Zdeněk Halas
Stomachion

In: Zdeněk Halas (editor); Jindřich Bečvář (author); Martina Bečvářová (author); Zdeněk Halas (author); Tereza Bártlová (author); Vlasta Moravcová (author): Archimédés. Několik pohledů do jeho života a díla. (Czech). Praha: MATFYZPRESS, Vydavatelství Matematicko-fyzikální fakulty v Praze, 2012. pp. 89–98.

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/402380

STOMACHION

Zdeněk Halas

Archimédův spis *Stomachion* pojednává o stejnojmenné skládačce vyrobené ze čtrnácti kousků slonoviny, jež vznikly rozdělením jednoho velkého čtverce. Jednotlivé dílky mají různé tvary: jeden je pětiúhelník, dva jsou čtyřúhelníky a ostatní jsou různé trojúhelníky. Z těchto kousků bylo možno sestavovat rozličné obrazce ve tvaru zvířat, lidí či předmětů. Archimédés jí věnoval pojednání, z něhož se nám dochovaly jen dva fragmenty: řecký (obsažen v *Archimédově palimpsestu*) a arabský. Tyto zlomky jsou velmi krátké, a tak nám v jejich interpretaci pomáhají zmínky, které se nám o skládačce stomachion dochovaly u několika antických autorů.

1 Stomachion v antice

Nejpodrobnější popis hříčky stomachion nacházíme u římského básníka Decima Magna Ausonia[1] (4. stol. po Kr.), který sestavil na žádost císaře Valentiniana z veršů Vergiliových děl báseň *Cento nuptialis* (Svatební cento), v níž popsal průběh svatby a její završení. Předchází jí úvodní dopis, v němž vysvětluje, co je cento[2] a jak se sestavuje. Vyjmenovává přitom kombinace různých meter, jejichž složením vznikne hexametr. Tato metra je tedy potřeba umně skládat tak, aby se doplňovala a vznikl *hexametr, takže bys mohl říci, že je to jako hra, kterou Řekové nazývají stomachion*[3]*. Jsou to kostečky, celkem jich je čtrnáct, a mají tvar geometrických útvarů. Některé jsou trojúhelníky se stejnými stranami, jiné se stranami různých délek, některé souměrné, některé s pravými úhly, některé s obecnými; nazývají se rovnoramennými a rovnostrannými trojúhelníky, také pravoúhlými a obecnými. Různým sestavováním těchto kousků k sobě vzniknou podoby bezpočtu tvarů: obludný slon, zuřivý kanec, letící husa, gladiátor*[4] *ve zbroji, číhající lovec a štěkající pes – dokonce i věž a konvice*

[1] Ausonius se narodil kolem roku 310 v Burdigale (dnešní Bordeaux), kde se stal profesorem gramatiky a rétoriky. Roku 364 jej povolal ke dvoru císař Valentinianus I., aby vychovával jeho syna Gratiana, budoucího císaře. Následně zastával veřejné funkce včetně konzulátu. Po Gratianově smrti se stáhl do ústraní, kde se věnoval literární tvorbě. Zemřel kolem roku 393/4. Jeho poezii charakterizuje technická a formální dokonalost, vysoká erudice vedená snahou o to, aby se neztratilo nic z římské kultury, zájem o školské prostředí a jistá idealizace projevující se v nevnímavosti ke skutečným problémům doby: vylidňování a chudnutí venkova, bortícím se hranicím říše a náboženským nesvárům.

[2] Jedná se o báseň složenou z veršů a jejich částí, které jsou převzaty z básní jiného autora. Většinou se takto vzniklá báseň týká naprosto odlišného tématu.

[3] V textu latinského vydání Ausonia je sice uvedeno slovo *ostomachion,* z kritického aparátu však vyplývá, že nejlepší rukopisy obsahují slovo *stomachion,* na což upozorňuje také J. L. Heiberg v [Hei]. Slovo *ostomachion* bylo pravděpodobně chybně spojeno s ὀστέον (*osteon*, kost) a μαχία (*machiá*, boj, bitva), tedy *boj kostí.*

[4] Tzv. *murmillo* (u Ausonia psáno *mirmillo*), jedná se o druh těžce ozbrojeného gladiátora, který měl štít chránící celé tělo, chrániče holení a meč. Na jeho přilbě byla nakreslena ryba. Proti němu stál v boji *retiarius* (*síťař*) ozbrojený rybářskou sítí, trojzubou vidlicí a dýkou.

a bezpočet jiných takových obrazců, jejichž různorodost závisí na dovednostech hráče. Zatímco však je harmonické složení dovedného hráče úžasné, směska vytvořená hráčem neobratným je směšná. Když jsem toto předem uvedl, tak uvidíš, že já jsem jako ten druhý druh hráče.

A tak toto malé dílko, cento, je sestaveno stejně jako právě popsaná hra. Dává do souladu různé významy, aby náhodně spojené kousky vypadaly tak, jako by spolu zcela přirozeně souvisely a neprosvítala mezi nimi žádná trhlina, aby to nevypadalo, že byly spojeny násilně, aby podivně nevyčnívaly a nebyly nesouvisle rozloženy.[5]

Ausonius tedy přirovnává druh poezie, v níž se mísí různé druhy meter, ke hře, kterou Řekové nazývali stomachion a která se hrála se čtrnácti kousky slonoviny ve tvaru rovnoramenných, rovnostranných, pravoúhlých či obecných trojúhelníků[6]. Udává přitom příklady obrazců, které lze z těchto kousků složit.

Druhým svědectvím je báseň, která nese „stomachion" přímo ve svém názvu[7]. Jejím autorem je Magnus Felix Ennodius[8] (473/4–521), který byl biskupem v Pavii.

Stomachion ze slonoviny
(přel. Radomír Bužek)

Mužská srdce umdlévají rozrušená lehkou trýzní:
ženám je dovoleno hrát.
Rozprostírají hru, kterou poslal slon z marmarického kraje,
její rozložené dílky zakrátko dostávají tvar.
Mladé dívky se učí proradně žertovat o trestu:
vždyť ženám je vlastní ubližovat smíchem.
Na tisíc tvarů dokážou poskládat v těsném pouzdře;
veškerá slonovina, ženo, je schránkou tvého srdce.

Ve třetím a čtvrtém verši čteme svědectví o tom, jak se stomachion hrálo: jednotlivé kousky slonoviny ve tvaru geometrických útvarů se rozložily, hráč si je postupně bral a skládal z nich nový či požadovaný obrazec.

Zvláštně vyznívá předposlední verš. Zdá se, jako by se jednotlivé tvary skládaly pouze ve čtvercovém pouzdře, v němž byly dílky umístěny. Není však jasné, co by pak bylo cílem hry – snažili se hráči dílky poskládat vždy jen do čtverce? Střídalo se při tom více hráčů? Tato interpretace by mohla podpořit hypotézu o tom, že Archimédés ve svém spise *Stomachion* zkoumal, kolika způsoby lze

[5] Přeloženo z vydání: *Decimi Magni Ausonii Burdigalensis opuscula.* Ed. R. Peiper, Teubner, Leipzig, 1886.

[6] Je zajímavé, že o čtyřúhelnících a pětiúhelníku není v citátu zmínka.

[7] Báseň je přeložena z vydání [En], str. 602, kde je nadepsána *De ostomachio eburneo.* Nejlepší rukopisy však mají v názvu „stomachio".

[8] Psal prozaické spisy, básně a epigramy, v nichž je hojně přítomen svět pohanské klasiky, o němž hovoří se steskem, jaký u biskupa udivuje.

všech čtrnáct dílků sestavit do tvaru původního čtverce. U této hypotézy se ještě zastavíme v komentáři k řeckému zlomku textu *Stomachion.* Co se však týče hry samotné, na základě ostatních antických svědectví je pravděpodobnější, že se v tomto verši hovoří o tom, že dívky dokáží z dílků sestavit tvary velmi mnoha různých věcí, přičemž skládání neprobíhá přímo v těsném pouzdře („rozprostírají hru"), ale v něm je jen *uloženo* čtrnáct dílků skrývajících ohromný potenciál variability tisíce tvarů.[9]

Další zmínky o stomachion nacházíme u latinských gramatiků.[10] Na začátku třetí knihy pojednání *Ars Grammatica,* kterou sepsal ve čtyřech knihách Marius Victorinus[11] (4. stol.), je zmíněna tzv. „archimédovská krabička" (*loculus Archimedius*) obsahující čtrnáct kousků ze slonoviny.

Autorem významného pojednání o metrice věnovaného Neronovi byl Caesius Bassus (1. stol. po Kr.). Tento spis se sice nedochoval, ale na jeho základě sepsal pojednání o metrice latinský gramatik Atilius Fortunatianus (4. stol.). Na jeho konci je uvedena pobídka k praktickému procvičování probrané látky, v níž nacházíme další informace o *loculus Archimedius*:

Došlo-li na procvičování, působí při zkoumání meter potěšení, když hbitě poznáváme, odkud ta která pocházejí, jakým způsobem jsou složena a když můžeme vymýšlet mnohá další.

Jestliže nám totiž byla v chlapeckých letech k posílení paměti velice prospěšná ona archimédovská skládačka, která obsahuje čtrnáct kousků ze slonoviny, každý s různými úhly, které jsou poskládány do čtverce, a díky našemu rozličnému přeskládávání vytváří jednou přilbu, podruhé dýku, jindy sloup, loď či nesčetně mnoho dalších tvarů — oč větší rozkoš a plnější užitek nám mohou přinášet rozličná zpracování meter, držíme-li v rukou básně, když si pak u básníků povšimneme, že metra, jež unikají pozornosti nezkušených, byla tímto uměním rytmizována a spojena se zpěvem?

Kromě seznamu předmětů, které lze z jednotlivých kousků slonoviny složit, zde nacházíme významné svědectví o tom, že pro děti hra sloužila k procvičení paměti. Při skládání stomachion se tedy pravděpodobně nejednalo pouze o kreativní objevování nových tvarů, ale také o opětovné sestavení předložených tvarů známých a osvědčených.

Název hry *loculus Archimedius* však neznamená, že by tuto hru vymyslel sám Archimédés. Označení *Archimedius* může naznačovat, že Archimédés hru

[9] Latinsky *Angusta norunt res mille includere capsa.* Latinské „includere" také znamená „uzavřít", „shrnout".

[10] Keil H.: *Grammatici Latini VI.* Teubner, Leipzig, 1874. Příslušná pasáž z Victorina je uvedena na str. 100, z Fortunatiana je na str. 271 a 272 – odtud také překládáme níže uvedenou pasáž.

[11] Úspěšný řečník pocházející z Afriky; za jeho zásluhy ve školském působení a za kvality plamenného řečníka mu byla na římském foru vztyčena socha. Věnoval se logice a novoplatónské filosofii, po obrácení ke křesťanství sepsal tři knihy *Proti Areiovi* a komentáře k Pavlovým epištolám.

studoval z matematického hlediska. Může však také vyjadřovat její obtížnost, jako je tomu zřejmě i v *Úloze o dobytku,* jejíž dochovaný řecký text nese nadpis *Probléma Archimédeion.*

2 Arabský zlomek

Popisům skládačky stomachion dobře odpovídá arabský text, který nalezl švýcarský historik matematiky Heinrich Suter[12] (1848–1922) ve dvou arabských kodexech[13] uložených v tehdejší královské knihovně v Berlíně. Tentýž arabský text poté nalezl ještě v Bodleyově knihovně v Oxfordu[14] a v Londýně[15]. Protože se text oxfordského a londýnského kodexu neodlišoval od textu kodexů berlínských, zaměřil se H. Suter ve svém vydání[16] arabského textu pouze na oba kodexy berlínské. K arabskému textu připojil také německý překlad, který ve svém novém vydání Archimédova díla [Hei] později přetiskl s malými úpravami[17] dánský klasický filolog a historik antické matematiky Johan Ludvig Heiberg (1854–1928). Následující text vychází z německého překladu Suterova.[18]

Ve jménu boha milosrdného a slitovného! Můj pane, propůjč mi zdar a způsob, ať to pro mne není obtížné![19]

Kniha Archimédova o rozdělení obrazce stomachion[20] *na čtrnáct obrazců, které jsou k němu v [racionálním] poměru*[21].

Narýsujeme čtverec[22]*, nechť je to $ABGD$, rozpůlíme BG v E, sestrojíme EZ kolmo na BG, vedeme úhlopříčky AG, BZ a ZG, rozpůlíme rovněž BE*

---

[12] Většinu svého života působil jako gymnaziální profesor v Curychu. Věnoval se především dějinám islámské matematiky a astronomie.

[13] Oba berlínské kodexy popsal v článku *Über zwei arabische mathematische Manuskripte der Berliner Königl. Bibliothek.* Biblioth. math. 1898, 73–78. Jednalo se o kodexy označené Mf. 258 a Mq. 559.

[14] Tento kodex je označen číslem 960.

[15] Uložen v Library of the India Office.

[16] Suter H.: *Der Loculus Archimedius oder das Syntemachion des Archimedes. Zum ersten mal nach zwei arabischen Manuskripte der Königlichen Bibliothek in Berlin herausgegeben und übersetzt.* Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik 9(1899), str. 491–500.

[17] Viz strany 420–424. Jedná se vesměs o interpunkci, členění do odstavců a nahrazení zkratky „Dr." pro trojúhelník (něm. *Dreieck*) symbolem $\triangle$.

[18] Pro přehlednost však z Heibergova vydání přejímáme členění do odstavců a označení trojúhelníku pomocí symbolu $\triangle$. Podobně také doplňujeme odkazy do Eukleidových *Základů.* Slova přidaná pro usnadnění pochopení smyslu textu uvádíme v hranatých závorkách. Jelikož se jedná o delší citát, neodlišujeme jej obvyklou kurzívou. Děkuji doc. Leo Bočkovi za pomoc při práci s německým textem.

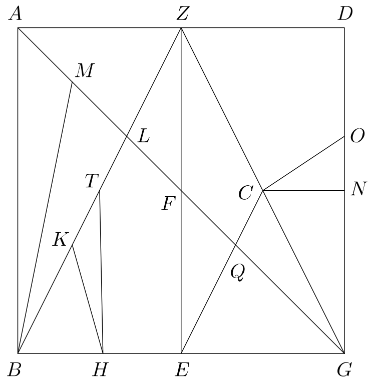
[19] Jedná se o obvyklou úvodní formuli uváděnou ve spisech islámských autorů.

[20] Suterovo vydání obsahuje přepis „siṭemâšion", připouští se zde také čtení „sitomâšion"; arabský text však není vokalizován, přesné čtení tedy nelze s jistotou určit. Řecké χ se v arabštině obvykle přepisovalo jako „š", např. arabské „Aršimîdes" odpovídá řeckému „Archimédés".

[21] Dnes bychom řekli, že podíl obsahů jednotlivých obrazců k obsahu celého čtverce je racionální číslo.

[22] V obou arabských kodexech je uveden „rovnoběžník", nicméně celý následující text hovoří o čtverci.

v H a sestrojíme HT kolmo na BE; potom přiložíme pravítko k bodu H a nasměrujeme jej k bodu A a vedeme HK, rozpůlíme AL v M a vedeme BM, tak je obdélník AE[23] *rozdělen na sedm dílů. Potom rozpůlíme GD v N, stejně tak ZG v C, vedeme EC, přiložíme pravítko k bodům B a C a vedeme CO, vedeme ještě CN, tak je také obdélník ZG rozdělen na sedm dílů, ale jiným způsobem, než ten první, a tak je celý čtverec [rozdělen] na čtrnáct dílů.*



Nyní dokážeme, že každý z těch čtrnácti dílů je k celému čtverci v racionálním[24] *poměru.*

Jelikož je ZG úhlopříčkou obdélníku ZG, tak je $\triangle DZG$ polovinou tohoto obdélníku, tedy čtvrtinou čtverce; ale $\triangle GNC$ je čtvrtinou $\triangle DZG$, protože prodloužíme-li EC, tak prochází bodem D, a pak je také $\triangle GDC$ polovinou $\triangle DZG$ a je roven oběma $\triangle GNC$ a DNC dohromady; je tedy $\triangle GNC = \frac{1}{16}$ čtverce. Jestliže nyní dále předpokládáme, že přímka OC směřuje k bodu B, jak byla také skutečně narýsována, tak je přímka NC rovnoběžná se stranou BG čtverce, resp. $\triangle OBG$, máme tedy poměr [Eukl. VI,2]:

$$BG : NC = GO : NO\,;$$

BG je však čtyřnásobkem NC, je tedy také GO čtyřnásobkem NO, proto je nyní GN trojnásobkem NO a $\triangle GNC$ trojnásobkem ONC [Eukl. VI,1]; protože však, jak jsme ukázali, je $\triangle GNC = \frac{1}{16}$ čtverce, tak je $\triangle ONC = \frac{1}{48}$ čtverce. Protože je dále $\triangle GDZ = \frac{1}{4}$ čtverce, a proto GNC je jeho $\frac{1}{16}$ a $\triangle NCO$ je jeho $\frac{1}{48}$, tak zbývá pro čtyřúhelník $DOCZ = \frac{1}{6}$ plochy čtverce. Podle předpokladu[25] *prochází dále přímka NC bodem F, a CF by bylo rovnoběžné s GE, takže máme poměr [Eukl. VI,4]: $EG : CF = EQ : CQ = GQ : FQ$; protože nyní*[26] *$EQ = 2\,CQ$ a $GQ = 2\,FQ$, tak je $\triangle EQG$ dvojnásobkem každého*

[23] V antické matematice se obdélníky a čtverce běžně označovaly pouze pomocí dvou vrcholů představujících jejich úhlopříčku.

[24] Pojem „racionální“ je v arabském textu na tomto místě skutečně uveden. Na začátku a v závěru textu však toto slovo chybí. Doplňujeme jej tam proto v hranatých závorkách.

[25] Míněna je celá konstrukce stomachion.

[26] Zde bychom na základě předchozího poměru očekávali: „Protože nyní $EG = 2\,CF$, je také $EQ = 2\,CQ$ a $GQ = 2\,FQ, \ldots$“

z obou $\triangle\, GCQ$ *a* EFQ *[Eukl. VI,1]; je však zřejmé, že je* $\triangle\, EGZ = 2\,\triangle\, EFG$ *[Eukl. VI,1], neboť je* $ZE = 2\,FE$*;* $\triangle\, EGZ$ *je však* $= \frac{1}{4}$ *čtverce, tedy* $\triangle\, EFG$ *je jeho* $\frac{1}{8}$*, ten*[27] *je však trojnásobkem každého z obou* $\triangle$ EFQ *a* GCQ*, tedy každý z těchto obou* $\triangle = \frac{1}{24}$ *čtverce* AG *a* $\triangle\, EGQ$ *je dvojnásobkem každého z obou* $\triangle$ EFQ *a* GCQ*, je tedy* $= \frac{1}{12}$ *čtverce. Protože je dále* $ZF = EF$*, tak je* $\triangle\, ZFG = \triangle\, EFG$ *[Eukl. VI,1]; jestliže nyní odebereme* $\triangle\, GCQ = \triangle\, EFQ$*, tak zůstane čtyřúhelník* $FQCZ = \triangle\, EGQ$*, je tedy také čtyřúhelník* $FQCZ = \frac{1}{12}$ *čtverce* AG*.*

Nyní máme čtyřúhelník ZG *rozdělen na sedm dílů a přecházíme nyní k dělení druhého čtyřúhelníku.*

Protože jsou BZ *a* EC *dvě rovnoběžné úhlopříčky [Eukl. VI,2] a* $ZF = EF$*, tak je* $\triangle\, ZLF = EFQ$ *[Eukl. VI,19], a proto* $\triangle\, ZLF = \frac{1}{24}$ *čtverce* AG*. Protože* $BH = HE$*, tak je* $\triangle\, BEZ$ *čtyřnásobkem* $\triangle\, BHT$*, neboť každý z nich je pravoúhlý;*[28] *jelikož však* $\triangle\, BEZ = \frac{1}{4}$ *čtverce* $ABGD$*, tak je* $\triangle\, BHT$ *jeho šestnáctinou. Podle našeho předpokladu*[29] *prochází dále přímka* HK *bodem* A*, máme tedy poměr [Eukl. VI,4]:*

$$AB : HT = BK : KT\,;$$

je však $AB = 2\,HT$*, tedy také* $BK = 2\,KT$*, a proto* $BT = 3\,KT$*, je tedy* $\triangle\, BHT$ *trojnásobkem* $\triangle\, KHT$ *[Eukl. VI,1]; protože však* $\triangle\, BHT = \frac{1}{16}$ *celého čtverce, tak je* $\triangle\, KHT =$ *jeho* $\frac{1}{48}$*. Kromě toho je* $\triangle\, BKH$ *dvojnásobkem* $\triangle\, KHT$ *[Eukl. VI,1], tedy* $= \frac{1}{24}$ *čtverce. Jelikož je dále* $BL = 2\,ZL$ *a* $AL = 2\,LF$*,*[30] *tak je* $\triangle\, ABL$ *dvojnásobkem* $\triangle\, ALZ$ *a* $\triangle\, ALZ$ *dvojnásobkem* $\triangle\, ZLF$ *[Eukl. VI,1]; protože je však* $\triangle\, ZLF = \frac{1}{24}$ *celého čtverce, tak je* $\triangle\, ALZ =$ *jeho* $\frac{1}{12}$*, tedy*[31] $\triangle\, ABL = \frac{1}{6}$*; je však* $\triangle\, ABM = \triangle\, BML$ *[Eukl. VI,1], tedy každý z obou těchto trojúhelníků* $= \frac{1}{12}$ *čtverce. Zbývá ještě pětiúhelník* $LFEHT =$ *polovině šestiny [a] navíc polovině osminy celého čtverce.*[32]

Rozdělili jsme tedy také obdélník[33] AE *na sedm dílů, a tak je celý obrazec* $ABGD$ *rozdělen na čtrnáct dílů, které jsou k němu v [racionálním] poměru, a to je [to], co jsme chtěli [dokázat].*

Kniha Archimédova o obrazci stomachion byla dokončena v pondělí 6. rabî' I. 1061[34]*.*

---

[27] Míněn je $\triangle\, EFG$.

[28] Zdůvodnění je zde neúplné; je třeba dodat, že $EZ = 2\,HT$.

[29] Míněna je opět celá konstrukce stomachion.

[30] Argumentace je chybná; přestože se jedná o správná tvrzení, nenavazují na uvedené předpoklady. Navázat lze například takto: „a $\triangle\, ABL$ je podobný $\triangle\, FZL$, tak je $\triangle\, ABL = 4\,\triangle\, ZLF$ [Eukl. VI,4]".

[31] Míněna je šestina celého čtverce.

[32] Obsah pětiúhelníku je tedy roven $\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{16}\right)$ obsahu celého čtverce.

[33] Oba arabské kodexy však mají „čtverec".

[34] Tj. v březnu 1651.

Co se týče názvu hry stomachion, H. Suter předkládá v článku [Sut2] hypotézu, že se stomachion nazývá *syntemachion* (συντεμάχιον). Činí tak na základě arabského *siṭemâšion,* což podle Sutera odpovídá řeckému *syntemachion.* Toto řecké slovo pak odvozuje od *temachion,* což je zdrobnělina *temachos* (τέμαχος, odřezek). Jednalo by se tedy o skládání kousků nějakého celku.

Kromě Suterovy hypotézy se nabízí ještě vysvětlení na základě latinského *stomachari* (zlobit se). Název by pak naznačoval hněv, když se stále nedaří složit něco pěkného. Podobně je zloba z neúspěchu obsažena v názvu známé stolní hry *Člověče, nezlob se.*

Dochovaná podoba arabského textu Archimédova spisu *Stomachion* působí uceleně: má úvod a závěr, který je obvyklý v islámských spisech, cíl uvedený na začátku spisku je v následujícím textu splněn. Přesto nelze vyloučit, že byla do arabštiny přeložena pouze malá část původního pojednání. Podstatně odlišný obraz o podobě Archimédova spisu *Stomachion* totiž podává řecký fragment.

3 Řecký zlomek

Krátce po objevu arabského překladu Archimédova *Stomachion* byl objeven řecky psaný kodex[35], jenž je dnes znám pod označením *Archimédův palimpsest.* Náročného studia smytého matematického textu se ujal dánský klasický filolog a editor Archimédova díla J. L. Heiberg, který zde kromě mimořádně zajímavého a do té doby zcela ztraceného spisu *Metoda* objevil na dvou listech zlomek textu Archimédova *Stomachion.* Jeho přepis pak publikoval roku 1913 ve druhém vydání Archimédova díla [Hei] společně s vlastním překladem do latiny a Suterovým překladem arabské verze do němčiny.

Archimédův palimpsest je dodnes jediným zdrojem řeckého textu *Stomachion.* Zachovalo se z něho velmi málo – pouze dva listy[36]. Navíc se jedná o poslední listy kodexu, takže jsou velmi poškozené jak plísní, tak také mechanicky. Tyto listy jsou velmi tenké, obsahují mnoho menších děr a pouhým okem jsou prakticky nečitelné. K největšímu poškození (zejména plísní) došlo paradoxně v posledních sto letech. Ještě J. L. Heiberg mohl tyto listy poměrně dobře přečíst pouze s pomocí lupy. Fotografie, které přitom pořídil, jsou dodnes nejkvalitnějším záznamem jejich celkové podoby.

Proč se z textu *Stomachion* zachoval pouze začátek, lze snadno vysvětlit. Tento spis byl pravděpodobně zařazen na konci i v původním kodexu. Písař, který jeho listy použil k vytvoření kodexu nového, vyřadil poslední listy, neboť byly nejvíce opotřebované. Do nového kodexu se tak dostala až folia, která byla dále od konce; ze *Stomachion* tedy zbyl jediný list obsahující jeho začátek.

Přepis, který J. L. Heiberg pořídil z těchto dvou listů, obsahoval četné mezery, neboť části textu nebylo možno pouze s pomocí lupy přečíst. Něko-

[35] Jeho objev je popsán ve studii M. Bečvářové v této knize. O dalších osudech tohoto kodexu se lze dočíst např. v [NN], [NNWT] a v této knize v kapitole *Metoda.*

[36] Jedná se o folia 172 a 177, která vznikla z jediného folia 69 obsaženého v původním kodexu s Archimédovými spisy.

lik let po prostudování se kodex ztratil. Objevil se pak až na aukci v New Yorku v roce 1998. Neznámý vlastník, který jej získal za dva miliony dolarů, poskytl celý kodex na deset let ke konzervaci a studiu, jehož výsledky vyústily v publikaci nového přepisu celého textu nejprve na internetu (http://archimedespalimpsest.net) a ve vydání reprezentativní publikace [NNWT] v prosinci roku 2011. Díky moderním technologiím se podařilo zacelit téměř všechny mezery a opravit některá slova v původním přepisu Heibergově.[37] Náš český překlad *Stomachion* vychází právě z tohoto nejnovějšího přepisu[38] řeckého textu.[39]

Archimédovo Stomachion

Jelikož takzvané stomachion může být předmětem různorodých úvah ohledně přemisťování obrazců, z nichž se skládá, uznal jsem za potřebné předně vyložit, když jsem zkoumal velikost celého obrazce, [všechny obrazce,] na které je rozdělen, čemu je každý z nich roven[40] *a podoben, potom pak také jaké úhly [vzniknou,] budou-li brána jejich spojení, a výše [uvedené] je řečeno k poznání toho, kdy z nich vznikající obrazce k sobě pasují, ať už jsou strany vznikající v těchto obrazcích v [jedné] přímce, nebo i maličko schází, [ale] zraku je to skryto; takovéto věci jsou totiž důvtipné; a chybí-li velmi málo, takže to je skryto zraku, tak by pro to neměly být sestavené obrazce odmítnuty. Spíše je z nich nemalé množství*[41] *obrazců, ‖ protože [jeden obrazec] může být sám přemístěn na jiné místo rovného a podobného obrazce a zaujmout jiné postavení. Když pak i dva obrazce jsou dohromady rovny a podobny jednomu obrazci, nebo i dva obrazce jsou dohromady rovny a podobny dvěma [jiným] obrazcům dohromady, více obrazců se tvoří kromě*[42] *přemisťování. Předeslána je jistá věta, která k tomuto směřuje.*

Buď ZG obdélník[43] *a nechť je EZ rozpůlena*[44] *[bodem] K a nechť jsou z [bodů] G, E sestrojeny*[45] *[úsečky] GK, BE.*

---

[37] Více se o zpracování *Archimédova palimpsestu* lze dočíst v článku o *Metodě*.

[38] Viz [NNWT], druhý díl, str. 284–287.

[39] Řecký matematický text je obecně velmi stručný, ve srovnání se současnou češtinou je v něm mnoho slov vynecháno. Čtenář si je tehdy snadno domyslel z kontextu, předložek a členů v různých pádech. Při překladu do češtiny tato slova většinou přidáváme v hranatých závorkách, podobně jako další slova, bez nichž by text utrpěl na srozumitelnosti. Řecká písmena označující jednotlivé body přepisujeme do latinky takto: Α – A, Β – B, Γ – G, Δ – D, Ε – E, Ζ – Z, Η – H, Θ – Q, Ξ – X, Ο – O, Χ – C. Řecký text byl v původním kodexu s Archimédovými spisy psán ve dvou sloupcích; přechod textu z prvního sloupce do druhého označujeme svislou čarou |, přechod mezi stránkami dvojitou svislou čarou ‖.

[40] Míněna je rovnost obsahů; „roven a podoben“ je tedy standardní řecké spojení značící shodnost rovinných útvarů.

[41] Řecky πλῆθος (*pléthos*); toto nově přečtené slovo se používá jako jeden z argumentů pro podporu hypotézy, která považuje *Stomachion* za spis věnovaný kombinatorice.

[42] Řecky ἐκτός (*ektos*).

[43] Z kontextu vyplývá, že se jedná o čtverec.

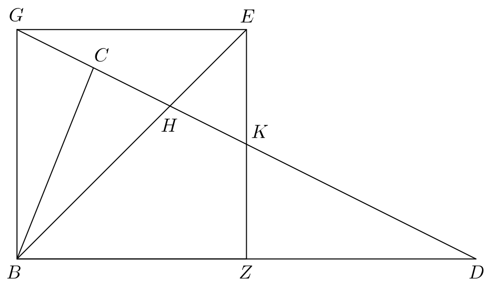
[44] Řecky *dedikasthó*, dosl. rozsouzena.

[45] Dosl. „spojeny“; tedy „bod G je spojen [s bodem K, čímž vznikne úsečka] GK a bod E je spojen [s bodem B, čímž vznikne úsečka] BE“. Jedná se o celou krátkou větu konden-

Je třeba dokázat, že GB je větší než BH.

Nechť jsou prodlouženy GK, BZ a nechť se protínají v D a nechť je sestrojena [úsečka] GH. Jelikož je EK rovna KZ, je také GE, tj. BZ, rovna ZD. Takže je GZ větší než ZD; a úhel ZDG je tedy větší než [úhel] ZGD; [úhly] HBD a BGZ jsou si však rovny, neboť je každý z nich polovinou pravého; takže i [úhel] GZB je větší[46]*; [úhel] GHB je tedy roven dvěma vnitřním a protilehlým*[47] *[úhlům] HBD, HDB, [úhel GHB je větší]*[48] *než [úhel] HGB; takže je GB větší než BH.*

Bude-li tedy GH rozdělena na poloviny v C, pak bude úhel GCB tupý; vskutku, jelikož je GC rovna CH[49] *a CB je společná, tak jsou rovny dvě [strany] dvěma*[50]*; a základna GB je větší než BH; a | [jeden] úhel je tedy větší než [druhý] úhel, takže [úhel] GCB je tupý, přilehlý pak ostrý. [Úhel] GBH je pak polovinou pravého, když se předpokládá rovnostranný rovnoběžník; [úhel] BCH je pak ostrý. Zbylé poloviny [trojúhelníku] GBH jsou si rovny.*[51] *A je sestrojen a rozdělen trojčetný řez.*[52]



Buď AB jiný obdélník s dvojnásobnou stranou, který má [stranu] GA dvojnásobnou oproti [straně] GB a úhlopříčku …[53]

Nechť je GA[54] *rozdělena na poloviny v E a [bodem] E buď rovnoběžně s BG vedena EZ; GZ, ZA jsou tedy čtverce. Nechť jsou vedeny úhlopříčky GD,*

---

zovanou do jediného řeckého slovesa, u něhož stojí označení dvou bodů se členem. Volně lze vyjádřit význam tohoto spojení takto: „nechť jsou spojeny body G a K, čímž vznikne úsečka GK“. Překládáme jednotně: „nechť je sestrojena [úsečka] GK“.

[46] Tj. „než úhel ZGD“.

[47] Tato rovnost vychází z [Eukl. I,32]: úhel GHB je vnějším úhlem prodloužené strany HD trojúhelníku HDB. Velikost tohoto úhlu je rovna součtu velikostí protilehlých vnitřních úhlů, tj. HBD a HDB.

[48] Text je zde velmi nejasný, doplněno dle kontextu.

[49] V textu je zjevná písařská chyba: „GC rovna CB“.

[50] Jedná se o rovnost délek dvou dvojic příslušných stran v trojúhelnících GCB, HCB; tedy: $GC = CH$ a CB je strana společná oběma těmto trojúhelníkům.

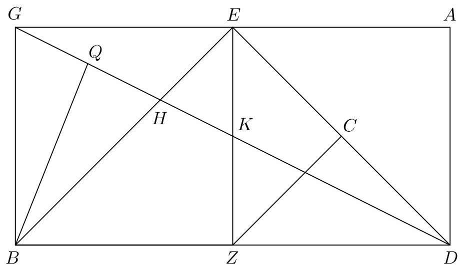
[51] Patrně je míněna rovnost obsahů trojúhelníků GCB, HCB.

[52] Patrně se jedná o úsečku GK, která je rozdělena na tři stejně dlouhé části: GC, CH a HK.

[53] Text je zde na dvou řádcích silně porušen, závěr věty na dalších dvou řádcích je proto nejasný.

[54] Za touto matematickou větou, z níž se nám však dochoval pouze začátek, který je navíc porušen, byl patrně uveden příslušný náčrtek. Připojujeme jeho částečnou rekonstrukci.

BE, ED, a nechť jsou GH, ED rozděleny na poloviny v Q [a] C, a nechť jsou sestrojeny [úsečky] BQ, CZ a [bodem] O [a bodem] K nechť jsou rovnoběžně s BD vedeny KL [a] OX. Na základě předchozí věty bude v trojúhelníku BGQ úhel při Q tupý, zbylý pak ostrý. Takže je zřejmé[55]*, že je ostrý.* ‖



4 Interpretace

Arabský překlad Archimédova spisu *Stomachion* je v dochované podobě ucelený, přesto však nelze vyloučit, že se jedná pouze o malou část původního pojednání, jak naznačuje řecký fragment. Ten dává tušit, že *Stomachion* bylo pojednání podstatně delší. Na úvod jsou totiž uvedena pomocná tvrzení, která budou nejspíše tvořit jen malou část celého spisu. Taková stavba je pro Archimédovy práce typická: Archimédés na začátku uvádí několik jednoduchých tvrzení, potom přejde k delší sérii vět, které vyústí v hlavní výsledky uvedené v samém závěru. Ani úplnější přepis dochovaného řeckého textu tedy neposkytuje dostatek informací k tomu, abychom mohli s jistotou interpretovat *Stomachion* jako celek.

Přestože antická svědectví vypovídají o hře stomachion jako o souboru geometrických útvarů ze slonoviny, z nichž bylo možno skládat tvary různých předmětů či zvířat, tak Reviel Netz předložil v článku [NAW] hypotézu, že v Archimédově spisu *Stomachion* mohlo jít o počet všech možností, jak poskládat dílky stomachion do původního čtverce. Opřel se přitom zejména o větu z úvodu:

Spíše je z nich nemalé množství obrazců, ‖ *protože [jeden obrazec] může být sám přemístěn na jiné místo rovného a podobného obrazce a zaujmout jiné postavení.*

Obrazci by se však v tom případě musela rozumět jednotlivá uspořádání všech čtrnácti dílků do původního čtverce. Pokud budeme zmíněné obrazce chápat jako tvary různých zvířat či věcí, mohl by Archimédův text pojednávat o různých vlastnostech (obsahy, velikosti úhlů, …) jednotlivých dílků skládačky stomachion, přičemž by se jednalo o různé možnosti složení předepsaných tvarů zvířat a věcí (tj. které lze za předepsané tvary uznat a které nikoli) a o vysvětlení, zda při skládání vycházejí v konkrétních konstelacích pravé a přímé úhly, nebo pouze úhly, jež se od nich liší jen nepatrně. Kterákoli interpretace je však nejistá.

[55] V textu je spojení „je zřejmé“ uvedeno dvakrát, patrně se jedná o chybu opisovače (*dittografii*).