

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**Přírodovědecká fakulta**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2010**

**Martin Pokorný**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
P írodov decká fakulta  
Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky

BAKALÁ SKÁ PRÁCE

**Zpracování výsledk dotazníkového –et ení  
absolvent P írodov decké fakulty  
Univerzity Palackého v Olomouci**



Vedoucí diplomové práce:  
**RNDr. Tomá–Fürst, Ph.D.**  
Rok odevzdání: 2010

Vypracoval:  
**Martin Pokorný**  
M-E, 3.ro ník

## **Prohlá-ení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením pana Tomáše Fürsta a výhradně s použitím uvedené literatury.

V Olomouci dne 5.dubna 2010

## **Pod kování**

Chtěl bych podkovat především svému vedoucímu bakalářské práce, panu Tomáši Fürstovi, za jeho trpělivost a pomoc dovést tuto práci ke zdárnému konci a paní Mgr. Dagmar Petřelové za její obrovskou pomoc se zpracováním dotazníku a jeho rozesláním absolventům. Rovněž bych chtěl podkovat své rodinné a přátelské po celou dobu studia podporovali.

# OBSAH

1 ÚVOD	4
2 METODOLOGICKÁ ČÁST	5
3 VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO VÝŠETŘENÍ	7
3.1 návratnost	7
3.2 Současná profesní situace absolventů fakulty	8
3.3 Vstup absolventů na trh práce	10
3.4 Uplatnění absolventů na trhu práce	10
3.5 Příprava na výkon povolání	12
3.6 Absolvovaný obor	13
3.7 Zájem o další spolupráci s P F	14
4 FORMULACE HYPOTÉZ	15
5 TEORETICKÁ ČÁST	16
5.1 Statistická hypotéza H	16
5.2 Kontingenční tabulky	17
5.2.1 Test nezávislosti a homogenity	19
5.3 $\chi^2$ rozdělení	20
5.3.1 Test chí kvadrát	22
5.4 P-hodnota	23
5.5 Postup výpočtu v MatLabu	24
5.6 Porovnávání skutečných četností s teoretickými (očekávanými) četnostmi	24
6 TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ	27
7 ZÁVĚR	35
LITERATURA	36
PŘÍLOHA	36

# 1 ÚVOD

Přirodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci má již dlouhou tradici. V posledních letech poptávka po vzdělávání na této fakultě rok od roku neustále roste, a proto neměly zájmy uchazečů o studium plně uspokojit.

Fakulta má zájem o zpětnou vazbu od absolventů, aby mohla zkvalitnit nabídku. Toho chce dosáhnout na základě dotazníku rozeslaného všem absolventům fakulty, na které má k dispozici kontakt.

S absolventy se pracuje i po jejich absolutoriu. Příkladem jsou stříbrné a zlaté promoce, na kterých mají absolventi možnost se po dlouhé době vzájemně opět setkat, popovídat si společně s profesory, vzpomínat na svá studijní léta a podobně.

V této bakalářské práci bych chtěl především prověřit uplatnění absolventů Přirodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci v praxi a zjistit tak jejich úspěšnost na pracovním trhu. Ke této informaci jsem dospěl na základě dotazníku, který jsem koncem ledna 2010 rozeslal formou hromadného e-mailu všem dostupným absolventům skrze personalistku fakulty. Dotazník obsahuje několik výzkumných otázek, které jsou uvedeny v následující kapitole. První zodpovězené dotazníky se navrátily velmi rychle a přibližně za 3 týdny již bylo kolem 800 respondentů. Toto číslo bylo dostačující pro následné analýzy, a proto se projekt uzavřel. Mohl jsem tedy zahájit analyzování získaných dat, které bych chtěl obsáhnout v této práci.

## 2 METODOLOGICKÁ ÁST

Jak jsem již sdělil v úvodu, dotazník byl poslán formou e-mailu všem absolventům Přírodovědecké fakulty v Olomouci, kteří byli uvedeni v databázi absolventů. Odpovědi absolventů, kteří na dotazník zareagovali, byly dále zpracovávány a výsledky jsou shrnuty v této bakalářské práci.

### *Cíl práce*

Cílem práce je uplatnit absolvent Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci je získat pracovní vazbu od absolventů vyplněním prázdného dotazníku, čímž fakulta obdrží základní údaje o jejich pozici na trhu práce, zjistí jejich názory na kvalitu přípravy na výkon povolání a využitelnost využívaných předmětů. Absolventi byli tedy dotazováni, zda pro ně bylo po absolutoriu obtížné získat práci v oboru, zda v současnosti pracují nebo v minulosti pracovali v oboru, který vystudovali, a zda se jedná o pozici vrcholovou, středního managementu, nižšího managementu i nadobou. Dalším cílem práce je zjistit od absolventů, jak byli podle nich připraveni na výkon svého povolání (zda spíše teoreticky, spíše prakticky nebo propojením teorie s praxí), které předměty využili nejvíce a které naopak nevyužili vůbec. Velmi důležitou otázkou je rovněž vyjádření absolventů k jejich možné budoucí spolupráci s Přírodovědeckou fakultou Univerzity Palackého.

Výsledkem by měl být tedy stručný pohled o tom, jak jsou absolventi připraveni vstoupit do profesního života a jak v něm profitují.

### *Základní výzkumné otázky*

Na otázky se odpovídalo zakrtnutím jedné z odpovědí ANO, nebo NE nebo výběrem ze tří či více možností nebo slovně.

Absolventi byli dotázáni na absolvovaný obor, typ studia (bakalářský, magisterský nebo doktorský), rok absolutoria, pohlaví, jméno a příjmení (nepovinný údaj), název zaměstnavatele (nepovinný údaj) a dále na tyto otázky:

- 1) *Souhlasím se zaezením do slosování v dotazníkové akci* (typ odpovědi ANO, NE)
- 2) *Pracujete ve vystudovaném oboru?* (typ odpovědi ANO, NE, ZÁSTI)
- 3) *Pracoval(a) jste v minulosti ve vystudovaném oboru?* (typ odpovědi ANO, NE, ZÁSTI)
- 4) *V současné době*

- *pracujete v soukromém sektoru*
- *pracujete u státní organizace*
- *pracujete v družstevní organizaci*
- *pracujete v příspěvkové organizaci*
- *provozujete samostatnou výdělečnou činnost*
- *pracujete v zahraničí*
- *jste studující*
- *jste na mateřské nebo rodičovské dovolené*
- *jste nezaměstnaný(á)*
- *jiné*

(výběr z předcházejících možností)

- 5) *Pokud pracujete, jedná se o pozici*  
 a) vrcholovou  
 b) středního managementu  
 c) vedoucí  
 d) nižšího managementu (výběr z předcházejících možností)
- 6) *Bylo pro Vás obtížné po absolutoriu získat práci v oboru?* (typ odpovědi ANO, NE)
- 7) *Prosím, ohodnoťte z dnešního pohledu, jak Vás P F připravila na výkon Vašeho povolání:*  
 a) spíše teoreticky  
 b) spíše prakticky  
 c) teorie a praxe byly propojené (výběr z předcházejících možností)
- 8) *Odhadněte, kolik procent odborných předmětů absolvovaných na P F jste využili(a) v praxi?* (číselný údaj)
- 9) *Jaké odborné předměty jste nejvíce využili(a)?* (slovní odpověď)  
 Smyslem této otázky je zjistit, které předměty jsou pro absolventy užitečné v praxi, aby se na naší fakultě více zaměřila nebo připadně rozšířila jejich výuka.
- 10) *Jaké předměty jste nevyužili(a) v bec?* (slovní odpověď)  
 Smyslem této otázky je zjistit, které předměty absolventi v praxi nevyužili, aby na naší fakultě třeba nekladla takový důraz.
- 11) *Který předmět byste doporučili(a) zařadit do výuky nově?* (slovní odpověď)  
 Na základě této otázky mohou vedoucí představitelé fakulty pouvažovat o případném zařazení zcela nového předmětu do výuky.
- 12) *Prosíme o Vaše nezávazné vyjádření k možné budoucí spolupráci s P F* (slovní odpověď)

### **Poznámka:**

- 1) Podoba dotazníku zasláného absolventům je obsažena v příloze této bakalářské práce (CD).
- 2) Otázky 2, 6 a 7 jsem použil pro další analýzu (testování hypotéz), která je obsažena v 6. kapitole této práce. Tyto otázky jsou totiž z hlediska testování hypotéz nejzajímavější. Ostatní otázky jsem pro analýzu nepoužil, protože z nich nejsou pro testování ani vhodné (především otázky, na které je slovní odpověď). S tímto odpověďmi však bude fakulta dále pracovat.
- 3) Lze předpokládat, že na dotazník samozřejmě zareagovali především ti spokojení absolventi.



### 3 VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO VĚTĚNÍ

Dotazník byl absolventům hromadně poslán na konci ledna 2010. Přibližně po měsíci proběhla uzavírka odpovědí, na nichž jsem následně zahájil analýzu. Vková struktura absolventů je neznáma, znám je pouze rok jejich absolutoria.

#### 3.1 Návratnost

<b>celkem</b>	<b>feny</b>	<b>muffi</b>
807	450	357

#### *Poznámka:*

Návratnost byla naměřena za období přibližně jednoho měsíce od rozeslání dotazníku absolventům, nebo poté proběhla uzavírka odpovědí.

Dotazník byl rozeslán 3350 absolventům. Za měsíc bylo sebráno 807 vyplněných dotazníků, což představuje návratnost přes 24 %. Mohlo by se zdát, že to není příliš velké číslo (v porovnání s návratností například zkoumu uplatnění absolventů VUT v Brně, která byla nadpoloviční; viz. [1]), avšak pokud vezmeme v potaz rychlou uzavírku, je návratnost poměrně dobrá.

Z respondentů, kteří odpověděli, bylo 13,6 % absolventů bakalářského typu studia, 78,1 % absolventů magisterského typu studia a 8 % absolventů doktorského studia. Na první pohled nejastěji odpovídali absolventi magisterského stupně, avšak je nutné zmínit, že bakalářský stupeň je na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci poměrně nový, tudíž má rovněž mnohem méně absolventů než magisterský stupeň.

<b>bakalářský stupeň</b>	<b>magisterský stupeň</b>	<b>doktorský stupeň</b>
110	631	65
13,6 %	78,2 %	8,1 %

#### *Poznámka:*

Pokud respondenti absolvovali více stupňů, byl jim pro jednoduchost představen vždy pouze ten nejvyšší absolvovaný. Například jestliže respondent absolvoval bakalářský i magisterský stupeň, představen se mu pouze stupeň magisterský.

### 3.2 Současná profesní situace respondentů

V této části budou uvedeny základní informace o současné profesní situaci respondentů, tedy zda pracují u státní organizace, v soukromém sektoru, podnikají, studují, jsou nezaměstnaní, v důchodu apod.

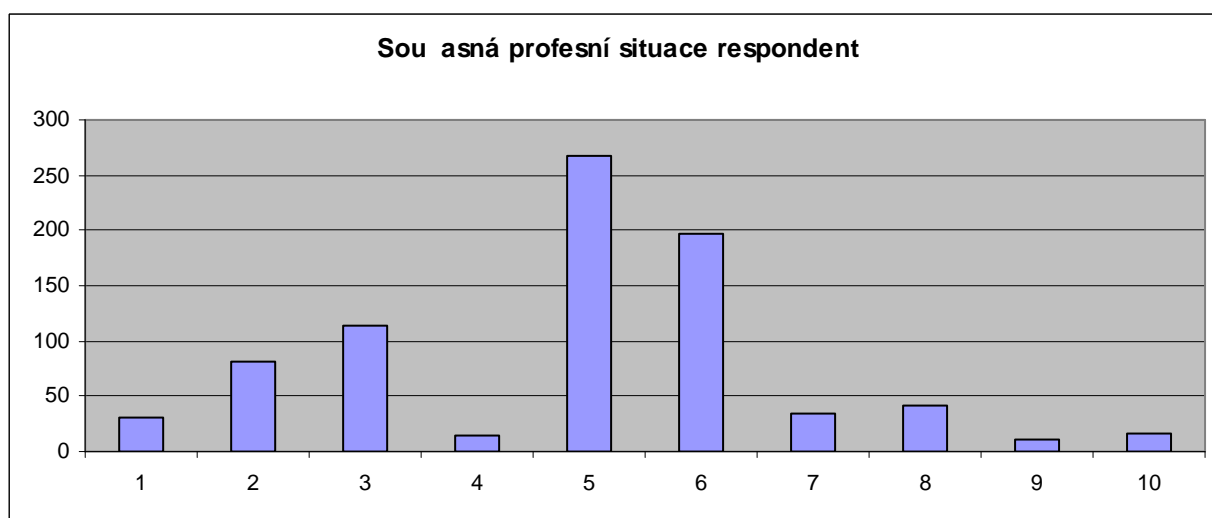
#### Poznámka:

Z důvodu nízkých četností absolventů vykonávajících na státní – kole a současně podnikajících, studujících na doktorském stupni a současně pracujících na fakultě, pracujících v zahraničí, soukromě vykonávajících a pracujících ve veřejné výzkumné instituci byli tito absolventi slouženi s ostatními. 4 absolventi, kteří odpovídali, že pracují na fakultě, byli přičtení k pracujícím u státní organizace.

Z 807 respondentů jich

- 30 provozuje samostatnou výdělečnou činnost, (1)
- 82 studuje, (2)
- 113 pracuje v příspěvkové organizaci, (3)
- 14 nemá zaměstnání, (4)
- 268 pracuje u státní organizace, (5)
- 197 pracuje v soukromém sektoru, (6)
- 34 pobývá na mateřské nebo rodičovské dovolené, (7)
- 42 je v důchodu, (8)
- 11 pracuje u nestátní neziskové organizace, (9)
- 16 provozuje něco jiného (10)

	současný pracovní status	počet respondentů	počet respondentů v %
1	samostatná výdělečná činnost	30	3,7
2	student	82	10,2
3	příspěvková organizace	113	14
4	nezaměstnaný	14	1,7
5	státní organizace	268	33,2
6	soukromý sektor	197	24,4
7	mateřská (rodičovská) dovolená	34	4,2
8	důchodce	42	5,2
9	nestátní nezisková organizace	11	1,4
10	ostatní	16	2
	<b>celkem</b>	<b>807</b>	<b>100</b>



Z tabulky a grafu je patrné, že nezaměstnaných respondentů je málo (přibližně 1,7 %). To je menší číslo než číslo uvedené v tabulce níže a ve srovnání s ostatními přírodovědeckými fakultami jiných univerzit také pozitivní výsledek (viz tabulka níže). Nejvíce respondentů pracuje u státní organizace (33,2 %) a dále v soukromém sektoru (24,4 %). Poměrně značná část jich pracuje u příspěvkové organizace (téměř 14 %). Příspěvkovou organizací rozumíme organizaci hospodařící s peněžitými prostředky získanými vlastní činností a s peněžitými prostředky od jiných osob, zejména z rozpočtu zizovatele. Typickým příkladem příspěvkové organizace mohou být školy, nemocnice či muzea. Studujících je přes 10 %. Nemalé zastoupení mají rovněž dchodci a ženy na mateřské nebo rodičovské dovolené. Samostatně vydělávají, absolventi pracující v nestátních neziskových organizacích a absolventi pracující ve zbývajících sektorech tvoří nepatrný podíl. Je však třeba zdraznit, že odpovědi nejsou náhodným vzorkem. Nejedná se o náhodný výběr absolventů, ale o lidi, kteří zareagovali na jistou výzvu. V potaz je nutné uvažovat o biasu vzkovém, neboť například dchodci mají na vyplnění dotazníku mnohem více času než lidé pracující.

V tabulce jsou uvedena procenta nezaměstnaných absolventů v dobách od 6 měsíců do 1 roku od absolvování školy za celou univerzitu a následně za přírodovědeckou fakultu. Jedná se o dubnová data. Vzhledem k tomu, že v tčina vysokoškolské končí studium v úervnu, pak v datech za rok 2009 budou absolventi roku 2008.

název	2004-C	2005-C	2006-C	2007-C	2008-C	2009-C
Univerzita Karlova v Praze	2,1 %	2,0 %	1,3 %	1,1 %	1,3 %	1,3 %
Přírodovědecká fakulta (UK)	3,2 %	2,3 %	3,2 %	1,8 %	2,6 %	4,3 %
Masarykova univerzita v Brně	6,6 %	3,9 %	4,0 %	1,9 %	2,4 %	1,9 %
Přírodovědecká fakulta (MU)	10,7 %	7,7 %	4,4 %	6,8 %	2,5 %	4,1 %
Univerzita Palackého v Olomouci	5,4 %	4,2 %	3,0 %	3,2 %	2,1 %	2,5 %
Přírodovědecká fakulta (UP)	5,2 %	10,2 %	3,9 %	6,2 %	2,8 %	6,2 %
Ostravská univerzita v Ostravě	9,7 %	6,2 %	4,5 %	4,2 %	4,0 %	3,5 %
Přírodovědecká fakulta (OU)	22,5 %	14,8 %	11,3 %	9,2 %	8,1 %	8,6 %
Celkem vybrané VŠ	5,0 %	3,5 %	3,0 %	2,2 %	2,1 %	2,1 %
Celkem vybrané FA	9,0 %	8,2 %	5,2 %	5,4 %	3,7 %	5,6 %

Procento nezaměstnaných absolventů vysokých škol, všichni absolventi, 6 měsíců – 1 rok po ukončení studia, dubnová data

Zdroj: Středisko vzdělávací politiky

Z tabulky je patrné, že nezaměstnanost absolventů Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci v roce 2009 byla ve srovnání s přírodovědeckými fakultami ostatních univerzit nejnižší (pouhých 2,5 %). To je pro fakultu velmi pozitivní informace, zvláště když letos odpovědělo z 807 respondentů pouhých 1,7 %, že jsou nezaměstnaní. Nutno však podotknout, že na dotazník zareagovali pravděpodobně především pracující absolventi a nezaměstnaní jej zřejmě v tichu nevyplňovali. To je však pouze moje úvaha.

### 3.3 Vstup absolventů na trh práce

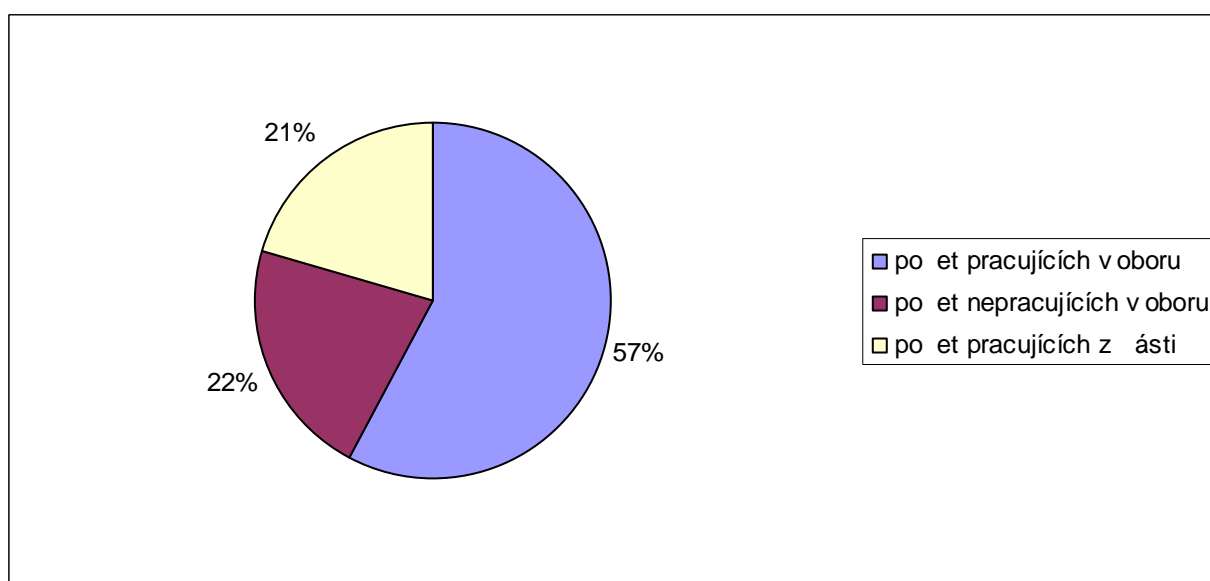
Absolventi byli dotazováni, zda pro ně bylo obtížné sehnat práci v oboru. Pro většinu z nich to obtížné nebylo (celkem 617). Zbýlých 190 respondentů s tím mělo problémy.

Bylo pro Vás obtížné sehnat práci v oboru?	ANO	NE
	617	190
	76,5 %	23,5 %

### 3.4 Uplatnění absolventů na trhu práce

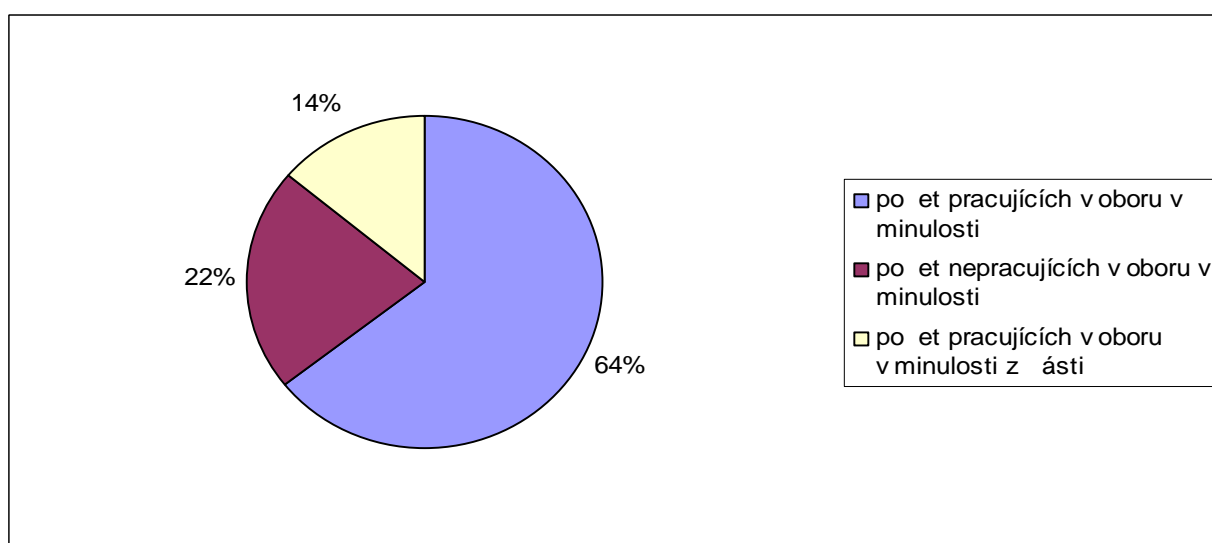
Zajímalo nás, zda absolventi pracují i když pracovali ve svém vystudovaném oboru (matematika, fyzika, biologie, chemie, vědy o zemi, učitelské, ekologie) a zda se jedná i jednálo o pozici vrcholovou, středního managementu, vedoucí i nižšího managementu. 467 jich v současnosti pracuje ve vystudovaném oboru, 174 nepracuje ve vystudovaném oboru a 166 pouze zčásti.

počet pracujících v oboru	467	57,9 %
počet nepracujících v oboru	174	21,6 %
počet pracujících zčásti	166	20,5 %
<b>celkem</b>	<b>807</b>	<b>100 %</b>



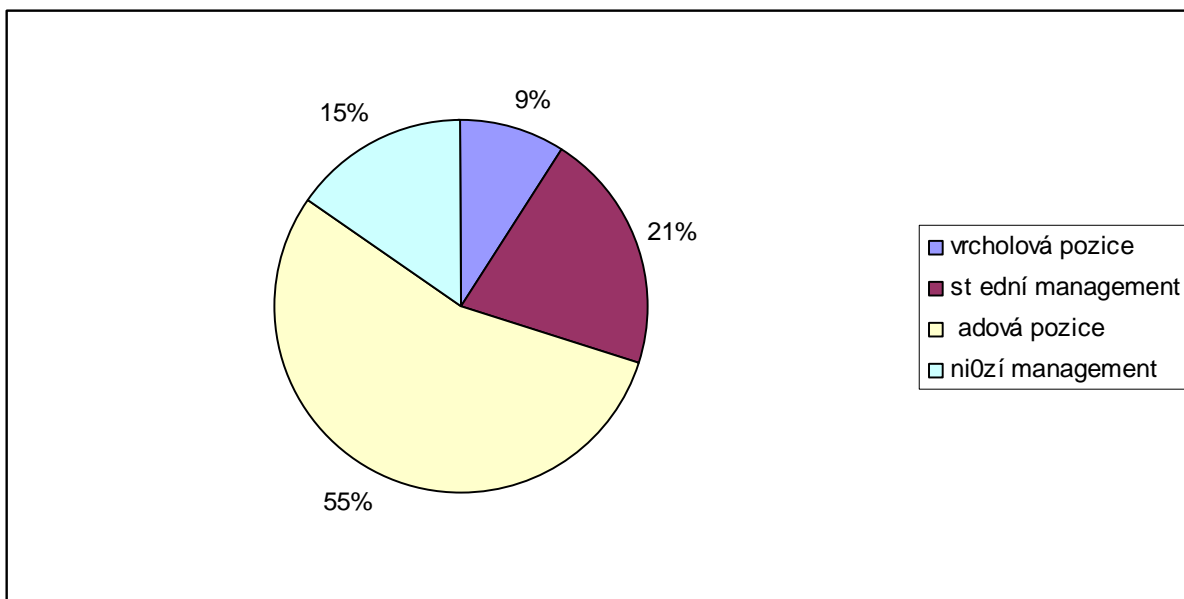
519 respondent v minulosti pracovalo ve vystudovaném oboru, 176 nepracovalo ve vystudovaném oboru a 112 pouze z části. Většina respondentů tedy již někdy ve svém oboru pracovala.

<b>po et pracujících v oboru v minulosti</b>	519	64,3 %
<b>po et nepracujících v oboru v minulosti</b>	176	21,8 %
<b>po et pracujících v oboru v minulosti z části</b>	112	13,9 %
<b>celkem</b>	807	100 %



63 respondent (9,3 %) má v současnosti vrcholovou pozici, 140 respondent (20,6 %) pozici středního managementu, 372 respondent (54,8 %) pozici řádovou a 104 respondent (15,3 %) pozici nižšího managementu. Nejvíce vyskytnuta tedy byla pozice řádová, a to více než u poloviny respondentů. Na druhé straně vrcholovou pozici zaujímá přibližně 9 %.

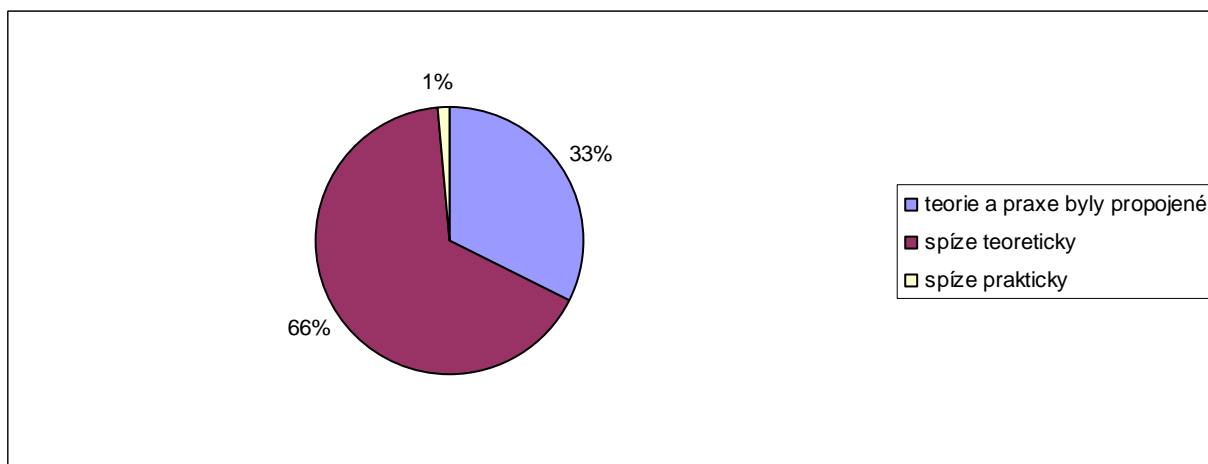
<b>vrcholová pozice</b>	63	9,3 %
<b>střední management</b>	140	20,6 %
<b>řádová pozice</b>	372	54,8 %
<b>nižší management</b>	104	15,3 %
<b>celkem</b>	679	100 %



### 3.5 Příprava na výkon povolání

V tomto oddílu budou analyzovány odpovědi absolventů na otázku, jak je fakulta připravena na požadavky praktického profesního života. 263 respondentů uvedlo, že teorie a praxe byly propojené. 532 respondentů bylo názoru, že škola je připravena na výkon povolání spíše teoreticky a pouze 12 respondentů odpovědělo, že byli připraveni spíše prakticky. Tento zjištěný údaj nutí k uvažování, zda není praktická příprava na povolání u fakult Univerzity Palackého nedostačující.

<b>teorie a praxe byly propojené</b>	263	32,6 %
<b>spíše teoreticky</b>	532	65,9 %
<b>spíše prakticky</b>	12	1,5 %
<b>celkem</b>	807	100 %



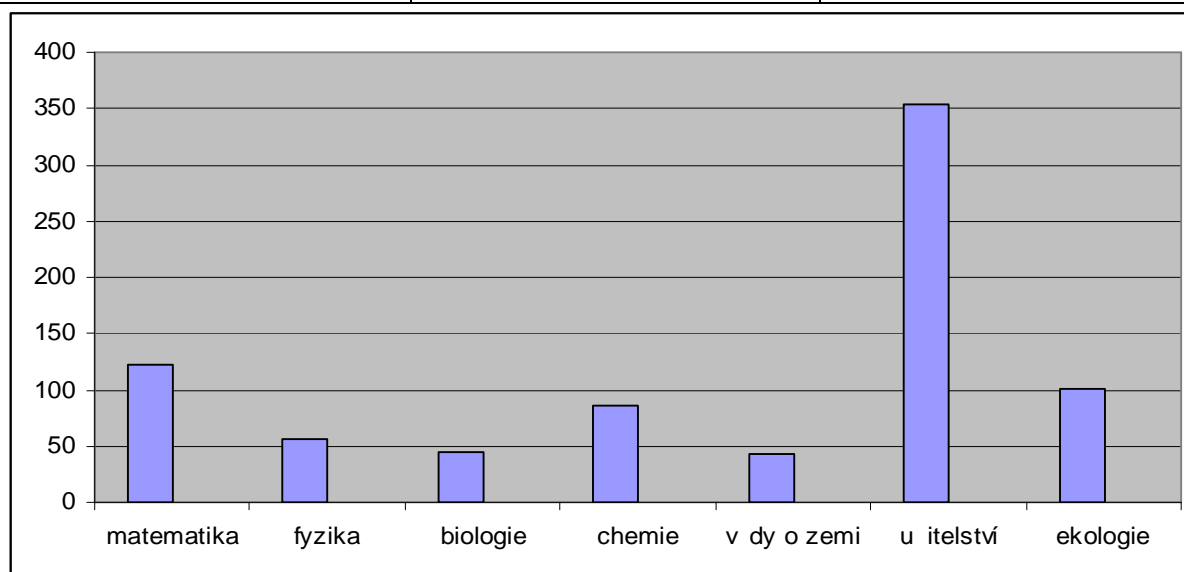
### 3.6 Absolvovaný obor

Absolventi byli rovněž dotazováni na své studijní zaměření na fakultě, tedy zda vystudovali obor patřící v mém rozlezení pod matematiku, fyziku, biologii, chemii, vedy o zemi, učitelský i ekologický. Pro jednodušší postup při testování hypotéz, které bude obsaženo v další části, byla mezinárodní rozvojová studia zařazena k vědám o zemi a informatika k matematice. Především jsem myslel, že k vědám o zemi budu patřovat také ekologický. Vzhledem k neekologickému postupu respondentů ekologického jsem však tento obor ponechal zvlášť. Dotazník vyplnilo

- 122 absolventů matematického oboru (15,1 %),
- 57 absolventů fyzikálního oboru (7,1 %),
- 45 absolventů biologického oboru (5,6 %),
- 86 absolventů chemického oboru (10,7 %),
- 43 absolventů oboru náležejícího do věd o zemi (5,3 %),
- 353 absolventů učitelského studia (43,7 %),
- 101 absolventů ekologického oboru (12,5 %)

Z výsledků je tedy patrné, že na dotazník nejčastěji odpovídali absolventi učitelského studia (téměř polovina všech respondentů), absolventi matematického oboru a absolventi ekologického. Naopak respondentů oborů biologických a věd o zemi nebylo příliš mnoho (přibližně pouhých 5 %). Nejzajímavějším zjištěním je zejména skutečnost, že velkou část respondentů tvořili ekologové. Ekologie je na fakultě poměrně novým oborem, přesto téměř osminu respondentů tvořili právě absolventi tohoto mladého oboru. Zejméno tyto studenti budou tedy docela komunikativní. Přehledně je to znázorněno v tabulce a grafu níže.

obor	počet	podíl (%)
<b>matematika</b>	122	15,1 %
<b>fyzika</b>	57	7,1 %
<b>biologie</b>	45	5,6 %
<b>chemie</b>	86	10,7 %
<b>v dy o zemi</b>	43	5,3 %
<b>u itelství</b>	353	43,7 %
<b>ekologie</b>	101	12,5 %
<b>celkem</b>	807	100 %



### **3.7 Zájem o dal-í spolupráci s P F**

Absolvent m byla v dotazníku poloena také otázka, zda by m li zájem o dal-í spolupráci s fakultou. Z t ch, kte í zodpov d li, by 226 respondent necht lo spolupracovat s fakultou. Ostatní respondenti by o ur itý druh spolupráce zájem m li.



## 4 FORMULACE HYPOTÉZ

V této části budou vysloveny hypotézy, které se budou na datech testovat v následující části bakalářské práce. Hypotézy jsou zvoleny tak, aby byly zajímavé z hlediska získaného výsledku.

**Hypotéza 1:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Pracujete ve vystudovaném oboru?*" mezi *pohlavími*.

**Hypotéza 2:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Pracujete ve vystudovaném oboru?*" mezi *typy studia*.

**Hypotéza 3:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Pracujete ve vystudovaném oboru?*" mezi *absolventy různých oborů*.

**Hypotéza 4:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Bylo pro Vás obtížné po absolutoriu získat práci v oboru?*" mezi *absolventy různých oborů*.

**Hypotéza 5:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Bylo pro Vás obtížné po absolutoriu získat práci v oboru?*" mezi *pohlavími*.

**Hypotéza 6:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Bylo pro Vás obtížné po absolutoriu získat práci v oboru?*" mezi *typy studia*.

**Hypotéza 7:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Prosím, ohodnoťte z dnešního pohledu, jak Vás P F p ipravila na výkon Vašeho povolání?*" mezi *absolventy různých oborů*.

**Hypotéza 8:** Není rozdíl v odpovědích na otázku "*Prosím, ohodnoťte z dnešního pohledu, jak Vás P F p ipravila na výkon Vašeho povolání?*" mezi *typy studia*.

# 5 TEORETICKÁ ÁST

## 5.1 Statistická hypotéza H

Tuto kapitolu jsem převzal z publikace [3].

**Statistická hypotéza H** je tvrzení o vlastnostech rozdělení pravděpodobnosti pozorované náhodné veličiny  $X$  s distribuční funkcí  $F(x, \theta)$  nebo náhodného vektoru  $(X, Y)$  se simultánní distribuční funkcí  $F(x, y, \theta)$  apod.

Postup, jímž ověříme danou hypotézu, se nazývá **test statistické hypotézy**. Proti testované hypotéze  $H$ , nazývané také **nulová hypotéza**, stavíme tzv. **alternativní hypotézu  $H_A$** , kterou volíme dle pořádku úlohy.

Pro testování hypotézy  $H : \theta = \theta_0$  proti nějaké zvolené alternativní hypotéze  $H_A$  se konstruuje vhodná statistika  $T(X_1, \dots, X_n)$ , tzv. **testové kritérium**.

Obor hodnot testového kritéria  $T(X_1, \dots, X_n)$  se za předpokladu, že platí hypotéza  $H : \theta = \theta_0$ , rozdělí na dvě disjunktní podmnožiny: **kritický obor  $W$**  a jeho doplněk  $W^c$ . Kritický obor  $W$  se vzhledem k alternativní hypotéze  $H$  stanoví tak, aby pravděpodobnost toho, že testové kritérium  $T(X_1, \dots, X_n)$  nabude hodnotu z kritického oboru  $W$ , byla nejvýše

číslo  $\alpha > 0$  je **hladina významnosti testu** a volíme ji blízkou nule, obvykle 0,05 anebo 0,01. Hladina významnosti se někdy uvádí také v % (např. v softwarových aplikacích pro PC), tedy obvykle 5 % anebo 1 %.

Rozhodnutí o hypotéze  $H$  pomocí pozorovaných hodnot náhodné veličiny  $X$  je pak založeno na následující konvenci. Jestliže tzv. **pozorovaná hodnota testového kritéria**  $t = T(X_1, \dots, X_n)$  na získaném statistickém souboru  $(x_1, \dots, x_n)$  padne do kritického oboru, **zamítáme hypotézu  $H$**  (rozdíl je statisticky významný) a současně nezamítáme hypotézu  $H_A$  na hladině významnosti  $\alpha$ . Jestliže naopak nepadne  $t$  do kritického oboru, **nezamítáme hypotézu  $H$**  (rozdíl není statisticky významný) a současně zamítáme hypotézu  $H_A$  na hladině významnosti  $\alpha$ .

### *Poznámka:*

Nezamítnutí hypotézy  $H$ , resp.  $H_A$ , neznamená její prokázání její platnosti, nebo jsme na základě realizace náhodného výběru získali pouze informace, které nestačí na její zamítnutí. Je-li to možné, je vhodné před přijetím dané hypotézy zvětšit rozsah statistického souboru a znovu hypotézu  $H$  testovat.

Při testování hypotézy  $H$  mohou nastat čtyři možnosti znázorněné v tabulce níže.

H	PLATÍ	NEPLATÍ
ZAMÍTÁME	Chyba 1. druhu	-
NEZAMÍTÁME	-	Chyba 2. druhu

Jestliže zamítáme neplatnou hypotézu anebo nezamítáme platnou hypotézu, je v-ě v po ádku, av-ak p i rozhodnutí o hypotéze H na základ testu se m fleme dopustit jedné ze dvou chyb:

1. **Chyba prvního druhu** nastane, jestliže hypotéza H platí, av-ak ji zamítneme.
2. **Chyba druhého druhu** nastane, jestliže hypotéza H neplatí, av-ak ji nezamítneme.

Kritický obor  $W$  volíme tak, abychom omezili pravd podobnost chyby prvního druhu  $\alpha$  na jakým pevn zvoleným malým íslem  $\alpha$ ,  $0 < \alpha < 1$ , které nazýváme **hladina významnosti (hladina testu)**. Platnou hypotézu tedy zamítáme nejvý-ě s pravd podobností  $1 - \alpha$ . Volba hladiny testu závisí na závažnosti d sledk , k nimfl vede chyba prvního druhu. Volí se zpravidla  $\alpha = 0.05$  nebo  $\alpha = 0.01$ . Uvedené volby se osv d ily jako dostate n (ale ne p ehnan ) p ísné. P ehnaná p ísnost by totiž mohla mít za následek absurdní nár st pravd podobnosti chyby druhého druhu (viz [4]).

## 5.2 Kontingen ní tabulky

Tuto kapitolu jsem p evzal z publikace [5].

Kontingen ní tabulka se uflívá k p ehledné vizualizaci vzájemného vztahu dvou statistických znak . ádky kontingen ní tabulky odpovídají mofným hodnotám prvního znaku, sloupce pak mofným hodnotám druhého znaku. V p íslu-né bu ce kontingen ní tabulky je pak za azen po et p ípad , kdy zároveň m l první znak hodnotu odpovídající p íslu-nému ádku a druhý znak hodnotu odpovídající p íslu-nému sloupci. Nap íklad prvním znakem m fle být pohlaví lov ka a druhým znakem m síc jeho narození. Kontingen ní tabulka o 2 ádcích (fena, mufl) a 12 sloupcích (leden, únor, í , prosinec) pak popisuje po ty výskyt v-ěch kombinací pohlaví a m síce v n jakém souboru sledovaných jedinc .

Je mofné, aby jeden ádek i sloupec odpovídal více mofným hodnotám znaku. To se d je v p ípad , kdy znak nabývá n kterých hodnot p íli- z ídka, takfle je vhodné **spojit více mofných hodnot**.

Sou ty (mezisou ty) v-ěch hodnot v každém ádku, resp. sloupci nesou informaci o po tu výskyt jev , p i nichfl nabyl první (resp. druhý znak) p íslu-né hodnoty bez ohledu na hodnotu druhého (resp. prvního) znaku.

Krom prostého popisu etností kombinací hodnot dvou znak nabízí kontingen ní tabulka mofnost testovat, zda mezi ob ma znaky existuje n jaký vztah. K tomu lze uflít nap . test dobré shody. Znaky uflité k zobrazení v kontingen ní tabulce pak musí p edstavovat diskretní hodnoty (je mofné tedy vyuffít kvalitativní, diskretn kvantitativní i spojit kvantitativní znaky, v posledním p ípad v-ak pouze s rozd lením jednotlivých znak do skupin ó tzv. skupinové t íd ní).

Kontingen ní tabulka p edstavuje interaktivní zp sob rychlého shrnutí velkých objem dat. Pomocí kontingen ní tabulky lze do maximálních podrobností analyzovat numerická data a získat odpov di na otázky, které bychom mohli k dat m mít.

Kontingenční tabulka je primárně vytvářena k těmto účelům:

- dotazování na velké množství dat uživatelsky přívětivými způsoby;
- vytváření mezikategoriálních a souhrnných dat, sumarizace dat dle kategorií a podkategorií a vytváření vlastních výpočtů a vzorců;
- rozbalení a sbalení úrovní dat za účelem zaměření se na výsledky a přechod ze souhrnných dat k podrobnostem odpovídajícím dané oblasti zájmu;
- přesunutí řádků do sloupců nebo sloupců do řádků za účelem zobrazení různých souhrnných zdrojových dat;
- filtrování, seřazení, seskupování a podmíněné formátování nejúčinněji a nejzajímavěji podmíněných dat za účelem zaměření se na požadované informace;
- prezentace strukturovaných sestav nebo sestav on-line s výškovými tlačítkami v poutavém formátu.

Kontingenční tabulka často slouží k analýze souvisejících celkových hodnot, zejména chcete-li sumarizovat dlouhý seznam údajů a porovnávat více aspektů jednotlivých údajů.

Do kontingenční tabulky nelze vkládat data, slouží pouze k analýze dat z již hotové tabulky.

**Typ kontingenční tabulky** se určuje podle počtu řádků  $r$  a sloupců  $s$  jako  $r \times s$ . Kontingenční tabulka typu  $2 \times 2$  se nazývá **typ polní tabulka** a slouží ke srovnání dvou znaků.

Příkladem kontingenční tabulky typu  $2 \times 2$  může být tabulka z mé 5. testované hypotézy, kterou se ptám, zda není rozdíl v odpovědích na otázku "*Bylo pro Vás obtížné po absolutoriu získat práci v oboru?*" mezi *pohlavími*.

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>	<b>celkem</b>
<b>MUži</b>	273	84	357
<b>žENY</b>	344	106	450
<b>celkem</b>	617	190	807

Kontingenční tabulky umožňují testování různých statistických hypotéz, mezi nejobvyklejší testované hypotézy patří:

- hypotéza o nezávislosti znaků,
- hypotéza o shodnosti struktury (homogenita) a
- hypotéza o symetrii vztahu.

## 5.2.1 Test nezávislosti a homogenity

Tuto kapitolu jsem převzal z publikace [5].

**Nezávislost** v kontingenční tabulce znamená, že se oba znaky navzájem neovlivují v tom, jakých konkrétních hodnot nabývají. **Homogenita** kontingenční tabulky znamená, že očekávané četnosti jsou v polích každého řádku ve stejném vzájemném poměru bez ohledu na konkrétní volbu řádku.

Ve výše uvedeném příkladu tedy hypotéza nezávislosti znamená, že *pohlaví nemá vliv na odpověď na otázku "Bylo pro Vás obtížné po absolutoriu získat práci v oboru?"*. Hypotéza homogenity pak znamená, že *rozložení odpovědí ANO, NE je stejné u mužů i žen*.

Obě hypotézy znamenají z hlediska pravděpodobnosti zcela totéž, takže se pro jejich ověření používá stejný test.

Klasický test nezávislosti nebo homogenity je založen na **testu dobré shody**, tedy porovnání očekávaných četností v jednotlivých polích tabulky za předpokladu, že hodnoty obou sledovaných znaků na sobě nezávisí, a skutečných četností.

Označme:

- $n_{ij}$  četnost v řádku  $i$  a sloupci  $j$  (po  $i$  a  $j$  má první znak hodnotu odpovídající řádku  $i$  a druhý znak hodnotu odpovídající sloupci  $j$ )
- $R_i$  součet četností v řádku  $i$  (po  $i$  a  $j$  má první znak hodnotu odpovídající řádku  $i$  bez ohledu na druhý znak)
- $S_j$  součet četností ve sloupci  $j$  (po  $i$  a  $j$  má druhý znak hodnotu také odpovídající sloupci  $j$  bez ohledu na první znak)
- $N$  součet četností v celé tabulce (po  $i$  a  $j$ )

Potom za platnosti hypotézy nezávislosti (resp. homogenity) je očekávaná (teoretická) četnost v řádku  $i$  a sloupci  $j$  rovna:

$$m_{ij} = \frac{R_i S_j}{N}$$

a testování hypotézy je založeno na hodnotě testové statistiky

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - m_{ij})^2}{m_{ij}}$$

Pokud hypotéza nezávislosti (resp. homogenity) platí, má testová statistika přibližně rozdělení chí kvadrát o  $(r-1)(s-1)$  stupních volnosti. Hodnota testové statistiky se tedy porovná s kritickou hodnotou (kvantilem) pro zvolenou hladinu významnosti.

Ve výše uvedeném příkladu je kritická hodnota rozdělení  $\chi^2$  s jedním stupněm volnosti pro nejvýše 5% hladinu významnosti rovna 23,5534. Jelikož kritická hodnota je překročena, hypotézu zamítneme. Rozložení odpovědí ANO, NE je tedy rozdílné u mužů a žen.

Pro použití test založených na testu dobré shody (zde test nezávislosti nebo homogenity) je třeba, aby se v tabulce vyskytlo méně než 20 % políček, v nichž by očekávané četnosti byly menší než 5. V případě, že se tak stane, můžeme zvážit transformaci sloupců, některých méně obsazených kategorií (např. "ano" a "spíše ano").

### 5.3 $\chi^2$ rozdělení

Úvod této kapitoly jsem převzal z [5], grafy jsem vytvořil v programu *MatLab* a zbývající část jsem převzal z [2].

Rozdělení  $\chi^2$  (**chi kvadrát**) je rozdělení pravděpodobnosti, které slouží především pro ověření nezávislosti náhodných veličin a dále pro určení, zdali množina dat vyhovuje dané distribuční funkci. Zajímá nás, zda dva či více výběrů jsou homogenní k určité veličině. Například se zjistí, zda politické názory jsou v různých regionech různé apod.

Rozdělení  $\chi^2$  o  $n$  stupních volnosti, které se označuje  $\chi^2(n)$ , je rozdělení náhodné veličiny

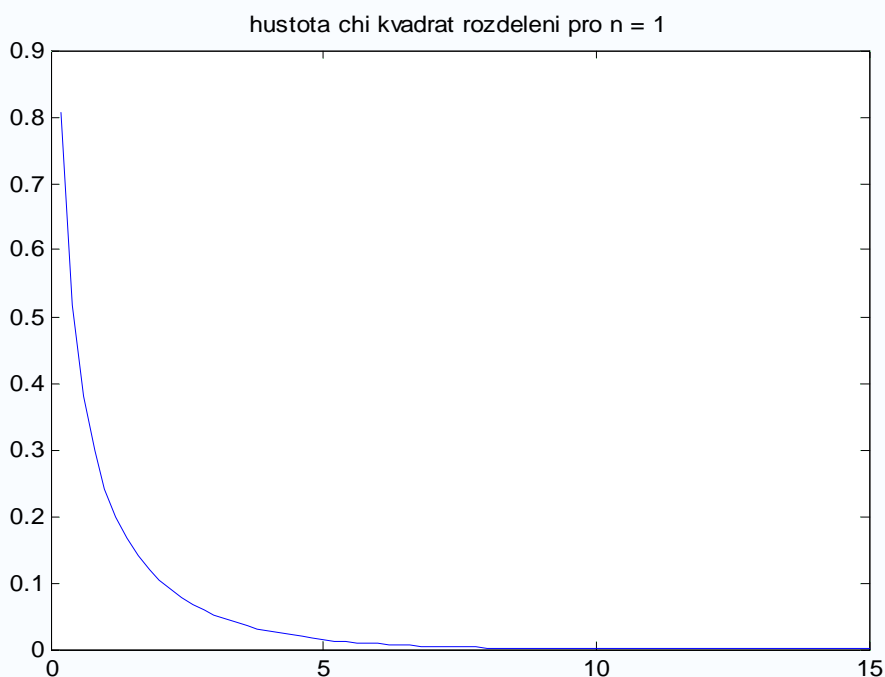
$$X = \sum_{i=1}^n U_i^2$$

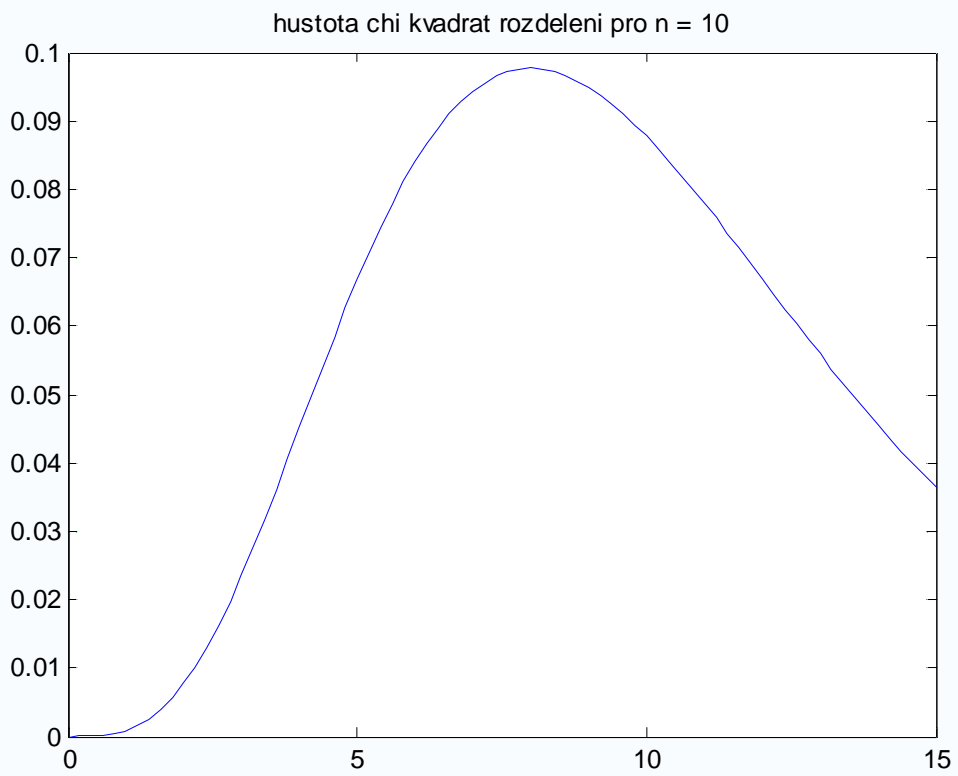
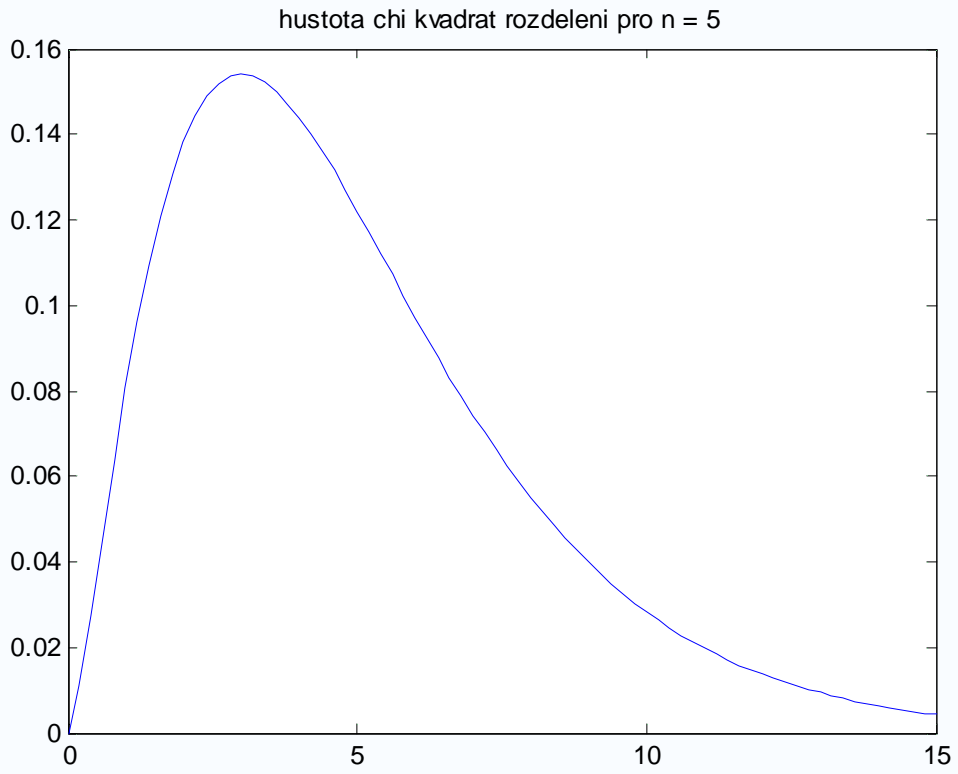
, kde  $U_i$  je  $n$  vzájemně nezávislých náhodných veličin s rozdělením  $N(0,1)$ .

Rozdělení  $\chi^2(n)$  má pro  $n = 1, 2, 3, \dots$  **hustotu** pravděpodobnosti

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{pro } x \leq 0 \\ \frac{1}{\Gamma(\frac{n}{2})2^{\frac{n}{2}}} e^{-\frac{x}{2}} x^{\frac{n}{2}-1} & \text{pro } x > 0 \end{cases}$$

Zde jsou příklady tvarů grafů hustot pravděpodobnosti pro různé stupně volnosti (vytvorené v programu *MatLab*):





Pro zvy-ující se po et stup volnosti se hustota tohoto rozd lení stále více blíží tvaru hustoty normálního rozd lení.

St ední hodnota rozd lení  $\chi^2(n)$  je

$$E(X) = n$$

Rozd lení  $\chi^2(n)$  má rozptyl

$$D(X) = 2n$$

### 5.3.1 Test chí kvadrát

Tuto kapitolu jsem p evzal z publikace [2].

Pokud  $r = c = 2$ , dostaneme ty polní kontingen ní tabulku

$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{1.}$
$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{2.}$
$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n$

**V ta:** *Ve ty polní tabulce platí (za platnosti nulové hypotézy)*

$$\chi^2 = n \frac{(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})}{n_{1.}n_{2.}n_{.1}n_{.2}}$$



Důkaz. Vyjde se ze vztahu

$$\chi^2 = \frac{nn}{n_{.1}n_{.2}} \sum n_i \left( \frac{n_{i1}}{n_{i.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right) \left( \frac{n_{i1}}{n_{i.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right)$$

Ověří se následující rovnosti:

$$\left( \frac{n_{11}}{n_{2.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right) \left( \frac{n_{11}}{n_{2.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right) = \frac{(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})}{n_{1.}n_{1.}nn}$$

$$\left( \frac{n_{21}}{n_{2.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right) \left( \frac{n_{11}}{n_{2.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right) = \frac{(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})}{n_{2.}n_{2.}nn}$$

Poté když  $\chi^2 = n \frac{(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})}{n_{1.}n_{2.}n_{1.}n_{2.}}$  dostaneme úpravou

$$\chi^2 = \frac{nn}{n_{.1}n_{.2}} \sum n_i \left( \frac{n_{i1}}{n_{i.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right) \left( \frac{n_{i1}}{n_{i.}} - \frac{n_{.1}}{n} \right)$$

Při testu nezávislosti tedy  $\chi^2$  vypočteme podle vztahu

$$\chi^2 = n \frac{(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})(n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21})}{n_{1.}n_{2.}n_{1.}n_{2.}}$$

Jestliže vyjde  $\chi^2 =$  nebo  $>$  ( $\chi^2_{\alpha}$ ), pak hypotézu nezávislosti zamítneme. Stejným způsobem můžeme testovat homogenitu dvou binomických rozdílů, jestliže řádkové (nebo sloupcové) marginální četnosti jsou pevné.

## 5.4 P-hodnota

Při použití softwaru (MatLab, statistika, í) je výstupem testu *p-hodnota* (*p-value*).

**P-hodnota** je pravděpodobnost, že výsledek testovacího kritéria  $T$  za platnosti  $H_0$  padne do oboru  $W'$ .

Je-li p-hodnota menší než předem stanovené  $\alpha$ , nulovou hypotézu zamítáme.

P-hodnota tedy znamená, zjednodušeně řečeno, jaká je pravděpodobnost, že by testovací kritérium dosáhlo své hodnoty, případně hodnot ještě více svádících proti  $H_0$ , pokud by  $H_0$  opravdu platila. Čím menší p-hodnota, tím nepravděpodobnějšího výsledku (za předpokladu platnosti  $H_0$ ) bylo dosaženo.

Výhoda p-hodnoty je v tom, že její výpočet nezávisí na konkrétní volbě  $\alpha$ . Není tak nutné znát kritické hodnoty pro různé volby  $\alpha$ , p-hodnota obsahuje dostatečnou informaci sama o sobě.

## 5.5 Postup výpočtu v MatLabu

Pro zjištění kontingenční tabulky ze dvou sloupcových vektorů, které v našem případě obsahují odpovědi na dotazníkové otázky, použijeme v programu MatLab příkaz

```
[table,chi2,p] = crosstab(col1,col2)
```

Tento příkaz vrátí kontingenční tabulku (table) a chí-kvadrát statistiku (chi2) pro testování nezávislosti tabulkových řádků a sloupců. P-hodnota (p) je hladina významnosti testu. Pokud je blízká nule, hypotézu nezávislosti řádků a sloupců tabulky zamítneme.

Pro vykreslení hustot chí-kvadrát rozdělení o  $n$  stupních volnosti použijeme například příkaz

```
x=0:0.2:15;  
y=chi2pdf(x,10);  
plot(x,y)
```

Na ose  $x$  budou tedy znázorněny hodnoty od 0 do 15. Číslo 10 představuje počet stupňů volnosti. Příkaz `plot(x,y)` slouží pro vykreslení grafu. Získáme tak graf hustoty chí-kvadrát rozdělení o 10 stupních volnosti.

## 5.6 Porovnávání skutečných etností s teoretickými (očekávanými) etnostmi

Pro zjištění, které řádky kontingenční tabulky významnou měrou přispívají k zamítnutí nulové hypotézy, můžeme použít následující postup: porovnáváme skutečné etnosti s etnostmi teoretickými (očekávanými), které se vypočítají jako  $n \cdot p_i$  ( $n$  představuje celkový počet naměřených vzorků). Například teoretickou etnost čísla na prvním řádku a prvního sloupce kontingenční tabulky vypočítáme tak, že vynásobíme součet prvního řádku součtem prvního sloupce a podělíme součtem všech hodnot v kontingenční tabulce. Takto získanou teoretickou etnost pak porovnáme se skutečnou etností tohoto čísla.

Názorný postup výpočtu teoretických etností ukážeme pouze u hypotézy 2 na pozici (1,1). U ostatních hypotéz, které byly zamítnuty, jimi zaznamenám pouze výsledky přehledně shrnuté do tabulky (v kapitole 6 *Testování hypotéz*).

## Hypotéza 2:

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní četnosti odpovídají ANO, NE, ZÁSTI na otázku **Pracujete ve vystudovaném oboru?** se neliší mezi typy studia

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>	<b>ZÁSTI</b>
<b>Bc.</b>	47	44	19
<b>Mgr.</b>	121	383	127
<b>Dr.</b>	6	39	20

Hodnota testovací statistiky **chi kvadrát** byla 39.9904 a **p-hodnota**  $4.3484e^{-008} < 0,05$  a tedy  **$H_0$  zamítáme** (mezi odpověďmi je tedy statisticky významný rozdíl).

### *1. útek:*

**teoretická četnost čísla na pozici (1,1):**

$$(47+121+6) \cdot (47+44+19) / (47+121+6+44+383+39+19+127+20) = \mathbf{23.7469}$$

Toto číslo nám říká, kolik by mohlo být v i-tém řádku vzorku v případě, že data odpovídají nulové hypotéze (tedy kolik bakalářů by mohlo odpovědět ANO za platnosti nulové hypotézy).

**skutečná četnost čísla na pozici (1,1): 47**

Teoretická četnost čísla na pozici (1,1) je tedy poměrně značně odlišná od skutečné četnosti čísla na pozici (1,1)

Dále bychom vypočítali teoretickou četnost čísla na pozici (1,2) a porovnali ji se skutečnou četností čísla na odpovídající pozici. Takhle bychom pokračovali dále, zjistili bychom teoretické četnosti na příslušných pozicích a porovnali je vždy s odpovídajícími skutečnými četnostmi.

Ve výsledku bychom dostali:

*Tabulka teoretických četností*

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>	<b>ZÁSTI</b>
<b>Bc.</b>	24	64	23
<b>Mgr.</b>	136	365	130
<b>Dr.</b>	14	38	13

*Tabulka skutečných četností*

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>	<b>ZÁSTI</b>
<b>Bc.</b>	47	44	19
<b>Mgr.</b>	121	383	127
<b>Dr.</b>	6	39	20

***Poznámka:***

Zkratka *Dr.* v tabulce představuje doktorské studium, což dnes znamená *Ph.D.*

**ZÁVĚR:**

K zamítnutí nulové hypotézy tedy nejvíce přispěl první řádek matice, tedy absolventi bakalářského studia. Důvodem je nejznámější rozdíl mezi skutečnými a teoretickými četnostmi v tomto řádku  $((47-24)/47 = 49 \%)$ .

***Poznámka:***

Je však nutné připomenout, že bakalářské studium je poměrně nové. Jeho absolventi vstupovali na trh práce v období ekonomického krachu, a proto neměli potíže při hledání zaměstnání.

## 6 TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ

### *Poznámka:*

V následujícím budu absolventy mít respondenty, tedy pouze ty absolventy, kteří na dotazník zareagovali.

### **Hypotéza 1:**

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní četnosti odpovědí ANO, NE, ZÁSTI na otázku **Pracujete ve vystudovaném oboru?** se neliší mezi **pohlavími**

Pro testování této nulové hypotézy v programu MatLab použijeme následující příkaz pro zjištění kontingenční tabulky:

`[table,chi2,p]=crosstab (x,y),`

kde x je sloupcový vektor pohlaví (muži, ženy) a y je sloupcový vektor odpovědí na otázku **Pracujete ve vystudovaném oboru?** (ano, ne, zásti)

VÝSLEDEK:

	ANO	NE	ZÁSTI
MUŽI	66	213	78
ŽENY	108	254	88

Hodnota testovací statistiky **chi kvadrát** byla 3.6712 a **p-hodnota** 0.1595 > 0,05 a tedy  **$H_0$  nelze zamítnout** (mezi odpověďmi tedy není statisticky významný rozdíl).

### **Hypotéza 2:**

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní četnosti odpovědí ANO, NE, ZÁSTI na otázku **Pracujete ve vystudovaném oboru?** se neliší mezi **typy studia**

Pro testování této nulové hypotézy v programu MatLab použijeme následující příkaz pro zjištění kontingenční tabulky:

`[table,chi2,p]=crosstab (x,y),`

kde x je sloupcový vektor různých typů studia (Bc., Mgr., Dr.) a y je sloupcový vektor odpovědí na otázku **Pracujete ve vystudovaném oboru?** (ano, ne, zásti)

VÝSLEDEK:

	ANO	NE	ZÁSTI
Bc.	47	44	19
Mgr.	121	383	127
Dr.	6	39	20

Hodnota testovací statistiky **chi kvadrát** byla 39.9904 a **p-hodnota**  $4.3484e^{-008} < 0,05$  a tedy **H<sub>0</sub> zamítáme** (mezi odpověďmi je tedy statisticky významný rozdíl).

*Tabulka teoretických etností*

	ANO	NE	ZÁSTI
<b>Bc.</b>	24	64	23
<b>Mgr.</b>	136	365	130
<b>Dr.</b>	14	38	13

*Tabulka skutečných etností*

	ANO	NE	ZÁSTI
<b>Bc.</b>	47	44	19
<b>Mgr.</b>	121	383	127
<b>Dr.</b>	6	39	20

### ZÁVĚR:

K zamítnutí nulové hypotézy tedy nejvíce připadá první řádek matice, tedy absolventi bakalářského studia. Důvodem je zejména rozdílnost mezi skutečnými a teoretickými etnostmi v tomto řádku  $((47-24)/47 = 49\%)$ . Očekávalo se, že absolventi bakalářského studia budou pracovat v oboru mnohem méně často (o 49%), než ve skutečnosti pracují. Tedy první řádek, tedy absolventi doktorského stupně, napomohl k zamítnutí také výrazně. Předpokládalo se, že doktor bude pracovat v oboru více než dvakrát více, což je velice překvapivé. Je však nutno podotknout, že je jich celkově méně než bakalářů a magistrů. Naopak u druhého řádku kontingenční tabulky se skutečné etnosti od teoretických etností příliš neliší, a proto tento řádek nepřispěl k zamítnutí hypotézy nejméně ze všech 3 řádků. Magistři pracující ve svém vystudovaném oboru je přibližně tolik, kolik by se očekávalo.

### Poznámka:

Je však nutné připomenout, že bakalářské studium je poměrně nové a v současnosti prochází značným ekonomickým boomem.

### Hypotéza 3:

**Nulová hypotéza H<sub>0</sub>** = relativní etnosti odpovědí ANO, NE, ZÁSTI na otázku **Pracujete ve vystudovaném oboru?** se neliší mezi **absolventy různých oborů**

Hodnota testovací statistiky **chi kvadrát** byla 55.0958 a **p-hodnota**  $1.7397e^{-007} < 0,05$  a tedy **H<sub>0</sub> zamítáme** (mezi odpověďmi je tedy statisticky významný rozdíl).

*Tabulka teoretických etností*

	ANO	NE	Z ÁSTI
<b>Matem.</b>	26	71	25
<b>Fyzika</b>	12	33	12
<b>Biologie</b>	10	26	9
<b>Chemie</b>	19	50	18
<b>V dy o z.</b>	9	25	9
<b>U itelství</b>	76	204	73
<b>Ekologie</b>	22	58	21

*Tabulka skute ných etností*

	ANO	NE	Z ÁSTI
<b>Matem.</b>	24	63	35
<b>Fyzika</b>	12	33	12
<b>Biologie</b>	10	21	14
<b>Chemie</b>	22	40	24
<b>V dy o z.</b>	20	14	9
<b>U itelství</b>	74	236	43
<b>Ekologie</b>	12	60	29

## **ZÁV R:**

K zamítnutí nulové hypotézy tedy nejvíce p ísp ly řádky 5 (v dy o zemi) a 7 (ekologie). O ekávalo se, že absolvent obor pat ících do v d o zemi bude pracovat v oboru více neř dvakrát mén a že nepracovat v oboru jich bude o tém 80 % více. Ekolog pracuje v oboru p íblířn o 80 % mén , neř by se ekalo. To je p esn naopak, neř je tomu u absolvent geografických obor . Ti jsou totiž bu dob í, nebo je řiroká nabídka práce.

## **Hypotéza 4:**

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní etnosti odpov dí ANO, NE na otázku **Bylo pro Vás obtířné po absolutoriu získat práci v oboru?** se nelí-ř mezi **absolventy r zných obor**

Hodnota testovací statistiky **chí kvadrát** vy-řla 33.6641 a **p-hodnota**  $7.8102e^{(-006)} < 0,05$  a tedy  **$H_0$  zamítáme** (mezi odpov řmi je tedy statisticky významný rozdíl).

*Tabulka teoretických etností*

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Matem.</b>	93	29
<b>Fyzika</b>	44	13
<b>Biologie</b>	34	11
<b>Chemie</b>	66	20
<b>V dy o z.</b>	33	10
<b>U itelství</b>	270	83
<b>Ekologie</b>	77	24

*Tabulka skute ných etností*

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>Matem.</b>	100	22
<b>Fyzika</b>	49	8
<b>Biologie</b>	23	22
<b>Chemie</b>	60	26
<b>V dy o z.</b>	28	15
<b>U itelství</b>	287	66
<b>Ekologie</b>	70	31

## **ZÁV R:**

K zamítnutí nulové hypotézy tedy nejvíce p ísp í ádek (absolventi biologických obor ). O ekávalo se, že pro n bude sehnat práci obtíjn ěí, neř je tomu tak ve skute nosti (p edpokládalo se, že o 33% více jich bude šán t práci obtíjn ěi). Naopak dvakrát více neř podle o ekávání jich odpov d lo, že jim ned lalo problémy najít práci. Biologové tedy nacházejí práci snadn ěi neř ostatní (mofná proto, že jsou lépe p ípraveni) anebo mají ěr ě nabídku práce.

## **Hypotéza 5:**

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní etnosti odpov d í ANO, NE na otázku **Bylo pro Vás obtíjn ě po absoloriu získat práci v oboru?** se nelí ě mezi pohlavími

Hodnota testovací statistiky **chí kvadrát** vy ěla 23.5534 a **p-hodnota**  $1.2149e^{-006} < 0,05$  a tedy  **$H_0$  zamítáme** (mezi odpov ěmi je tedy statisticky významný rozdíl).

*Tabulka teoretických etností*

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>MUř</b>	273	84
<b>řENA</b>	344	106

*Tabulka skute ných etností*

	<b>ANO</b>	<b>NE</b>
<b>MUř</b>	302	55
<b>řENA</b>	315	135



## ZÁV R:

Při porovnání teoretických etností se skutečnými je tedy patrné, že členům se práce subjektivně šší lépe, což je zajímavé.

### Hypotéza 6:

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní etnosti odpovídá ANO, NE na otázku **Bylo pro Vás obtížné po absoltoriu získat práci v oboru?** se nelíší mezi různými typy studia

Hodnota testovací statistiky **chi kvadrát** byla 14.7137 a **p-hodnota**  $6.3822e^{(-004)} < 0,05$  a tedy  **$H_0$  zamítáme** (mezi odpověďmi je tedy statisticky významný rozdíl).

*Tabulka teoretických etností*

	ANO	NE
<b>Bc.</b>	84	26
<b>Mgr.</b>	482	149
<b>Dr.</b>	50	15

*Tabulka skutečných etností*

	ANO	NE
<b>Bc.</b>	69	41
<b>Mgr.</b>	492	139
<b>Dr.</b>	55	10

## ZÁV R:

K zamítnutí nulové hypotézy tedy nejvíce patří absolventi bakalářského typu studia). Pro bakaláře je tedy subjektivně jednodušší sehnat práci v oboru, než by se očekávalo. Je to zejména hlavně tím, že bakalářské studium je poměrně nové a bakaláři vstupovali na trh práce v období ekonomického růstu a nízké nezaměstnanosti.

### Hypotéza 7:

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní etnosti odpovídá ANO, NE na otázku **Prosím, ohodno te z dnešního pohledu, jak Vás P F připravila na výkon Vašeho povolání?** se nelíší mezi různými absolventy různých oborů

Pro testování této nulové hypotézy v programu MatLab použijeme následující příkaz pro zjištění kontingenční tabulky:

`[table,chi2,p]=crosstab (x,y),`

kde x je sloupcový vektor absolventů různých oborů a y je sloupcový vektor odpovědí na otázku **Prosím, ohodno te z dnešního pohledu, jak Vás P F připravila na výkon Vašeho povolání?**

	teoreticky	propojené	prakticky
<b>Matem.</b>	28	90	4
<b>Fyzika</b>	27	26	4
<b>Biologie</b>	13	32	0
<b>Chemie</b>	39	46	1
<b>V dy o z.</b>	17	25	1
<b>U itelství</b>	117	235	1
<b>Ekologie</b>	22	78	1

Je zřejmé, že ani jedna teoretická etnost v posledním sloupci tabulky nesplňuje požadavek, aby byla rovna nebo větší než 5. To znamená, že velmi málo respondentů odpovědělo, že bylo na výkon povolání připraveno spíše prakticky (celkem 12). To je pro fakultu velmi překvapivé a dle výsledků zjištění. Celý sloupec "**prakticky**" tedy vypustíme.

Získáme tabulku:

	teoreticky	propojené
<b>Matem.</b>	28	90
<b>Fyzika</b>	27	26
<b>Biologie</b>	13	32
<b>Chemie</b>	39	46
<b>V dy o z.</b>	17	25
<b>U itelství</b>	117	235
<b>Ekologie</b>	22	78

Hodnota testovací statistiky **chi kvadrát** byla 25.5382 a **p-hodnota**  $2.7134e^{-004} < 0,05$  a tedy **H<sub>0</sub> zamítáme** (mezi odpověďmi je tedy statisticky významný rozdíl).

*Tabulka teoretických etností*

	teoreticky	propojené
<b>Matem.</b>	39	79
<b>Fyzika</b>	18	35
<b>Biologie</b>	15	30
<b>Chemie</b>	28	57
<b>V dy o z.</b>	14	28
<b>U itelství</b>	116	236
<b>Ekologie</b>	33	67

*Tabulka skutečných etností*

	teoreticky	propojené
<b>Matem.</b>	28	90
<b>Fyzika</b>	27	26
<b>Biologie</b>	13	32
<b>Chemie</b>	39	46
<b>V dy o z.</b>	17	25
<b>U itelství</b>	117	235
<b>Ekologie</b>	22	78

## ZÁV R:

K zamítnutí nulové hypotézy tedy p ísp íly p edev ím absolventi chemie, ekologie a matematiky, a to p íblífn í stejnou m rou. Absolventi matematických obor í a ekologie odpovídali, íe byli p ípraveni sp í-e teoreticky, mén íasto neí bylo lze o ekávat, ale naopak absolventi chemie byli p ípraveni sp í-e teoreticky u více p ípad í, neí by se p edpokládalo.

### Hypotéza 8:

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní íetnosti odpov dí ANO, NE na otázku **Prosím, ohodno te z dne ního pohledu, jak Vás P F p ípravila na výkon Va-eho povolání?** se nelí í mezi r íznými pohlavími

Z d vo du nízkých íetností sloupce "prakticky" tento sloupec op t vylou íme a získáme tabulku pouze o 2 sloupcích:

	teoreticky	propojené
MUí	136	212
íENA	127	320

Hodnota testovací statistiky **ch í kvadrát** vy íla 10.0605 a **p-hodnota**  $0.0015 < 0,05$  a tedy  **$H_0$  zamítáme** (mezi odpov ími je tedy statisticky významný rozdíl).

*Tabulka teoretických íetností*

	teoreticky	propojené
MUí	115	233
íENA	148	300

*Tabulka skute ných íetností*

	teoreticky	propojené
MUí	136	212
íENA	127	320

## ZÁV R:

Tém ío 15% více muí neí podle p edpoklad í odpov dí lo, íe bylo na výkon svého povolání p ípraveno sp í-e teoreticky. Naopak íeny odpovídaly, íe byly p ípraveny sp í-e teoreticky, v mén í p ípadech, neí by se ekalo.

### Hypotéza 9:

**Nulová hypotéza  $H_0$**  = relativní íetnosti odpov dí ANO, NE na otázku **Prosím, ohodno te z dne ního pohledu, jak Vás P F p ípravila na výkon Va-eho povolání?** se nelí í mezi r íznými typy studia

Z d vo du nízkých íetností sloupce "prakticky" tento sloupec op t vylou íme a získáme tabulku pouze o 2 sloupcích:

	teoreticky	propojené
<b>Bc.</b>	34	72
<b>Mgr.</b>	207	416
<b>Dr.</b>	22	43

Hodnota testovací statistiky **chi kvadrát** byla 0.0709 a **p-hodnota**  $0.9652 > 0,05$  a tedy **H<sub>0</sub> nelze zamítnout** (mezi odpověďmi tedy není statisticky významný rozdíl).

## 7 ZÁVĚR

Provedené dotazníkové šetření považují za poměrně úspěšné, nebo návratnost rozeslaných e-mailů přesáhla 24 %, což je velmi solidní číslo vzhledem k tomu, že dotazníkové šetření bylo uzavřeno po necelém měsíci od zahájení. Velmi potěšující zjištěním pro fakultu je rovněž skutečnost, že pouhých 1,7 % respondentů v současnosti nepracuje. Nejvíce respondentů pracuje podle očekávání ve státní sféře (přes 30%).

Více než tři čtvrtiny respondentů nemělo po absolutoriu problémy se sehnáním práce v oboru, což je také velmi povzbudivé, stejně jako zjištění, že více než polovina respondentů pracuje ve svém vystudovaném oboru. Co se týče pracovní pozice, nejvíce respondentů je advozátními pracovníky.

Nepříjemným zjištěním pro fakultu jsou však odpovědi na otázku, zda fakulta připravila absolventy na výkon povolání spíše teoreticky, spíše prakticky nebo zda teorie s praxí byly propojené. Pouhých 12 respondentů z 807 totiž odpovědělo, že praktická příprava byla kvalitní. Většina z nich odpověděla, že škola je připravena spíše teoreticky.

Mezi respondenty byla téměř polovina absolventů učitelského oboru. Učitelské studium je tedy velmi fládané, což však často způsobuje problémy při hledání zaměstnání. Respondenti matematického oboru tvořili přes 15 % všech respondentů a 12,5 % respondentů vystudovalo ekologii. Toto číslo je docela překvapivé. Nechtěl jsem, že na dotazník zareaguje tak velký počet ekologů.

Dotazník tedy poskytne fakultě dle mého názoru velmi užitečné informace, které jí zajisté napomohou k úpravě budoucího vzdělávacího procesu.

## LITERATURA

- [1] Tělová, K., Těma, V. : *Průzkum uplatnění absolventů VUT v praxi*, Brno, 2003
- [2] Andl, J. : *Základy matematické statistiky*, Praha, 2007
- [3] Bednář, J. : *Testování statistických hypotéz*, Brno, 2006
- [4] Kunderová, P. : *Základy pravděpodobnosti a matematické statistiky*
- [5] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

## PŘÍLOHA

viz CD příložené k této bakalářské práci, které obsahuje:

- textovou podobu e-mailu rozeslaného absolventem
- vzhled dotazníku
- souhrn odpovědí na otázky v dotazníku (bez osobních údajů, jejichž zveřejnění není povoleno)

