömböt igazolva elméletének megvalósíthatóságát.

Az elmélet gyengéje, hogy nem ismertek sem ebből az időből sem későbből egészen a rómaiakig hasonló technikájú építkezések, miközben számos épület, építmény épült.

2.2 A bányászat

A mésző kitermelése nem tűnik különösebben problémásnak, és ennek az az oka, hogy a technológia csak igen lassan változott meg, alig néhány száz éve fejlődött számottevően és a modern gépek megjelenéséig szinte változatlanok mondható.

Az arra alkalmas eret megfaragják gránit vagy dolerit vésővel. A mélyedésekbe faékeket vernek, azokat meglocsolják és az így kezdett folyamatot az előző ékek lazítása nélkül ismétlik, aminek következtében a kő lereped a szikláról. A szállítás és emelés ugyanúgy történik, mint a munkafolyamat későbbi fázisaiban.

„Az asszuáni gránitfejtőkben dolerit pörölyöket alkalmaztak a kőtömbök elválasztásának fáradtságos munkájához. Az eredetileg körte alakú kövek egyre inkább elkerekedtek, ahogyan a kőfaragó ismételten elforgatta őket, hogy új vágóélt használjon, miután az előző elkopott. A mintegy 4-7 kg tömegű köveket két kézzel kellett tartani.” (Szabó Gergő 2008)

2.3 A szállítás

A szállítás az egyik fő kérdéskör, ami a probléma lényegét jelenti. A szállítandó anyag persze a mérete miatt jelentett gondot, illetve a szállítandó anyagmennyiség miatt. Mekkora köveket is kellett szállítani?

Egyrészt voltak a speciálisan egyedi méretű elemek. Ezek szállítása ugyan különlegesen nehéz, viszont sok erőt lehetséges összpontosítani rá.

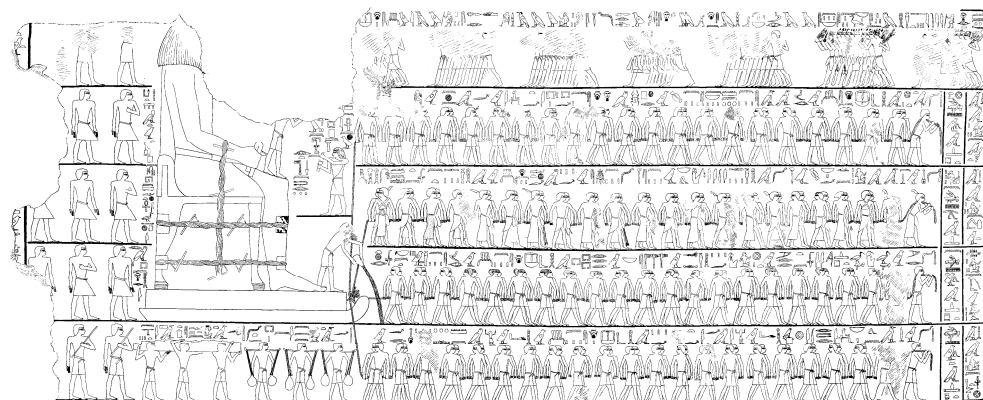


1. ábra. A piramisok építőkövei a Kairói múzeumban

Az emberekhez viszonyítva a Kairói múzeumban őrzött köveket, azok mérete kb. 1 m x 3 m-nek látszik. Ha az egyiptomi királykönyvekben fejezem ki, kerek értékekben az 2*6 könyök, vagy egyszer három dupla-királykönyök. Tekintve, hogy a hat könyök éppen egy nád, azaz kerek érték, valamint, hogy a dupla-királykönyök is kerek érték, az egy dupla-királykönyök szer egy nád érték használata nagyon természetesnek tűnik, még akkor is, ha tudható, hogy nem egészen egységes a kőhasználat az egyes piramisok tekintetében. Ezen méretek méterben 1,05 m ill. 3,15 m-es értéket adnak ki (1 egyiptomi könyök 52,5 cm. Az utolsó millimétereken van csupán vita).

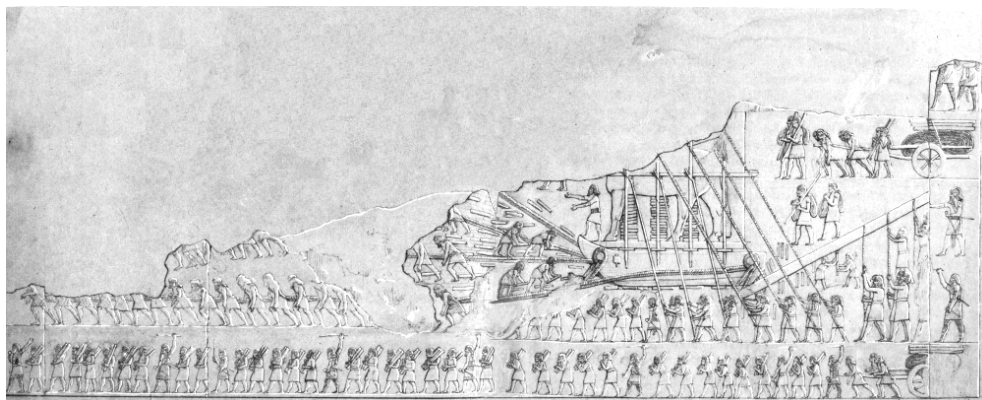
2.3.1 Vontatás fagerenda pályán

A szállítás legismertebb és legelfogadottabb módja, hogy a köveket vontatták. A vontatáshoz fa pályát építettek gyalult fából, amit iszappal borítottak. A felszín keményítéséhez pedig gipszet vagy agyagot használtak. Ezt a pályát vizes iszappal borították és azon csúszott a szán, amivel a köveket szállították. A pályát folyamatosan locsolták a nedvesen tartás érdekében és a szánokat emberek húzták.



2. ábra. Nagyméretű szobor szállítása faszánon a XII. dinasztia idejéből

A nagyméretű szobor szállítására nem csak az egyiptomi Dzsuhutihotep el-Bershehi (Djehuty-hotep at Deir El Bersheh) sírjában maradt fenn ábrázolás, hanem Szancherib ninivei palotájából is. Dzsuhutihotep ábrázolásán a szán elé töltenek valamit, talán éppen nedvesítik a pályát. 172 ember húzza a szobrot, amit 70 tonnásra becsülnék. Itt a pálya maga nem látszik, ugyanakkor valaminek lennie kell, hiszen besüllyedne a szobor. Szancherib ábrázolásán a pálya is látszik, ami nem folyamatos elemekből, inkább valamifajta talpfából áll. A szállítás egy hajószerű eszköz segítségével történik.



3. ábra. Nagyméretű szobor szállítása Ninive Kr.e 700 körül

A nagyobb távolságra való szállítás hajókon történhetett. Ez az Asszuáni gránitbánya tekintetében egészen nyilvánvaló, hiszen a csaknem ezer km-es szállítást így folyón lefelé lehetett megtenni. Ennek még akkor is így kellett történnie, ha csak az újbirodalomból való ábrázoláson maradt csak fenn erre vonatkozó ábrázolás. A Hasepszut királynő XVIII. dinasztia obeliszkjét szállító hajó terhe a becslések szerint 300 tonnás és a leírás szerint 6000 ember 7 hónapi munkája kellett az elszállításához.

2.3.2 Vontatás gördülő farönk pályán

Ez az egyik legismertebb elképzelés, de az utóbbi időben újabb elemekkel korszerűsödött. A lényeges elem itt az, hogy fa rönköket helyeznek a kötőmb alá és azokon gördül előre. Itt a nehézséget az okozza, hogy a fa gerendák összetorlódnak, kisodrónak oldalt, ami rámpán különösen nehezen kezelhető. A másik gond az, hogy érzékeny az altalajra, azaz a gerendák forgácsolódnak, belesüllyednek a homokba.

Franz Löhner (2006) egy fapályán görgő rendszert ismertet. Székely Csaba (2010) ezt gördülő rudaknak hívja. Mindkettőnek meghatározó eleme a fapálya, és a kövek alatti faszerkezet, amely a kővel együtt mozog, így kisebb a gördülő-ellenállás, pontosabbak a méretek és kisebb a lemorzsolódás.

Ellene vehető, hogy sík talajon ugyan hatékony lehet, de rámpán nem igazán használható. Az erre vonatkozó elképzeléseket az emelőknél ismertetem.

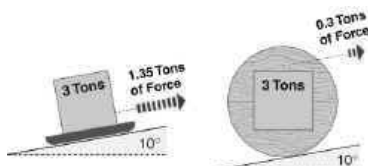
2.3.3 Mesterséges csatornán, hajóval szállítva

Sörös István (2001) elmélete abból a két tényből indul ki, hogy a vízgazdálkodás fejlett volt Egyiptomban az öntözések kapcsán, másrésztől nagyon pontos vízszintezések mutathatók ki megmaradt falak esetében. A hajót szárazon rakodták ki és be és szállításhoz zsilipekkel megemelték a vízszintet. Lényeges elem, hogy a hajó alá gondolja rögzíteni a kötőmböt.

Bonyolultsága mellett ellene vehető, hogy nem igazán hatékony és ez különösen kisebb távolságra (300 méter) igaz. Ennek megfelelően egyes nagyméretű, nagy távolságból szállítandó köveknél jöhetett számításba. Figyelembe kell venni, hogy a befektetés nem csekély a csatornarendszer építés tekintetében, továbbá, hogy egyedi megoldásban gondolkodik, holott folyamatosan folytak egyéb nagy építkezések is, akár csak a templomokra gondolva, ahol hasonló kihívásokkal találkozhattak az építők.

2.3.4 Gördülő kövek

Roumen V. Mladjov és Ian R. Mladjov (közli Freeman 2008 és Szabó 2008) szerint a kőtömbökre szereltek fa elemeket, amelyek így tengelyét adták egy kétkerekű kocsinak; ezeket kötél segítségével könnyen lehet gördíteni.



4. ábra. Az egyszerű gépként működő kerék sokkal kisebb erővel mozgatható

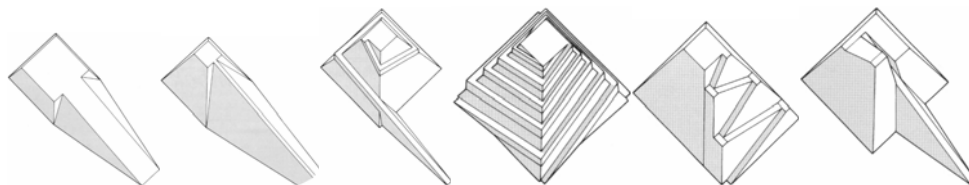
Szabó ellenérve, amely szerint a rendszerhez szükség van a rámpás rendszerre, cáfolható. Azonban abban igazat kell adnunk, hogy a kötél kezelése bonyolultta teszi a megoldást. Az az ellenvetés, hogy különböző méretűek a kövek az első ábra alapján nagy gondot nem jelentett, egyszerűen többféle méretet kellett gyártani a kerékből.

2.4 Az emelés

Az emelés technológiája a legkritikusabb pontja a kérdéskörnek.

2.4.1 Rámpák alkalmazása

Az épülethez kb. 10 fokos rámpát építenek szárított agyagtéglából, mészkőből, gipszből, kemény agyagpalából un. taflából. Van olyan elképzelés is, hogy faelemeket használtak. A rámpa alakja elég sokféle lehet a felmerülő elméletekben.



5. ábra. Az egyszerű rámpa, spirál rámpa, és belső rámpa variációk. az egyik oldalra merőlegesen épül fel

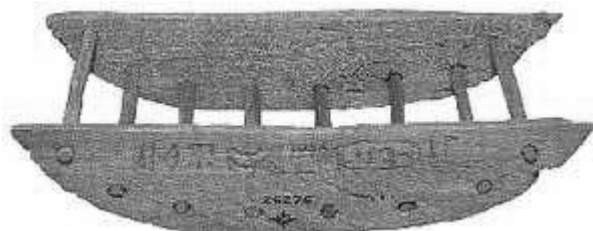
Főbb alaptípusai: az egyszerű rámpa az egyik oldalra merőlegesen épül fel. Spirális rámpák: az építményre tapadó elemekből épül fel a rámpa. Belső rámpa: az építményen belül van a rámpa nagy része. Természetesen ezek elemei tetszőlegesen variálhatóak.

2.4.2 Kétkarú emelők alkalmazása

Már Hérodotosznál felmerül egy egyszerű, gémeskütszerű daru használata, amilyen a máig használt saduf. Székely Csaba emelősorban gondolkodik, ami nehézkes módszer, de megfelelő méretezéssel elképzelhető.

3. Új hipotézis: „Bölcsőkön” gördülő kövek

Flinders Petrie bölcsőknek nevezte azokat az elemeket, amelyek az Újbirodalom idejéből fennmaradtak.



6. ábra. Petrie bölcső

Ha ezeket az elemeket összevetjük a gördülő kő elmélettel, könnyen elképzelhető eszközhöz jutunk: négy bölcsőt kell csak rákötni a köre, hogy az gördülni tudjon. Természetesen mindkét végére.

Hogy gördíteni lehessen a köveket, szilárd burkolatú út kell: kővel ki kell rakni! Ne feledjük, hogy ugyanazon kövek, amiből épült a piramis utépítőkőnek is alkalmas, és ha elsőnek letesszük, a végén felszedjük, egyetlen többletkőre sincs szükség, csak a le és felrakás egyszeri munkája a többlet. Hat elem egymás mellé tételével kijön a Hérodotosz szerinti útszélesség, aminek azonban a fele is luxusnak tűnik.

Ezen a pályán a köveket (bölcsőnként két ember elől, kettő hátul) nyolc ember könnyed gyors ütemben volt képes szállítani, függetlenül a többi brigádtól.

4. Új hipotézis: hajóhintás emelés

Sörös elmélete, amely a hajókon való szállítást és a hajó billegő mozgásának kihasználásával való emeléssel számít, szárazon is meg lehet tenni: vagyis a hajó szárazon is könnyedén tud billegni. Az ismert fahajó típusok között volt olyan

méretű, amelyet egy tucat ember el tudott vinni, és amelyik egyszersmind arra is alkalmas volt, hogy a hajó egyik végéből a másikba sétálván a hajó erre vagy arra billenjen. Ha a hajótest 1-1,5 m-es magasságú billegésre képes volt, az pont elég volt arra, hogy egy kősor-szinttel, azaz egy duplakirály könyökkel (1,05 m) feljebb emelje a terhet, a következő követ. Mivel ehhez nem kellett a bölcsőt sem levenni a kőről, az lendületesen gördülhetett a következő szinten tovább, vagy emelkedhetett a következő szintig.

Két előnye van ennek az elképzelésnek: olyan elemekkel dolgozik, amelyek jelenléte biztos igazolható az adott környezetben, másrészt szerfelett hatékony és nem kíván semmivel sem nagyobb technikai, vagy szervezési szintet, mint ami bizonyítottan jelen volt Egyiptomban.

5. Irodalomjegyzék

- [1] Feinstein P.: *Surface temperatures on Wood panels Heavy Duty High Performance Coating, Journal for non-realistic materials*, Vol. 1, Stockholm, Sweden, 1993. pp.715-723.
- [2] Székely Csaba: *Valóban rejtély a piramis építésének módja?*, http://csszekely.blog.hu/2010/06/27/piramisok_epiteserol 2010-08-25
- [3] Arany László: *Osiris sírja Egyiptomban és a gízai piramisok* <http://www.inco.hu/inco12/tudatk/cikk1h.htm> 2010-08-25
- [4] Szabó Gergő: *A Gízai Nagy Piramis* <http://tttweb.hu> ill. <http://konyv-e.hu/ekonyvek.html> 2010-08-25
- [5] Davidovits, Joseph: *The Pyramids: An Enigma Solved, Hippocrene*, New York. 1988.
- [6] Davidovits, Joseph: *Ils ont bâti les pyramides édition Jean-Cyrille Godefroy*, Paris, 2002. ISBN 2-86553-157-0.
- [7] Davidovits, Joseph: *They built the Pyramids*, ed. Geopolymer Institute (Institut Géopolymère), Saint-Quentin, 2008. ISBN: 2-9514820-2-7.
- [8] Sörös István: *Vízben álló piramisok, lebegő kövek*. Mandorfi BT., Felsőörs, 2001. ISBN 9630081059
- [9] Varona, Carlos Eduardo Rodríguez: *Hypothesis of Construction of the Pyramids Of the Valley of Giza* http://www.world-mysteries.com/GW_GP_CER.htm 2010-08-26
- [10] Franz Löhner: *Building the Great Pyramid* <http://www.cheops-pyramide.ch/khufu-pyramid/ramp-models.html> 2010-08-26
- [11] Freeman, Joel: *The Puzzle of the Pyramids* <http://www.freemaninstitute.com/Gallery/pyramids.htm> 2010-08-26