TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2007

LENKA ŠMÍDOVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

STUDIE UPLATNĚNÍ PRAVIDLA „ZLATÉHO ŘEZU“ V KONSTRUKCI ODĚVŮ

STUDY EXERCISE RULES „GOLDEN RATIO" IN CONSTRUCTION DRESS

KOD - 226

LIBEREC 2007

LENKA ŠMÍDOVÁ

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 14. 5. 2007 . . . .

Podpis

Abstrakt

Tato studie se zabývá vlastnostmi zlatého řezu a jejich uplatnění v konstrukcích oděvů. V práci je uvedeno matematické vyjádření rovnicemi, příklady užití v rovinné geometrii a v planimetrii. Pak se zde poukazuje na souvislost zlatého poměru s Fibonacciho posloupností. Je zde poukázáno na historii vzniku debaty o zlatém poměru. V praktické části je poukázáno na zlatý poměr lidské paže. Práce je také doplněna názornými obrázky k doplnění textu.

Klíčová slova

Zlatý řez, konstrukce oděvů, Fibonacciho posloupnost, zlatý poměr, zlatý řez a lidské tělo

Abstract

This study deal with properties golden ratio and their exercise in constructions dress. In study is mentioned mathematical formulation quadratics, example exercise in plane steering-swivel geometry and in planimetric. Then there point on context gold ratio with Fibonacciho succession. There is remit on story rise debates about gold ratio. In practical parts is remit on gold ratio human shoulder. Study is also completed objective pictures to completion text.

Pivotal words

Golden section, construction dresses, Fibonacciho succession, gold ratio, golden section and human body

Obsah

1 Úvod

Tématem bakalářské práce je uplatnění zlatého řezu v konstrukci oděvů. Nejdříve se však musí vysvětlit co to vlastně zlatý řez znamená a od jaké doby se o tomto pojmu začalo diskutovat.

Tak tedy pod pojmem zlatý řez si představte rozdělení úsečky na dvě části v určitém poměru. Úsečka je rozdělena na dvě části tak, že poměr délky větší části ku délce menší části je roven poměru délky celé úsečky ku délce větší části.

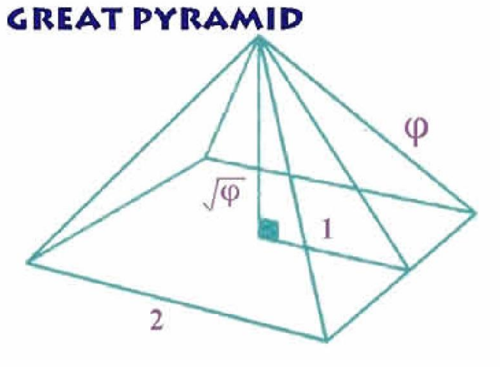
Pojem zlatý řez je znám už od doby antiky. Používá se až dodnes v malířství, sochařství, architektuře, typografii. Hlavně je využíván v přírodě a to nejen v proporcích lidského těla, ale i v botanice, biologii, nerostech a v krajině. Protože je tento poměr tak běžný v přírodě, lidské oko je na něj zvyklé, připadá mu přirozený a proto i velmi příjemný. A možná právě proto se antičtí vědci i umělci snažili nějak vyobrazit ve svých dílech, aby byly díla pro lidé krásnější.

V praxi se zlatý řez používá např. pro umístění výrazné dominanty v grafice, na webu zejména v záhlaví stránek, při sazbě knih, tvorbě reklamních tiskovin nebo třeba při komponování fotografií. Zlatý řez při kompozici používali také staří mistři, zejména v období renesance. Dokonce se nachází i v uspořádání hvězd ve vesmíru, v krystalických strukturách a chemickém složení látek. Lidská znalost zlatého řezu je však mnohem starší, jeho geometrická konstrukce je známa již od prvního století před naším letopočtem. [1]

2 Historie

Už od starověku fascinoval tento poměr největší matematické učence. Počínaje Egyptem, kde je základ matematiky Rhindův papyrus, v poslední době nazývaný Ahmesův papyrus, podle písaře, který ho napsal někdy v období 1788-1580 př.n.l., když Egypt byl ovládán Hyksósy. Tento papyrus tvrdí, že "v pyramidách je utajen tajemný kvocient, nazvaný seqt". Tento seqt objevili pozdější Řekové. Někteří historikové tvrdí, že tento kvocient je zlaté číslo, měření to doposud nepotvrdilo, ale také nevyvrátilo. Dokonce na Cheopsově pyramidě v Gíze byl objeven poměr blízký zlatému číslu (Obr. 1 , Obr. 2).

Obr. 1 Cheopsova pyramida



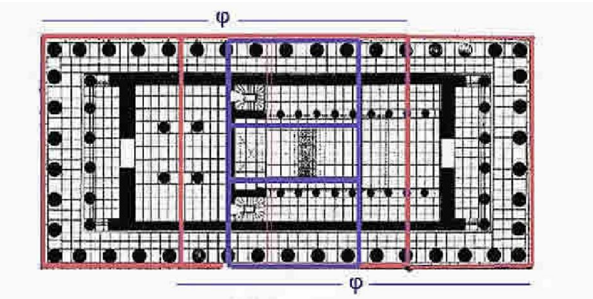
Obr. 2 Cheopsova pyramida - nákres

Jedny z prvních písemných zápisků pochází z antiky. Antický učenec Euklides (340-287 př.n.l.), sepsal dílo ,,Základy“, kde se zabýval úlohou rozdělit úsečku na délce tak, aby se její menší část měla k větší jako větší část k celku. Jde o rozdělení úsečky "ve středním a krajním poměru". Úloha z druhé Euklidovy knihy Základů zní: "Rozděl úsečku na dva díly tak, aby obdélník, jehož jedna strana je celá úsečka a druhá strana je jeden z dílů, měl stejný obsah jako čtverec nad druhým dílem." Dále se zabýval konstrukcí pravidelného pětiúhelníku, který v sobě také skrývá zlatý poměr, a vkreslováním pravidelných platónských těles do koule. Na svou dobu je to úloha velmi obtížná, neboť ještě nebyla známa algebra.

V antice již v 5. století př.n.l. se zlatým řezem zabýval i sochař, malíř, zlatník a architekt Phidias. Postavil athénský Panthenón na Akropoli (Obr. 3, Obr. 4), jehož základem je zlatý obdélník a zlatý poměr nalezneme i na průčelí této stavby. Po Phidiovi bylo podle některých pramenů ve 20. století zavedeno označení pro zlaté číslo – φ (fí).

Jiné zdroje uvádějí, že toto označení je na počest nikoli Phidia, ale Leonarda Pisánského (1170 – 1240) zvaného Fibonacci. Za zmínku stojí i římský architekt a stavitel Marcus Vitruvius Pollio, který žil na konci 1. století př. n. l. za vlády Caesara a Augusta. Sepsal 10 knih o svém oboru pod názvem „Deset knih o architektuře". Základem jeho teorií byla nauka o významu číselných zákonitostí a proporčních vztahů, jež lze odhalit ve stavbě vesmíru i člověka a bez nichž nelze postavit krásnou budovu. Podle Vitruvia je estetika budovy založena na číselných vztazích odvozených z proporcí lidského těla.

Obr. 3 Panthenón



Obr. 4 Panthenón - nákres

Debaty o zlatém čísle utichly a znovu se k nim vrací až v období renesance tj. v 15. století, když nastal návrat k antické kultuře. V tuto dobu byli matematici ohromeni tímto poměrem, že ho začali nazývat božským poměrem. Na Eukleidovy „Základy" navazuje italský matematik Luca Pacioli, který je spíše známý díky podvojnému účetnictví. Vydal roku 1509 pojednání „O božském poměru" s ilustracemi svého přítele Leonarda da Vinci, který považoval zlatý řez za ideál krásy a harmonie a hojně jej využíval ve svých malbách. Toto dílo obsahuje soubor příkladů výskytu poměru zlatého řezu v rovinných obrazcích a tělesech. Znovu bylo vydáno v roce 1956.

Německý malíř Albrecht Dürer ve svém spisu z roku 1528 rozvinul některé teoretické problémy nauky o proporcích. A také se zde setkáváme se zlatým řezem úsečky a zlatým obdélníkem. Mezi holandskými mistry výtvarného umění vynikal v užití i teorii zlatého řezu Jan Vermeer (1632 až 1675), poté se však zájem o zlatý řez začal vytrácet. Názvů "zlatý řez" a "zlatý poměr" se však začalo používat až v 19.století, když se opět vědci začali zajímat o tuto problematiku. Německý fyzik, psycholog a filozof Gustav Theodor Fechner tehdy proměřil několik set obrazů ve více než dvaceti muzeích evropských hlavních měst se závěrem, že názory o významu zlatého řezu nelze potvrdit. Jeho výsledky potvrdil dr. Miroslav Tyrš, který s mravenčí pílí proměřil spoustu antických soch a význačných staveb, avšak zlatý řez nenalezl.

V této době se teorie zlatého řezu přesunula do pozadí. A přesto je spousta vědců, které toto číslo fascinuje. Jedním z nich byl ve 20. století francouz Matila Ghyka, který roku 1931 vydal v Paříži „Zlaté číslo“, o něco později, roku 1946, pak vyšla ve Velké Británii jeho kniha „Geometrie umění a života. V obou dílech se zabývá výskytem zlatého čísla v přírodě i v architektuře, jeho vlastnostmi a využitím od starověkého Egypta přes antiku až po současnost. V dnešní době o přítomnosti zlatého čísla svědčí například „pyramida v Louvre“, která je vstupní bránou do galerie (Obr. 5) nebo budova La Géode v Paříži, jenž je největší panoramatické kino na světě (Obr. 6).

Dnes v 21. století jde rozvoj matematiky rychleji kupředu a i problematika zlatého řezu má své místo. Zlatý poměr se využívá nejen v matematice, planimetrii, stereometrii, ale také ve fotografii a dokonce i v rozvržení webových stránek. [1, 5,7, 9]

Obr. 5 Pyramida v Louvre

Obr. 6 La Grófe v Paříži

3 Zlatý řez kolem nás

3.1. Příroda

Jakub Bernoulli (1654-1705), nejstarší z rodiny vynikajících učenců, se mimo jiné zajímal o zákonitosti křivek. Logaritmická spirála, kterou krátce předtím objevil francouzský filozof a matematik René Descartes, ho přímo fascinovala. Bernoulli neváhal a označil ji za spira mirabilis - neobyčejná, obdivuhodná spirála.

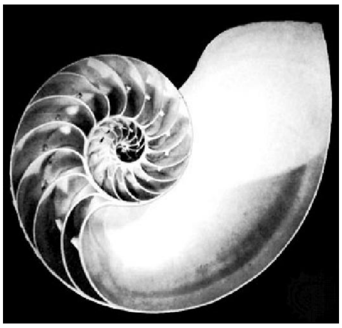
Je to jediná křivka, která roste tak, že zachovává tvar a poměr částí. Vyjadřuje růst neživých částí živého tvora. Můžou to být zobáky, zuby, rohy, parohy nebo schránky měkkýšů.

Někdy nás ani nenapadne, že to, co před sebou vidíme, je částí spirály. Hlavně ne tehdy, jedná-li se o rychle rostoucí spirálu. Mírně ohnutý sloní kel i hustě točená ulitka plže jsou v tomto ohledu příbuzné.

Turovitým kopytníkům, mezi které patří i náš hovězí dobytek a ovce, rostou do spirály rohy. Nebývá to vždy na první pohled zřetelné, neboť obyčejně jsou jen částí jednoho závitu spirály, ale některé jsou přímo ukázkou prostorové logaritmické spirály. (Obr. 7)

Obr. 7 Africký kudu

U hlavonožců je jeden z příkladů schránka Nautila. Nejlépe je spirála vidět, když se podíváme na průřez ulity. Přepážky, které ji rozdělují na komůrky, svědčí o tom, jak Nautilus rostl. Nautilus totiž obývá ve svém bytě vždy jen poslední pokoj. Pokud je mu malý, přistaví hned vedle další, o kousek větší, a nastěhuje se do něj. Komůrka je sice větší než předcházející, ale má přesně ten samý tvar. (Obr. 8)

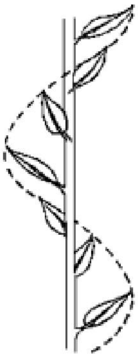


.

Obr. 8 Nautilus

3.2. Botanika

Rostliny které byly vytvořené ve spirálách, jako ananas a slunečnice mají vsobě schovanou spirálu. Je obsažena nejen v upořádání listů, ale i v semenech a okvětních lískách. Listy, pokud vyrůstají jednotlivě, jsou na větvičkách rozloženy tak, že každý list vyrůstá nad předchozím listem více či méně posunut o určitý úhel. (Obr. 9)



Obr. 9 Úhel posunutí listů

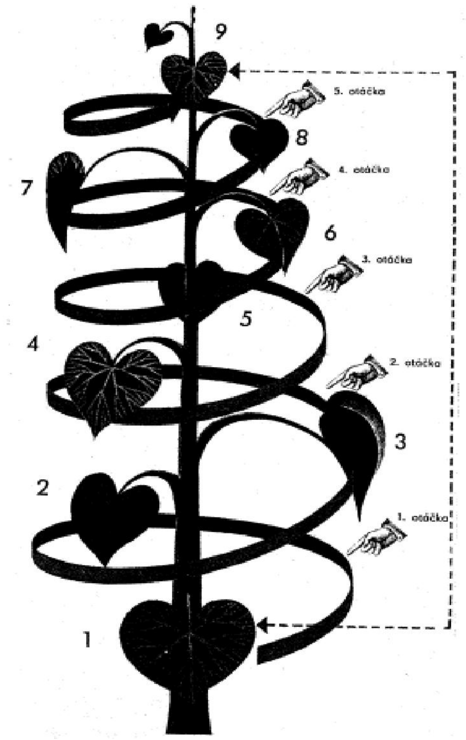
Tento úhel, který je pro každou rostlinu charakteristický, vyjadřují botanici ve tvaru zlomku, který udává, jakou část obvodu kružnice vytíná. Čísla v čitatelích zlomků tvoří Fibonacciovy posloupnosti:

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \ldots$$

Zlatý řez se tak nepřímo uplatňuje i při rozložení listů na ose rostliny.

V dolní části stonku jsou listy starší a větší, u vrcholu mladší a menší. Všechny listy jsou stejnoměrně osvětlovány, menší nestíní větším, které nad to mají ještě delší řapíky.

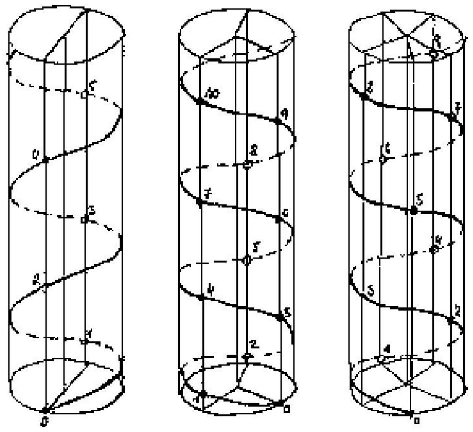
Zákonitostí rozestavění listů se zabývali, v 30.- 40. letech minulého století, francouzští badatelé bratři Louis a Antoine Bravais, a němečtí morfologové Karel Schimper a Alexandr Braun. Tito botanici vybudovali celou nauku o postavení listů, která k výkladům používá matematických pouček. (Obr. 10)



Obr. 10 Rozestavění listů

Listy jsou postaveny na stonku trojím způsobem. Kolem stonku opisujeme spirálu, která vystupuje vzhůru podle stáří listů. Tuto myšlenou spirálu nazýváme genetická spirála. Tak můžeme stanovit, že listy jsou postaveny jednak ve spirále, přičemž vždy určitý počet listů tvoří skupiny mezi dvěma listy stojícími nad sebou a opakujícími se pravidelně na celém stonku, a jednak tvoří listy určitý počet svislých řad, v nichž stojí listy vždy po určitém počtu otáček spirály kolem osy. Tedy dva sousední listy jsou od sebe vzdáleny o určitou výškovou distanci d a odchýleny o úhel, který nazýváme divergence δ. Distance je proměnlivá veličina podle tloušťky osy a příkrosti genetické spirály, kdežto divergence je vždy stálá a lze ji vyjádřit zlomkem. Tento zlomek *m/n*, který bývá u celé rostliny stejný, nám ve jmenovateli udává počet listů v jedné skupině a v čitateli počet otáček spirály kolem stonku od prvního listu k následujícímu, který stojí přímo nad ním.

Postavení listů si můžeme znázornit schématicky. Část stonku pokládáme za pravidelný válec, který je v podstatě kuželem, neboť se k vrcholu zužuje. (Obr. 11)



Obr. 11 Schématické postavení listů

Na obrázku je schéma střídavého postavení listů na stonku se zlomkem 1/2, které najdeme např. na větévce lípy nebo révy vinné: zde stojí vždy třetí list nad prvním, přičemž celý cyklus obsahuje jen jediný obvod genetické spirály.

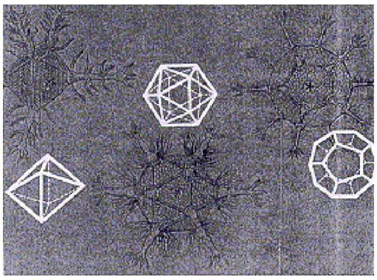
Na větvi olše nebo lísky tvoří genetická spirála též jeden obvod, ale přechází tři listy, aby došla k listu, který stojí právě nad listem, od něhož jsme vyšli. Divergence dvou listů je 120°, všechny listy jsou uspořádány ve tři svislé řady a zlomek je 1/3.

U stromů např. dub, višeň, topol, akát, vrba či jabloň stojí listy střídavě v pěti řadách a genetická spirála se otočí okolo osy dvakrát, tedy zlomek 2/5. Méně časté je postavení 3/8, např. len, ředkev, vavřín.

O příčinách zákonitého rozestavení listů jsou různé teorie. Alex Braun viděl ve spirálním postavení listů uskutečnění matematické myšlenky v plánovité stavbě rostlinného těla. Hanstein a později Kerner vykládají, že listy se snaží zaujmout takové místo, aby každý měl dostatek místa, vzduchu i světla. A mohli bychom ve výčtu teorií pokračovat dál. Je však nesporné, že rozestavení listů závisí nejen na vnitřních podmínkách dědičně fixovanými v každém rostlinném druhu, nýbrž i na podmínkách vnějších, které mají často velký vliv na poměry vegetačního vrcholu. [2, 9]

3.3. Mnohostěny v přírodě

V poslední době se dvacetistěn opět objevil na stránkách odborných publikací. Ukázalo se totiž, že bór krystalizuje v dokonalých dvacetistěnech. Také viry, které byly dříve pokládány za kulovité, například virus dětské obrny, mají tvar dvacetistěnu. Biologové bombardovali virus napadající komáry ze dvou stran atomy kovu. Za virem tak vznikly jakési stíny. Na fotografii lze při této metodě rozeznat, že stíny mají ostré rohy. Virus tedy nemůže být kulový, jak se dříve předpokládalo. Aby byl určen jeho tvar, byly různé mnohostěny osvětlovány pod týmiž úhly, jako byl bombardován virus. Ukázalo se, že jen jeden mnohostěn vrhá právě takový stín. Byl to dvacetistěn. Z matematických zákonů je nejekonomičtějším uzavřeným obalem složeným ze stejných prvků právě dvacetistěn pozorovaný u virů.
Tato elegantní a přitom účelná konstrukce složená z dvaceti identických nejjednodušších prvků, pravidelných trojúhelníků, a obepínající největší možný objem nám opět připomíná původní jednoduchost přírody. Pravidelné mnohostěny nalezneme i u živočichů. (Obr. 12) [8, 9]



Obr. 12 Kostry mřížovců

Jsou to drobní mořští živočichové, jejichž kostrami je pokryto dno Tichého a Indického oceánu. Tito mřížovci žili před milióny lety. Kostry na obrázku tvoří skoro dokonalý osmistěn, dvánáctistěn a dvacetistěn. Příroda všechno své bohatství a rozmanitost buduje z nejjednodušších elementů.

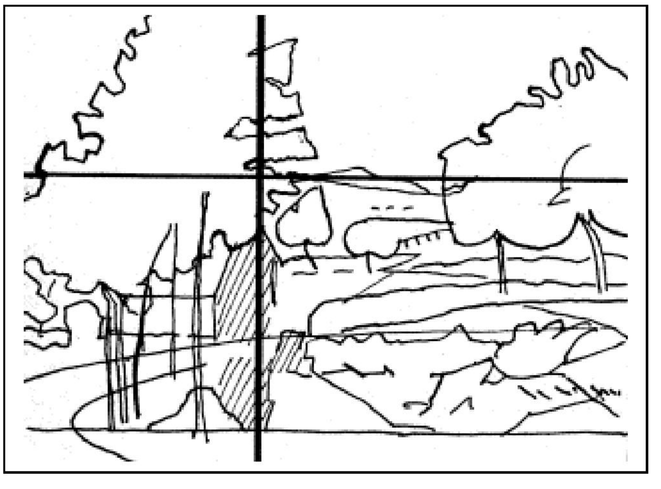
3.4. Umění

O vztahu matematiky a umění svědčí to, že mnozí vynikající výtvarníci byli výbornými matematiky, např. Leonardo da Vinci nebo Albrecht Dürer.

3.4.1. Obrazy

Při tvorbě obrazových formátů se používá poměr zlatého řezu pro výšku i šířku rámu. Rám ve tvaru zlatého obdélníka je protáhlý formát naležato, často používaný pro obrazy moře.

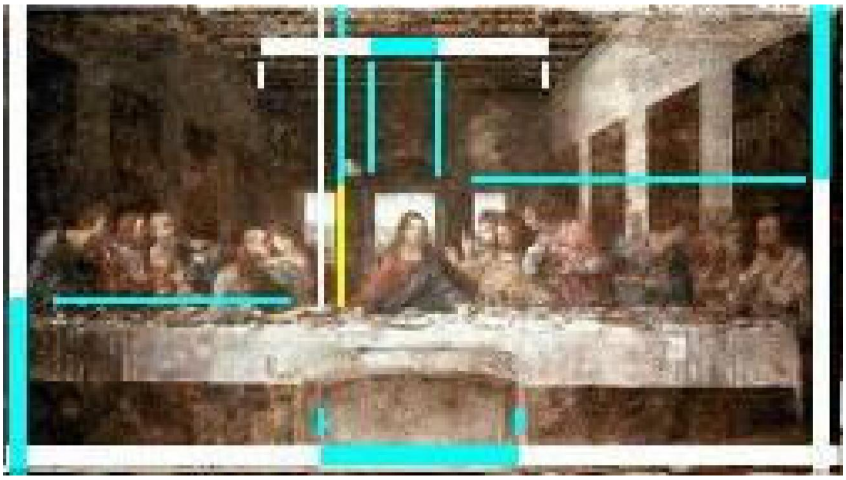
Se zlatým řezem se setkáváme i při umisťování hlavního motivu obrazu do plochy formátu. Esteticky mnohem účinnější je umístění mimo geometrický střed, do tzv. středu optického, který bývá dán užitím poměru zlatého řezu nebo dvojitého zlatého řezu. S tímto kompozičním řešením se často setkáváme v obrazech Bohumila Kubišty (1884-1918). Kubišta patřil k umělcům, kteří obrazové geometrii věnovali velkou pozornost. Podívejme se na uplatnění harmonických poměrů v jeho obraze Žně.



Obr. 13 Bohumil Kubišta – Žně

Zlatý řez se uplatňuje v mnoha malířských kompozicích nejrůznějších období. Známý obraz Leonarda da Vinci "Poslední večeře Páně" je tak působivý právě proto, že postavy na něm jsou rozděleny bílým ubrusem podle zlatého řezu. (Obr. 14) I Raffaelova "Sixtinská madona" může být vtěsnána do poměrů zlatého řezu.

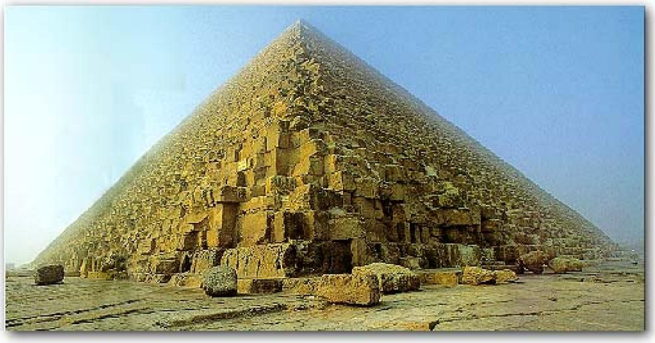
Malíř však obraz složitě nepromĕřuje, nýbrž se nechává vést citem, který mu určuje poměry rozměrů v obraze, vztahy částí k celku i jejich umístění do formátu. [9]



Obr. 14 Leonarda da Vinci Poslední večeře Páně

3.5. Architektura

Všichni badatelé hledali důkaz pro svá tvrzení v plánech architektur všech dob i slohů. Největší památník zlatého řezu vidí někteří badatelé v Cheopsově pyramidě. Tvrdí, že podstava této pyramidy se má k jejímu plášti jako plášť k jejímu celému povrchu. Je-li *c* výška boční stěny, *a* polovina strany podstavy a *h* výška pyramidy, je podle Pythagorovy věty.

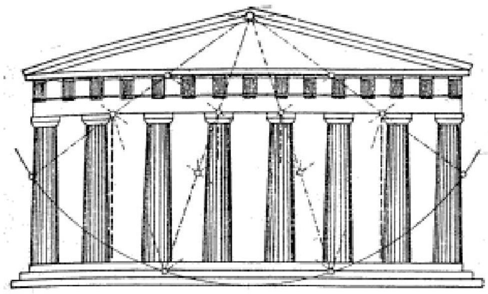


Obr. 15 Cheopsova pyramida

Staří Řekové zlatý řez znali a architekti Itkinos a Kaligrates ho mohli použít při stavbě chrámu Parthenón na Akropoli. (Obr. 16)

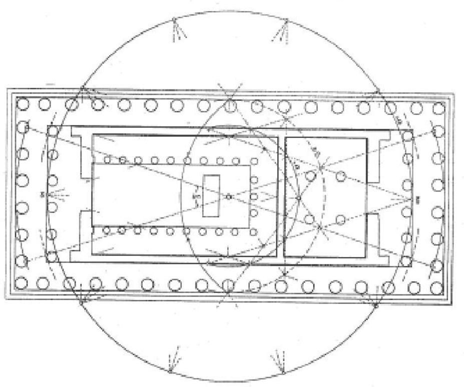
Obr. 16 Parthenón na Akropoli

Parthenón je typický dórský chrám s osmi sloupy zepředu i zezadu a je nepochybně nejkrásnějším chrámem postaveným tímto stylem. Do průčelí Parthenónu můžeme nakreslit část pravidelného desetiúhelníka, který má souvislost se zlatým poměrem. (Obr. 17)



Obr. 17 Vkreslení části desetiúhelníka

A nejenom tam. Na schématu půdorysu tohoto monumentu nalezneme další desetiúhelníky vepsané soustředným kružnicím. (Obr. 18)



Obr. 18 Půdorys Parthenónu

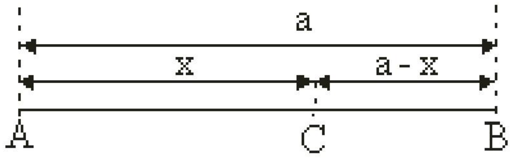
Řekové viděli v číslech krásu a milovali ušlechtilé tvary. Své pokračovatele našli i mnohem později např. v gotice při stavbě chrámu Notre-Dame v Paříži, v kompozici fasád chrámů ruské architektury 12. století, v dílech architekta Le Corbusiera nebo v architektuře budovy Organizace spojených národů v New Yorku. Zlatý řez však nelze prokázat obecně a nelze hovořit o jeho jakési všeobecně platné umělecké přednosti před jinými proporcemi. (Obr. 19) [2, 9]

Obr. 19 Noter Dame v Paříži

4. Matematické vyjádření

4.1. Číselné vyjádření

Je dána úsečka AB. Tuto úsečku chceme rozdělit dělicím bodem C na dvě části AC, BC tak, aby délka úsečky AC byla větší než délka úsečky BC a poměr délky úsečky BC k délce úsečky AC byl roven poměru délky úsečky AC k délce celé úsečky AB. Problémem je určit „polohu" bodu C. Délky úseček AB, AC, BC označíme. (Obr. 20)



Obr. 20 Rozdělení úsečky

Rozdělíme-li úsečku AB délky a bodem C na dvě části *x* a *(a-x)* tak, aby se poměr délek větší části *x* k menší části *(a-x)* rovnal poměru délky úsečky *a* k větší části *x*, tedy aby platilo

$$\frac{x}{a-x} = \frac{a}{x} \qquad (41)$$

pak říkáme, že jsme sestrojili zlatý řez úsečky AB a poměr *a:x*, resp. *x:(a-x)*, nazveme zlatým poměrem. Hodnotu určíme takto: zvolme velikost úsečky *a=1* a dosadíme do rovnice zlatého řezu:

$$\frac{x}{1-x} = \frac{1}{x} \qquad (42)$$

Po úpravě řešíme kvadratickou rovnici

$$x^2 + x - 1 = 0 \qquad (43)$$

jejíž kladný kořen je

$$x_1 = \frac{-1+\sqrt{5}}{2} = 0{,}618\,03 \qquad (44)$$

a poměr

$$\varphi = \frac{1}{x_1} = 1{,}618\,03. \qquad (45)$$

Záporný kořen nevyhovuje, neboť *x* je délka úsečky. Jeho převrácenou hodnotu (-0,61803) nazveme φ' a použijeme ho k odvození zajímavých vlastností čísla φ:

$$\varphi \cdot \varphi' = -1. \tag{46}$$

φ má další jedinečnou vlastnost: Je to jediné kladné číslo, které zmenšené o jedničku, dává svou převrácenou hodnotu

$$\varphi - 1 = \frac{1}{\varphi}. \tag{47}$$

Tento vztah dostaneme dosazením $\frac{1}{\varphi}$ za x do kvadratické rovnice.

Zlatý poměr můžeme vyjádřit dvěma způsoby:

$$\frac{a}{x} = 1{,}61803 \tag{48}$$

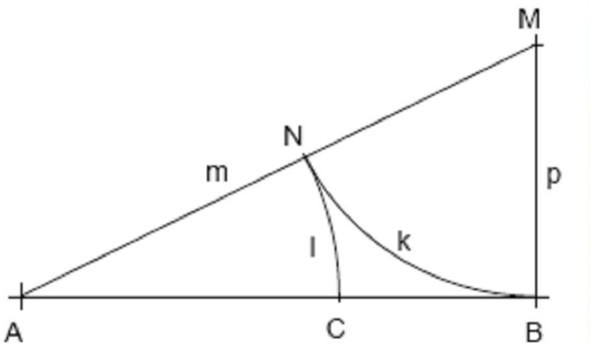
nebo

$$\frac{a}{x} = \frac{1}{0{,}61803}. \tag{49}$$

Z nich plynou možnosti výpočtu nebo geometrické konstrukce zlatého řezu. [2, 4]

4.2. Konstrukce zlatého řezu

Pro konstrukci zlatého řezu existuje několik možných postupů. Uvedeme nejznámější konstrukci pocházející od Heróna (1. st. př. n. l.). (Obr. 21)



Obr. 21 Konstrukce zlatého řezu

Lze ji odvodit z vyjádření zlatého poměru, pro nějž platí

$$\frac{a}{x} = \frac{x}{a-x} \qquad (50)$$

čili

$$x^2 + ax - a^2 = 0\,. \qquad (51)$$

Kladný kořen

$$x = \frac{a}{2}(\sqrt{5} - 1), \qquad (52)$$

upravíme na tvar

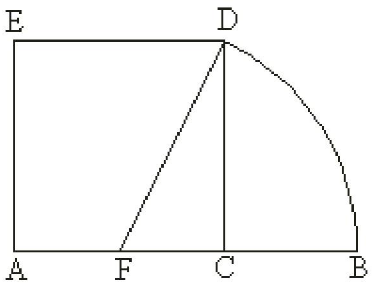
$$x = \sqrt{a^2 + (\frac{a}{2})^2} - \frac{a}{2}\,. \qquad (53)$$

Výraz

$$\sqrt{a^2 + (\frac{a}{2})^2} \qquad (54)$$

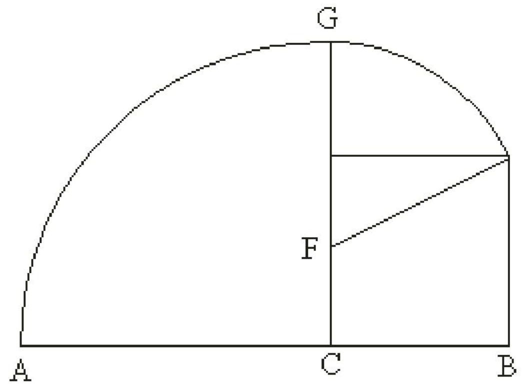
sestrojíme užitím Pythagorovy věty, což je uvedená euklidovská konstrukce. Úloha má vždy jediné řešení.

Nyní si uvedeme konstrukci celkové úsečky AB, pokud známe její větší díl AC. Nad úsečkou AC sestrojíme čtverec a opíšeme kružnici se středem F o poloměru FD. Průsečík polopřímky AC a kružnice je bod B. (Obr. 22) [9]



Obr. 22 Konstrukce zlatého řezu se známou výškou

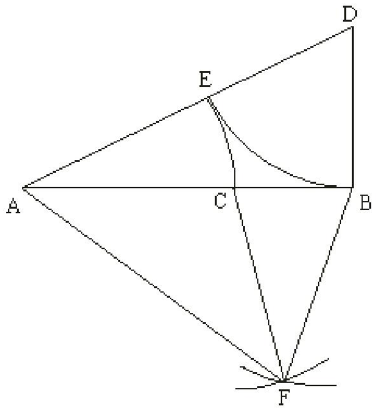
Jestliže známe menší díl CB, úsečku AB získáme takto. Bod G určíme podobnou konstrukcí jako v předchozím případě, kde jsme hledali bod B. Pomocí kružnice o poloměru CG, zjistíme bod A. (Obr. 23)



Obr. 23 Konstrukce zlatého řezu se známou menší délkou

4.3. Násobky úhlu 36°

Metoda rozdělení úsečky zlatým řezem naznačuje euklidovskou konstrukci úhlu 36°. Narýsujeme oblouky se středy v bodech B a C s poloměrem AC. Jejich průnik označíme F a spojíme ho s body A,B,C. Potom úhel BAF=36°, úhel CBF=72° a úhel ACF=108°. Přímka CF je osou úhlu AFB. (Obr. 24)

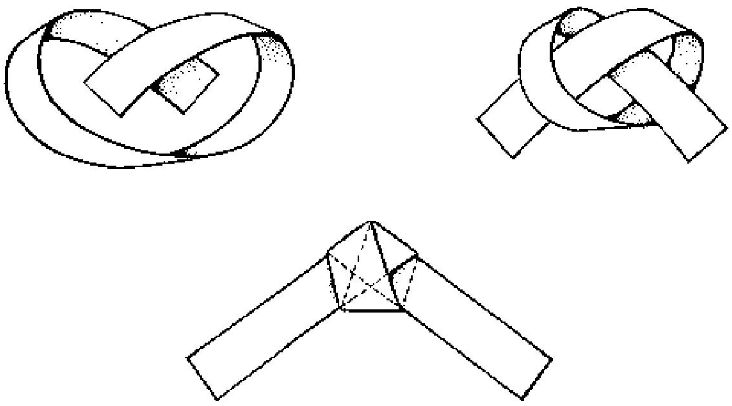


Obr.24 Schéma násobků úhlu 36°

4.4. Pravidelný pětiúhelník

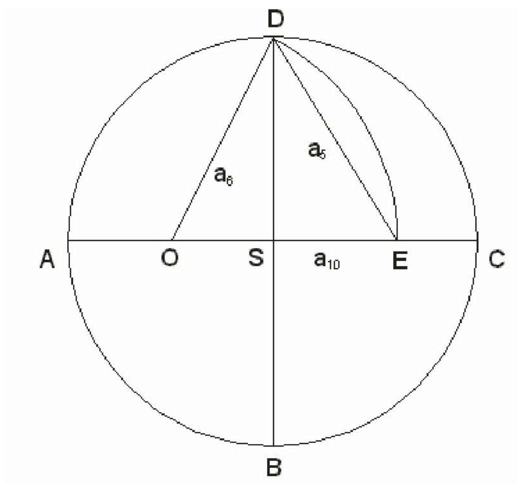
Pětiúhelník je jediný mnohoúhelník, jenž má týž počet úhlopříček jako stran, je nejnižším mnohoúhelníkem, jehož strany i úhlopříčky lze nakreslit jediným tahem.

S pětiúhelníkem se setkáváme také vždy, když si zavazujeme tkaničky. Bylo by to vidět, kdybychom měli ploché tkaničky a uzel bychom zatáhli až do konce. Sestrojíme přesný pětiúhelník, na jehož průsvitu vidíme pěticípou hvězdu. (Obr. 25)



Obr. 25 Pětiúhelník složen pomocí papíru

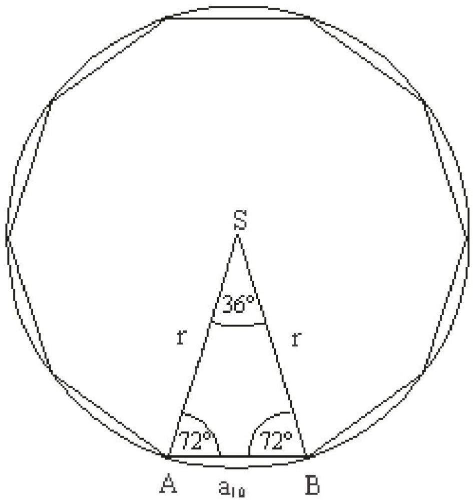
Sestrojení pravidelného pětiúhelníku pravítkem a kružítkem. V kružnici se středem S zvolíme průměr AC a průměr BD na něj kolmý, bodem O rozpůlíme AS a opíšeme z něj část kružnice o poloměru OD, která nám protne úsečku AC v bodě E. Vzdálenost DE je hledaná velikost strany pravidelného pětiúhelníka. A nejenom to. Úsečka SE je stranou pravidelného desetiúhelníka. (Obr. 26)



Obr. 26 Sestrojení pravidelného pětiúhelníku

4.5. Pravidelný desetiúhelník

V předchozí úloze se již hovořilo o souvislosti desetiúhelníka a pětiúhelníka. Tak i zde můžeme nalézt zlatý poměr. Zkusíme určit velikost strany a_{10} pravidelného desetiúhelníka vepsaného do kružnice o jednotkovém poloměru. (Obr. 27)

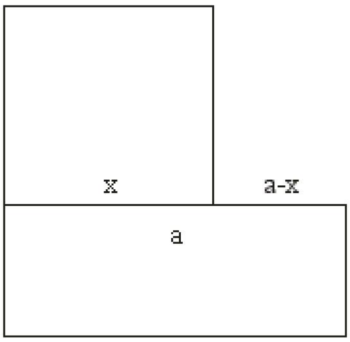


Obr. 27 Pravidelný desetiúhelník

Na obrázku vidíte rovnoramenný trojúhelník ABS. S takovým trojúhelníkem jsme se již setkali a víme, že platí

$$\frac{|SA|}{|AB|} = \varphi . \tag{55}$$

Jak jsme již uvedli v Euklidových "Základech" se objevila úloha na zlatý poměr. Máme rozdělit danou úsečku na dvě nestejné části tak, aby čtverec sestrojený nad větší částí měl stejný obsah jako pravoúhelník, jehož jedna strana má délku menší části a druhá má délku celé úsečky. (Obr. 28)



Obr. 28 Sestrojení pravoúhelníků

Zvolme délku úsečky rovnu *a*, obsah čtverce

$$S_1 = x^2 \tag{56}$$

a obsah obdélníka

$$S_2 = a.(a - x). \tag{57}$$

Podle zadání se mají oba obsahy rovnat, tedy

$$x^2 = a^2 - ax,$$

$$x^2 + ax - a^2 = 0, \tag{58}$$

toto je rovnice pro nalezení poměru zlatého řezu úsečky. Strana čtverce a obdélníka jsou částmi úsečky *a* rozdělené zlatým řezem.

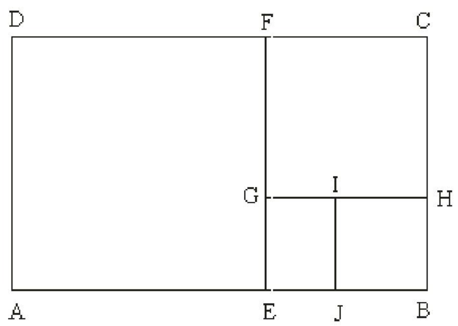
4.6. Zlatý obdélník

Poměr φ můžeme také nalézt v rovinné geometrii. Tady je ukázka pravidelného mnohoúhelníku. Zvolíme si obdélník, jehož strany jsou v poměru φ. Tento obdélník se nazývá zlatý obdélník. Zlatý obdélník má řadu zajímavých vlastností. Můžeme ho vepsat do čtverce tak, že jeho všechny vrcholy dělí strany čtverce ve zlatém poměru.

Oddělíme-li od zlatého obdélníka ABCD čtverec AEFD, bude zbývající část opět zlatým obdélníkem. Jestliže od obdélníka EBCF oddělíme čtverec GHCF, bude zbytek EBHG opět zlatým obdélníkem. Koeficient podobnosti zlatých obdélníků je roven 1/ φ. (Obr. 29) [5, 9]

Platí

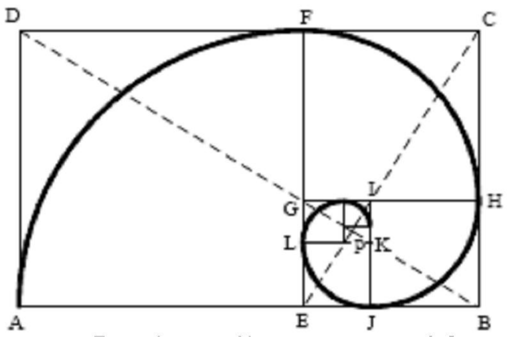
$$|EF| = \frac{1}{\varphi}|AB|. \tag{59}$$



Obr. 29 Dělení obdélníka

4.7. Zlatá spirála

Vrátíme-li se k zlatému obdélníku, konkrétně k oddělování čtverce od tohoto obdélníku tak, že vznikne nový zlatý obdélník, a provedeme-li toto oddělení několikrát, je vidět, že body vyznačující postupně zlaté řezy (*A*, *F*, *H*, *J*, *L*, …) leží na spirále. (Bod *A* můžeme do výčtu zahrnout také, stačí si představit, že obdélník *ABCD* vznikl oddělením čtverce o straně *AB* od většího obdélníku). Této spirále se říká zlatá, ale v podstatě jde o logaritmickou spirálu. (Obr. 30)



Obr. 30 Zlatá spirála v obdélníku

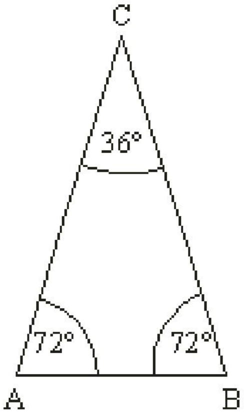
Logaritmická spirála je křivka, která protíná průvodiče svých bodů pod konstantním úhlem. Její rovnice v polárních souřadnicích je: $\varrho = a\, e^{b\alpha}$, kde *a*, *b* jsou kladné konstanty a je úhel průvodiče v radiánech. Tečna v bodě logaritmické spirály svírá s jeho průvodičem úhel Ψ , pro který platí: tan (Ψ)=1*b*. Pólem *P* této spirály je průsečík přímek *DB* a *CE*. Zlatá spirála se velmi často vyskytuje v přírodě.

4.8. Zlatý trojúhelník

Rovnoramenný trojúhelník, v němž je poměr délky ramene a základny roven φ, nazveme zlatým trojúhelníkem.

$$\frac{|AC|}{|AB|} = \varphi \qquad (60)$$

V zlatém trojúhelníku jsou úhly při základně rovny 72° a úhel při hlavním vrcholu 36°.



Obr. 31 Zlatý trojúhelník

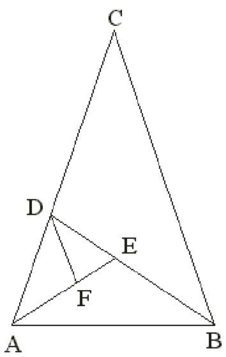
Do daného trojúhelníku ABC vepisujeme největší možné rovnoramenné trojúhelníky, které mají rameno rovno základně předcházejícího trojúhelníku. (Obr. 32) Opět platí, že zbude zlatý trojúhelník. Platí a |AB|=|CD|, po dosazení platí a podle definice zlatého řezu

$$\frac{|CD|}{|AD|} = \varphi, \qquad (61)$$

a protože |CD|=|BD|, platí

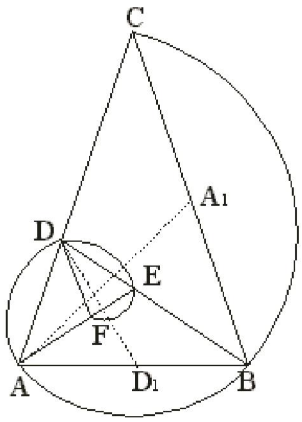
$$\frac{|BD|}{|AD|} = \varphi, \qquad (62)$$

tedy trojúhelník ABD je zlatý.



Obr. 32 Nákres vepsání rovnoramenných trojúhelníků

Logaritmickou spirálu můžeme sestrojit i pomocí zlatých trojúhelníků. Jejich vrcholy leží na spirále, která má střed v průsečíku těžnic AA_1 a DD_1. Středy jejich oskulačních kružnic leží v bodech D, E, F... (Obr. 33) [5]



Obr. 33 Logaritmická spirála

4.9. Tělesa v prostoru

Tělesa v prostoru se nazývají Platónská tělesa. Platónské těleso je pravidelný konvexní mnohostěn. To znamená, že z každého vrcholu vychází stejný počet hran a všechny stěny tvoří stejný pravidelný mnohoúhelník. V trojrozměrném prostoru jich existuje právě pět a to: pravidelný čtyřstěn, pravidelný šestistěn (krychle), pravidelný osmistěn, pravidelný dvanáctistěn a pravidelný dvacetistěn. Platón jako jeden z prvních matematiků tato tělesa podrobně popsal. Krychli, osmistěn, čtyřstěn a dvacetistěn považoval za představitele čtyř základních živlů: země, vzduch, oheň a voda. Dvanáctistěn podle Platónova učení představoval jsoucno, neboli vše, co existuje. Platónská tělesa jsou pro nás z hlediska zkoumání zlatého řezu poměrně zajímavá. Na některých z nich najdeme zlatý poměr ve velmi hojném počtu. Proporcemi zlatého řezu na platónských tělesech se zabýval v minulosti především italský mnich Luca Pacioli. [5, 9]

5. Fibonacciova čísla

Se zlatým číslem úzce souvisí posloupnost přirozených čísel, kterou sestavil Ital Leonardo Pisáno zvaný též Fibonacci. Tento italský mnich žil v letech 1170 - 1230 v Pise. V roce 1202 vydal latinsky psané dílo Kniha o abaku. V této knize shrnul všechny tehdejší znalosti o aritmetice a algebře. Šlo o jednu z prvních knih v Evropě, která učila používat desítkovou soustavu.

Tehdejší matematické znalosti objasňoval na mnoha úlohách, z nichž se úloha o králících zapsala do historie matematiky tím, že dala podnět k vybudování tzv. teorie Fibonacciových čísel.

Vraťme se ale k Fibonacciově posloupnosti. Ta je nejčastěji zadávána pomocí tzv. rekurentního vzorce, to znamená, že není dán vzorec pro přímý výpočet libovolného členu posloupnosti, ale vztah pro výpočet některého členu posloupnosti pomocí několika členů předcházejících. Obecný rekurentní vzorec vypadá následovně:

$$p_{n+k} = c_1 p_{n+k-1} + c_2 p_{n+k-2} + \ldots + c_k p_n , \qquad (63)$$

kde p_i jsou členy posloupnosti, c_1 , ..., c_k jsou konstanty a n, k jsou přirozená čísla. Tímto předpisem jsme vyjádřili ($n+k$)-tý člen posloupnosti pomocí k předchozích členů. Číslo k se nazývá řád rekurentního vzorce. Fibonacciova posloupnost se zadává pomocí rekurentního vzorce druhého řádu:

$$F_n = F_{n-2} + F_{n-1} , \; n \geq 3$$
$$F_1 = 1 \qquad (64)$$
$$F_2 = 1$$

Každý člen Fibonacciovy posloupnosti se tedy určí jako součet dvou předchozích členů. Zde je vypsáno prvních 10 členů Fibonacciovy posloupnosti.(Tab. 1)

Tab. 1 Fibonacciho posloupnost

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_n	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55

n ……….. počet členů

Fn ……… člen fibonacciho posloupnosti

Pokud bychom chtěli určit třeba stý člen této posloupnosti, postup podle rekurentního vzorce by byl velmi zdlouhavý. Existuje však vzorec (tzv. Binetův vzorec) pro přímý výpočet n-tého členu Fibonacciovy posloupnosti:

$$Fn = \frac{a_1 - a_2}{\sqrt{5}} \qquad (65)$$

Kde

$$a_1 = \frac{-1 \quad 5}{2} \qquad (66)$$

$$a_2 = \frac{-1- \quad 5}{2} \qquad (67)$$

$a_1 =$, $a_2 =$ ´

V předchozím vzorci vyšel jeden kořen záporný tudíž nepředstavuje délku úsečky. Když do prvního vzorce (66) dosadíme

$$\varphi = \frac{a}{x}, \quad a=1 \qquad (68)$$

dosadíme

$$\varphi = \frac{-1 + \sqrt{5}}{2} \qquad (69)$$

Vyjde nám přibližně 1,61803.

Což je zlaté číslo.

[5]

6. Lidská postava

Už v renesanci se filozofové zabývali estetikou našli na lidském těle zlatý řez v poměru délek nad pasem a pod pasem. A tyto části těla můžeme znovu rozdělit na dvě části v poměru 0,618 : 1. Hranicemi jsou další dvě zúžení na lidském těle: krk a noha těsně pod kolenem.

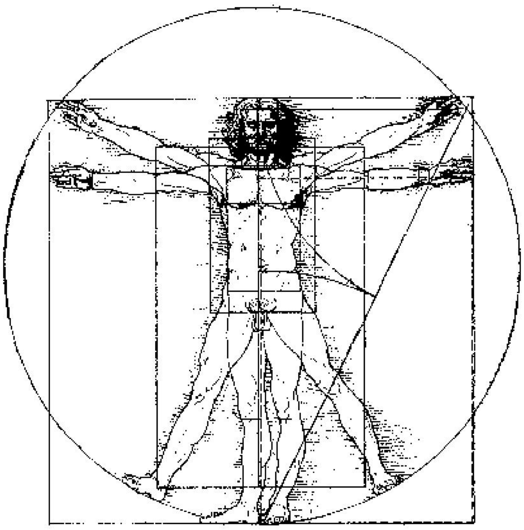
Zlatý řez je však statická hodnota. Je to jakýsi ideální průměr a každý člověk s ním není na milimetr totožný. A navíc platí pro jakéhosi oboupohlavního člověka, protože je průměrem hodnot naměřených u žen i u mužů. Ve skutečnosti je hodnota 0,618 u mužů trochu menší a u žen větší. Děvčata by měla mít delší nohy a chlapci v poměru k svojí výšce více vyvinutou horní hrudní část.

Stupeň krásy určité postavy je v tom, jak dalece se její proporce přiblížily k průměrným, resp. normálním proporcím. Lidí s průměrnými proporcemi je však poměrně málo a u většiny kolísají kolem tohoto průměru. Průměrné proporce jsou tedy základem, od něhož umělec při své tvorbě musí vycházet. Pokud si konstruuje nebo používá kánon, musí si uvědomit, že jde jen o jednoduché pravidlo, že kánon vyjadřuje hodnoty pouze blízké průměru a že i dobrý kánon se nehodí na všechny případy, zvláště extrémní.

Proto už Albrecht Dürer, který se dlouho a podrobně zabýval studiem proporcí, upozornil, že v nauce o proporcích není jediný závazný kánon, nýbrž že je potřeba většího počtu proporčních schémat. Užívání kánonu nesmí nikdy umělce svést k šablonovitému znázorňování lidského těla, neboť jde pouze o technickou pomůcku, o hrubé schéma.

Značný význam má studium proporcí a užití správného kánonu zejména v sochařství, méně v malířství, kde záleží více na postřehu umělce, poněvadž malíř se setkává vždy s perspektivním zkreslením těla, čímž se aplikace kánonu stává někdy nemožnou. V historickém sledu bylo konstruováno velké množství kánonů, z nichž některý mnohé umělecké školy dosud užívají. Uvedeme zde ty, které nějakým způsobem souvisí se zlatým řezem.

Ondřejův kříž je kánonem římského stavitele Vitruvia. Podle něho se délka rozpjatých horních končetin rovná výšce těla a lze tudíž lidské tělo zakreslit do čtverce. Kolem této figury opsal kružnici, jejíž střed je v pupku, který se tím stal přirozeným středem, ne však půlícím bodem těla. Této tzv. Vitruviovy figury používal v renesanci Leonardo da Vinci a Albrecht Dürer. (Obr. 34)



Obr.34 Ondřejův kříž

Leonardo da Vinci si tento kánon upravil. Na obrázku proporční studie Ondřejova kříže mají obdélníky strany v poměru zlatého řezu. Ve stejném poměru jsou umístěny na lidské ruce kotníky a zápěstní kloub.

Adolf Zeissing prohlásil pravidlo zlatého řezu za zákon proporcionality. Podle něho je vzdálenost od temene k pupku ke vzdálenosti pupku od podložky ve stejném poměru jako tato vzdálenost k výšce těla. Zlatý řez platí podle něj pro všechny části těla (i pro končetiny), proto délka předloktí s rukou je k délce paže v témže poměru jako délka celé horní končetiny k předloktí s rukou. Jeho kánon je málo užívaný, protože má u figury kánonu tabulku, jejíž užití je dosti komplikované.

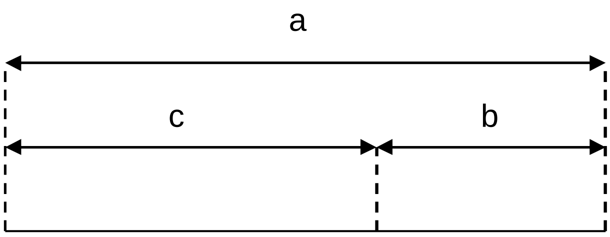
Francouzský architekt Le Corbusier (1887-1965) ve známé studii "Modulor" zformuloval nový proporční systém, který se opírá o míry člověka a princip zlatého řezu, který podle něj dává do souladu každou věc s celkem. Modulor je systém proporcí založených na poměrech výšky stojícího člověka a člověka se vzpaženou rukou. Každý úsek první série rozměrů je polovinou série druhé. Obě nakreslené do jednoho obrázku dávají rozdělení, kde mimo dělení v zlatém poměru nastává i půlení.
[9]

7. Studie zlatého řezu na lidské postavě a v konstrukci oděvů

Již ve starověku bylo lidské tělo rozděleno podle určitého pravidla. Tím prvním byla výška ke kotníku. Poté následovalo snad nejznámější kánon Vitruvia tzv.,, Ondřejův kříž“,kde je poměr určen výškou postavy. Dalšími jsou kánon Michelangelův, kánon Fritschův a další. A nakonec v druhé polovině 19.století Z. Zeissing určil proporce lidského těla podle Euklidovy věty a nazval ,,Zlatý řez“. Výklad je tento: ,, Větší část se má k menší tak,jak se má celek k větší části.“

Zlatý poměr můžeme nalézt na každé části lidského těla. Jako první si všimneme lidské postavy. Je rozdělena na osm stejných dílů a kánon je výška hlavy.

Jak bylo již řečeno zlatým řezem rozumíme rozdělení úsečky na dvě části, jejíž poměr délky větší části takto rozdělené úsečky ku délce menší části je stejný, jako poměr délky celé úsečky ku délce větší části. Tento poměr je konstantní pro všechny úsečky. (Obr. 35)



Obr. 35 Rozdělení úsečky

Vyjádření vzorcem:

$$\frac{a}{c} = \frac{c}{b} \qquad (70)$$

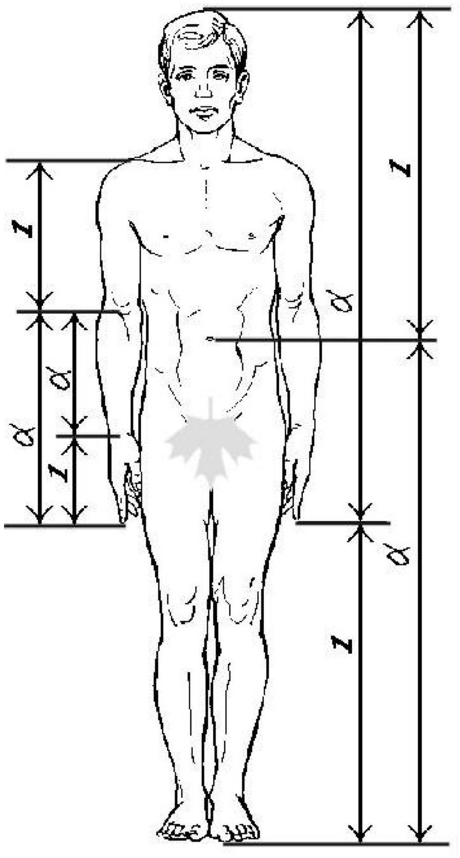
7.1. Zlatý poměr v konstrukci oděvů

Nejdříve byl zjišťován zlatý poměr v konstrukcích oděvů a poznatky byly vloženy do následující tabulky.(Tab. 2)

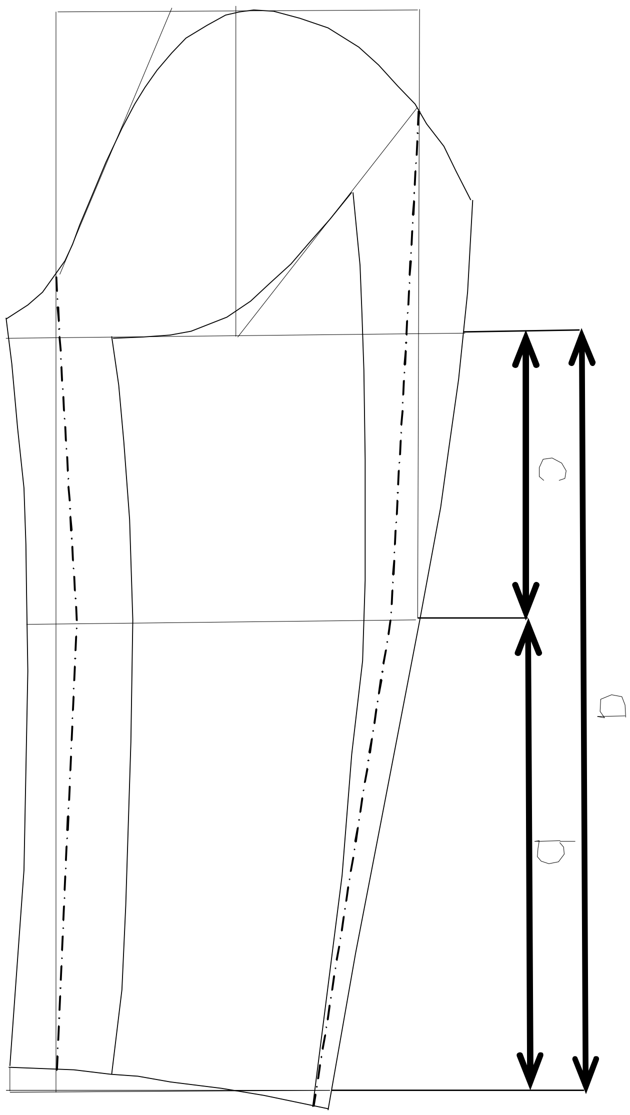
Tab. 2 Zjištění zlatého poměru v konstrukci

Těleso	**Odpovídající proporce**	**Hodnota celku [cm]**	**Hodnota A** [cm]	**Hodnota B** [cm]	**Výsledek** [koeficient/ stupně]
přímka	Výška postavy (Obr. 36)	184	115	69	1,600
	Umístění loketní přímky u dvoudílného rukávu (Obr. 38)	62	35,5	26,5	1,339
	Zvětšení zadního dílu pánských kalhot(Obr.39)	41,9	26	15,9	1,635
	Umístění rozparku na rovném halenkovém rukávu (Obr.40)	41,5	26	15,5	1,600
obdélník	Umístění vrcholu rozparku na dámském šatovém rukávu (Obr.41)	60	37	23	1,620

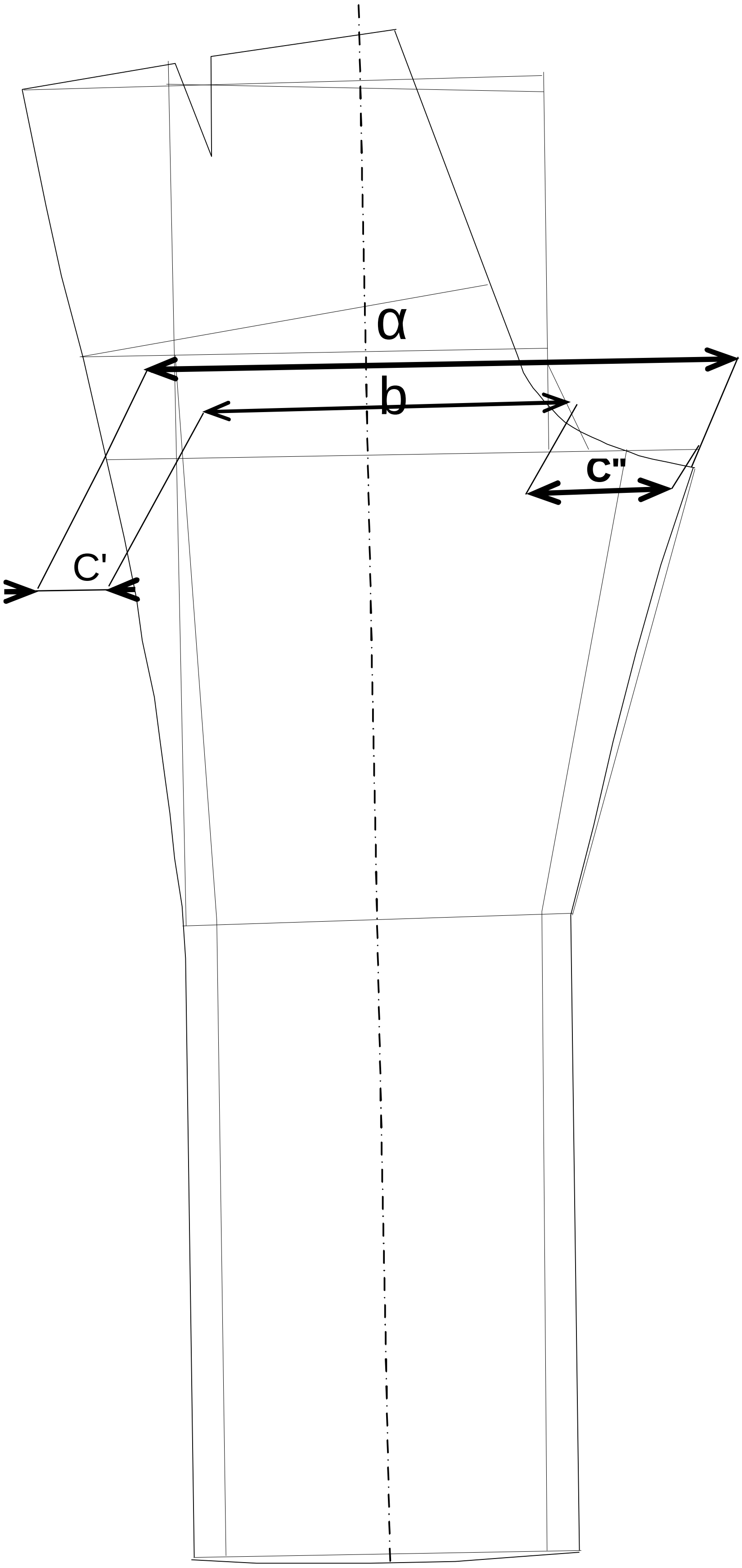
trojúhelník	Sklon ramenní přímka PD dámského volného pláště (Obr.42)				Úhel 108°
pětiúhelník	Tvar průkrčníku u poncha (Obr.43)				Úhel 108°



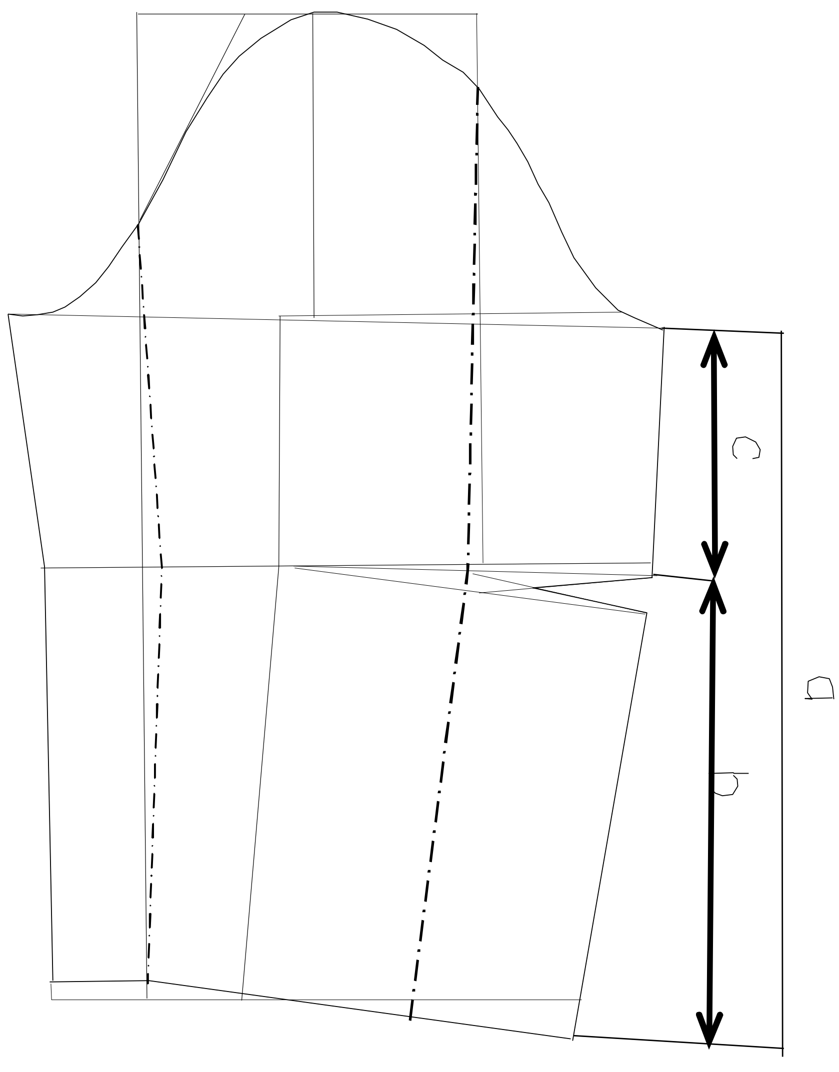
Obr. 36 Lidská postava



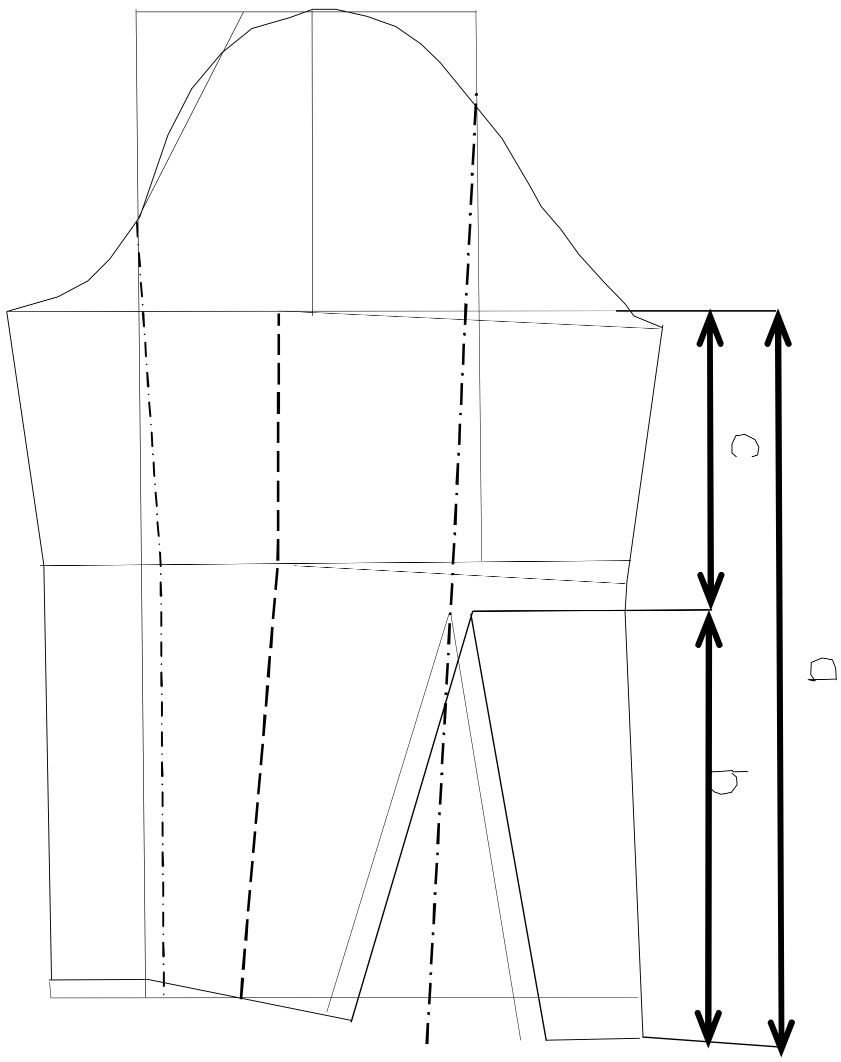
Obr. 38 Dvoudílný rukáv



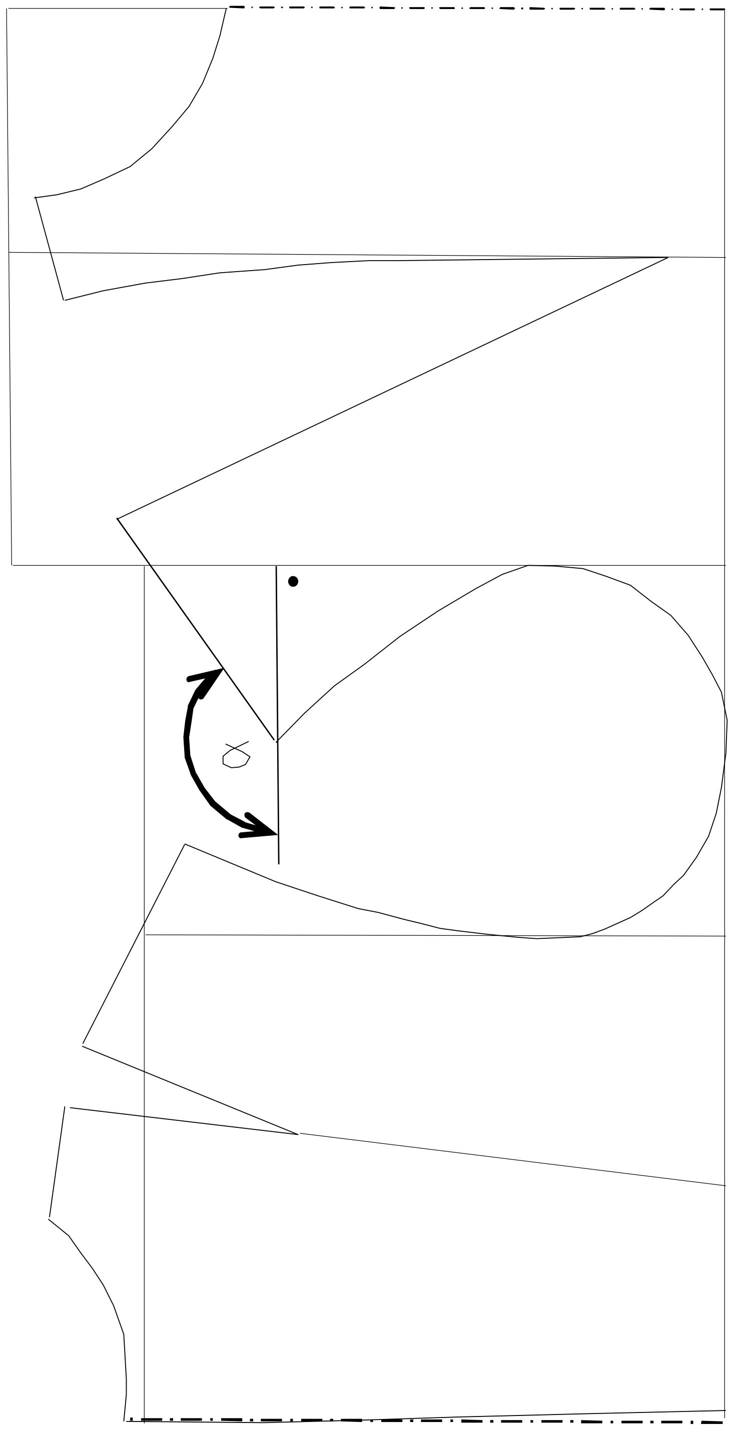
Obr. 39 Zadní díl pánských kalhot



Obr. 40 Rovný halenkový rukáv



Obr.41 Dámský šatový rukáv



Obr. 42 Dámský volný plášť

Obr. 43 Tvar průkrčníku u poncha

Legenda k obr. 38 – 42:

a ………… hodnota celku
b ………… hodnota delšího úseku
c ………… hodnota kratšího úseku

7.2. Lidská ruka

Zvolila jsem si pro svou detailnější studii lidskou paži. Porovnáním délek od ramenního bodu k loktu s celou paží. K dalšímu porovnávání použiji prsty na horních končetinách. Měření bylo zjišťováno na deseti osobách. Hodnoty jsou udávány v centimetrech.(Tab.3) (Obr. 36)

Poměr: $\dfrac{a}{c} = \dfrac{c}{b}$

Tab. 3 Rozdělení lidské paže zlatým řezem

Osoba/ končeti-na	Paže [cm]	Délka od ramenního bodu k loktu [cm]	**Výsledek [koeficient]**	Délka od loktu ke špičce prostředníku [cm]	**Výsledek [koeficient]**
1.	70	43,2	**1,620**	26,8	**1,612**
2.	69,5	43	**1,616**	26,5	**1,622**
3.	78	48,2	**1,618**	29,8	**1,617**
4.	79	48,8	**1,618**	30,2	**1,616**
5.	77,5	48	**1,616**	29,5	**1,627**
6.	77	47,5	**1,621**	29,5	**1,610**
7.	72	44,5	**1,618**	27,5	**1,618**
8.	86	53	**1,623**	33	**1,606**
9.	90,5	56	**1,616**	34,5	**1,618**
10.	89,5	56	**1,618**	34,2	**1,617**

1) Poměr = paže / délka od ramenního bodu k loktu

2) Poměr = délka od ramenního bodu k loktu / Délka od loktu ke špičce prostředníku

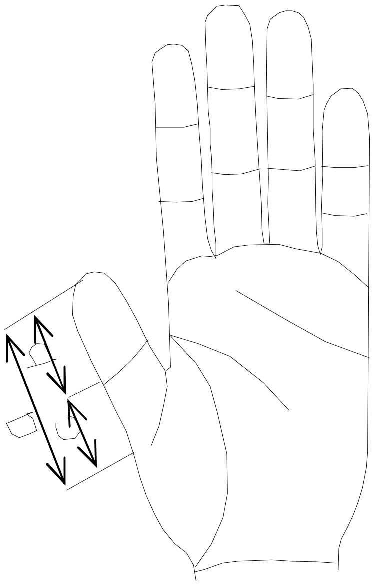
V následujících tabulkách je zjišťován zlatý poměr na článcích prstů v poměru s celým prstem. Tabulkách jsou uvedeny míry mužů a žen. (Tab. 4, Tab. 5, Tab. 6, Tab. 7, Tab.8, Obr. 44, Obr. 45, Obr. 46, Obr. 47, Obr. 48)

Tab. 4 Palec

Osoba/články palce	Celý [cm] a	1.článek [cm] c	**Výsledek [koeficient]**	2.článek [cm] b	**Výsledek [koeficient]**
1.	6,5	3,8	**1,710**	2,7	**1,407**
2.	6,2	3,8	**1,631**	2,4	**1,583**
3.	7,8	4,8	**1,625**	3	**1,600**
4.	6,8	4,2	**1,619**	2,6	**1,615**
5.	8,6	5,3	**1,622**	3,3	**1,606**
6.	5,5	3,4	**1,618**	2,1	**1,619**
7.	8	4,9	**1,633**	3,1	**1,581**
8.	7	4,3	**1,628**	2,7	**1,593**
9.	5,6	3,5	**1,600**	2,1	**1,667**
10.	8,3	5,1	**1,627**	3,2	**1,594**

Závěr:

Z výpočtů bylo zjištěno, že proporcionálně je palec rozdělen ve zlatém poměru.



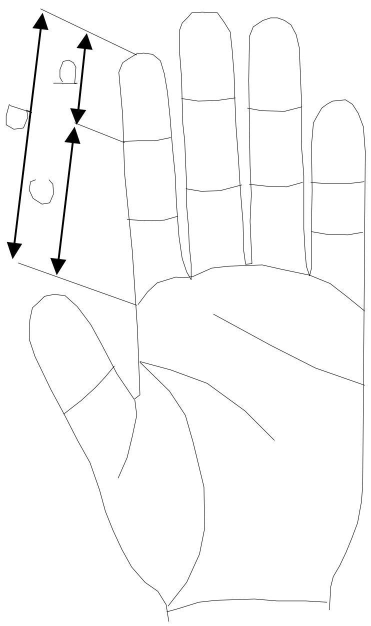
Obr. 44 Rozměry palce

Tab. 5 Ukazováček

Osoba/články palce	Celý [cm] a	1-2. článek [cm] c	**Výsledek [koeficient]**	2.článek [cm] b	**Výsledek [koeficient]**
1.	7,4	4,6	**1,609**	2,8	**1,642**
2.	7,2	4,5	**1,600**	2,7	**1,667**
3.	8	4,9	**1,633**	3,1	**1,581**
4.	7,5	4,6	**1,630**	2,9	**1,586**
5.	8,3	5,2	**1,596**	3,1	**1,677**
6.	8,7	5,4	**1,611**	3,3	**1,636**
7.	6,9	4,3	**1,605**	2,6	**1,653**
8.	7,8	4,8	**1,625**	3	**1,600**
9.	8,1	5	**1,620**	3,1	**1,667**
10.	8,2	5,1	**1,608**	3,1	**1,645**

Závěr:

Při zjišťování zlatého poměru u ukazováčku bylo zjištěno, že se také poměr přibližně rovná zlatému číslu.



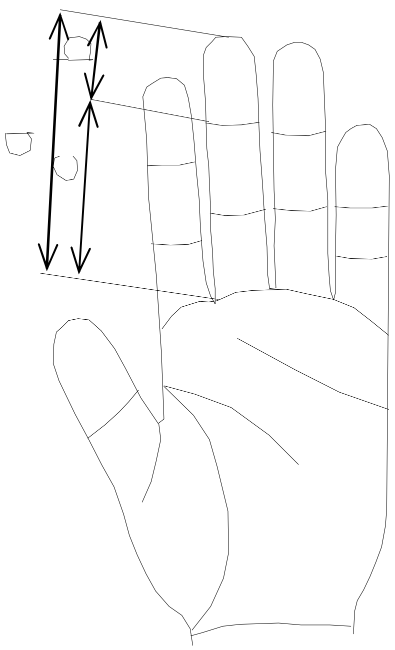
Obr. 45 Rozměry ukazováčku

Tab. 6 Prostředník

Osoba/články palce	Celý [cm] a	1-2. článek [cm] c	**Výsledek [koeficient]**	2.článek [cm] b	**Výsledek [koeficient]**
1.	8	4,9	**1,633**	3,1	**1,581**
2.	7,6	4,7	**1,617**	2,9	**1,620**
3.	9,5	5,9	**1,610**	3,6	**1,638**
4.	8,1	5	**1,620**	3,1	**1,667**
5.	7,4	4,6	**1,609**	2,8	**1,642**
6.	9,2	5,7	**1,614**	3,5	**1,628**
7.	8,6	5,3	**1,623**	3,3	**1,606**
8.	7,8	4,8	**1,625**	3	**1,600**
9.	8,8	5,4	**1,629**	3,4	**1,588**
10.	7,7	4,8	**1,604**	2,9	**1,655**

Závěr:

Při tomto měření došlo k větším odchylkám od zlatého řezu, ale nejvýše jen o 0,02.



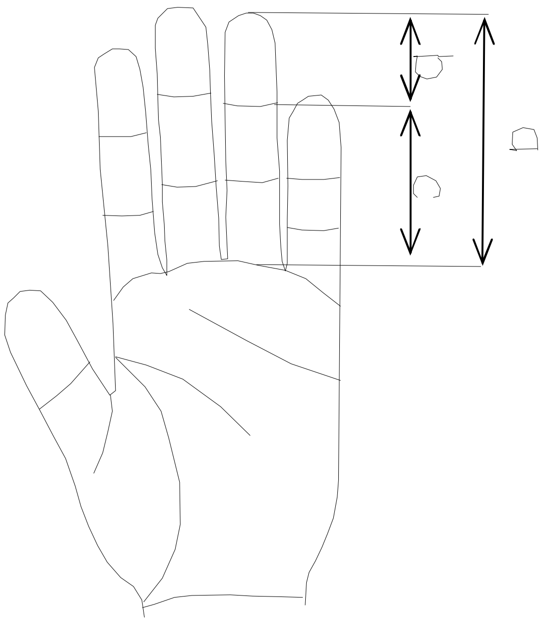
Obr. 46 Rozměry prostředníčku

Tab.7 Prsteník

Osoba/články palce	Celý [cm] a	1-2.článek [cm] c	**Výsledek [koeficient]**	3.článek [cm] b	**Výsledek [koeficient]**
1.	7,6	4,7	**1,617**	2,9	**1,620**
2.	7,4	4,6	**1,609**	2,8	**1,642**
3.	8,3	5,1	**1,627**	3,2	**1,594**
4.	7,5	4,6	**1,630**	2,9	**1,586**
5.	7,3	4,5	**1,622**	2,8	**1,607**
6.	7,2	4,5	**1,600**	2,7	**1,667**
7.	7,9	4,9	**1,612**	3	**1,633**
8.	8	4,9	**1,632**	3,1	**1,581**
9.	8,4	5,2	**1,615**	3,2	**1,625**
10.	8,1	5	**1,620**	3,1	**1,613**

Závěr:

Naměřené hodnoty v tabulce se opět přibližují zlatému číslu.



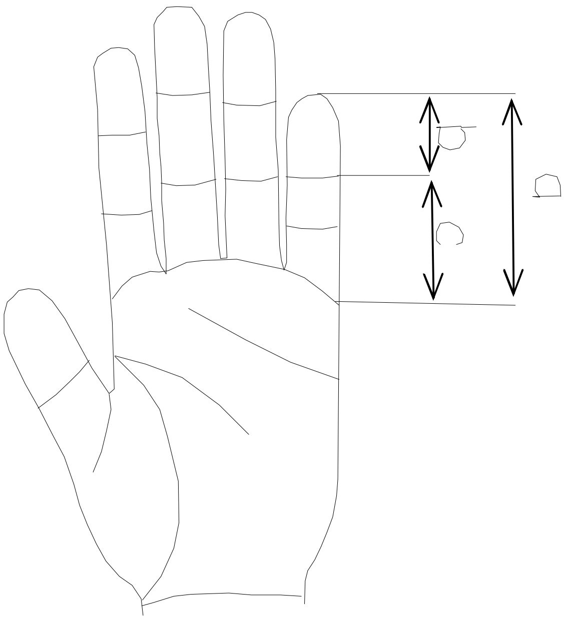
Obr. 47 Rozměry prsteníčku

Tab.8 Malíček

Osoba/články palce	Celý [cm] a	1.-2článek [cm] c	**Výsledek [koecifient]**	3.článek [cm] b	**Výsledek [koecifient]**
1.	5,9	3,7	**1,595**	2,2	**1,681**
2.	6	3,7	**1,621**	2,3	**1,609**
3.	6,7	4,1	**1,634**	2,6	**1,577**
4.	5,7	3,5	**1,628**	2,2	**1,591**
5.	5,6	3,5	**1,600**	2,1	**1,667**
6.	5,8	3,6	**1,611**	2,2	**1,636**
7.	6,5	4	**1,625**	2,5	**1,600**
8.	6,3	3,9	**1,615**	2,4	**1,625**
9.	6,8	4,2	**1,619**	2,6	**1,615**
10.	7	4,3	**1,627**	2,7	**1,593**

Závěr:

V tomto měření se hodnoty přibližují zlatému číslu nejvíce.



Obr. 48 Rozměry malíčku

8. Závěr

V předešlých tabulkách můžeme názorně vidět, jak zlatý poměr zasáhl do rozdělení prstů na ruce a také použití v konstrukcích oděvů. Přestože se hodnoty liší od zlatého čísla tj.1.618, musí se vždy počítat s odchylkou měření. Lze tedy říct, že po zaokrouhlení těchto hodnot na dvě desetinná čísla se přibližně naměřené hodnoty shodují se zlatým procentem. Z výpočtů vyplývá, že rozdělení lidské postavy zlatým poměrem je použitelné při konstruování oděvů. Můžeme si zjistit jen základní rozměry, třeba výšku postavy, délku kalhot, délku rukávu a s menší úpravou si zkonstruujeme oděv na své míry.

Z této studie vyplývá, že zlatý řez nebo také jinými slovy zlatý poměr je opravdu všude kolem nás, i když ho nevnímáme. Spatříme ho při procházce přírodou, zoologickou zahradou a dokonce i v galeriích.

9. Použitá literatura

[1] Jaroslav Beránek : Zlatý řez v matematice i mimo ni

[3] Bartsch H.J. (2002): Matematické vzorce. Mladá fronta, Praha.

[4] Adler,I. : Čísel hra kouzelná (Praha 1972)

[5] Vlasta Chmelíková : Zlatý řez, Praha 2006

[7] Mario Livio: Zlatý řez, Praha 2006

Použité internetové stránky

[2] http://cs.wikipedia.org

[6]http://www.gymvod.cz/bottom.php?cont=vyuka&main=scm3

[8] www.goldenmuseum.com

[9] www.volny.cz/zlaty.rez/diplomka.html

10. Použité zkratky

př.n.l. – před naším letopočtem

tj. – to je

dr - doktor

např. - například

φ - zlaté číslo

st. př. n. l. – století před naším letopočtem

S_1 – obsah čtverce

S_2 – obsah obdélníka

tzv. – takzvaný

I ACI – velikost úsečky AC