

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv zlatého řezu na vnímání krásy lidské tváře



Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Iveta Bebčáková Ph.D.**

Vypracoval(a): **Kristýna Neuwirthová**

Studijní program: B1103 Aplikovaná matematika

Studijní obor Matematika–ekonomie se zaměřením na bankovníctví/pojišťovnictví

Forma studia: prezenční

Rok odevzdání: 2018

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Autor: Kristýna Neuwirthová

Název práce: Vliv zlatého řezu na vnímání krásy lidské tváře

Typ práce: Bakalářská práce

Pracoviště: Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

Vedoucí práce: Mgr. Iveta Bebčáková Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2018

Abstrakt: Tato práce je zaměřená na hledání souvislostí mezi tzv. zlatým řezem a subjektivním vnímáním lidské krásy. První část odpovídá na otázku, co je to zlatý řez. Ukazuje jeho matematický i geometrický význam a výskyt v běžném životě. Další část se věnuje vlastnímu výzkumu prováděnému na sadě portrétních fotografií. Dále jsou popsány statistické metody použité v této práci a v poslední části jsou rozebrány výsledky výzkumu.

Klíčová slova: zlatý řez, číslo ϕ , měření krásy, obličejové poměry, vnímání krásy

Počet stran: 63

Počet příloh: 2

Jazyk: český

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Author: Kristýna Neuwirthová

Title: Golden Ratio and facial beauty

Type of thesis: Bachelor's

Department: Department of Mathematical Analysis and Application of Mathematics

Supervisor: Mgr. Iveta Bebčáková Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract: This thesis focussed on searching for a connection between the so-called Golden Ratio and subjective perceptions of human beauty. The first part gives an answer to the question "What is the Golden Ratio?". It shows its mathematical and geometric significance and its occurrence in ordinary life. The second part is devoted to my own research performed on a set of portrait photos. There is also a description of statistical methods used in this thesis. The final chapter gives an analysis of the results of the research.

Key words: Golden Ratio, number ϕ , beauty measurement, facial proportions, perception of beauty

Number of pages: 63

Number of appendices: 2

Language: Czech

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením paní Mgr. Ivety Bebčákové Ph.D.a všechny použité zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci dne

.....

podpis

Obsah

Úvod	8
1 Teoretická část	10
1.1 Úvod	10
1.2 Zlatý řez	10
1.2.1 Matematické vyjádření	11
1.2.2 Vlastnosti zlatého řezu	11
1.2.3 Výskyt zlatého řezu	13
1.2.4 Fibonacciho posloupnost	16
1.3 Obličejové body a poměry	18
1.4 Jiné metody měření krásy obličeje	23
1.4.1 Symetrie	24
1.4.2 Obličejové třetiny	25
1.4.3 Neoklasické kánony	26
2 Vlastní výzkum	28
2.1 Získávání fotografií	28
2.2 Internetový dotazník	29
2.3 Příprava fotografií	29
2.4 Měření	30
3 Použité statistické metody	31
3.1 Dvouvýběrový t-test	31
3.2 Párový t-test	32
3.3 Dvouvýběrový Wilcoxonův test	33
3.4 Test nezávislosti	34
3.5 Testy nezávislosti v kontingenčních tabulkách	35
3.6 Spearmanův korelační koeficient	36
3.7 Testování hypotéz v programu R	37
4 Popis dat získaných z dotazníku	38
5 Hypotézy	41

6	Výsledky testování	44
6.1	Hypotéza 1	44
6.2	Hypotéza 2	45
6.3	Hypotéza 3	46
6.4	Hypotéza 4	48
6.5	Hypotéza 5	50
6.6	Hypotéza 6	50
6.7	Hypotéza 7	51
6.8	Hypotéza 8	52
6.9	Hypotéza 9	52
6.10	Hypotéza 10	54
6.11	Přehled výsledků	55
	Závěr	56
	Literatura	57
	Přílohy	59

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem dobrovolníkům, kteří se nechali vyfotit za účelem mého výzkumu. Bez nich by tato práce těžko vznikla. Dále své rodině a přátelům, kteří mě podporovali ve studiu. Můj největší dík patří paní Mgr. Ivetě Bebčákové, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce a hlavně za neuvěřitelné nadšení a energii, kterou mi často dodávala.

Úvod

Tématem lidské krásy se člověk zabývá snad po všechny generace. Vždy tu byla snaha dosáhnout ideálu krásy, i když ten se v průběhu času mění. V dnešní době sociálních sítí a multimédií je tento fenomén ještě silnější. Ženy chtějí prezentovat před světem své krásné tváře a radost z kladného hodnocení fotografie umístěné na internetu je mnohdy větší, než osobní setkání s blízkým člověkem. Není již výjimkou, že se někdo zveřejňováním fotografií i živí. Na tento trend navazuje snaha přizpůsobit své proporce za pomoci moderní plastické chirurgie ideálu. Lze však určit míru krásy? Právě na tuto otázku se pokusí najít odpověď tato práce.

Podnětem k hlubšímu zkoumání krásy v obličejí ve spojitosti se zlatým řezem (jinak číslo ϕ) byl článek v populárním magazínu, který pojednával o světě modelingu a popisoval snahu modelingových agentur najít modelku s ideálním obličejem. V této práci se tedy budeme snažit analyzovat vlastní soubor fotografií obličejů pomocí zlatého řezu a odpovědět na několik otázek propojující právě číslo ϕ a subjektivní vnímání krásy. Blíže se také zaměříme na to, jak krásu vnímají ženy a jak muži. Jsou muži ve svém hodnocení mírnější nebo naopak ženy mají tendenci udělovat lepší známky?

Zatímco u soch či portrétů lze krásnou tvář jasně vytvořit, lidský obličej plný mimických svalů je v každou chvíli naprosto jiný. Proto budeme obličej zkoumat jak na tvářích s neutrálním výrazem, tak na tvářích, které se usmívají. Přiblíží se poměry v obličejí ke zlatému poměru, když se člověk usměje?

Práci bude tedy možné rozdělit na dvě části: teoretickou a praktickou. V teoretické části budou shrnuty poznatky týkající se zlatého řezu, měření obličejů

a subjektivního hodnocení krásy. Bude taky zmapováno několik dosavadních zahraničních výzkumů zabývajících se tímto tématem. Samozřejmě bude blíže popsán matematický význam čísla ϕ a bude uvedeno několik příkladů jeho výskytu. Praktická část bude popisovat vlastní výzkum, pro který bude potřeba nafotit několik dobrovolníků, fotografie zpracovat a vytvořit dotazník, ve kterém budou moci náhodní respondenti z řad veřejnosti vyjádřit svůj subjektivní názor na jejich krásu. Po změření obličejů postupy popsanými v teoretické části budou výsledky těchto dvou pohledů využity k testování hypotéz uvedených na začátku práce.

Kapitola 1

Teoretická část

1.1. Úvod

Krása je velice subjektivní pojem. Ještě o něco více je tomu v případě, že hodnotíme krásu lidí. Zde hraje roli nejenom to, co vidíme, ale také vzájemné sympatie a charakterové vlastnosti. Tato práce se zaměřuje pouze na hodnocení lidských tváří. Díky tomu, že pracuje pouze s fotografiemi, a navíc hodnotitelé neznají modely osobně, je zanedbán efekt charakteru či náklonnosti. Na toto téma již bylo napsáno několik publikací, např. [4, 9, 7, 2, 6, 8]. Tyto články budou rozebrány v kapitolách 1.3 a 1.4. Tato práce je založena na teorii zlatého řezu, existují však i jiné metody: např. posuzování symetrie nebo neoklasické kánony. Následující kapitola vychází z knihy *The golden ratio and Fibonacci numbers* [1].

1.2. Zlatý řez

Zlatý řez je objektem zájmu mnoha odvětví vědy: od matematiky, přes fyziku, architekturu, umění až po filozofii. Jde o iracionální číslo rovno $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ a skrývá se pod různými názvy, například zlatý poměr, božská proporce, zlatá část nebo Fibonacciho číslo. Obvykle se značí řeckým písmenem ϕ podle prvního písmene matematika Phidiase, který se studiem čísla ϕ zabýval. Také se může označovat řeckým τ , v této práci je však použito ϕ .

1.2.1. Matematické vyjádření

Jak už bylo uvedeno výše, platí

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \doteq 1.618033 \quad (1.1)$$

a jde tedy o iracionální číslo. Iracionální čísla jsou definována jako čísla, která nemohou být vyjádřena jako podíl dvou celých nesoudělných čísel. Můžeme je vyjádřit pomocí nekonečných řetězových zlomků, tj. :

$$I = a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3 + \frac{1}{a_4 + \frac{1}{a_5 + \dots}}}}}, \quad (1.2)$$

kde $a_0 \in \mathbb{Z}$ a $a_i \in \mathbb{N}^+$, $i \in \mathbb{N}$, což můžeme lépe zapsat jako

$$I = [a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, \dots]. \quad (1.3)$$

Zlatý řez lze vyjádřit jako

$$I = 1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}} = [1, 1, 1, 1, \dots]. \quad (1.4)$$

I tato zajímavá matematická vlastnost zlatého řezu jistě přispívá k tomu, že se o toto číslo lidé blíže zajímají a zkoumají ho v mnoha aspektech lidského vědění. Jedním z nich je také analýza lidské tváře, na kterou se zaměřuje tato práce.

1.2.2. Vlastnosti zlatého řezu

Antičtí filozofové číslo ϕ objevovali přes jednu z jeho geometrických interpretací. Uvažujme úsečku AC o délce x (viz obr. 1.1) a rozdělme ji bodem B tak, aby poměr délek AB a BC byl roven poměru celé úsečky ku delší části. Pokud stanovíme délku úsečky AB rovnu jedné, platí vztah

$$\frac{x}{1} = \frac{1}{x - 1}, \quad (1.5)$$

který lze vyjádřit jako

$$x^2 - x - 1 = 0. \quad (1.6)$$

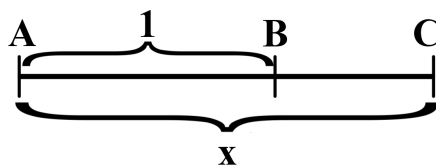
Tato rovnice zvaná Fibonnacchio kvadratická rovnice má dva kořeny:

$$\alpha_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = \phi \quad (1.7)$$

a

$$\alpha_2 = \frac{1 - \sqrt{5}}{2} = -\frac{1}{\phi}. \quad (1.8)$$

Díky této grafické interpretaci se číslo ϕ také nazývá zlatý poměr.



Obrázek 1.1: Zlatý poměr v úsečce

Druhá zajímavá vlastnost čísla ϕ , kterou v této práci zmíníme, vychází právě z Fibonnacchio kvadratické rovnice (1.6). Po dosazení $x = \phi$, získáme

$$\phi^2 - \phi - 1 = 0, \quad (1.9)$$

z čehož vyplývá

$$\phi = \sqrt{1 + \phi}. \quad (1.10)$$

Dosadíme-li za ϕ na pravé straně opět výraz $\sqrt{1 + \phi}$, bude platit

$$\phi = \sqrt{1 + \sqrt{1 + \phi}} \quad (1.11)$$

a takto můžeme pokračovat do nekonečna

$$\phi = \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{1 + \dots}}}}} \quad (1.12)$$

Platnosti výrazu

$$\frac{1}{\phi} = \sqrt{1 - \sqrt{1 - \sqrt{1 - \sqrt{1 - \dots}}}} \quad (1.13)$$

se využívá při určování hodnoty ϕ počítačem. Tento způsob je při stejné přesnosti mnohem rychlejší, než vypočítat ϕ z Fibonacciho kvadratické rovnice (1.6), jelikož její kořen obsahuje iracionální číslo $\sqrt{5}$, které se určuje pomocí iterací. Metoda podle vzorce (1.13) určuje hodnotu ϕ s přesností na 4599 desetinných míst. Zhruba před 50 lety trval tento výpočet na počítači IBM 1401 20 minut. V dnešní době určuje osobní počítač IBM Pentium číslo ϕ během dvou sekund.

1.2.3. Výskyt zlatého řezu

Zlatý řez lze pozorovat v mnoha oblastech lidského vědění. Kromě matematiky jde například o geometrii či biologii.

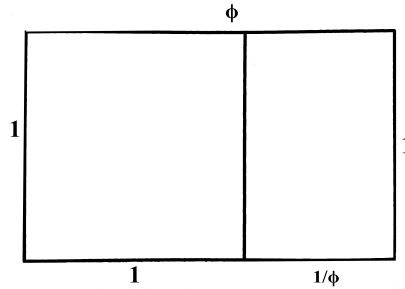
Geometrie

Jedním z nejpřirozenějších způsobů interpretace zlatého řezu je právě ta geometrická. Vyjdeme z úsečky popsané v kapitole 1.2.2 a postupně se budeme věnovat obdélníku a pak obecněji n -úhelníku.

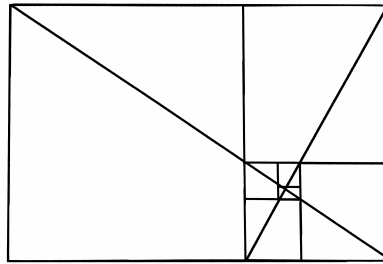
Použijeme-li zmíněné úsečky (obr. 1.1), můžeme vytvořit tzv. *zlatý obdélník*. Evidentně pro něj platí, že poměr délky ku výšce je roven číslu ϕ . Starověcí Řekové považovali takto zkonstruovaný obdélník za nejvíce estetický, a proto jej použili v mnoha stavbách či uměleckých dílech.

Zlatý obdélník může být rozdělen na čtverec se stranou o délce jedna a menší zlatý obdélník (viz obr. 1.2) Ten má potom obsah ϕ^2 krát menší než původní. Z obrázku 1.3 také vidíme, že úhlopříčka původního zlatého obdélníku je kolmá na úhlopříčku nového. Navíc je úhlopříčka původního zlatého obdélníku také úhlopříčkou zlatého obdélníku vzniklého při druhém dělení.

Když spojíme vrcholy zlatých obdélníků vzniklých sérií výše popsaných dělení křivkou, dostaneme spirálu, která konverguje k průsečíku prvních dvou diagonál. Spirálu můžeme vidět na obr. 1.4.



Obrázek 1.2: Zlatý obdélník rozdělený na čtverec a menší zlatý obdélník, zdroj [1]



Obrázek 1.3: Zlatý obdélník, zdroj [1]

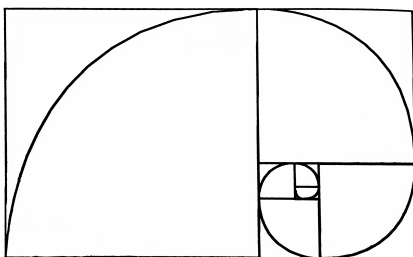
Nyní přejdeme k zobecnění a budeme se věnovat *n-úhelníku*. Z obecného předpisu pro vnitřní úhel *n-úhelníků*

$$\alpha = \left[1 - \frac{2}{n} \right] 180^\circ \quad (1.14)$$

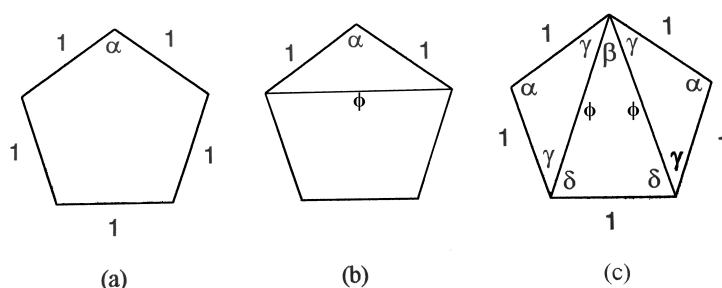
získáme po dosazení $n = 5$ vnitřní úhel pětiúhelníku $\alpha = 108^\circ$. Uvažujeme-li délku stran rovnu jedné, bude mít tento pravidelný pětiúhelník následující vlastnosti:

- délka spojnice dvou nesousedících úhlů bude rovna číslu ϕ ,
- rozdělíme-li pětiúhelník pomocí diagonál z předchozího bodu na tři rovno-ramenné trojúhelníky, získáme 2 trojúhelníky s poměrem stran $1 : \phi : 1$ a zbývající trojúhelník se stranami v poměru $\phi : 1 : \phi$ je tzv. zlatý trojúhelník.

Situaci zobrazuje obr. 1.5. Z takto zkonstruovaného pětiúhelníku pak vychází pojem *pětiúhelníková symetrie*.



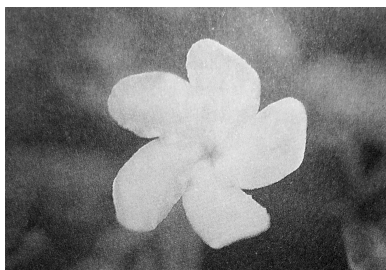
Obrázek 1.4: Zlatý obdélník, zdroj [1]



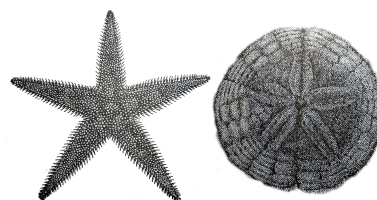
Obrázek 1.5: (a) Pravidelný pětiúhelník s délkou strany jedna (b) délka spojnice dvou nesousedících vrcholů je rovna ϕ (c) pravidelný pětiúhelník rozdělený na tři rovnoramenné trojúhelníky, zdroj [1]

Biologie

Zlatý řez můžeme najít také v přírodě. Z oblasti flóry lze tento jev demonstrovat na zástupcích třídy *Angiospermae*, kmene *Pteropsida*. Na obrázku 1.6a můžeme vidět pětiúhelníkovou symetrii (viz sekce Geometrie 1.2.3) na květu *Tabernaemontnana corzmbosa*. Mezi živočichy je pětiúhelníková symetrie typická pro hvězdice, ježovky a písečné dolary (viz obr. 1.6b).



(a) Květ *Tabernaemontnana corzmbosa*, zdroj [1]



(b) Vlevo: hvězdice, vpravo: písečný dolar, zdroj [1]

Obrázek 1.6: Výskyt zlatého řezu v přírodě

1.2.4. Fibonacciho posloupnost

Číslo ϕ figuruje také ve Fibonacciho posloupnosti. Tu můžeme ilustrovat na tzv. králičím problému:

Jeden pár dospělých králíků vyprodukuje každý měsíc jeden pár mladých králíků. Doba dospívání mladého králíka je přesně jeden měsíc a uvažujme skutečnost, že králíci jsou nesmrtelní. Pokud máme v prvním měsíci jeden dospělý pár, kolik párů dospělých a mladých králíků budeme mít v n -tém měsíci (pro $n \in \mathbb{N}$)?

Označme A_n počet párů dospělých králíků v n -tém měsíci a b_n počet párů mladých králíků v n -tém měsíci, $n \in \mathbb{N}$. Potom lze králičí problém matematicky zapsat následovně:

$$\begin{aligned}A_1 &= 1, & (1.15) \\A_2 &= 1, \\A_{n+2} &= A_{n+1} + b_{n+1}, \\n &\in \mathbb{N}.\end{aligned}$$

Pro počet párů mladých králíků v měsíci $n + 1$ platí

$$\begin{aligned}b_{n+1} &= A_n, & (1.16) \\n &\in \mathbb{N}.\end{aligned}$$

Dosazením výrazu 1.16 do 1.15 získáme rekurentní vztah pro počet párů dospělých králíků

$$A_{n+2} = A_{n+1} + A_n. \quad (1.17)$$

Platnost rovnosti

$$(b + A)_n = A_{n+1} = b_{n+2} \quad (1.18)$$

můžeme ověřit pro $n \in \{1, 2, \dots, 10\}$ v tabulce 1.1.

Měsíc	b_n	A_n	$(b + A)_n$
1	0	1	1
2	1	1	2
3	1	2	3
4	2	3	5
5	3	5	8
6	5	8	13
7	8	13	21
8	13	21	34
9	21	34	55
10	34	55	89

Tabulka 1.1: Počet párů mladých králíků b_n , počet párů dospělých králíků A_n a celkový počet králíků $(b + A)_n$ v měsíci n

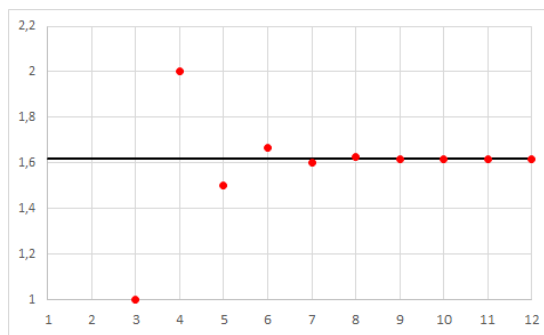
Fibonacciho čísla potom nazveme posloupnost čísel F_n takových, že

$$F_n = A_n. \quad (1.19)$$

Vztah mezi Fibonacciho posloupností a číslem ϕ vychází z vyjádření

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_n}{F_{n-1}} = \phi. \quad (1.20)$$

Tedy s narůstajícím n se hodnota podílu dvou po sobě jdoucích Fibonacciho čísel blíží k zlatému řezu. Situaci můžeme vidět na grafu 1.7.



Obrázek 1.7: Poměry členů Fibonacciho posloupnosti pro $n \in \{1, 2, \dots, 10\}$, na vodorovné ose je n , na svislé ose je $\frac{F_n}{F_{n-1}}$

Zlatý řez napomáhá k rychlejšímu určení n -tého členu Fibonacciho posloupnosti. Chceme-li se vyhnout počítání všech $n - 1$ členů posloupnosti, abychom

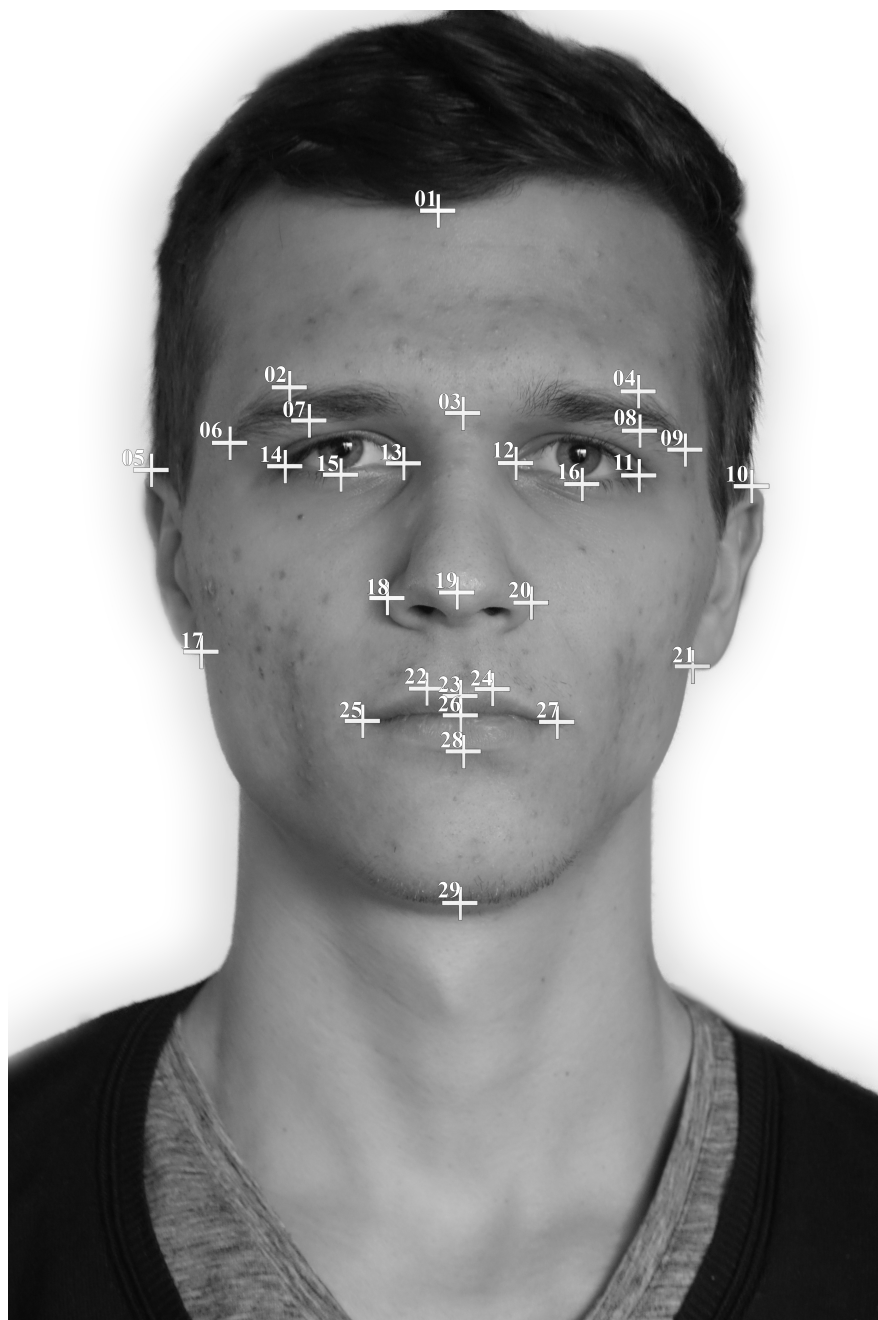
získali n -tý člen, můžeme využít následujícího vztahu:

$$F_n = \frac{1}{\sqrt{5}} [\phi^n - (-\phi)^{-n}]. \quad (1.21)$$

Číslo F_n tak může být vypočítáno pouze pomocí dosazení n a ϕ . Jelikož je ϕ iracionální číslo, nezískáme přesný výsledek. Pokud chceme při velkém n získat celočíselné F_n , dosazovaná hodnota ϕ musí mít dostatečný počet platných cifer.

1.3. Obličejové body a poměry

Pro hledání zlatého poměru v obličejí je potřeba použít určitých bodů. V knize [3] je vytyčeno 29 důležitých bodů v obličejí, jejichž poloha určuje jeho vzhled. Tyto body jsou zobrazeny na obrázku 1.8. Určité kombinace vzdáleností mezi jednotlivými body tvoří podle článku [9] 17 poměrů (viz tabulka 1.2), jejichž hodnoty by se v ideálním případě měly rovnat číslu $\phi \approx 1.618033$.



Obrázek 1.8: Obličejové body podle článku [9]

Číslo poměru	vzdálenost v čitateli	Vzdálenost ve jmenovateli	Popis
1	10-21	12-13	délka uší ku vzdálenosti vnitřních koutků očí
2	10-21	18-20	délka uší k šířce nosu
3	15-16	12-13	vzdálenost středů očí ku vzdálenosti vnitřních koutků očí
4	15-16	18-20	vzdálenost středů očí k šířce nosu
5	25-27	12-13	šířka úst ku vzdálenosti vnitřních koutků očí
6	23-29	12-13	vzdálenost od brady k vrcholku rtů ku vzdálenosti vnitřních koutků očí
7	23-29	18-20	vzdálenost od brady k vrcholku rtů ku šířce nosu
8	12-13	12-11	vzdálenost vnitřních koutků očí k šířce oční štěrbiny
9	12-13	23-28	vzdálenost vnitřních koutků očí k výšce rtů
10	18-20	12-11	šířka nosu k šířce oční štěrbiny
11	18-20	23-28	šířka nosu k výšce rtů
12	12-11	19-26	šířka oční štěrbiny ku vzdálenosti nosu a rtů
13	23-28	19-26	výška rtů ku vzdálenosti nosu a rtů
14	1-29	17-21	délka obličeje k šířce obličeje
15	19-29	26-29	vzdálenost mezi nosem a bradou ku vzdálenosti mezi rty a bradou
16	18-20	19-26	šířka nosu ku vzdálenosti mezi nosem a rty
17	25-27	18-20	šířka úst ku šířce nosu

Tabulka 1.2: 17 poměrů podle článku [9]

Číslo poměru	Vzdálenost v čitateli	Vzdálenost ve jmenovateli	Popis
18	3-19	19-29	délka nosu ku vzdálenosti mezi nosem a bradou
19	3-19	10-21	délka nosu k délce uší
20	12-13	18-20	vzdálenost vnitřních koutků k šířce nosu
21	6-9	$(18-20) \cdot 4$	šířka obličeje k čtyřnásobku šířky nosu

Tabulka 1.3: Další čtyři poměry podle článku [2]

V této práci jsou použity pouze poměry číslo 5, 6, 7, 8, 10 a 17. Tyto byly vybrány na základě článku [9], který poměry 5, 6, 7 a 17 označuje za jediné mající vliv na krásu. Poměry 8 a 10 byly vybrány jako vhodná náhrada k původním poměrům 2 a 14, které nebylo možné na některých fotografiích naměřit. Tento článek uvádí, že odchyluje-li se poměr 2, 7 nebo 17 od zlatého poměru, klesá hodnocení udělené ženami o dost výrazněji než to, které udělili muži. Dále se zde uvádí, že muži i ženy zvyšují svá hodnocení, blíží-li se poměry 5 a 6 k hodnotě ϕ . Podobný princip funguje i u poměru 14 s tím rozdílem, že obličeje žen, které se odchylovaly od zlatého poměru, dostávaly výrazně nižší hodnocení od žen než od mužů. Mužské obličeje byly hodnoceny v závislosti na odchýlení od zlatého poměru stejně jak od žen tak od mužů.

Stejně obličejové body jako ve článku [9] jsou použity k analýze krásy v obličejí ve článku [2]. Na rozdíl od prvního zdroje je však vytvořeno 21 poměrů, přičemž prvních 17 by se mělo rovnat číslu ϕ , další čtyři by měly být v ideálním případě rovny jedničce. Poslední čtyři poměry jsou v tabulce 1.3.

Autoři článku [2] ale na základě vlastního výzkumu uvádějí, že není reálné dosáhnout u všech poměrů hodnoty 1.618033 resp. 1. Odůvodňují to skutečností, že poměry číslo 6, 7, 12, 13 a 16 jsou vzájemně závislé, jelikož popisují vertikální pozici úst. Vezmeme-li tedy poměr číslo 16 v ideálním případě roven číslu ϕ , poměry číslo 6, 7 se budou blížit k hodnotě 1.280, poměr číslo 12 k hodnotě 1.000 a poměr číslo 13 k hodnotě 1.036.

V tomto článku [2] je také vytvořena simulace ideálního obličeje podle zlatých poměrů. Byly zde však použity upravené poměry uvedené v předchozím odstavci. Teoretický ideální obličej je zobrazen na obrázku 1.9.



Obrázek 1.9: Obličej vytvořený ze zlatých poměrů (zdroj [2])

Ke hledání zlatých poměrů v obličeji může být přistupováno i jinak. Hatice Gunes a Massimo Piccardi ve své práci [4] neměří přímou vzdálenost jednotlivých bodů, ale zabývají se čistě vertikálními vzdálenostmi (viz obrázek 1.10). Nepracují zde s jednotlivými přesnými body. Například body 25, 26 a 27 z výše uvedených zdrojů jsou nahrazeny pouze „středovou linií úst“. Určení vzdáleností je tedy spíše přibližné. Autoři použili nejen jiný přístup k měření vzdálenosti, ale také jednotlivé poměry jsou odlišné od těch popsanych v tabulkách 1.2 a 1.3. Těchto 7 poměrů popisuje tabulka 1.4.

Poslední popsany přístup nebyl v této práci použit, protože se vyskytoval pouze v jednom ze zdrojů a nebyl tak důkladně popsán.

Zlatý poměr byl také použit k hodnocení obličejů v článku [6]. Autoři zde uvádějí, že se odborná literatura sice zmiňuje o zlatém poměru, ale ještě nebyl podán přímý důkaz jeho souvislosti s krásou. Na 64 fotografiích identifikovali pomocí počítačového softwaru celkem 19 poměrů (odlišných od výše uvedených). Dle tohoto výzkumu se výraznější korelace mezi poměry a hodnocením lidí projevila pouze u čtyř poměrů:

- vertikální vzdálenost mezi očima a ústy ku vertikální vzdálenosti úst a brady;



Obrázek 1.10: Vertikální vzdálenosti podle článku [4]

- vertikální vzdálenost očí od brady ku vertikální vzdálenosti očí a úst;
- vertikální vzdálenost nosu a brady ku vertikální vzdálenosti úst a brady;
- vertikální vzdálenost úst a brady ku vertikální vzdálenosti nosu a úst.

Všechny korelace byly dokonce záporné, což znamená, že když se vzdalovaly poměry v obličejí od čísla ϕ , klesalo subjektivní hodnocení krásy. Závěr výzkumu je však takový, že vnímání krásy v obličejí je jen minimálně závislé na poměrech, protože vysvětlený rozptyl byl příliš nízký.

1.4. Jiné metody měření krásy obličejí

Jak již bylo zmíněno v úvodu teoretické části, existuje řada dalších metod, kterými lze měřit krásu v obličejí. Ve vědeckých člancích je kromě zlatého řezu nejčastěji pojednáváno o symetrii, obličejových třetinách a o neoklasických kánonech.

Číslo poměru	Vzdálenosti	Popis
1	2:4	vertikální vzdálenost mezi linií zorniček a bradou ku vertikální vzdálenosti mezi vrcholkem čela a linií zorniček
2	3:5	vertikální vzdálenost mezi vrcholkem čela a linií nosních dírek ku vertikální vzdálenosti mezi linií nosních dírek a bradou
3	6:7	vertikální vzdálenost mezi linií zorniček a středovou linií úst ku vertikální vzdálenosti mezi linií úst a bradou
4	5:8	vertikální vzdálenost mezi linií nosních dírek a bradou ku vertikální vzdálenosti mezi linií nosních dírek a linií zorniček
5	8:9	vertikální vzdálenost mezi linií zorniček a linií nosních dírek ku vertikální vzdálenosti mezi linií nosních dírek a středovou linií úst
6	7:9	vertikální vzdálenost mezi středovou linií úst a bradou ku vertikální vzdálenosti mezi linií nosních dírek a středovou linií úst
7	Průměr	průměr předchozích šesti poměrů

Tabulka 1.4: Poměry podle článku [4]

1.4.1. Symetrie

Tato bakalářská práce je založena převážně na článku [9]. Jeho autoři se zabývají nejenom zlatými proporcemi, ale také zkoumají vliv symetrie v obličejí jeho krásu. Osu symetrie vytvořili metodou nejmenších čtverců mezi body 1, 3, 19, 23, 26, 28 a 29 z obrázku 1.8. Použité obličejové body tedy byly shodné s těmi, které figurovaly v metodě zlatého poměru. Symetrii ověřovali mezi následujícími body: 2-4, 7-8, 11-14, 12-13, 15-16, 18-20, 5-10, 17-21, 22-24, 25-27, 6-9. Byla měřena kolmá vzdálenost bodů od osy symetrie (d_L vzdálenost doleva, d_P vzdálenost doprava), která byla následně použita k výpočtům dle funkcí uvedených v tabulce 1.5.

V případě prvního, třetího a čtvrtého postupu značí symetrii nulový výsledek, pro poměr značí symetrii jednička. Podle článku [9] má však tato metoda znač-

Rozdíl	$FSM_{Diff}(d) = d_L - d_R$
Poměr	$FMS_{Ratio}(d) = \frac{d_L}{d_R}$
Ln (poměr)	$FMS_{LNRatio}(d) = \ln \frac{d_L}{d_R}$
Upravený rozdíl	$FMS_{AdjDiff}(d) = \left[\frac{d_L - d_R}{(d_L + d_R)/2} \right]$

Tabulka 1.5: Funkce k výpočtu symetrie

nou slabinu – každé sebemenší natočení nebo naklonění obličeje způsobuje velké nepřesnosti.

Výsledkem zkoumání autorů článku [9] bylo zjištění, že nejlépe se dá krása obličeje podle symetrie hodnotit funkcí Rozdíl. Autoři také pomocí krokové regresní analýzy ukázali, že největší vliv na krásu má symetrie nosu (body 18 a 20) a úst (body 25 a 27).

1.4.2. Obličejové třetiny

H. Gunes a M. Piccardi ve svém článku [4] uvádějí, že krásu obličeje lze měřit také pomocí tzv. obličejových třetin. Dokonalý obličej lze podle nich rozdělit do tří stejných částí tak, jak je naznačeno na obrázku 1.11.



Obrázek 1.11: Obličejové třetiny podle [4]

1.4.3. Neoklasické kánony

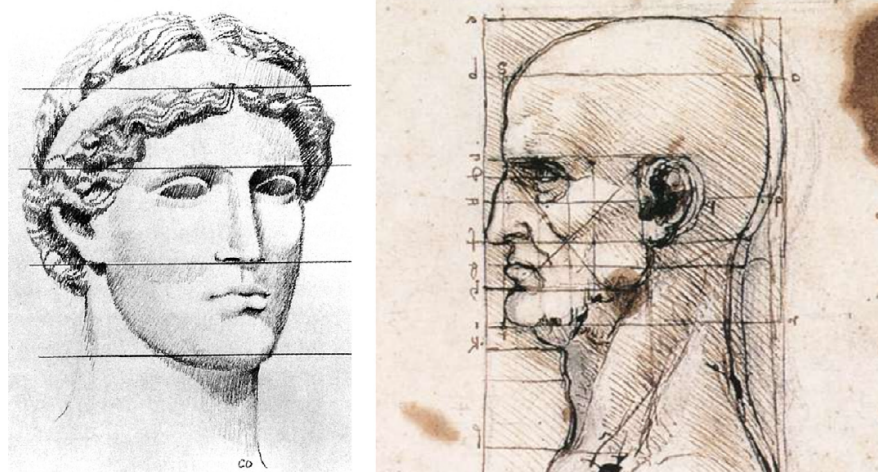
Slovo kánon označuje představu o ideálních proporcích. Neoklasické kánony pocházejí z období renesance a byly vytvořeny jako pravidla pro kreslení krásných obličejů. Článek [9] popisuje jejich základní princip: krásný obličej je vytvořen podle přesně daných poměrů. Z celkového počtu devíti kánonů lze s body ze článku [9] pracovat pouze se šesti kánony, které jsou uvedeny v tabulce 1.6.

Číslo vzorce	Popis
2	výška čela = délka nosu = výška spodní části obličeje (blíže nespecifikovaná)
4	délka nosu = délka uší
5	vzdálenost mezi očima = šířka nosu
6	vzdálenost mezi očima = šířka levé nebo pravé oční štěrbin
7	šířka úst = 1,5 x šířka nosu
8	šířka obličeje = 4 x šířka nosu

Tabulka 1.6: Neoklasické zákony podle [9]

K ověření požadovaných poměrů použili autoři variační koeficient. Pokud se rovnal nule, naznačovalo to dokonalou souhru s neoklasickými kánony, čím dále od nuly, tím méně splňovaly poměry v obličejí daný kánon.

V článku [7] se uvádí, že neoklasické zákony nebyly první, podle kterých tvořili umělci krásné obličej. Za úplně původní se považují kánony řeckého sochaře Polykleita, který kladl veliký důraz na symetrii celého lidského těla. Také je zde zmíněn římský architekt Marcus Vitruvius, který vytvořil koncept esteticky přívětivého obličeje, který se doposud využívá v medicíně či antropometrii. Autoři článku [7] také zmiňují umělce, kteří se řídili neoklasickými zákony. Šlo o Leonarda da Vinciho, Leona Battistu Albertiho, Albrechta Duerera a Piera della Francesca.



Obrázek 1.12: Vlevo: obličejové třetiny. Vpravo: profil hlavy muže dle Leonarda da Vinciho, zdroj [7]

Kapitola 2

Vlastní výzkum

V první fázi praktické části bakalářské práce bylo potřeba vytvořit soubor fotografií, které bude možné použít ke zkoumání. Jelikož nebyla nalezena žádná vhodná volně dostupná databáze, bylo nutné nafotit vlastní snímky. V práci bylo zkoumáno 10 ženských a 10 mužských tváří, každá ve dvou variantách – jedna s neutrálním výrazem a jedna s úsměvem.

2.1. Získávání fotografií

K fotografování bylo osloveno několik desítek osob ve věku od 18 do 25 let. Bylo pořízeno přes 30 párů snímků, ze kterých byly vybrány ty nejvhodnější. Kritériem výběru byl hlavně neutrální výraz – ne každý model dokázal udržet tvář bez výrazu, abychom mohli fotografii považovat za neutrální. Dále se volilo podle polohy hlavy a dostupnosti určitých bodů v obličeji (viz kapitola 1.3). Všichni modelové souhlasili s použitím jejich fotografií v této bakalářské práci a s jejich anonymním zveřejněním v internetovém dotazníku. Všechny obličeje byly snímány zepředu. Stejnorodost fotografií byla zajištěna umístěním zornic modelů do určitých bodů pomocné mřížky na fotoaparátu. Vodorovné držení a přímý směr byl zajištěn pomocí zabudovaného měřidla fotoaparátu.

2.2. Internetový dotazník

Za účelem sběru subjektivních pohledů na krásu byl vytvořen internetový dotazník, ve kterém respondenti odpovídali na otázky rozdělené do čtyř sekcí.

První sekce se týkala osobních údajů respondenta – při zachování anonymity byl zjišťován věk a pohlaví. Dále měl respondent ohodnotit krásu vlastního obličeje.

Druhá sekce sloužila jako rozcestník. Bylo potřeba respondenty náhodně rozdělit mezi ty, kteří budou hodnotit pouze neutrální obličeje a ty, kteří budou hodnotit usměvavé. Náhodnost rozdělení byla zajištěna položenou otázkou – respondent volil mezi možnostmi „Křížek“ a „Kolečko“, aniž by věděl, která odkazuje na kterou část fotografií. Navíc se v dotazníku pořadí možností měnilo, a tak byl omezen i jeho možný vliv na výsledek volby.

Třetí část již obsahovala fotografie modelů. Každý respondent nejprve zhodnotil 10 ženských obličejů, následně 10 mužských. Vybíral známky na stupnici od 1 do 10, přičemž číslo 1 znamenalo „Nejhorší“ a číslo 10 „Nejlepší“. Pořadí fotografií v jednotlivých dotaznících se taktéž náhodně měnilo, a tak jsme zamezili efektu ukotvení.

V poslední části byl respondent tázán, zda si přeje změnit sebehodnocení, které uvedl na začátku dotazníku. Pokud zvolil možnost „Ano“, měl opět na výběr ze škály od 1 do 10. Pokud zvolil „Ne“, dotazník byl ukončen.

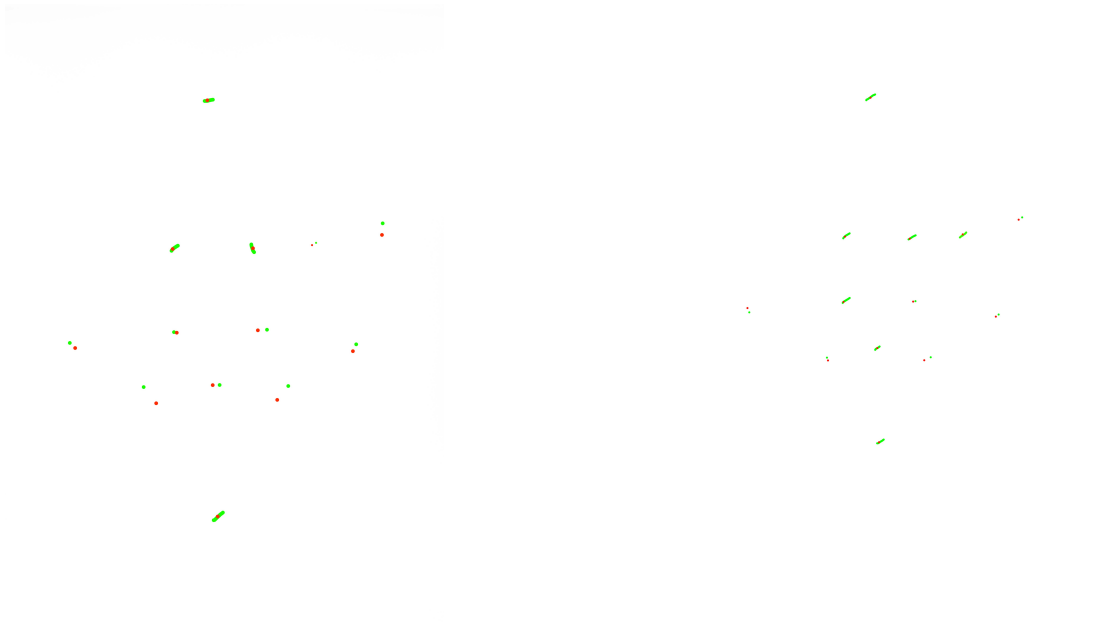
Dotazník byl šířen pomocí internetového odkazu. Celkem bylo shromážděno 244 odpovědí. Na otázky odpovídalo celkem 159 žen (65.2 %) a 85 mužů (34.8 %). Průměrný věk respondentů byl 22 let.

2.3. Příprava fotografií

Fotografie bylo nutné před vložením do dotazníku a před měřením upravit. Nejprve se odstranilo pozadí (jelikož fotky nevznikaly v ateliéru s jednobarevným pozadím) a nahradilo se bílou barvou. Následně byl přidán jemný stín, aby fotografie působily přirozeněji. Na závěr byly všechny fotografie převedeny do černobílých odstínů, aby byl potlačen vliv barevných odlišností pleti.

2.4. Měření

Na každé fotografii bylo potřeba nalézt a označit devět bodů (viz kapitola 1.3). Za pomoci grafického programu byla vytvořena mapa těchto bodů (viz obr 2.1), která byla uložena ve formátu jpg. Aby byla zajištěna co možná největší přesnost značení, byly jednotlivé párové fotografie (úsměv a neutrální) centrovány podle bodu č. 1 (vrchol čela). Červenou barvou jsou vyznačeny body neutrálních fotografií, zelenou barvou usměvavých. Následně byla každá mapa podrobena měření v programu ImageJ. Pomocí nástroje „Straight“ bylo získáno šest vzdáleností určitých bodů v pixelech. Ty byly ihned použity k výpočtu jednotlivých poměrů. Tím, že byly v práci použity pouze relativní poměry, se zanedbávají nedokonalosti získaných fotografií (modelové nebyli foceni z úplně stejné vzdálenosti, pod naprosto stejným úhlem apod.).



(a) Obličejová mapa fotografie m16

(b) Obličejová mapa fotografie z12

Obrázek 2.1: Příklady obličejových map

Kapitola 3

Použité statistické metody

I přesto, že předpokládáme znalost základního kurzu matematické statistiky, uvedeme v následující kapitole několik hlavních statistických testů, které jsou v této práci použity nejčastěji. Tato kapitola čerpá převážně z publikace Základy počtu pravděpodobnosti a metod matematické statistiky [5].

3.1. Dvouvýběrový t-test

Při testování hypotéz o parametrech jednorozměrného normálního rozdělení dvou nezávislých statistických znaků používáme tzv. dvouvýběrový t-test. Mějme dva nezávislé normálně rozdělené statistické znaky X a Y , tj. $X \sim N(\mu_1, \sigma^2)$ a $Y \sim N(\mu_2, \sigma^2)$, kde μ_1 je střední hodnota X , μ_2 je střední hodnota Y a σ^2 je rozptyl. Testujeme buď oboustrannou hypotézu

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \text{ oproti alternativě } H_A : \mu_1 \neq \mu_2$$

nebo jednostrannou hypotézu

$$H_0 : \mu_1 \geq \mu_2 \text{ oproti alternativě } H_A : \mu_1 < \mu_2,$$

resp.

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2 \text{ oproti alternativě } H_A : \mu_1 > \mu_2.$$

K testování slouží výběrová funkce

$$T = \frac{\bar{X}_n - \bar{Y}_m - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{(n-1)S_n^2 + (m-1)S_m^2}} \sqrt{\frac{nm(n+m-2)}{n+m}} \sim t_{n+m-2}, \quad (3.1)$$

kde \bar{X}_n je výběrový průměr náhodného výběru X , \bar{Y}_n je výběrový průměr náhodného výběru Y , μ_1 je teoretická střední hodnota náhodného výběru X , μ_2 je teoretická střední hodnota náhodného výběru Y , n je rozsah náhodného výběru X , m je rozsah náhodného výběru Y , S_n^2 je výběrový rozptyl náhodného výběru X a S_m^2 je výběrový rozptyl náhodného výběru Y . Výběrová funkce T má za předpokladu platnosti nulové hypotézy studentovo t rozdělení o $n + m - 2$ stupních volnosti.

Oboustrannou nulovou hypotézu zamítáme v případě, kdy se výběrová funkce T realizuje v intervalu

$$W = \left(-\infty, -t_{n+m-2; 1-\frac{\alpha}{2}}\right) \cup \left(t_{n+m-2; 1-\frac{\alpha}{2}}, \infty\right).$$

Pravostrannou nulovou hypotézu zamítáme v případě, kdy se výběrová funkce T realizuje v intervalu

$$W = \left(t_{n+m-2; 1-\alpha}, \infty\right).$$

Levostrannou nulovou hypotézu zamítáme v případě, kdy se výběrová funkce T realizuje v intervalu

$$W = \left(-\infty, -t_{n+m-2; 1-\alpha}\right).$$

3.2. Párový t-test

Pokud je porušena podmínka nezávislosti normálně rozdělených statistických znaků, je nutné použít párový t-test. Vypočítáme tedy rozdíl zkoumaných statistických znaků $Z = Y - X$ a pomocí jednovýběrového t-testu testujeme nulovou hypotézu

$$H_0 : \mu = 0 \text{ oproti alternativě } H_A : \mu \neq 0,$$

resp.

$$H_0 : \mu \geq 0 \text{ oproti } H_A : \mu < 0$$

nebo

$$H_0 : \mu \leq 0 \text{ oproti } H_A : \mu > 0,$$

kde μ je teoretická střední hodnota statistického znaku $Z \sim N(\mu, \sigma^2)$.

Při provádění jednovýběrového t-testu použijeme testovou statistiku

$$T = \frac{\bar{Z}_n - \mu}{S_n} \sqrt{n} \sim t_{n-1}, \quad (3.2)$$

kde \bar{Z}_n je výběrový průměr náhodného výběru Z , μ je teoretická střední hodnota náhodného výběru Z , S_n je výběrová směrodatná odchylka náhodného výběru Z a n je rozsah náhodného výběru Z . Testová statistika T má za předpokladu platnosti nulové hypotézy studentovo t rozdělení o $n - 1$ stupních volnosti.

Oboustrannou nulovou hypotézu zamítáme v případě, kdy se výběrová funkce T realizuje v intervalu

$$W = (-\infty, -t_{n-1; 1-\frac{\alpha}{2}}) \cup (t_{n-1; 1-\frac{\alpha}{2}}, \infty).$$

Pravostrannou nulovou hypotézu zamítáme v případě, kdy se výběrová funkce T realizuje v intervalu

$$W = (t_{n-1; 1-\alpha}, \infty).$$

Levostrannou nulovou hypotézu zamítáme v případě, kdy se výběrová funkce T realizuje v intervalu

$$W = (-\infty, -t_{n-1; 1-\alpha}).$$

3.3. Dvouvýběrový Wilcoxonův test

Není-li splněn ani předpoklad normality testovaných náhodných výběrů, musíme se obrátit na tzv. neparametrické metody. K testování hypotézy

H_0 : náhodné výběry X a Y pocházejí ze stejného rozdělení pravděpodobnosti

využijeme dvouvýběrový Wilcoxonův test (zvaný též U-test Manna a Whitneyho). Základní algoritmus pro jeho ruční výpočet je následující:

1. označíme výběry tak, aby platilo $m \leq n$ (m je rozsah náhodného výběru X , n je rozsah náhodného výběru Y),
2. všech $m + n$ realizací (tzv. sdružený výběr) náhodných výběrů seřadíme vzestupně,
3. označíme T_1 součet pořadí hodnot jednoho náhodného výběru a T_2 pořadí hodnot druhého náhodného výběru,
4. vypočteme hodnoty

$$U_1 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - T_1, \quad (3.3)$$

$$U_2 = mn + \frac{n(n+1)}{2} - T_2,$$

5. pokud je hodnota $\min\{U_1, U_2\}$ menší nebo rovna kritické hodnotě pro tento test (kritické hodnoty uvedeny např. v [5]), zamítáme nulovou hypotézu na hladině testu α .

3.4. Test nezávislosti

Pokud máme normálně rozdělená data, můžeme k testování nezávislosti dvou náhodných výběrů využít výběrový korelační koeficient. Ten získáme ze vztahu

$$R_{X,Y} = \frac{S_{X,Y}}{S_X S_Y}, \quad (3.4)$$

kde

$$S_{X,Y} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}), \quad (3.5)$$

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}, \quad (3.6)$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}. \quad (3.7)$$

$S_{X,Y}$ nazýváme výběrová kovariance, S_X a S_Y jsou výběrové směrodatné odchylky.

Hypotézu

$$H_0: \text{náhodné výběry } X \text{ a } Y \text{ jsou nezávislé}$$

následně testujeme pomocí statistiky

$$T = \frac{R_{X,Y}}{\sqrt{1 - R_{X,Y}^2}} \sqrt{n - 2} \sim t_{n-2}, \quad (3.8)$$

kde $R_{X,Y}$ je výběrový korelační koeficient a n je rozsah náhodných výběrů X a Y . Testová statistika má za platnosti nulové hypotézy studentovo t rozdělení o $n - 2$ stupních volnosti. Pro tento test musí být splněna podmínka kladných rozptylů náhodných veličin a n musí být větší nebo rovno 3.

Nulovou hypotézu zamítáme v případě, kdy se výběrová funkce T realizuje v intervalu

$$W = (-\infty, -t_{n-2; 1-\frac{\alpha}{2}}) \cup (t_{n-2; 1-\frac{\alpha}{2}}, \infty).$$

3.5. Testy nezávislosti v kontingenčních tabulkách

V kontingenčních tabulkách můžeme testovat hypotézu nezávislosti dvou sledovaných znaků X, Y pomocí testové statistiky

$$Z = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - \frac{n_{i.}n_{.j}}{n})^2}{\frac{n_{i.}n_{.j}}{n}}, \quad (3.9)$$

kde n_{ij} je četnost jevu ($X = i, Y = j$), $n_{i.}$ a $n_{.j}$ jsou marginální četnosti a n je celková četnost. V tomto případě označují rozsahy sledovaných znaků písmena r a s . Nulová hypotéza je

$$H_0 : X \text{ a } Y \text{ jsou nezávislé.}$$

Statistika Z má za platnosti nulové hypotézy asymptoticky pro $n \rightarrow \infty$ rozdělení χ^2 o $(r-1)(s-1)$ stupních volnosti. Musí být ovšem splněna podmínka na dostatečné četnosti $n\hat{p}_{ij} = \frac{n_{i,j}}{n} \geq 5 \forall i, j$. Nulovou hypotézu zamítáme v případě, že se testová statistika Z realizuje v kritickém oboru

$$W = \left\langle \chi_{(r-1)(s-1), 1-\alpha}^2, \infty \right\rangle.$$

3.6. Spearmanův korelační koeficient

V případě, že testované náhodné veličiny X a Y nemají normální rozdělení, použijeme neparametrickou variantu testu nezávislosti, tzv. Spearmanův korelační koeficient. Ten srovnává pořadí hodnot náhodných veličin, shodná pořadí ukazují na vzájemnou závislost X a Y .

Označme R_1, \dots, R_n pořadí veličin X_1, \dots, X_n a Q_1, \dots, Q_n pořadí veličin Y_1, \dots, Y_n . Potom lze pro Spearmanův korelační koeficient odvodit předpis

$$R_S = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n (R_i - Q_i)^2. \quad (3.10)$$

Hodnota r_S , která je realizací náhodné veličiny R_S , spadá vždy do intervalu $\langle -1, 1 \rangle$, pokud $r_S = 1$, znamená to stejné pořadí, $r_S = -1$ znamená přesně opačné pořadí. Při statistickém testování ověřujeme

$$H_0 : X \text{ a } Y \text{ jsou nezávislé}$$

oproti

$$H_A : X \text{ a } Y \text{ nejsou nezávislé.}$$

Pro $n \leq 30$ porovnáváme hodnotu $|r_S|$ s kritickými hodnotami ze speciálních tabulek. Pro $n > 30$ používáme testovací statistiku $R_S(\sqrt{n-1})$, která má za platnosti nulové hypotézy rozdělení $N(0, 1)$ (pro $n \rightarrow \infty$).

3.7. Testování hypotéz v programu R

Uvedené hypotézy lze testovat pomocí vhodně zvoleného softwarového nástroje. Tabulka 3.1 obsahuje přehled příkazů, které je potřeba znát pro testování v programu R.

Test	Příkaz
Testování normality	<code>shapiro.test()</code>
Shodnost rozptylů	<code>var.test()</code>
Testování korelovanosti	<code>cor.test()</code>
Dvouvýběrový t-test	<code>t.test()</code>
Párový t-test	přidáním parametru <code>paired=T</code> do funkce <code>t.test()</code>
Dvouvýběrový Wilcoxonův test	<code>wilcox.test()</code>
Test nezávislosti v kontingenčních tabulkách	<code>chisq.test()</code>
Spearmanův korelační koeficient	přidáním parametru <code>method = "spearman"</code> do funkce <code>cor.test()</code>

Tabulka 3.1: Příkazy pro testování v programu R

Při vyhodnocování výsledků testu v programu R nepoužíváme kritické obory, ale tzv. p-hodnotu, která představuje pravděpodobnost, že za platnosti H_0 získáme stejnou hodnotu testové statistiky nebo hodnotu ještě více odporující nulové hypotéze. Platnost nulové hypotézy obvykle zamítáme, pokud je p-hodnota menší než 0.05.

Kapitola 4

Popis dat získaných z dotazníku

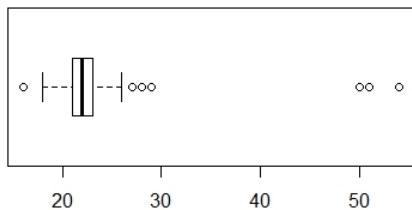
Internetový dotazník vytvořený pomocí aplikace Formuláře Google přijímal odpovědi od 2. června 2017 do 16. července 2017. První den byl vyplněn 89 respondenty, druhý den 108 respondenty, třetí den 24 respondenty. Dále už se počty vyplnění pohybovaly v řádu jednotek. Celkem dotazník vyplnilo 244 respondentů, z toho 159 žen a 85 mužů. Rozdělení mužů a žen je podle očekávání - dotazník byl šířen mezi studenty, kde převládají ženy. Ty také bývají obvykle ochotnější k vyplňování dotazníků a téma krásy je jim bližší.



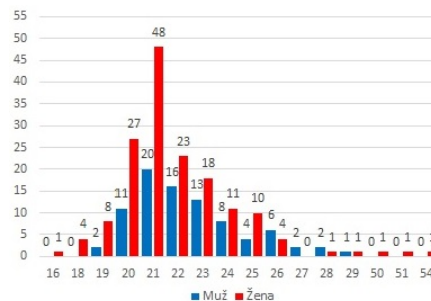
Obrázek 4.1: Respondenti podle pohlaví

Věkové rozpětí respondentů bylo od 16 do 54 let. Je nutné však upozornit, že drtivá většina odpovídajících byla ve věku 21 až 23 let. Tím se potvrzuje fakt, že se výzkumu zúčastnili převážně studenti. Jak můžeme vidět na boxplotu (obr. 4.2a), hodnoty nad 28 let jsou již považovány za odlehlá pozorování (outliers). Průměrný věk je 22.35 let, medián je 22 let.

Z boxplotu na obrázku 4.3a vidíme, že medián hodnocení udělených muži i ženami se pohybuje kolem hodnoty 5. U mužů se vyskytuje více odlehlých



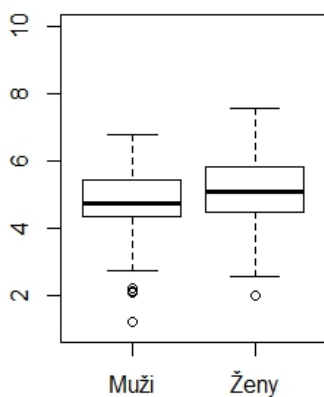
(a) Boxplot věku respondentů



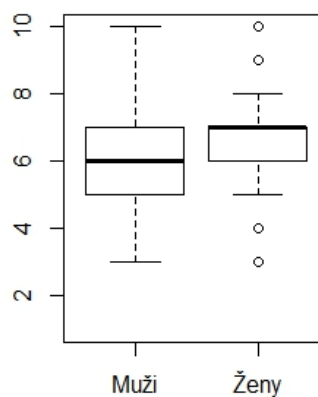
(b) Histogram věku respondentů podle pohlaví

Obrázek 4.2: Věk respondentů

pozorování směrem dolů, tj. několik mužů dávalo výrazně nižší známky než ostatní. Sebehodnocení se v případě mužů a žen liší (viz histogram 4.3b): medián u žen je vyšší, ale zároveň mají ženy nižší rozptyl známek, které udělily samy sobě. Celkově platí, že sebehodnocení bylo vyšší než udělené hodnocení.



(a) Udělená hodnocení

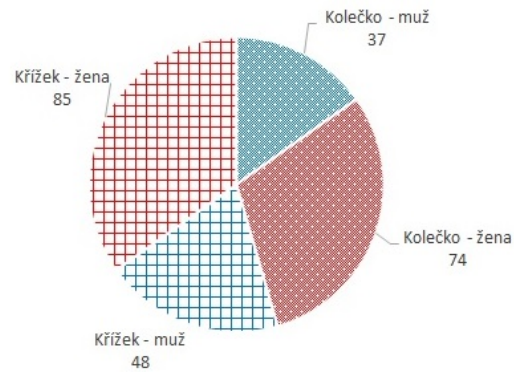


(b) Sebehodnocení

Obrázek 4.3: Známky podle pohlaví

Provedeme-li analýzu rozstřelu rozdělujícího respondenty na ty, kteří budou hodnotit neutrální tváře a ty, kteří budou hodnotit usměvavé tváře (více v kapi-

tole 2.2), zjistíme, že možnost „Křížek“ si v dotazníku zvolilo 133 respondentů a možnost „Kolečko“ 111 respondentů. Je zřejmé, že rozstřel splnil svůj účel, tj. výběr možností byl dostatečně náhodný, jelikož je rozdělení téměř na polovinu. Rozdělení respondentů podle pohlaví na tyto dvě možnosti zobrazuje graf 4.4.



Obrázek 4.4: Rozdělení respondentů při rozstřelu

Kapitola 5

Hypotézy

H1 *Fotografie člověka, který má neutrální výraz, má horší subjektivní hodnocení než fotografie usmívající se tváře stejné osoby.*

Jedním z prvních předpokladů této práce bylo, že usmívající se člověk působí na ostatní jako krásnější, než když se tváří neutrálně. Tento efekt můžeme pozorovat třeba na nechvalně známých fotografiích na občanských průkazech či pasech. Nikdo si na nich nepřipadá krásný, protože je zákonem vyžadován neutrální výraz. Můžeme tvrdit, že se člověk na ostatní usmívá, aby se více líbil?

H2 *Subjektivně lépe hodnocené obličeje mají naměřené poměry bližší číslu ϕ .*

Tato hypotéza se zabývá otázkou, která plyne přímo z názvu práce. Má zlatý řez nějaký vliv na to, jak lidé vnímají krásu? Kdyby ano, muselo by platit, že po přeměření obličejů jsou poměry subjektivně krásnějších obličejů blíže k číslu ϕ . Tímto způsobem bychom mohli lidskou krásu v podstatě kvantifikovat, přiřadit jí číselné vyjádření.

H3 *Pořadí fotografií podle subjektivního hodnocení lidí je stejné jako podle měření.*

Hypotéza 3 souvisí s předcházející. Pokud má totiž zlatý řez nějakou spojitost se subjektivně vnímanou krásou, mělo by platit, že pokud fotografie seřadíme podle subjektivních hodnocení a poté i podle naměřených hodnot, získáme stejná pořadí. Samozřejmě budeme muset tato tvrzení statisticky testovat, abychom

zahrnuli vliv náhody. Navíc bude potřeba vytvořit nějaký index, který v sobě bude spojovat hodnoty všech poměrů a bude umožňovat jednotlivé fotografie porovnávat.

H4 *Poměry vzdáleností na obličejích směřících se lidí jsou bližší k číslu ϕ než poměry obličejů s neutrálním výrazem.*

V první hypotéze jsme se zabývali vlivem výrazu v obličejích na subjektivní vnímání krásy. Nabízí se otázka, jestli má stejný vliv i na naměřené poměry. Předpokládáme, že pokud se člověk usměje, přiblíží se poměry v jeho obličejích k číslu ϕ a je tudíž i krásnější.

H5 *Lidé, kteří hodnotí svůj obličej vysokými známkami, mají tendenci hodnotit vysoce i ostatní.*

Pátá hypotéza je zajímavá z hlediska psychologie. Mají lidé, kteří si dají vyšší známku, pozitivnější pohled na svět? Na druhou stranu samozřejmě může platit, že když si dá respondent v sebehodnocení vyšší známku, udělí fotografiím schválně nižší. To může být projevem jakési kompenzace nízkého sebevědomí. V této práci se však pokusíme ověřit prvotní tvrzení, tedy že lidé, kteří si připadají krásní, hodnotí pozitivně i ostatní.

H6 *Po vyplnění dotazníku s hodnocením neutrálních fotografií má více hodnotitelů tendenci zvednout známku pro vlastní obličej než hodnotitelé usmívajících se obličejů.*

Každý respondent má ještě před tím, než uvidí sadu fotografií, udělit svému obličejích nějakou známku. Po ohodnocení cizích obličejů pak dostane možnost tuto známku změnit. Předpokládáme-li, že neutrální obličej působí na lidi jako méně krásný, mohli by si respondenti, kterým byla přidělena sada neutrálních fotografií, připadat krásnější. To by je vedlo ke zvednutí sebehodnocení. Tyto úvahy vedly ke zkoumání hypotézy číslo šest.

H7 *Křížové hodnocení (muži ženy a ženy muže) je vyšší než hodnocení v rámci jednoho pohlaví.*

Když odhlédneme od faktu, že vnímání krásy je velmi individuální věc, můžeme tvrdit, že muži a ženy vnímají krásu odlišně - každý ocení něco jiného. Sedmá hypotéza tvrdí, že hodnocení udělená napříč pohlavím jsou mírnější než uvnitř. To například znamená, že žena udělí jiné ženě nižší známku, protože je ve svém hodnocení kritičtější, než když hodnotí muže. Tato myšlenka je vyslovena na základě předpokladu jakýchsi vrozených tendencí tíhnout spíše k opačnému pohlaví.

H8 *Muži hodnotí sami sebe lépe než ženy.*

Obdobná otázka zkoumající, jak hodnotí příslušníci jednotlivých pohlaví, se nabízí taky v oblasti sebehodnocení. Obecně se traduje, že ženy jsou na sebe mnohem přísnější. Chtějí se víc líbit a při pohledu do zrcadla jsou často velmi kritické. Testováním osmé hypotézy se pokusíme toto velmi rozšířené mínění ověřit.

H9 *Lidé, kteří dávali nižší známky, měli tendenci zvýšit po vyplnění testu své sebehodnocení.*

Předposlední hypotéza se lehce podobá šesté. Neřeší však, jestli respondent hodnotil neutrální či usměvavé obličej, zaměřuje se na to, jak vysoké hodnocení udělil. Pokud totiž dával nižší známky, očekáváme, že bude mít tendenci zvýšit po ukončení dotazníku své sebehodnocení. Může to být způsobené pocitem, že z opatrnosti si nejprve udělil nižší známku a po zhlédnutí několika podle něj ne příliš hezkých obličejů se rozhodne, že má nárok na vyšší známku.

H10 *Ženy nehodnotily výše než muži.*

Na závěr se budeme zabývat jednoduchým tvrzením, které je založeno na předpokladu, že muži kráse nepřikládají příliš vysokou váhu a tak udělují lepší známky, než udělují spíše kritické ženy.

Kapitola 6

Výsledky testování

V této kapitole budou popsány výsledky testování hypotéz stanovených v předchozí kapitole. Pro zjednodušení budeme dále značit fotografie obličejů s neutrálním výrazem písmenem N a s úsměvem U. Používáme testy popsané v kapitole Použité statistické metody (kapitola č. 3.).

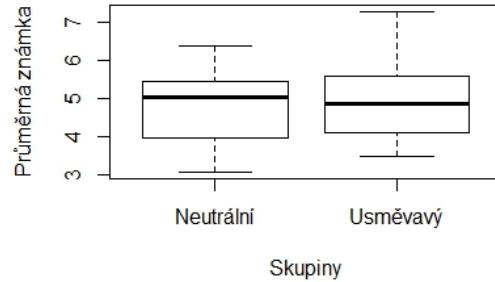
6.1. Hypotéza 1

Fotografie člověka, který má neutrální výraz, má horší subjektivní hodnocení než fotografie usmívající se tváře stejné osoby.

Při posuzování první hypotézy byly nejprve vypočítány průměrné známky, které jednotlivé fotografie získaly v internetovém dotazníku. Obrázek 6.1 zobrazuje boxploty skupiny N a U. Již z boxplotu lze odhadovat, že jsou mediány těchto dvou skupin zhruba stejné nebo je medián N lehce vyšší než medián U. Z toho důvodu byla změněna původní hypotéza na novou, která hovoří o rovnosti středních hodnot. Po potvrzení normality obou skupin dat pomocí Shapiro-Wilkova testu a potvrzení shodnosti rozptylů byla vyvrácena nezávislost, a proto byla hypotéza

$$H_0 : \mu_N = \mu_U,$$

kde μ_N je střední hodnota dat neutrálních fotografií a μ_U je střední hodnota dat usměvavých fotografií, testována párovým t-testem. Ten určil p-hodnotu rovnu 0.3152 a proto nulovou hypotézu nelze vyvrátit.



Obrázek 6.1: Boxplot skupiny fotografií s neutrálním a usměvavým obličejem

6.2. Hypotéza 2

Subjektivně lépe hodnocené obličeje mají naměřené poměry bližší číslu ϕ .

Tato hypotéza byla zkoumána pomocí korelací. Pokud by totiž platila, pak by mezi subjektivním hodnocením fotografií a odchylkami jednotlivých poměrů od ϕ měla být negativní korelace (čím krásnější obličej, tím blíže je poměr k číslu ϕ a tedy tím menší je odchylka tohoto poměru od ϕ). Testování normality odhalilo pouze jeden soubor dat s nenormálním rozdělením - poměry p10. Všechny soubory dat mají navíc kladné rozptyly, a tak mohl být použit test korelace.

Hypotéza

H_0 : subjektivní hodnocení a poměry v obličejích nejsou závislé (v případě p10 korelované)

byla testována zvlášť pro kladné a zvlášť pro záporné odchylky, jelikož se mohlo subjektivní hodnocení v těchto dvou kategoriích lišit. Postupně byl otestován vztah každého ze šesti poměrů se subjektivním hodnocením. Ani jeden test však nezamítl hypotézu o nezávislosti (v případě poměru p10 nekorelovanosti), z čehož lze usoudit, že subjektivní hodnocení není nikterak závislé na odchylkách poměrů od čísla ϕ (viz p-hodnoty v tabulce 6.1). Je nutno dodat, že p-hodnoty nebyly srovnávány s $\alpha = 0.05$, ale bylo potřeba pomocí tzv. Bonferroniho korekce snížit hladinu významnosti na $\frac{0.05}{12} = 0.00416$ (bylo provedeno 12 testů).

	Záporná	Kladná
p5	0.8778	0.3742
p6	0.4814	0.3183
p7	0.1181	0.1855
p8	0.2847	žádná pozorování
p10	0.4006	pouze 2 pozorování
p17	0.2921	0.4103

Tabulka 6.1: P-hodnoty testů korelace pro jednotlivé poměry, rozdělené na kladné a záporné odchylky

Jelikož se lineární závislost neprokázala, zkusili jsme zjistit, zda vztah mezi poměry a hodnocením nemůže být jiného než lineárního charakteru. Nezávislost těchto dvou znaků ověříme pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. V programu R postačí do funkce `cor.test` vložit argument `method = "spearman"`. Jako v předchozím případě porovnáváme p-hodnoty s upravenou hodnotou α a ani tentokrát v žádném z případů nezamítáme nulovou hypotézu o nezávislosti. P-hodnoty můžeme vidět v tabulce 6.2.

	Záporná	Kladná
p5	0.8164	0.9749
p6	0.4837	0.1775
p7	0.0406	0.2333
p8	0.4478	žádná pozorování
p10	0.4511	1.00 (pouze 2 pozorování)
p17	0.1526	0.3500

Tabulka 6.2: P-hodnoty Spearmanova testu pro jednotlivé poměry, rozdělené na kladné a záporné odchylky

6.3. Hypotéza 3

Pořadí fotografií podle subjektivního hodnocení lidí je stejné jako podle měření.

Tato hypotéza je založená na předpokladu, že poměry v obličejích popsané v kapitole 1.3 mají přímý vliv na hodnocení udělené respondenty. Mělo by tedy platit, že obličej nejkrásnější podle subjektivního hodnocení je nejkrásnější i podle naměřených poměrů a opačně. Fotografie tedy byly seřazeny podle dvou hledisek:

Podle průměrných známek

Každé fotografii bylo vypočítáno průměrné hodnocení. Řazení bylo od nejvyšší známky (nejkrásnější) po tu nejnižší a bylo rozlišováno mezi usměvavými a neutrálními obličejí. Toto pořadí zobrazuje tabulka 6.3.

Muži – neutrální		Muži – usměvaví		Ženy – neutrální		Ženy – usměvavé	
Číslo obličej	Průměrná známka	Číslo obličej	Průměrná známka	Číslo obličej	Průměrná známka	Číslo obličej	Průměrná známka
12	5.9189	12	7.2782	13	6.3964	13	6.4361
5	5.6216	5	5.8421	3	6.3243	5	6.2180
14	5.4685	15	5.3459	5	5.4685	3	5.7744
15	5.1532	14	5.2932	12	5.2613	11	5.4135
2	5.0270	16	4.8421	10	5.1802	12	5.2782
16	4.9189	6	4.6992	11	5.0450	10	4.8872
6	4.0270	3	3.9774	8	5.0270	2	4.8797
3	3.7297	2	3.9023	2	4.7658	8	4.8346
13	3.6577	1	3.8571	16	3.9279	16	4.2632
1	3.0901	13	3.4812	15	3.9099	15	3.8571

Tabulka 6.3: Pořadí fotografií podle průměrných hodnocení

Podle odchylek od čísla ϕ

Ke každé fotografii přísluší sada šesti poměrů vypočítaných ze vzdáleností mezi body v obličejí. Bylo potřeba určit jedno číslo, podle kterého by bylo možné fotografie seřadit. Definujeme-li dokonalý obličej jako šestici $(\phi, \phi, \phi, \phi, \phi, \phi)$, pak vzdálenost n -tého obličejí od dokonalého obličejí (označíme O_n) vypočítáme např. podle předpisu

$$O_n = |P_1 - \phi| + |P_2 - \phi| + \dots + |P_6 - \phi|, \quad (6.1)$$

kde $n \in \{1, 2, 3, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 16\}$ pro muže a $n \in \{2, 3, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16\}$ pro ženy, P_j značíme j -tý poměr ($j \in \{1, \dots, 6\}$). Platí, že čím menší je hodnota O_n , tím je n -tý obličej bližší dokonalému obličejí. Proto byly fotografie řazeny od nejmenšího O_n k největšímu. Hodnoty O_n a pořadí fotografií podle tohoto hlediska zobrazuje tabulka 6.4.

Muži – neutrální		Muži – usměvaví		Ženy – neutrální		Ženy – usměvavé	
Číslo obličeje	O_n	Číslo obličeje	O_n	Číslo obličeje	O_n	Číslo obličeje	O_n
16	0.7687	13	0.8031	10	1.2668	2	1.1249
13	0.9925	16	0.9690	16	1.3685	11	1.1688
2	1.2763	1	1.0691	13	1.3876	16	1.1868
1	1.2831	15	1.0724	2	1.4075	13	1.3186
15	1.4110	12	1.7029	12	1.4945	12	1.3219
6	1.4749	3	1.7624	5	1.6565	15	1.3981
3	1.6604	2	1.7702	11	1.6825	3	1.4051
14	1.7504	14	1.7838	15	1.8248	8	1.5749
12	1.8657	6	1.9791	3	1.8709	10	1.6701
5	1.9031	5	2.2208	8	1.8925	5	1.8793

Tabulka 6.4: Pořadí fotografií podle odchylek od čísla ϕ

Před samotným testováním hypotézy bylo ověřeno, že všechny náhodné veličiny (hodnocení - muži a ženy, neutrální a usměvaví, odchylky - muži a ženy, neutrální a usměvaví) mají normální rozdělení a jejich rozptyly jsou kladné. Bylo tedy možné použít test, který porovnával pořadí prvků dvou náhodných veličin. Pomocí Spearmanova korelačního koeficientu byly v programu R provedeny čtyři testy, jejichž výsledky zobrazuje tabulka 6.5. Testovala se nulová hypotéza

$$H_0 : \text{náhodné veličiny jsou nezávislé}$$

oproti alternativě

$$H_A : \text{náhodné veličiny nejsou nezávislé.}$$

Ani v jednom případě nemůžeme zamítnout nulovou hypotézu. Mezi pořadím fotografií podle hodnocení respondentů a pořadí fotografií podle odchylek od ϕ se tedy nepodařilo prokázat žádný vztah.

6.4. Hypotéza 4

Poměry vzdáleností na obličejích směřjících se lidí jsou bližší k číslu ϕ než poměry obličejů s neutrálním výrazem.

	P-hodnota
Muži - neutrální	0.0544
Muži - usměvaví	0.2324
Ženy - neutrální	0.9186
Ženy - usměvavé	0.6818

Tabulka 6.5: Test závislosti pořadí

	Test	P-hodnota
p5	Znaménkový test	0.7482777
p6	Párový t-test	0.4155
p7	Párový t-test	0.1270
p8	Párový t-test	0.3429
p10	Párový t-test	0.9998
p17	Wilcoxonův jednovýběrový test	0.9999

Tabulka 6.6: Výsledky porovnávání středních hodnot, resp. mediánů

Při ověřování této hypotézy budeme porovnávat střední hodnoty příp. mediány absolutních hodnot odchylek jednotlivých poměrů od čísla ϕ v rámci skupiny N a U. Data mají opět normální rozdělení až na odchylky poměru p17 skupiny U. Při ověřování rovnosti rozptylů jsme nulovou hypotézu zamítli u poměru p5. U poměrů p6, p7, p8 a p10 byl tedy použit párový t-test s nulovou hypotézou

$$H_0 : \mu_N \leq \mu_U,$$

kde μ_N je střední hodnota dat neutrálních fotografií a μ_U je střední hodnota dat usměvavých fotografií. Ani v jednom případě ji test nezamítnul. U poměru p5 byl použit znaménkový test, který opět nezamítl nulovou hypotézu. A nakonec u poměru p17 byl použit Wilcoxonův jednovýběrový test, který taktéž nezamítl nulovou hypotézu. P-hodnoty včetně příslušných testů zobrazuje tabulka 6.6. Opět je třeba podotknout, že byla použita hladina významnosti po Bonferroniho korekci.

6.5. Hypotéza 5

Lidé, kteří hodnotí svůj obličej vysokými známkami, mají tendenci hodnotit vysoce i ostatní.

Pro vyhodnocení páté hypotézy bylo potřeba porovnat střední hodnoty udělených hodnocení dvou skupin hodnotitelů: těch, co sami sebe hodnotili pod osm bodů (označíme n jako nižší) a těch, co sami sebe hodnotili nad osm bodů včetně (označíme v jako vyšší). Hranice osmi bodů byla zvolena podle mediánu všech sebehodnocení. Jelikož mají obě skupiny normální rozdělení a stejné rozptyly, můžeme použít t-test k testování hypotézy

$$H_0 : \mu_n \leq \mu_v,$$

kde μ_n je střední hodnota hodnocení udělených lidmi ve skupině n a μ_v je střední hodnota hodnocení udělených lidmi ve skupině v . Tuto hypotézu zamítáme ve prospěch alternativy (p-hodnota 0.0029), že lidé, kteří hodnotí sami sebe vysokými známkami, udělují ostatním spíše nižší známky.

Zajímavé bylo rozdělit hodnotitele na muže a ženy. Po provedení stejných testů jako u celého souboru hodnotitelů nebyla v případě žen zamítnuta nulová hypotéza, avšak v případě mužů test s p-hodnotou 0.0135 nulovou hypotézu zamítl. Lze tedy usoudit, že muži, kteří si připadají krásní, dávají ostatním nižší známky než ostatní, u žen toto neplatí.

6.6. Hypotéza 6

Po vyplnění dotazníku s hodnocením neutrálních fotografií má více hodnotitelů tendenci zvednout známku pro vlastní obličej než hodnotitelé usmívajících se obličejů.

Ověřování šesté hypotézy podnítila myšlenka, že lidé, kteří zhlédnou sérii fotografií neutrálních obličejů si budou připadat krásnější, protože v neutrálním obličejí obvykle není žádná pozitivní emoce. Tentokrát byl použit test nezávislosti v kontingenční tabulce (viz tabulka 6.7). Podmínka dostatečné četnosti je splněna a test nezávislosti nezamítá nulovou hypotézu

H_0 : změna sebehodnocení je nezávislá na hodnocené skupině fotografií

s p-hodnotou 0.9924. Změna sebehodnocení po vyplnění dotazníku tedy není závislá na tom, jestli respondent hodnotil skupinu N nebo skupinu U.

	Zvedl	Nezvedl	
Úsměv	24	109	133
Neutrál	21	90	111
	45	199	244

Tabulka 6.7: Kontingenční tabulka - sloupce obsahují počty hodnotitelů, kteří zvedli/nezvedli sebehodnocení, řádky obsahují počty hodnotitelů skupiny U a N.

6.7. Hypotéza 7

Křížové hodnocení (muži ženy a ženy muže) je vyšší než hodnocení v rámci jednoho pohlaví.

Pro ověření této hypotézy bylo potřeba srovnat dvě sady dat: průměrná hodnocení udělená opačnému pohlaví a průměrná hodnocení udělená stejnému pohlaví, jakým byl hodnotitel. Normalita těchto dat byla Shapirovým-Wilkovým testem zamítnuta a navíc byly závislé (jelikož šlo o hodnocení stejných fotografií jinými hodnotiteli). Histogram však nebyl příliš zešíkmený, a proto mohl být použit Wilcoxonův jednovýběrový test. Nulová hypotéza

$$H_0 : \tilde{x}_k \geq \tilde{x}_p,$$

kde \tilde{x}_k je medián křížových hodnocení a \tilde{x}_p je medián přímých hodnocení, byla jednoznačně zamítnuta s p-hodnotou $7.908 \cdot 10^{-7}$. Z toho vyplývá, že by hodnocení udělená ženě ženou a muži mužem měla být vyšší, než hodnocení muže ženou a ženy mužem.

Testování této původní hypotézy podnítilo myšlenku na prozkoumání všech 4 kombinací hodnocení mezi ženami a muži. Použité testy a výsledné p-hodnoty zobrazuje tabulka 6.8. Ve všech případech byla testována hypotéza $\mu_A \leq \mu_B$ a výsledná p-hodnota byla porovnávána s kritickou hodnotou po Bonferroniho korekci $\alpha = \frac{0.05}{4} = 0.0125$.

Soubor A	Soubor B	Test	P-hodnota
Muž muže	Muž ženu	Wilcoxonův dvouvýběrový test	0.8981
Žena ženu	Žena muže	Dvouvýběrový t test	0.0001
Žena ženu	Muž muže	Wilcoxonův dvouvýběrový test	$3.346 \cdot 10^{-05}$
Žena muže	Muž ženu	Wilcoxonův dvouvýběrový test	0.5432

Tabulka 6.8: Výsledky testování všech kombinací vzájemných hodnocení mezi muži a ženami

Testy tedy například ukazují, že žena hodnotí ženu výše než muže a také, že muži jsou k mužům při svém hodnocení přísnější než ženy k sobě navzájem.

6.8. Hypotéza 8

Muži hodnotí sami sebe lépe než ženy.

Hypotéza číslo osm se věnuje sebehodnocení respondentů. Tak jako v předchozí hypotéze došlo ke srovnávání 2 souborů dat, která nebyla normálně rozdělená, a proto byl opět použit Wilcoxonův jednovýběrový test (nezávislost zaručená tím, že šlo o sebehodnocení různých lidí, histogramy zhruba symetrické). Test nulové hypotézy

$$H_0 : \tilde{x}_M \geq \tilde{x}_Z$$

(\tilde{x}_M je medián sebehodnocení mužů a \tilde{x}_Z je medián sebehodnocení žen) určil p-hodnotu 0.1624, a proto nulová hypotéza nebyla zamítnuta.

6.9. Hypotéza 9

Lidé, kteří dávali nižší známky, měli tendenci zvýšit po vyplnění testu své sebehodnocení.

V rámci internetového dotazníku měli respondenti hned mezi prvními otázkami zhodnotit svůj vlastní obličej. Na závěr měli možnost toto hodnocení změnit. Tato hypotéza se zabývá tím, jestli po zhlédnutí modelových fotografií respondenti změnil pohled sami na sebe. Byla zkoumána pomocí testu nezávislosti v kontingenční tabulce. Nejprve bylo třeba rozdělit respondenty na ty, kteří udělovali nižší

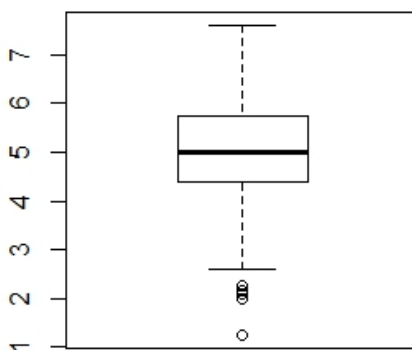
	Nezvýšil sebehodnocení	Zvýšil sebehodnocení	
Prům. hodnocení nad 5	113	11	124
Prům. hodnocení pod 5	105	15	120
	218	26	244

Tabulka 6.9: Kontingenční tabulka k testování hypotézy 9

hodnocení a ty, kteří udělovali vyšší hodnocení. Pro toto dělení byl použit medián udělených průměrných hodnocení, který nabýval hodnoty 5 (viz obr. 6.2). Byla vytvořena kontingenční tabulka (viz tabulka 6.9) a testována nulová hypotéza

H_0 : změna sebehodnocení není závislá na uděleném hodnocení.

Na základě p-hodnoty 0.4771 získané testováním nezávislosti nelze hypotézu zamítnout. Je nutno podotknout, že do kategorie hodnotitelů, kteří nezvýšili sebehodnocení, jsou počítáni i ti, kteří se rozhodli sebehodnocení nezměnit nebo ho chtěli změnit, ale udělili si stejnou známku jako na začátku dotazníku.



Obrázek 6.2: Boxplot udělených průměrných hodnocení

6.10. Hypotéza 10

Ženy nehodnotí výše než muži.

Tato hypotéza předpokládá, že dotázané ženy (159 osob) neudělovaly vyšší známky než muži (85 osob). Byly testovány dva soubory dat, a to průměrné známky udělené muži a průměrné známky udělené ženami. Při ověřování předpokladů pro testování hypotézy bylo zjištěno, že data mužů neměla normální rozdělení. Proto byl použit dvouvýběrový Wilcoxonův test. Ten nulovou hypotézu

$$H_0 : \tilde{x}_Z \leq \tilde{x}_M$$

(\tilde{x}_Z je medián hodnocení uděleného ženami a \tilde{x}_M je medián hodnocení uděleného muži) vyvrátil s p-hodnotou 0.0101. Platí tedy alternativa, tj. muži dávají nižší hodnocení než ženy.

6.11. Přehled výsledků

Na závěr kapitoly uvedeme v tabulce 6.10 stručný přehled získaných výsledků.

	Nulová hypotéza	P-hodnota	Výsledek
H1	Fotografie člověka, který má neutrální výraz, má stejné subjektivní hodnocení jako fotografie usmívající se tváře stejné osoby.	0.3152	H_0 nelze zamítnout.
H2	Subjektivně lépe hodnocené obličeje mají naměřené poměry bližší číslu ϕ .	viz tabulky 6.1 a 6.2	Ani jednu H_0 nelze zamítnout.
H3	Pořadí fotografií podle subjektivního hodnocení lidí je stejné jako podle měření.	viz tabulka 6.5	Ani jednu H_0 nelze zamítnout.
H4	Poměry vzdáleností na obličejích směřjících se lidí jsou bližší k číslu ϕ než poměry obličejů s neutrálním výrazem.	viz tabulka 6.6	Ani jednu H_0 nelze zamítnout.
H5	Lidé, kteří hodnotí svůj obličej vysokými známkami, mají tendenci hodnotit vysoce i ostatní.	0.0029	Platí alternativa: Lidé, kteří hodnotí sami sebe vysokými známkami, udělují ostatním spíše nižší známky.
H6	Po vyplnění dotazníku s hodnocením neutrálních fotografií má více hodnotitelů tendenci zvednout známku pro vlastní obličej než hodnotitelé usmívajících se obličejů.	0.9924	H_0 nelze zamítnout.
H7	Křížové hodnocení (muži ženy a ženy muže) je vyšší než hodnocení v rámci jednoho pohlaví.	$7.908 \cdot 10^{-7}$	Platí alternativa: Křížové hodnocení je nižší než hodnocení v rámci jednoho pohlaví.
H8	Muži hodnotí sami sebe lépe než ženy.	0.1624	H_0 nelze zamítnout.
H9	Lidé, kteří dávali nižší známky, měli tendenci zvýšit po vyplnění testu své sebehodnocení.	0.4771	H_0 nelze zamítnout.
H10	Ženy nehodnotily výše než muži.	0.0101	Platí alternativa: Muži dávají nižší hodnocení než ženy.

Tabulka 6.10

Závěr

Cílem této práce bylo prozkoumat vztah mezi výskytem zlatého řezu v obličeji a subjektivním hodnocením krásy. Bylo stanoveno 10 hypotéz, které byly testovány pomocí statistických metod. Byl proveden experiment inspirovaný zahraničními výzkumy, v rámci kterého bylo nafoceno přes 30 dobrovolníků, následně byly vybrány dvě desítky párů fotografií a změřeny podle zvolených obličejových bodů. Byl proveden průzkum prostřednictvím dotazníku, ze kterého vzešlo přes 240 sad hodnocení jednotlivých fotografií. Hlavní částí bylo zpracování získaných dat, které poskytlo následující odpovědi na otázky nastíněné v úvodu.

Mezi nejzajímavější výsledky této práce můžeme řadit například fakt, že podle získaných odpovědí udělují muži nižší známky než ženy, což je v rozporu s původním předpokladem, že jsou muži ve svém hodnocení mírnější. U mužů bylo také zjištěno, že čím více se považují za krásnější, tím větší mají tendenci udělovat ostatním nižší známky. Tento jev se u žen nevyskytuje. Z testování hypotéz týkajících se přímo čísla ϕ zmiňme například, že nemůžeme zamítnout tvrzení, že při úsměvu se přiblíží poměry právě ke zlatému řezu. Také nelze vyvrátit, že subjektivně krásnější obličeje mají poměry bližší k číslu ϕ .

Jelikož statistické metody nemohou hypotézy potvrdit, pouze zamítnout, nemůžeme jistě říct, že by zlatý řez měl na subjektivní krásu obličeje jasný vliv. Lze pouze konstatovat, že hypotézy popisující vztah poměrů v obličeji a číslo ϕ nelze zamítnout. Výsledek této práce je tedy podobný jako u některých odborných článků uvedených ve zdrojích: souvislost zlatého poměru s krásou lidské tváře není zcela jasná.

Literatura

- [1] R. A. Dunlap: *The Golden Ratio and Fibonacci Numbers*. 1. vydání. Singapore : World Scientific, 1997. ISBN 981-02-3264-0 (váz.).
- [2] J. Fan, K.P. Chau, X. Wan, L. Zhai, E. Lau: *Prediction of facial attractiveness from facial proportions* [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003132031100478X>, [cit. 15. 9. 2017].
- [3] L.G. Farkas: *Anthropometry of the Head and Face*. 2. vydání. New York: Raven Press, 1994. ISBN 978-0781701594.
- [4] H. Gunes, M. Piccardi: *Assessing facial beauty through proportion analysis by image processing and supervised learning* [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581906001108>, [cit. 9. 8. 2017].
- [5] K. Hron: *Základy počtu pravděpodobnosti a metod matematické statistiky*. 2. dopl. vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4774-2 (váz.).
- [6] R. M. A. Kiekens, A. M. Kuijpers-Jagtman, M. A. van 't Hof, B. E. van 't Hof, J. C. Malthae: *Putative golden proportions as predictors of facial esthetics in adolescents* [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889540608006100>, [cit. 15. 9. 2017].
- [7] A. Laurentini, A. Bottino: *Computer analysis of face beauty: A survey* [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1077314214000939>, [cit. 29. 7. 2017].
- [8] F. B. Naini, J. P. Moss, D. S. Gill: *The enigma of facial beauty: Esthetics, proportions, deformity, and controversy* [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889540606006263>, [cit. 29. 9. 2017].

- [9] K. Schmid, D. Marx, A. Samal: *Computation of a face attractiveness index based on neoclassical canons, symmetry, and golden ratios* [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320307005055>, [cit. 9. 8. 2017].

Příloha 1



m01N



m01U



m02N



m02U



m03N



m03U



m05N



m05U



m06N



m06U



m12N



m12U



m13N



m13U



m14N



m14U



m15N



m15U



m16N



m16U

Přehled fotografií mužů



z02N



z02U



z03N



z03U



z05N



z05U



z08N



z08U



z10N



z10U



z11N



z11U



z12N



z12U



z13N



z13U



z15N



z15U



z16N

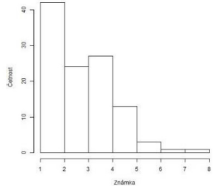
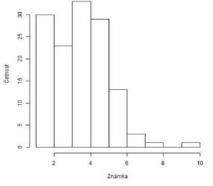
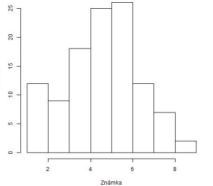
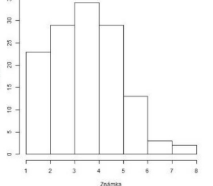
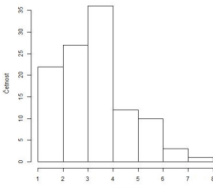
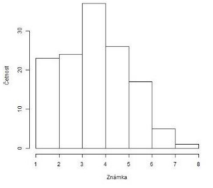
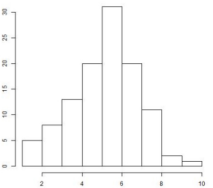
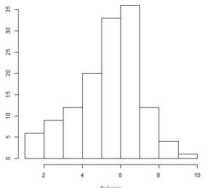
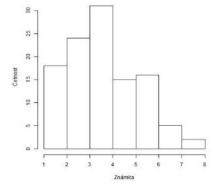
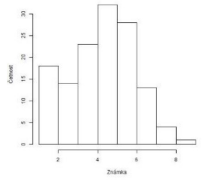
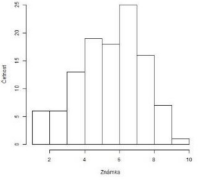
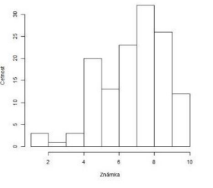


z16U

Přehled fotografií žen

Příloha 2

Prům. = průměrné udělené hodnocení, Rozptyl = rozptyl udělených hodnocení,
 Odch. = Pořadí podle odchyly od ϕ , Hodn. = pořadí podle uděleného hodnocení

	M01N	M01U	M02N	M02U
histogram				
Prům.	3.09	3.86	5.03	3.90
Rozptyl	2.23	2.65	3.26	2.35
Odch.	4	3	3	7
Hodn.	10	9	5	8
	M03N	M03U	M05N	M05U
histogram				
Prům.	3.73	3.98	5.62	5.84
Rozptyl	2.02	2.51	3.11	3.00
Odch.	7	7	10	10
Hodn.	8	8	2	2
	M06N	M06U	M12N	M12U
histogram				
Prům.	4.03	4.7	5.92	7.28
Rozptyl	2.61	3.00	3.86	3.64
Odch.	6	9	9	5
Hodn.	7	6	1	1

