

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra informačních technologií a technické výchovy

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků

na střední průmyslové škole

Verifying the use of the computer laboratory in high schools for teaching

and testing network elements

Bc. Marcel Poláček

Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslava Černochová, CSc.

Studijní program: Učitelství informačních a komunikačních technologií

Studijní obor: N IT 20

2024



Odevzdáním této diplomové práce na téma Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků na střední průmyslové škole potvrzuji, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 11.07.2024

Rád bych v tomto odstavci poděkoval vedoucí práce doc. RNDr. Miroslavě Černochové, CSc. za výborné vedení diplomové práce. Díky tomu jsem dokázal najít řešení, jak realizovat a organizovat samotný výzkum, správně využít statistické metody pro analýzu a v neposlední řadě data správně interpretovat. Dále bych chtěl poděkovat Soně Poláčkové za kompletní revizi a korekturu práce.

V neposlední řadě děkuji Střední průmyslové škole elektrotechnické, Ječná Praha a Smíchovské střední průmyslové škole a gymnáziu, které se do výzkumu zapojily a poskytly tak vhodné prostředí, nebo studenty pro účely výzkumu.

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zaměřuje na zkoumání efektivity výuky počítačových sítí na středních školách a porovnává stávající metody s novým přístupem pomocí integrace systému virtuální laboratoře. Studenti prvních a druhých ročníků ze dvou středních škol byli rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny, přičemž experimentální skupiny měly přístup k virtuální laboratoři, zatímco kontrolní skupiny používaly tradiční metody výuky. Výzkum sledoval dopady nového systému na samotné znalosti studentů, ale také na průběh a organizaci výuky.

Samotný výzkum začal v prosinci 2023 a skončil v květnu 2024. Celkem se ho zúčastnilo 60 studentů dvou pražských středních škol. Na základě porovnání znalostí, se studenti zúčastnili koncového testování mimo prostor jejich standardní výuky a vyzkoušeli si tak práci síťového správce.

Výsledky ukázaly, že experimentální skupina vykazovala vyšší efektivitu a větší míru znalostí v porovnání s kontrolní skupinou, což naznačuje pozitivní vliv využití virtuální laboratoře na výuku počítačových sítí.

Následná diskuse se zaměřila na interpretaci zjištěných rozdílů, identifikaci faktorů, které mohly ovlivnit výsledky, a doporučení pro budoucí výzkum.

Na základě zjištění je možné konstatovat, že virtuální laboratoře mohou významně přispět k lepšímu pochopení a praktickým dovednostem studentů v oblasti počítačových sítí. Tento výzkum přispívá k rozvoji vzdělávacích metod a poskytuje podklady pro implementaci inovativních technologií ve školní výuce.

Výsledky tohoto výzkumu také naznačují, že integrace virtuálních laboratoří do výuky by mohla být efektivní strategií pro zlepšení kvality technického vzdělávání na středních školách a zajistit tak kvalitnější výuku bez nutnosti vysokých finančních nákladů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

virtualizace počítačové sítě, telekomunikační technologie, operační systémy, didaktika počítačových sítí

## **ABSTRACT**

This thesis focuses on examining the effectiveness of teaching of computer networking in secondary schools and compares existing methods with the new approach by integrating a virtual laboratory system. Students in first and second year students from two high schools were divided into experimental and control groups, with the experimental groups having access to a virtual laboratory, while the control groups used traditional teaching methods. Research looked at the impact of the new system on the students' actual knowledge, but also on the progress and organization of the learning process.

The research itself began in December 2023 and ended in May. In total, 60 students from two Prague secondary schools took part in the research. At based on a comparison of knowledge, the students took part in a final test outside the area of their standard classroom to experience the work of a network administrator.

The results showed that the experimental group showed higher efficiency and a higher level of knowledge compared to the control group, which indicating a positive impact of the use of the virtual lab on the teaching of computer networking. Subsequent discussion focused on interpreting the differences found, identifying factors that may have influenced the results, and recommendations for future research.

Based on the findings, it can be concluded that virtual labs can contribute significantly to students' understanding and practical skills in computer networking. This research contributes to the development of educational methods and provides a basis for the implementation of innovative technologies in school teaching.

The results of this research also suggest that the integration of virtual laboratories into teaching could be an effective strategy to improve the quality of technical education in secondary schools and thus provide better quality teaching without the need for high financial costs.

## **KEYWORDS**

virtualization of computer network, telecommunication technologies, operating systems, computer network didactics

## Obsah

1	Úvod .....	11
2	Vymezení výzkumného úkolu, cíle a použité metody.....	12
2.1	Výzkumný úkol a cíle.....	12
2.2	Použité metody výzkumu .....	12
3	Teoretická část.....	14
3.1	Analýza současného vzdělávacího kurikula .....	14
3.1.1	Počítačové sítě jako součást RVP pro SOV .....	15
3.1.2	Operační systémy jako součást RVP pro SOV .....	16
3.1.3	Odborné praxe .....	17
3.2	Případové studie a vzorové úlohy.....	18
3.2.1	Typy případových studií.....	18
3.2.2	Vzorové úlohy .....	19
3.3	Kvalitativní výzkum .....	19
3.4	Technické řešení.....	20
3.4.1	Architektura systému.....	20
3.4.2	Aplikace a prostředí.....	21
3.5	Alternativní řešení výuky a testování počítačových sítí.....	22
3.6	Rozdíly v technologiích a metodách výuky .....	24
3.6.1	Výuka pomocí hardwaru .....	25
3.6.2	Softwarové simulace.....	25
3.6.3	Emulace v EVE-NG nebo GNS3.....	26
3.6.4	Simulace a emulace .....	27
3.6.5	Shrnutí .....	27
4	Popis operačních systémů využívaných ve výuce počítačových sítí.....	28

4.1	Aktivní síťové prvky .....	28
4.2	Serverové operační systémy .....	29
4.3	Uživatelské operační systémy .....	29
5	Empirická část .....	30
5.1	Výzkumné otázky a cíle .....	30
5.2	Předpoklady a očekávání využití platformy .....	30
5.2.1	Předpoklady a očekávání .....	31
5.3	Případové studie .....	32
5.3.1	Výzkumný vzorek .....	32
5.4	Rozdělení skupin a počet studentů .....	34
5.4.1	Statistické zhodnocení vzorku SPŠE Ječná .....	35
5.4.2	Výzkumné metody .....	35
5.5	Akvizice dat .....	36
5.5.1	Pre-test .....	36
5.5.2	Post-test .....	37
5.5.3	Laboratorní úlohy zařazené do výuky ve školách .....	37
5.5.4	Praktická zkouška znalostí pro porovnání výsledků experimentu .....	38
5.5.5	Procedura při přidělování úloh pro praktickou zkoušku znalostí .....	39
5.5.6	Vzorové úlohy pro praktickou zkoušku znalostí .....	39
5.5.7	Rozhovory a fokusní skupiny .....	40
5.5.8	Systémové logy .....	40
5.5.9	Nepřesnosti a chyby při sběru dat .....	41
5.6	Chronologická struktura výzkumného procesu .....	41
5.7	Experimentální implementace systému .....	43
6	Analýza dat .....	47

6.1	Charakteristika respondentů .....	47
6.2	Analýza technické části .....	47
6.2.1	Analýza výsledků testování experimentální skupiny .....	49
6.2.2	Analýza výsledků testování kontrolní skupiny.....	52
6.3	Celkové porovnání skupin v rámci testování .....	55
6.3.1	Úloha - Oprava SSH přístupu.....	57
6.3.2	Úloha - Oprava systému S+R.....	58
6.3.3	Úloha - Oprava systému Switch.....	58
6.3.4	Úloha - Oprava Routeru .....	59
6.3.5	Korelační analýza a matice experimentální a kontrolní skupiny.....	59
6.3.6	Celkové závěry .....	60
6.4	Analýza studentských studijních výsledků.....	60
6.4.1	Využitá metoda pro analýzu dat - Pearsonův korelační koeficient .....	61
6.4.2	Výsledky popisné statistiky experimentální skupiny .....	62
6.4.3	Korelační analýza experimentální skupiny.....	64
6.4.4	Výsledky popisné statistiky kontrolní skupiny.....	67
6.4.5	Korelační analýza kontrolní skupiny.....	69
6.5	Kontextová analýza výzkumu .....	69
6.5.1	Konkrétní výsledky v rámci sledovaných předmětů .....	80
6.5.2	Shrnutí kontextové analýzy .....	85
6.6	Reflexivita .....	88
6.6.1	Účastnické hodnocení výzkumu.....	88
6.6.2	Účastnická zpětná vazba na výzkum.....	89
6.6.3	Zhodnocení výzkumu .....	91
7	Diskuse výsledků výzkumu .....	92

7.1	Dlouhodobé sledování nasazení systému ve výuce na školách.....	92
7.2	Testování studentů na reálných úlohách z praxe .....	93
8	Závěr.....	94
9	Seznam pojmů a technologií .....	95
	Seznam použitých informačních zdrojů .....	96
10	Přílohy .....	97
10.1	Dotazník pro výzkum DP - Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků.....	97
10.2	Vzorový formulář pro poslední fázi sběru dat.....	98
10.3	Databáze laboratorních úloh a jejich popis.....	98
10.4	Zadání praktické úlohy pro testování .....	100
10.5	Kódy pro analýzu (anonymizované) – Python .....	105
10.5.1	Vytvoření datového rámce pro tabulku 12 .....	105
10.5.2	Vytvoření datového rámce pro tabulku 13 .....	105
10.5.3	Datová sada pro porovnání vzdělání rodičů .....	106
10.5.4	Analýza dat studentských výsledků - Experimentální vs. Kontrolní skupina	

## 1 Úvod

V současné době je technologický vývoj velmi rychlý a tento fakt ovlivňuje i samotné vzdělávání. Pro přípravu budoucích pracovníků v oblastech počítačového inženýrství, jako jsou například konkrétně síťový inženýři, správci počítačových systémů a sítí, telekomunikační technici apod., je potřeba výuku realizovat tak, aby reflektovala současné trendy, postupy a technologie. Tento fakt je pro vzdělávací instituce realizačně velmi náročný, vzhledem k vysokým nákladům jak finančních, tak i personálních. Tato práce se věnuje problematice počítačových sítí a operačních systémů a jejich praktickému testování s ohledem na splnění rámcových vzdělávacích plánů středních škol. V rámci diplomové práce byl proto do výuky na vybraných středních školách zaveden systém pro snazší, efektivnější a kvalitnější realizaci výukových lekcí. Tento systém byl testován pro svůj potenciál plošné implementace do výuky na středních školách. Shromážděná data hodnotící klady a zápory systému byla poskytnuta studenty, kteří se zúčastnili dlouhodobého výzkumu jejich znalostí v problematice počítačových sítí a operačních systémů. Ze samotného experimentu budou zjištěné výstupy použity k nalezení ideálního prostředí pro výuku blíže specifikovaných předmětů. Práce komplexně popíše současný stav výuky předmětů dle RVP, popíše případové studie a také systém, který byl zvolen pro ověření kvality a zjištění všech dopadů na průběh a výsledky vzdělávání.

## **2 Vymezení výzkumného úkolu, cíle a použité metody**

### **2.1 Výzkumný úkol a cíle**

V rámci výzkumu se definovali základní parametry, jak daný výzkum realizovat. Cílem bylo ověření virtuální laboratoře NetLAB (viz. kapitola 3.4.1 Architektura systému) v rámci výuky na středních školách. V rámci výzkumu se zkoumal dopad na výsledky vzdělávání a také efektivita a kvalita výuky. Konkrétní výzkumné cíle jsou stanoveny níže:

- Jaký má vliv využití virtuální laboratoře na praktické znalosti studentů druhých a třetích ročníků střední školy v oblasti počítačových sítí?
- Jak ovlivní virtuální laboratoř praktické dovednosti studentů uplatnitelné v scénářích trouble-shootingu reálné infrastruktury?
- Přispějí virtuální laboratoře ke zlepšení praktické dovednosti studentů ve srovnání s tradičními laboratorními metodami?
- Jak hodnotí studenti a učitelé použití a účinnost NetLAB systému, a jim podobných, ve výuce?
- Jak realizovat praktická cvičení na střední škole, aby byl absolvent oboru dostatečně připraven na aplikaci znalostí v praxi?
- V jaké míře se studenti připojovali do virtuální laboratoře mimo školní výuku?

### **2.2 Použité metody výzkumu**

Tento výzkum se zaměřil na porovnání efektivity a vlivu virtuální laboratoře NetLAB s tradiční výukou na praktické dovednosti, motivaci a angažovanost studentů v oblasti počítačových sítí. Výzkumu se zúčastnili studenti rozdělení do dvou skupin: experimentální a kontrolní. (viz. kapitola 5.3.2 Výzkumné metody). Studenti v experimentální skupině využívali během kurzu virtuální laboratoř NetLAB pro praktická cvičení a simulace zaměřené na počítačové sítě. Učitelé měli k dispozici předem připravené úlohy, které začlenili do praktické výuky. Studenti kontrolní skupiny pokračovali ve výuce tradiční metodou pod vedením učitelů, aniž by využívali virtuální laboratoře. Byla tak zachována standardní struktura výuky bez jakýchkoliv zásahů.

Tato skupina sloužila jako referenční vzorek, který umožnil srovnání výkonnosti s experimentální skupinou. Výsledky testů této skupiny poskytly kontrolní data pro posouzení dopadů využití NetLAB.

### 3 Teoretická část

V této části jsou definovány hlavní principy a východiska, které se následně ve výzkumu uplatnily. Pro samotný výzkum bylo zapotřebí správně zhodnotit a popsat jednotlivé problémy, které se v dané oblasti vyskytují. Důležité je také technologické zázemí pro samotnou realizaci virtuálních laboratoří. Všechny tyto aspekty budou popsány v následujících kapitolách a přiblíží tak některé možné řešení, jak realizovat výuku ve virtuálních laboratořích.

#### 3.1 Analýza současného vzdělávacího kurikula

Rámcové vzdělávací programy, dále uvedené pod zkratkou RVP, jsou pro školu závazné a jejich implementace je povinná. RVP pro oblast počítačových sítí se zaměřuje na zajištění potřebných znalostí a dovedností studentů pro práci v oblasti informačních technologií, konkrétně v oblasti správy a údržby počítačových sítí.

RVP pro střední školy v oblasti operačních systémů je navržen tak, aby studenti získali základní i pokročilé znalosti a dovednosti potřebné pro práci s různými operačními systémy. Cílem je připravit studenty na reálné pracovní prostředí v IT sektoru, kde je správa a údržba operačních systémů klíčovou dovedností.

Všechny tyto přístupy a metody jsou definovány v rámci Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky na jejich oficiálních stránkách (<https://msmt.gov.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/ramcove-vzdelavaci-programy>) nebo na stránkách (<https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/>)

Opatřením ministra školství, mládeže a tělovýchovy č.j.: MSMT – 17410/2023-5 byla od 1. 9. 2023 změněna vzdělávací oblast „Vzdělávání v informačních a v komunikačních technologiích“ v RVP SOV pro kategorie E, J, H, M, L0 a L5. Tato změna zahrnuje nové pojetí Informatického vzdělávání, včetně Digitální kompetence a tématu Člověk a digitální svět, ve všeobecně vzdělávací složce kurikula a je v souladu s revizí RVP základního vzdělávání a aktualizací RVP pro gymnázia.

### 3.1.1 Počítačové sítě jako součást RVP pro SOV

V rámci předmětu Počítačové sítě se studenti účastní teoretických a praktických hodin, kde se učí jak základní teorii nutnou pro orientaci v problematice, tak i konfigurovat síťová zařízení jako routery, switche nebo třeba koncové stanice. Provádějí simulace síťových scénářů k řešení reálných situací. V rámci tohoto předmětu je důležitá realizace praktických úloh. RVP v této oblasti sleduje tyto parametry:

#### Cíle:

- Poskytnout studentům základní teoretické znalosti a praktické dovednosti v oblasti počítačových sítí.
- Připravit studenty na práci v oblasti IT, konkrétně na pozice jako správce sítě, síťový technik či IT konzultant.

#### Obsah vzdělávání:

**Základy počítačových sítí:** Úvod do síťových technologií, typy sítí (LAN, WAN, MAN), síťové protokoly a standardy.

**Síťová zařízení:** Přehled a funkce síťových zařízení jako jsou routery, switche, access pointy a další.

**Síťové topologie a architektury:** Fyzické a logické topologie, návrh a implementace síťových architektur.

**Konfigurace a správa sítí:** Praktické dovednosti v konfiguraci a správě sítí, nastavení síťových zařízení, správa IP adres a zabezpečení sítí.

**Zabezpečení sítí:** Principy a metody zabezpečení sítí, firewally, VPN, detekce a prevence útoků.

**Pokročilé síťové technologie:** Cloud computing, virtualizace sítí, software-defined networking (SDN).

#### Praktické Dovednosti:

- Instalace a konfigurace síťových zařízení.
- Diagnostika a řešení problémů v sítích.
- Návrh a implementace bezpečnostních opatření.
- Implementace a správa bezdrátových sítí.
- Práce s virtualizačními nástroji a cloudovými službami.

#### Další rozšiřující dovednosti:

V některých školách je rozšířená možnost vzdělání v podobě možnosti absolvování aditivních zkoušek a získání certifikátu. Nejrozšířenější je v současné době Cisco akademie (<https://www.netacad.com/>), která v rámci certifikace nabízí prostředí, materiály a vzorové laboratorní úlohy.

- Rozvoj měkkých dovedností, jako jsou týmová spolupráce, komunikace a projektové řízení.
- Příprava na profesní certifikace (např. Cisco CCNA, CompTIA Network+).

### **3.1.2 Operační systémy jako součást RVP pro SOV**

#### **Cíle:**

- Seznámit studenty s principy a funkcemi operačních systémů.
- Naučit studenty instalovat, konfigurovat, spravovat a řešit problémy operačních systémů.
- Připravit studenty na práci v IT, kde budou spravovat různé operační systémy včetně různých distribucí operačních systémů.

#### **Obsah vzdělávání:**

##### **Základy operačních systémů:**

- Definice a role operačního systému (OS).
- Historie a vývoj operačních systémů.
- Přehled hlavních typů operačních systémů: Windows, Linux, macOS, Unix.

##### **Architektura operačních systémů:**

- Struktura OS, jádro, souborové systémy, správa paměti, procesy a vlákna.
- Bezpečnost a uživatelská oprávnění.

##### **Instalace a konfigurace OS:**

- Proces instalace různých operačních systémů.
- Konfigurace základních a pokročilých nastavení OS.
- Správa ovladačů a periferních zařízení.

##### **Správa OS:**

- Uživatelé a skupiny, správa práv a oprávnění.
- Síťová nastavení a sdílení zdrojů.
- Zálohování a obnovování systémů.

## **Bezpečnost OS:**

- Základní principy zabezpečení OS.
- Antivirové programy a firewally.
- Aktualizace a záplaty bezpečnostních chyb.

## **Pokročilé funkce OS:**

- Virtualizace a správa virtuálních strojů.
- Automatizace úloh a skriptování.
- Monitorování a ladění výkonu systému.

## **• Praktické Dovednosti:**

- Praktická instalace a konfigurace operačních systémů.
- Řešení běžných problémů a údržba OS.
- Správa uživatelů a zabezpečení systému.
- Implementace a správa virtualizačních řešení (např. VMware, Hyper-V).

## **• Další Dovednosti:**

- Rozvoj měkkých dovedností, jako je komunikace a týmová práce.
- Příprava na profesní certifikace (např. Microsoft Certified: Windows Server, CompTIA Linux+).

### **3.1.3 Odborné praxe**

Odborná praxe je nedílnou součástí výuky studentů odborně vzdělávacích programů. pro dosažení plnohodnotného vzdělání je nutné vytvářet podmínky pro osvojení požadovaných praktických dovedností a činností. To je možné formou cvičení (v laboratořích, dílnách, odborných učebnách, fiktivních firmách apod.) nebo učební a odbornou praxí. na cvičení i na učební nebo odborné praxi lze žáky dělit na skupiny, zejména z důvodů bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a hygienických požadavků podle platných právních předpisů. Obsah praktických činností se odvíjí od vzdělávacích oblastí a obsahových okruhů RVP. (Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (2023). *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 18-20-M/01 Informační technologie*).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE a TĚLOVÝCHOVY ČESKÉ REPUBLIKY. *Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání 18-20-M/01 Informační technologie*. Online. In: [www.edu.cz](http://www.edu.cz): the free encyclopedia. Praha (CZ), 2023. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvpsov/ciste/18-20-M01.pdf>. [cit. 2024-06-09].

## 3.2 Případové studie a vzorové úlohy

V této části je definována oblast případové studie, co budou jednotlivé modely sledovat a jaké bude jejich hodnocení. Výzkum v této práci je kvalitativního charakteru, a tak je v teoretické části popsán primárně model případových studií pro klasifikaci kvalitativního vzorku dat. pro výzkum bylo využito více metod případových studií vzhledem k počtu sledovaných faktorů.

### 3.2.1 Typy případových studií

**Osobní případová studie** je podrobným výzkumem konkrétního aspektu u jedné osoby. Zaměřuje se na minulost, kontextové faktory a postoje, které zkoumané události předcházely. Zkoumá možné příčiny, determinanty, faktory a procesy spojené s událostí.

**Studie komunity** zkoumá jednu či více komunit v určité lokalitě, nebo lokalitu samotnou. Popisuje a analyzuje vzorce hlavních aspektů života komunity, včetně politických, pracovních a volnočasových aktivit, rodinného života, zvyků a pravidel. Tyto studie bývají označovány jako sociografie.

**Studium sociálních skupin** se zabývá zkoumáním malých přímo komunikujících skupin, jako jsou rodiny, i větších difúzních skupin, například zaměstnanců jednoho podniku. Popisuje a analyzuje vztahy a aktivity uvnitř skupin.

**Studium organizací a institucí** zkoumá firmy, školy a jiné organizace včetně implementace programů a intervencí, kultury organizací, procesů změn a adaptací. Cílem je najít nejlepší vzorce chování, zavést určité typy řízení a provést evaluaci.

**Zkoumání událostí, rolí a vztahů** se zaměřuje na určitou událost a může se částečně překrývat se studiem sociálních skupin a organizací. Obsahuje analýzu interakcí mezi členy skupiny, konflikty rolí a stereotypy.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> YIN, Robert Kuo-Zuir. *Case study research and applications: design and methods*. 6. edition. Los Angeles: SAGE, c2018. ISBN 978-1-5063-3616-9

### 3.2.2 Vzorové úlohy

Vzorové úlohy slouží ve výzkumu k ověření aplikace těchto úloh ve vzdělávání a také k provedení testování pro porovnání výkonů studentů v jednotlivých disciplínách.

### 3.3 Kvalitativní výzkum

Podle základních charakteristik (Miles a Creswell 2003, Huberman 1994, Bogdan, Biklen 1992), sledujeme nebo dodržujeme u kvalitativního výzkumu tyto hlavní parametry:

**Provedení výzkumu:** Kvalitativní výzkum se provádí prostřednictvím delšího a intenzivního kontaktu s prostředím nebo situací konkrétního studenta či skupiny studentů. Tyto situace obvykle reflektují každodenní život jedinců, skupin, společností nebo organizací.

**Integrovaný pohled:** Výzkumník se snaží získat komplexní pohled na předmět studie včetně kontextuální logiky a explicitních i implicitních pravidel, která v dané oblasti fungují.

**Metody získávání dat:** Používají se málo standardizované metody, přičemž hlavním nástrojem je sám výzkumník. Typy dat zahrnují přepisy poznámek z pozorování a rozhovorů, fotografie, audio a videozáznamy, deníky, osobní komentáře, poznámky, úřední dokumenty a jiné materiály, které formují výsledek daného výzkumu.

**Izolace témat:** Ve výzkumu se výzkumník snaží izolovat určitá témata, projevy a datové konfigurace, přičemž se ponechávají co nejdéle v kontextu ostatních dat.

**Cíle výzkumu:** Hlavním úkolem je objasnit, jak studenti v daném prostředí a situaci chápou, co se děje, proč jednají určitým způsobem a jak organizují své aktivity a interakce.

**Analýza dat:** Data jsou induktivně analyzována a interpretována. V kvalitativním výzkumu nekonstruují předem danou skládku, ale vytváří obraz, který se formuje v průběhu sběru dat a jejich analýzy. Výzkumník se snaží vytvořit podrobný popis pozorovaných a zaznamenaných jevů, přičemž se snaží získat co nejlepší data o situaci pro co nejlepší popis, za jakých konstelací data vznikla.

### **3.4 Technické řešení**

Hlavním bodem výzkumu byl samotný systém, který byl jednou z hlavních sledovacích částí. Vzhledem k jeho nesporným výhodám bylo potřeba najít optimální míru aplikace do reálného využití v rámci výuky na středních školách. Samotný systém je vyvíjen v rámci projektu NetLAB, centra pro informační a kybernetickou bezpečnost FEL ČVUT (<https://netacad.fel.cvut.cz/>), a autor tohoto výzkumu je také jeden z architektů systému. Školám zapojeným do výzkumu, byl umožněn přístup do platformy na úrovni jednotlivých uživatelů, tedy každý student obdržel přístupové údaje s plným přístupem do platformy. Celá infrastruktura využitá pro tento systém se nachází v prostorách centra FEL ČVUT a má systém plně pod správou. Nároky na technické vybavení pro samotnou školu zapojené do výzkumu byly v podstatě nulové vzhledem k možnosti využití lokálních počítačů pro připojení do infrastruktury serverů.

Systém virtuální laboratoře byl v první verzi vyvinut v roce 2021, kdy byl zkušebně nasazen ve výuce předmětů počítačové sítě na FEL ČVUT. Jeho vývoj trvá a tým, který na projektu pracuje, neustále vyvíjí nové funkce.

#### **3.4.1 Architektura systému**

Systém NetLAB je vyvinut na různých platformách, převážně v open-source programech. Veškeré aplikace a virtuální servery jsou hostovány ve virtualizační platformě vmware nebo proxomox.

#### **Vmware a technologie ESXi**

Vmware je společnost specializující se na virtualizační technologie, které umožňují provoz více operačních systémů a aplikací na jednom fyzickém serveru nebo počítači, tedy provádět takzvanou virtualizaci. Hypervizor VMware ESXi je hypervizorem typu 1, který běží přímo na hardwaru serveru a poskytuje prostředí pro vytváření a správu virtuálních strojů (VMs). Výhoda virtualizace je optimální využití hardwarových zdrojů, snížení nákladů a zvýšení provozní efektivity, čímž poskytují robustní a škálovatelnou infrastrukturu pro moderní IT prostředí.

## **Proxmox Virtual Environment**

Proxmox VE je open-source platforma pro virtualizaci, která kombinuje KVM hypervizor a LXC kontejnery s integrovanými funkcemi pro správu úložišť a sítí. Proxmox VE využívá KVM (Kernel-based Virtual Machine), který je integrovaný do linuxového jádra a zajišťuje vysoký výkon a efektivní správu zdrojů. Kromě virtualizace podporuje také LXC (Linux Containers), což umožňuje běh izolovaných aplikačních prostředí na sdíleném operačním systému. Hlavní výhodou je, že platforma nabízí nízké režijní náklady vzhledem k open-source řešení, díky čemuž není vyžadován licenční poplatek za většinu funkcí. Mezi další klíčové funkce patří integrovaná správa úložišť, síťových funkcí a zálohování, což poskytuje komplexní a efektivní řešení pro správu virtuálních prostředí.

### **3.4.2 Aplikace a prostředí**

Funkční částí řešení jsou aplikace pro přístup a ovládání prostředí, správu a rezervace samotné virtuální laboratoře.

#### **Eve-ng a GNS3**

EVE-NG (Emulated Virtual Environment Next Generation) je platforma pro emulaci sítí, která umožňuje vytváření a správu rozsáhlých virtuálních síťových laboratoří. EVE-NG podporuje různé síťové zařízení, včetně routerů, switchů, firewallů a dalších síťových prvků od předních výrobců jako Cisco, Juniper, Mikrotik a další. Platforma využívá technologie KVM a QEMU pro virtualizaci a emulaci síťových zařízení, což umožňuje realistické simulace a testování v prostředí, které je velmi podobné reálnému nasazení. EVE-NG poskytuje webové rozhraní pro správu a konfiguraci virtuálních topologií libovolně sestavených. Další klíčové funkce zahrnují možnost integrace s dalšími nástroji pro správu a monitorování sítí, rozsáhlé možnosti konfigurace a skriptování, podporu pro různé formáty virtuálních obrazů a také možnost připojit vytvořenou virtuální infrastrukturu do reálné infrastruktury. Podobně funguje aplikace GNS3, jejíž přední výhodou je možnost instalace klientské aplikace přímo na prostředí uživatele laboratoře.

#### **Rezervační systém**

Vzhledem k potřebě zajistit individuální přístupy samotným uživatelům bez možnosti ovlivnění ostatními byl vyvinut systém pro rezervaci času a konkrétního prostředí

pro konkrétního uživatele. Tato funkce zajistí, aby mohl každý v čase rezervace nerušeně pracovat v prostředí.

### **Správa identit**

V rámci prostředí Active Directory má každý uživatel platformy vytvořen účet, díky kterému přistupuje do různých aplikací pod jednotnou identitou. pro vytvoření přístupů do infrastruktury je potřeba využít registračního formuláře, na jehož základě jsou vygenerovány přístupové údaje.

### **Přístup do infrastruktury virtuálních laboratoří**

Pro přístup do virtuálních laboratoří odkudkoliv, mimo prostředí interní infrastruktury, mohou uživatelé využít poskytnutý VPN (virtual private network) tunel, díky kterému se uživatel připojí odkudkoliv mimo fyzickou laboratoř na FEL CVUT. Uživatel má také možnost využít prostředí virtuálních vzdálených obrazovek. Pomocí webového prohlížeče se ověří a následně mu je celé prostředí zprostředkováno ve webovém prohlížeči.

## **3.5 Alternativní řešení výuky a testování počítačových sítí**

Pro výuku počítačových sítí lze také využít další aplikace, jako třeba program cisco packet tracer nebo NS-3. V případě technických možností je výuka realizovatelná i na samotném fyzickém hardwaru.

### **Cisco packet tracer**

Cisco Packet Tracer je simulátor síťových zařízení vyvinutý společností Cisco Systems, který umožňuje vytváření a správu síťových topologií, konfiguraci zařízení a analýzu síťových protokolů. Nabízí uživatelské rozhraní pomocí vlastní aplikace bez nutnosti dalších programů a podporuje různé síťové komponenty od společnosti Cisco. Výhodou této aplikace je jednoduchá instalace a podpora pro různé operační systémy. Také je pro tento program vytvořeno mnoho scénářů jednoduché na import. Z těchto důvodů je velmi populární vzhledem k nízkým nárokům na provozování a distribuci. Velkou nevýhodou je ale jeho úzká aplikace na produkty od společnosti Cisco. Další zásadní nevýhoda je samotná technická stránka provedení, kdy veškeré prvky v aplikaci jsou pouze simulací fyzického hardwaru. Proto je možné, že se aktivní prvky nebudou chovat stejně jako v realitě nebo nebudou mít stejné funkce.

### **Network Simulator – 3. generace (NS-3)**

Network Simulator je open-source simulační nástroj navržený pro výzkum a vývoj v oblasti počítačových sítí. NS-3 se zaměřuje na simulování síťových protokolů a topologií, což umožňuje uživatelům experimentovat s návrhy a konfiguracemi sítí ve virtuálním prostředí. Nabízí širokou škálu modulů pro simulaci různých síťových vrstev, včetně aplikací, protokolů a zařízení, a podporuje modelování jak pevných, tak bezdrátových sítí. Je napsán v jazyce C++ a Python, což poskytuje flexibilitu a výkonnost. Často se používá ve výzkumu a akademické sféře díky schopnosti simulovat síťové podmínky a protokoly, což umožňuje podrobnou analýzu a optimalizaci síťových systémů. Výhody jsou v možnosti implementace a sledování samotných protokolů. Nevýhodou je chybějící emulace samotných zařízení a jejich přítomnost se tak pouze simuluje.

#### **Využití fyzického hardwaru**

Využití fyzického hardwaru pro výuku počítačových sítí je nezbytné pro efektivní vzdělávání v oblasti IT a telekomunikací. Práce se skutečnými síťovými zařízeními, jako jsou směrovače, přepínače, servery, anebo koncové stanice, umožňuje studentům získat reálné zkušenosti s instalací, konfigurací a údržbou sítí, což poskytuje hlubší porozumění jejich fungování. Tyto znalosti jsou důležité zejména pro využití v praxi, kde se s touto situací bude absolvent v oboru setkávat.

Praktický přístup rozvíjí zručnost a technické dovednosti, zahrnující instalaci kabelů, nastavení zařízení a diagnostiku problémů. Hands-on zkušenosti jsou klíčové pro hlubší pochopení a aplikaci teoretických znalostí. Tento přístup je obzvláště významný v technických a profesních oborech (PRINCE, Michael. Does active learning work?, 2004).<sup>3</sup>

Studenti se učí řešit reálné problémy jako jsou konektivita a složité konfigurace, což zlepšuje jejich schopnosti v reálných situacích. Práce s fyzickým hardwarem také pomáhá lépe pochopit abstraktní síťové koncepty, které se teoreticky obtížně vysvětlují.

Mezi zásadní výhody využití fyzického hardwaru pro výuku je jeho názornost a vysoká možnost napodobení situací v reálném prostředí. Studenti dokáží zařízení nejen

---

<sup>3</sup> PRINCE, Michael. Does active learning work? a review of the research. *Journal of engineering education*, 2004, 93.3: 223-231.

konfigurovat na úrovni softwaru, ale mají také vizuální kontakt se zařízením, díky čemuž mohou lépe porozumět některým konfiguračním procesům.

Velkou nevýhodou realizace výuky na fyzickém hardwaru je v první řadě finanční a prostorový aspekt. Hardware je poměrně drahý a v případě jeho neustálé aktualizace pro většinu škol nedostupný. Také je potřeba vyhradit prostory pro instalaci daného řešení. V neposlední řadě se s tímto pojí i velmi náročná údržba a organizace výuky pro samotného pedagoga či lektora. pro standardní počet studentů v praktickém vyučování je také problematické zajistit dostatek individuálního hardwaru pro všechny studenty. Z těchto důvodů pak většina škol realizuje tuto praxi ve dvojicích či skupinách, aby bylo možné dané praktické cvičení vykonat.

### 3.6 Rozdíly v technologiích a metodách výuky

Hlavní technologie, které se v současné době využívají pro výuku počítačových sítí, jsou popsány výše. V této části se tyto jednotlivé přístupy porovnají a popíšu se jejich hlavní výhody a nevýhody v různých dimenzích.

Případný popis ideálního modelu by byl založen na základních parametrech:

- Efektivita výuky
- Znalosti uplatnitelné v praxi
- Variabilita absolventa předmětu a jeho praktické uplatnění a znalosti
- Multisystémové znalosti
- Teoretický základ
- Individuální a týmové dovednosti
- Troubleshoot<sup>4</sup> dovednosti

Porovnání prostředí je pak závislé na finančních možnostech školy, a i na personálním obsazení učitelů daného oboru.

---

<sup>4</sup> **Troubleshoot:** disciplína, která se zaměřuje na řešení problému bez znalosti předchozích postupů nebo vzniku problému. Cílem je objevit závadovou část na daném zařízení nebo systému.

### 3.6.1 Výuka pomocí hardwaru

#### Výhody:

**Reálná situace:** Umožňuje studentům pracovat s fyzickým vybavením, což je nezbytné pro pochopení reálného provozu a konfigurace.

**Praktické dovednosti:** Studenti získají zkušenosti s fyzickou manipulací se zařízeními, jako je instalace, propojení kabelů a údržba hardwaru.

**Bezprostřední zpětná vazba:** Chyby konfigurace a problémy lze okamžitě vidět a řešit. Lze nasimulovat i hardwarové chyby, které se v případě ostatních modelů nedají uvěřitelně vytvořit.

#### Nevýhody:

**Náklady:** Pořízení a údržba síťového hardwaru je drahá, což může být pro vzdělávací instituce finančně náročné.

**Prostorové požadavky:** Fyzický hardware vyžaduje dostatek místa a speciální infrastrukturu pro realizaci laboratorních úloh.

**Omezená škálovatelnost:** Rozšíření laboratoře znamená další finanční a prostorové náklady.

**Administrace:** Administrace a údržba hardwarových boxů je náročnější jak časově, tak i znalostně.

### 3.6.2 Softwarové simulace

#### Cisco Packet Tracer

#### Výhody:

**Nákladová efektivnost:** Simulace v Cisco packet traceru je levnější než fyzický hardware, a k tomu je možné v případě vytvoření Cisco akademie v dané instituci obdržet studijní materiály a podporu pomocí prostředí Cisco Netacad.com.

**Přístupnost:** Studenti mohou trénovat kdykoli a kdekoli, pokud mají přístup k počítači.

**Škálovatelnost:** Škálovatelnost prostředí je omezena pouze výkonem daného počítače a limity programu.

**Bezpečné prostředí:** Umožňuje testovat konfigurace a scénáře bez rizika poškození reálného zařízení.

**Administrace:** pro lektora nebo učitele je administrace velmi jednoduchá a zakládá se pouze na udržování aktuální verze programu. Odpadá tak jakákoliv starost o hardware a infrastrukturu pro realizaci laboratoří.

#### **Nevýhody:**

**Omezená realističnost:** Simulace nemohou vždy plně napodobit reálné chování hardwaru a některé chování je značně zkreslené.

**Výkonnostní omezení:** Některé pokročilé funkce a chování sítí mohou být omezené nebo nejsou podporovány. Realizace některých situací z reálného prostředí je tak někdy nemožná.

**Praktická zkušenost:** Studenti nepracují s fyzickým vybavením, což je nevýhoda pro jejich praktické dovednosti a může být důvodem pro nepochopení některých teoretických konceptů.

**Vendor solution:** Program simuluje pouze zařízení od společnosti Cisco. Nevýhodou je tak úzké profilování praktických dovedností na zařízení od této společnosti.

### **3.6.3 Emulace v EVE-NG nebo GNS3**

#### **Výhody:**

**Realističnost v konfiguraci:** Emulace poskytuje vysoce realistické prostředí, které nejbližší odpovídá skutečnému chování síťových zařízení.

**Flexibilita:** Vzhledem k tomu, že program není vyvinut výrobcem konkrétní značky síťových zařízení, umožňuje integraci různých typů síťových zařízení a softwaru, což dává široké možnosti konfigurace a testování.

**Škálovatelnost:** Virtuální prostředí lze snadno rozšiřovat bez fyzických omezení. Také je možné (s ohledem na možnosti zdrojů) poskytnout individuální laboratorní úlohu pro každého studenta. Není zde tedy nutnost sdílení zdrojů.

#### **Nevýhody:**

**Výkon:** Emulace vyžaduje značný výpočetní výkon, což může být náročné pro hardware.

**Komplexita:** Nastavení a správa emulačních prostředí je složitější než u softwarových simulací. Je potřeba zajistit administrátora systému a tento systém průběžně udržovat.

**Potřeba licence:** Některý software a obrazy pro emulaci mohou vyžadovat licence, což zvyšuje náklady na provoz.

### 3.6.4 Simulace a emulace

Simulace a emulace jsou různé techniky používané pro modelování a provozování systémů, přičemž každá má své specifické vlastnosti a možné použití. Při simulaci se model snaží nasimulovat chování pomocí programu. Emulace využívá konkrétní model pro realizaci daných úloh.

*Tabulka 1-porovnání simulace vs. emulace*

	<b>Simulace</b>	<b>Emulace</b>
<b>Přesnost</b>	Může být méně přesná, protože se zaměřuje na modelování obecných charakteristik systému.	Vysoce přesná, protože se snaží replikovat každý detail původního systému.
<b>Výkon</b>	Obvykle méně náročná na zdroje, protože nemusí replikovat každý detail systému.	Vyžaduje vyšší výkon, protože musí přesně napodobovat celý systém.
<b>Flexibilita</b>	Vysoce flexibilní, umožňuje snadné změny a úpravy modelu.	Méně flexibilní, změny vyžadují detailní úpravy emulovaného systému.
<b>Implementace</b>	Vytváření modelů a skriptů, které popisují chování systému.	Použití speciálního hardwaru nebo softwaru, který replikuje originální systém.
<b>Zpětná vazba</b>	Poskytuje obecné informace o chování systému na základě teoretických modelů.	Poskytuje přesnou zpětnou vazbu, jak by systém fungoval v reálném světě.

### 3.6.5 Shrnutí

Hardwarová výuka je nenahraditelná pro praktické dovednosti, je ale drahá a náročná na prostory učebny či laboratoře. Softwarové simulace jsou cenově dostupné a přístupné, zato jsou však méně realistické. Emulace v nástrojích jako EVE-NG a GNS3 nabízí kompromis mezi realističností a flexibilitou. Vyžaduje ale značný výpočetní výkon a může být složitější na správu.

V ideálním případě by vzdělávací programy měly kombinovat více metod, aby poskytly komplexní vzdělání, které zahrnuje jak teoretické znalosti, tak i praktické dovednosti.

## **4 Popis operačních systémů využívaných ve výuce počítačových sítí**

Pro sestavení optimální vyučovací hodiny v tématu operačních systémů a počítačových sítí je důležitá zejména variabilita a poznání různých druhů operačních systémů. Především jde o jejich zásadní funkce, které studenti jako budoucí administrátoři infrastruktury budou pro výkon své činnosti potřebovat.

Ve výuce počítačových sítí se studenti seznamují s různými operačními systémy. Každý z nich nabízí jedinečné nástroje a vlastnosti, které jsou nezbytné pro pochopení a správu sítí a pro zajištění všech služeb v dané infrastruktuře. Tyto systémy nejenže poskytují základní funkce pro správu počítače, ale také obsahují specifické nástroje a aplikace pro síťovou komunikaci, provozování aplikací, monitorování, zabezpečení a analýzu.

### **4.1 Aktivní síťové prvky**

#### **Cisco IOS**

Cisco IOS je specializovaný operační systém používaný na Cisco zařízeních, jako jsou směrovače a přepínače. Tyto systémy se zejména využívají v rámci výuky na školách a univerzitách, které připravují studenty na certifikace Cisco (např. CCNA). Tento systém se velmi často využívá i v reálných řešeních, a to v případě infrastruktury vybudované na zařízeních od společnosti Cisco.

#### **MikroTik RouterOS**

MikroTik RouterOS je specializovaný operační systém vyvinutý společností MikroTik, který je navržen pro správu síťových zařízení, zejména routerů a switchů vyvinutých od této společnosti. Tento operační systém je velmi flexibilní a zejména díky rozsáhlým funkcím a relativně nízkým nákladům je velmi často používán jako alternativa pro nízkorozpočtové infrastruktury.

## 4.2 Serverové operační systémy

### Microsoft Windows Server

Microsoft Windows Server je jedním z nejpoužívanějších serverových operačních systémů, zejména v podnikovém prostředí. Tento operační systém je známý svou robustností, širokou podporou aplikací a služeb a uživatelsky přívětivým grafickým rozhraním. Nevýhodou je omezená licence pro využití některých funkcí a vyšší nároky pro hardwarové prostředky.

### Linuxové distribuce

Dalšími významnými operačními systémy pro serverové účely jsou různé distribuce linuxových systémů, které jsou většinou plně zadarmo. Jsou výborné díky své flexibilitě, bezpečnosti a otevřenosti. Některé z nejpoužívanějších distribucí pro servery zahrnují Ubuntu Server, CentOS nebo Debian. Velkou výhodou je i nižší nárok pro hardware oproti windows serveru.

## 4.3 Uživatelské operační systémy

Operační systémy pro koncové stanice jsou softwarem, který umožňuje uživatelům interagovat s počítačem a provádět různé úlohy, od běžné kancelářské práce až po specifické technické a kreativní činnosti. Ve výuce počítačových sítí je znalost prostředí a funkce těchto systémů zásadní vzhledem k faktu, že v reálných infrastrukturách se operační systémy hojně vyskytují.

### Microsoft Windows

Microsoft Windows je jeden z nejrozšířenějších operačních systémů pro koncové stanice používaný jak v domácnostech, tak v podnikových prostředích. Proto je potřeba tento systém zahrnout v praktické výuce pro síťové administrátory.

### Linux

Případnou alternativou k Microsoft Windows je otevřený operační systém Linux, který je oblíbený technickými nadšenci, vývojáři a v akademickém prostředí. Existuje mnoho různých distribucí Linuxu, z nichž každá má své specifické vlastnosti a zaměření. Mezi nejpopulárnější patří Ubuntu, Fedora a Mint.

## 5 Empirická část

V současném vzdělávacím prostředí se stále více prosazují technologie, které umožňují efektivnější a interaktivnější výuku. Z tohoto důvodu se začal v centru kybernetické a informační bezpečnosti FEL CVUT budovat systém NetLAB pro podporu moderního vzdělávání, který studentům nabízí možnost pracovat s komplexními systémy a nástroji ve flexibilním prostředí, co nejvíce dostupném a nezávislém na místě nebo čase.

Tento výzkum se zaměřuje na využití virtuální laboratoře ve výuce počítačových sítí a hodnotí její efektivitu ve srovnání s tradičními metodami výuky.

### 5.1 Výzkumné otázky a cíle

**Jaký má vliv využití virtuální laboratoře na praktické znalosti studentů středních škol v oblasti počítačových sítí?**

**Jak ovlivní virtuální laboratoř praktické dovednosti studentů uplatnitelné v scénářích trouble-shootingu reálné infrastruktury?**

**Přispěje virtuální laboratoř ke zlepšení praktické dovednosti studentů ve srovnání s tradičními laboratorními metodami?**

**Jak hodnotí studenti a učitelé použití a účinnost NetLAB systému, a jim podobných, ve výuce?** (viz kapitola 3.6 Rozdíly v technologiích a metodách výuky)

**Jak realizovat praktická cvičení na střední škole, aby byl absolvent oboru dostatečně připraven na aplikaci znalostí v praxi?**

**V jaké míře se studenti připojovali do virtuální laboratoře mimo školní výuku?**

### 5.2 Předpoklady a očekávání využití platformy

Systém NetLAB je reakcí na moderní trendy výuky a nutnost její částečné digitalizace a modernizace pro splnění předpokladů kladené současnými trendy. Při vzniku výzkumu se na základě níže popsaných předpokladů a očekávání formovalo i samotné prostředí NetLAB.

### 5.2.1 Předpoklady a očekávání

Studenti, kteří využili systém NetLAB, dosáhnou vyšší úrovně praktických znalostí v oblasti počítačových sítí než studenti, kteří se učí standardními metodami zavedenými na střední škole zapojené do výzkumu.

- Využití systému NetLAB by mohlo vést k lepšímu porozumění praktických znalostí počítačových sítí. Toho je dosaženo zejména díky vysoké dostupnosti a škálovatelnosti systému, který nabízí pro každého studenta možnost vytvořit i rozsáhlé scénáře bez nutnosti sdílet zdroje ve skupinách. Systém také nabízí možnost připojení do virtuální laboratoře nepřetržitě v jakoukoliv dobu. Dá se tedy předpokládat, že někteří studenti využijí možnost laboratoře i nad rámec časové dotace hodiny.

Vzniká zde předpoklad, že využití systému vede k lepším praktickým dovednostem při konfiguraci, správě sítí a práci s reálnými scénáři ve srovnání se standardními metodami zavedenými na střední škole zapojené do výzkumu.

- Vychází z předpokladu, že virtuální laboratoře umožňují studentům více praktických cvičení založených na reálných scénářích, a díky tomu vede i k lepším praktickým znalostem.

Studenti považují v rámci prvotních šetření virtuální laboratoře za uživatelsky přívětivé a efektivní nástroje pro výuku počítačových sítí.

- Studenti oceňují snadnost použití, intuitivní ovládání a efektivitu virtuálních laboratoří, což pozitivně ovlivní jejich zkušenost s učením. Také ocení možnost vytvářet velké síťové scénáře bez nutnosti pracovat ve skupinách z důvodu nedostatečného počtu síťových prvků.

Využití virtuálních laboratoří zvyšuje angažovanost a motivaci studentů při studiu počítačových sítí.

- Předpokládá se, že interaktivní prostředí a dostupnost laboratoře povede studenty k většímu zájmu o dané téma.

V rámci výzkumu se očekává, že studenti a vyučující identifikují více výhod než nevýhod při využívání virtuálních laboratoří ve výuce počítačových sítí.

- Očekává se, že identifikované výhody (např. flexibilita, dostupnost, škálovatelnost) budou převažovat nad nevýhodami (např. technické problémy, nedostatek interakce s reálným hardwarem).

### 5.3 Případové studie

Pro výzkum využití virtuální laboratoře NetLAB ve výuce počítačových sítí byl navržen následující výzkumný model, který zkoumá data na základě kvalitativního výzkumu. Tento model umožňuje analýzu vlivu virtuální laboratoře na znalosti, dovednosti, motivaci a celkovou spokojenost studentů.

#### 5.3.1 Výzkumný vzorek

Do výzkumu bylo zapojeno celkem 58 studentů středních škol v rámci odborných předmětů. V rámci šetření bylo studentům umožněno na některé otázky neodpovědět či libovolné úlohy neodevzdat. Výsledný součet odpovědí nemusí vždy odpovídat počtu zapojených studentů. Tento fakt je i způsoben absencí některých studentů v procesu akvizici dat. (viz. 5.5 Akvizice dat) Ve výzkumu figurují studenti dvou pražských středních škol:

- Střední průmyslová škola elektrotechnická Ječná
- Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium

#### Popis školy: Střední průmyslová škola elektrotechnická Ječná<sup>5</sup>

Střední průmyslová škola elektrotechnická Ječná, nacházející se v centru Prahy, je významná vzdělávací instituce s bohatou historií sahající až do 19. století. Škola se specializuje na technické obory, zejména elektrotechniku a informatiku. Nabízí moderně vybavené laboratoře, dílny a učebny, které podporují praktickou výuku a přípravu studentů na reálné pracovní prostředí. Elektrotechnický obor zahrnuje studium elektrických obvodů, elektronických zařízení a energetických systémů, zatímco informatika se zaměřuje zejména na programování. Obor Automatizace a robotika se věnuje moderním automatizačním technologiím a robotickým systémům.

V současnosti má škola přibližně 700 až 800 studentů, kteří jsou rozděleni do různých ročníků a oborů. Každý rok přijímá kolem 200 nových studentů, kteří mají možnost se zapojit do různých projektů a stáží ve spolupráci s významnými firmami v průmyslu.

---

<sup>5</sup> SPŠE Ječná [online]. [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://www.spsejecna.cz/>

Výukové metody zahrnují kombinaci teoretických znalostí a praktických dovedností, což zvyšuje uplatnitelnost absolventů na trhu práce. Škola také podporuje rozvoj osobních a měkkých dovedností studentů, jako jsou týmová spolupráce, komunikace a kritické myšlení.

Absolventi SPŠE Ječná jsou vysoce žádaní na trhu práce díky svému technickému zaměření a praktickým zkušenostem. Část z nich pokračuje ve studiu na vysokých školách technického zaměření. Škola je i fakultní školou Fakulty elektrotechnické ČVUT a Univerzity Karlovy.

### **Popis školy: Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium <sup>6</sup>**

Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium v Praze je renomovaná vzdělávací instituce zaměřená na technické a inženýrské obory s historií sahající do počátku 20. století. Nachází se v pražské části Smíchov. Škola nabízí studium informační technologie zaměřené na programování, správu sítí nebo kybernetické bezpečnosti. Kybernetická bezpečnost je vyčleněna jako samostatný obor (ochrana informačních systémů a analýza bezpečnostních hrozeb). V nedávné době došlo ke vzniku dalšího studijního oboru gymnaziálního typu zaměřeného na informační technologie.

Škola je specifická v některých aspektech organizace studia. Nabízí studentům možnost výběru několika dní studia z domova, umožňuje studenty aktivně zapojovat do procesu výuky a umožňovat jim lektorovat některé předměty pro mladší spolužáky. Ve škole je několik zájmových skupin, které se starají o různé projekty, které škola pořádá, nebo se podílí na chodu školní počítačové infrastruktury. Škola se také společně s Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy podílí na Strategii 2030+. Současně je škola také fakultní školou Univerzity Karlovy a Fakulty elektrotechnické ČVUT.

Vyučování kombinuje teoretické znalosti s praktickými dovednostmi a spolupracuje s průmyslovými partnery. Moderně vybavené učebny, laboratoře a dílny poskytují studentům přístup k nejnovějším technologiím. Škola má přibližně 900 studentů a každoročně přijímá

---

<sup>6</sup> *Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium* [online]. [cit. 2024-06-19]. Dostupné z: <https://www.ssps.cz/>

kolem 220 nových žáků. Absolventi jsou vysoce žádaní na trhu práce a někteří pokračují dále ve studiu na vysokých školách technického zaměření.

### Popis populace zapojené do výzkumu

Výzkum diplomové práce byl realizovaný na dvou středních školách, které přijaly nabídku spolupráce. V rámci dohody o provedení výzkumu byly vybrány konkrétní paralelky, které se výzkumu účastnily. Výzkum vychází z rozdělení populace do dvou skupin na ty, které systém ve výuce počítačových sítí aktivně využívají (jako náhradu nebo doplněk do zavedené výuky), a ty které se účastní pouze testování a ověření znalostí jako kontrolní skupina. Rozřazení studentů do skupin výzkumu bylo stanoveno na základě studijních skupin. Pro střední průmyslovou školu Smíchov byl vzhledem k časovým možnostem zvolen jiný model, kdy studenti mají možnost laboratoř využívat, nicméně se virtuální laboratoře nevyužily ve formální výuce.

Celkem byly vytvořeny tři skupiny studentů dle školního rozdělení v rámci tříd:

- Skupina Střední průmyslová Ječná, celkem 43 studentů druhého ročníku ve 3 různých paralelkách
  - 18 studentů součástí experimentálního výzkumu
  - 25 studentů jako kontrolní skupina (2 různé paralelky)
- Skupina Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium, celkem 15 studentů prvního ročníku
  - 15 studentů součástí experimentálního výzkumu (ve volitelném režimu)

### 5.4 Rozdělení skupin a počet studentů

Procento žen které se účastnily výzkumu ve skupině Střední průmyslová Ječná =  $\frac{1}{43} \times 100 \approx 2.33\%$ .

Skupina ŠPŠE Ječná	Počet lidí	Muži	Ženy
Účast v rámci experimentální skupiny	25	25	0
Účast v rámci kontrolní skupiny	18	17	1
<b>Σ studentů</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>1</b>

Procento žen které se účastnily výzkumu ve skupině Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium =  $\frac{0}{15} \times 100 \approx 0\%$ .

<b>Skupina Smíchovská střední průmyslová škola a gymnázium</b>	<b>Počet lidí</b>	<b>Muži</b>	<b>Ženy</b>
Účast v rámci experimentální skupiny	15	15	0
Účast v rámci kontrolní skupiny	0	0	0
<b>Σ studentů</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>0</b>

#### 5.4.1 Statistické zhodnocení vzorku SPŠE Ječná

**Celkový počet osob:** Celkový počet zkoumaných osob je **43**.

**Rozdělení podle odpovědi:**

- **Experimentální skupina:** 25 osob (58.1 %)
- **Kontrolní skupina:** 18 osob (41.9 %)

**Rozdělení podle pohlaví:**

- **Muži:** 42 osob (97.7 %)
- **Ženy:** 1 osoba (2.3 %)

#### 5.4.2 Výzkumné metody

V počáteční fázi výzkumu byly studenti z vybraných škol náhodně rozřazeny do skupin experimentální a kontrolní. Výběr proběhl se souhlasem ředitele školy a vyučujících kteří přidělili třídu pro experimentální část výzkumu a třídu pro plnění funkce kontrolní skupiny.

V rámci kvalitativního výzkumu byli studenti seznámeni s výzkumem a byl jim představen časový harmonogram. Studenti se zúčastní dotazníkového šetření pro získání informací o konkrétním studentovi. Dále pomocí pozorování a osobních rozhovorů v průběhu výzkumu budou zaznamenána data o práci a hodnocení studentů. Studenti se ke konci výzkumu účastní testovacího programu mimo prostředí standardní výuky, kde se otestují jejich znalosti v reálné aplikaci. Dalším důležitým faktorem, který je sledován, je samotná

motivace studentů. V rámci sledování tohoto faktoru byly sbírány počty připojení do virtuální laboratoře mimo čas výuky.

#### **Experimentální skupina:**

- **Charakteristika:** Studenti této skupiny budou během kurzu využívat virtuální laboratoř NetLAB pro praktická cvičení a simulace v oblasti počítačových sítí. Vyučující dostanou k dispozici sady úloh, které mohou pro výuku využít. Samotný učitel pak dle svého uvážení a plánu hodiny systém využívá v praktické výuce počítačových sítí.
- **Cíl:** Zhodnotit efektivitu virtuální laboratoře NetLAB na základě praktických dovedností, motivaci a angažovanosti studentů. Zhodnotit efektivitu vyučovacího procesu a kvalitu samotné výuky.

#### **Kontrolní skupina:**

- **Charakteristika:** Studenti této skupiny budou využívat tradiční metody výuky zavedené na škole, kterou studují. Jejich vyučovací plán se tedy nemění a je plně sestaven učiteli dané školy.
- **Cíl:** Slouží jako referenční skupina pro porovnání s experimentální skupinou.

### **5.5 Akvizice dat**

Pro samotnou akvizici dat byly využity různé nástroje. pro dotazníkové šetření byl využit online dotazník pomocí formuláře. Respondenti individuálně vyplnili potřebná data. Dále byl v rámci finálního testování vytvořen pro každého studenta individuální pracovní list, díky kterému lze vyhodnotit praktické zkušenosti studenta. Data vyhodnocována v rámci výzkumu pocházejí převážně od skupiny studentů ze školy Střední průmyslová Ječná. Skupina studentů ze Smíchovské střední průmyslové školy a gymnázia se výzkumu zúčastnili v omezené formě a neabsolvovali testování v rámci předpokladu plánu výzkumu popsaném v části 5.6 (Chronologická struktura výzkumného procesu).

#### **5.5.1 Pre-test**

Studenti se před finálním testování zúčastnili dotazníkového šetření, ve kterém uvedly své dosavadní zkušenosti a hodnocení ve sledovaných předmětech. Šablona dotazníku je k dispozici v příloze. (viz. 10.1 - Dotazník pro výzkum DP - Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků)

### **5.5.2 Post-test**

Ke konci výzkumného projektu se studenti podrobili opětovnému šetření, kde zhodnotili prostředí, ve kterém realizovali výuku v rámci výzkumu. Také hodnotili praktickou zkoušku připravenou pro ověření a porovnání znalostí mezi skupinami. (viz. 10.2 - Vzorový formulář pro poslední fázi sběru dat)

### **5.5.3 Laboratorní úlohy zařazené do výuky ve školách**

Školy obdržely sadu předpřipravených úloh do samotné laboratoře, díky kterým mohly využít již připravené řešení bez nutnosti návrhu nových úloh. V některých případech ale školy využily možnosti prostředí na sestavení úlohy dle svých potřeb. V příloze jsou některé úlohy, které byly pro školy připraveny. (viz. 10.3 - Databáze laboratorních úloh a jejich popis)

## **Dostupné systémy v laboratoři (srpen 2023)**

### **Síťové prvky**

- Cisco IOS L3 Switch (L2 in default)
- Cisco IOS Router
- Mikrotik RouterOS v6
- pfSense

### **Operační systémy pro osobní počítače**

- Windows 7
- Windows 10
- Linux Ubuntu (16 LTS) - core
- Kali Linux

### **Serverové operační systémy**

- Ubuntu server
- Microsoft server 2019

### **Firewally**

- Cisco ASA
- Mikrotik RouterOS
- pfSense

### **Minimální požadavky pro systém (obslužný počítač)**

- Připojení do veřejné sítě (neblokovaný provoz VPN na portu 443 UDP)

- Operační systém s podporou virtualizace
- Nainstalovaný virtualizační program (VirtualBox Oracle, vmware Workstation)
- Alespoň 2 jádra CPU, minimum 2GB volné paměti RAM pro virtuální stroj (doporučeno 4 GB)
- Architektura amd64, 386
- 20 GB pevného disku pro instalaci virtuálního stroje (doporučen disk typu SSD)
- Předpokládaný průměrný datový tok:
  - Konfigurace přes konzole – do 50 kbps
  - Konfigurace využitím VNC (remote desktop) – od 2 Mbps – 10Mbps

#### 5.5.4 Praktická zkouška znalostí pro porovnání výsledků experimentu

Pro ověření dopadů využívání virtuální laboratoře NetLAB u experimentální skupiny studentů bylo pro obě skupiny (experimentální a kontrolní) vytvořeno identické praktické zadání kopírující reálné praktické úlohy, se kterými se mohou v praxi setkat.

Experimentální skupina měla k systému virtuálních laboratoří přístup jak v rámci rozvrhové výuky, tak i v jakýkoliv čas mimo rozvrh. U kontrolní skupiny probíhala výuka dle standardních prostředků a metod.

Pro porovnání efektivity a rozdílů mezi řešením virtuální laboratoře a reálným hardwarem bylo praktické zadání realizováno na obou variantách. Konkrétní znění zadání je uvedeno v příloze. Návrh samotného zadání vycházel z několika podmínek:

- Simulace pracovního prostředí ve virtuální pobočce
- Simulace práce v kolektivu a nutnost komunikace
- Úlohy, které studenti řeší jsou založeny na reálných scénářích
- Zadání úlohy je poskytnuto formou, která je zasazena do příběhu pro lepší pochopení konkrétní události
- Studenti úlohy řeší v libovolném pořadí dle jejich uvážení, přičemž se sleduje jejich strategie postupu řešení
- Pro pomoc v řešení úloh se studenti mohou obrátit na simulovanou centrálu

Čas pro řešení byl identický, přičemž se kombinovala jak práce na samotném hardwaru, tak i pomocí virtuální laboratoře NetLAB. Čas na vypracování praktické části byl přibližně 100 minut. Celkem bylo vytvořeno 18 stejně náročných zadání a v každém 4 typově různé úlohy.

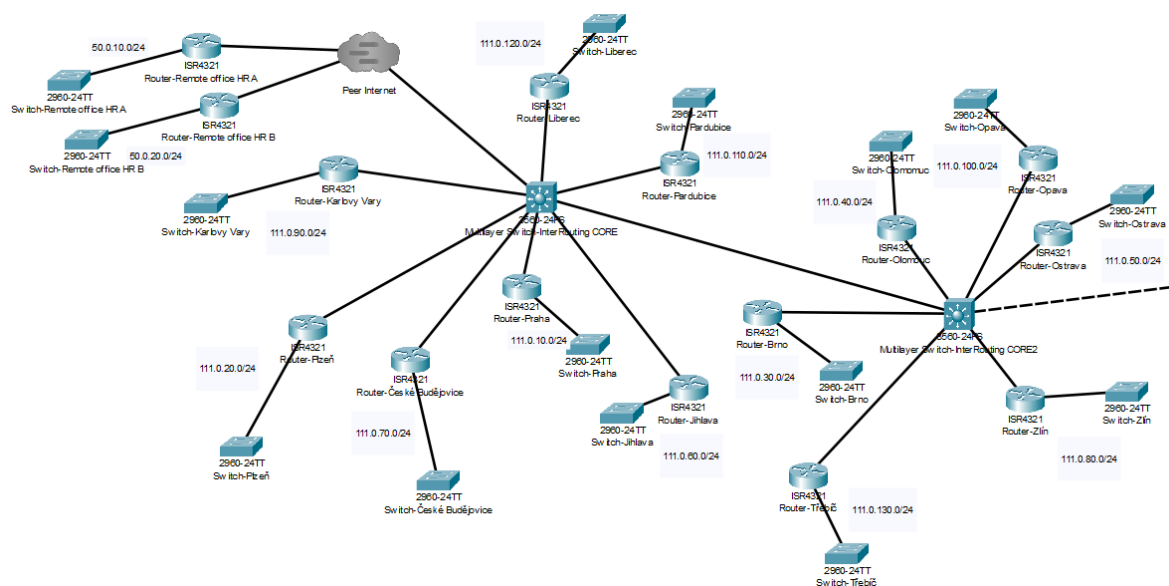
Pro simulaci prostředí sítě techniků a jejich centra podpory, byli vybráni náhodně 2 až 5 studentů, kteří se starali o podporu svých spolužáků. Tato skupina byla fyzicky oddělena pro simulaci oddělených pracovišť. pro komunikaci s podporou museli využít chatovací nástroj. Skupina, která řešila podporu pro ostatní, dostala také přístup na dohledové centrum, pro dohled nad celou sítí.

### **5.5.5 Procedura při přidělování úloh pro praktickou zkoušku znalostí**

V rámci testovacího procesu pro zjištění dopadu systému na znalosti studentů se studenti z kontrolní a experimentální skupiny ze školy SPŠE Ječná dostavili fyzicky do testovací místnosti, kde jim bylo zadáno až 18 stejně obtížných zadání (10.4 Zadání praktické úlohy pro testování). Další část studentů (zbytek) byl zvolen pro pozici support, kdy jim byla přidělena separátní místnost pro vykonávání podpory pro ostatní účastníky výzkumu. Této skupině nebyla jejich úspěšnost řešení měřena, vzhledem k povaze jejich činnosti. Zúčastnili se však vstupního a výstupního dotazníkového šetření a rozhovoru.

### **5.5.6 Vzorové úlohy pro praktickou zkoušku znalostí**

Vzorová úloha se skládá z několika dílčích úkolů, které student v rámci laboratoře řeší. Každý student, jak z experimentální tak i z kontrolní skupiny, dostane podobné zadání pro možnost porovnání výsledků. pro vyhodnocení studenti vyplňovali čas začátku práce na dané úloze a čas ukončení a vyřešení zadání. O pořadí řešení úloh student rozhodoval individuálně dle své strategie. Správnost řešení byla zpětně vyhodnocena výzkumníkem. Ukázka předlohy je k dispozici v rámci přílohy. (10.4 Zadání praktické úlohy pro testování)



Obrázek 1- dohled infrastruktury pro support studenty

### 5.5.7 Rozhovory a fokusní skupiny

V průběhu výzkumu byly výzkumníkem sbírány data ohledně reakcí studentů a vyučujících na samotný systém. Rozhovory probíhaly v průběhu nebo těsně po ukončení vyučovacích hodin. Sběr informací probíhal pomocí dotazníkového šetření u experimentální a kontrolní skupiny. Průběžné šetření pomocí rozhovorů bylo realizováno pouze u experimentální skupiny. Data byla zaznamenána pomocí textového přepisu.

### 5.5.8 Systémové logy

V rámci akvizice dat se pro výzkum využívají systémové statistiky jako například počet přístupů do virtuální laboratoře daného studenta, jaké laboratorní úlohy student vyzkoušel a jak moc vytěžoval hardwarové zdroje serverové farmy. Data se sbírala z rezervačního systému, autentizačního serveru LDAP a samotných podů<sup>7</sup>. V rámci tohoto sběru se celkem nasbírala data o přibližně 500 jedinečných záznamech.

Tato data jsou vyhodnocena v rámci kapitoly Analýza dat.

<sup>7</sup> Pod – Pracovní prostředí pro každého studenta. Pod je technicky realizovaný jako izolované pracovní prostředí v rámci virtualizovaného systému.

### **5.5.9 Nepřesnosti a chyby při sběru dat**

V rámci sběru dat a databáze je vzhledem k množství různých vstupů možné, že některá data a záznamy nejsou ošetřena vůči chybnému zápisu, kdy student sám vyplňuje některá data o průběhu testování, které se pak využívají při vyhodnocení výzkumu. U těchto dat nelze ověřit jejich pravou hodnotu a je potřeba spoléhat na míru nejistoty těchto vstupů. Tyto stavy nastávají například v částech, kdy se vyhodnocuje čas studenta, stráven ve virtuální laboratoři, kdy nebyl systém zpětné kontroly, jak ověřit efektivitu činnosti jednotlivých studentů v rámci individuálního studia. (viz. kapitola Analýza technické části)

## **5.6 Chronologická struktura výzkumného procesu**

Časové uspořádání výzkumu zahrnuje několik fází, které jsou rozvrženy tak, aby umožnily systematický sběr dat a jejich analýzu. Harmonogram byl navržen v souladu se školním rokem 2023/2024 v září 2023, kdy došlo k prvnímu setkání se zástupci středních škol a domluvení průběhu výzkumu, a ukončením v květnu 2024, kdy došlo k poslednímu testování studentů v rámci výzkumu.

### **Příprava a plánování – týden 1–10 (září–prosinec)**

- Návrh a příprava výzkumných nástrojů (testy, dotazníky, rozhovory, pozorovací protokoly)
- Vytvoření laboratorních úloh pro experimentální skupinu studentů
- Příprava plánu implementace virtuální laboratoře do výuky na škole SPŠE Ječná

### **Aplikace experimentálního systému SPŠE Ječná – týden 10–26 (prosinec–duben)**

- Příprava připojení do virtuální laboratoře v rámci učebny na SPŠE Ječná
- Rozeslání pokynů studentům ohledně přístupů do laboratoře a seznámení studentů s funkcemi prostředí
- Vytvoření individuálních přístupových údajů pro připojení studentům zapojených do experimentální skupiny

### **Aplikace experimentálního systému SPŠ Smíchov – týden 15–26 (leden–duben)**

- Příprava připojení do virtuální laboratoře v rámci učebny na SPŠ Smíchov
- Rozeslání pokynů studentům ohledně přístupů do laboratoře a seznámení studentů s funkcemi prostředí
- Vytvoření individuálních přístupových údajů pro připojení studentům zapojených do experimentální skupiny

## Výuka a sběr průběžných dat ve vyučovacích hodinách – týden 10–35 (prosinec–květen)

- Výuka probíhá podle plánu (experimentální skupina využívá virtuální laboratoře, kontrolní skupina tradiční metody)
- Výzkumník pravidelně navštěvuje výuku a provádí zápis činností v experimentální skupině v systému
- Průběžné pozorování během praktických cvičení (výzkumník zaznamenává chování a interakce studentů)
- Shromáždění dat o průběhu výuky a interakcích studentů

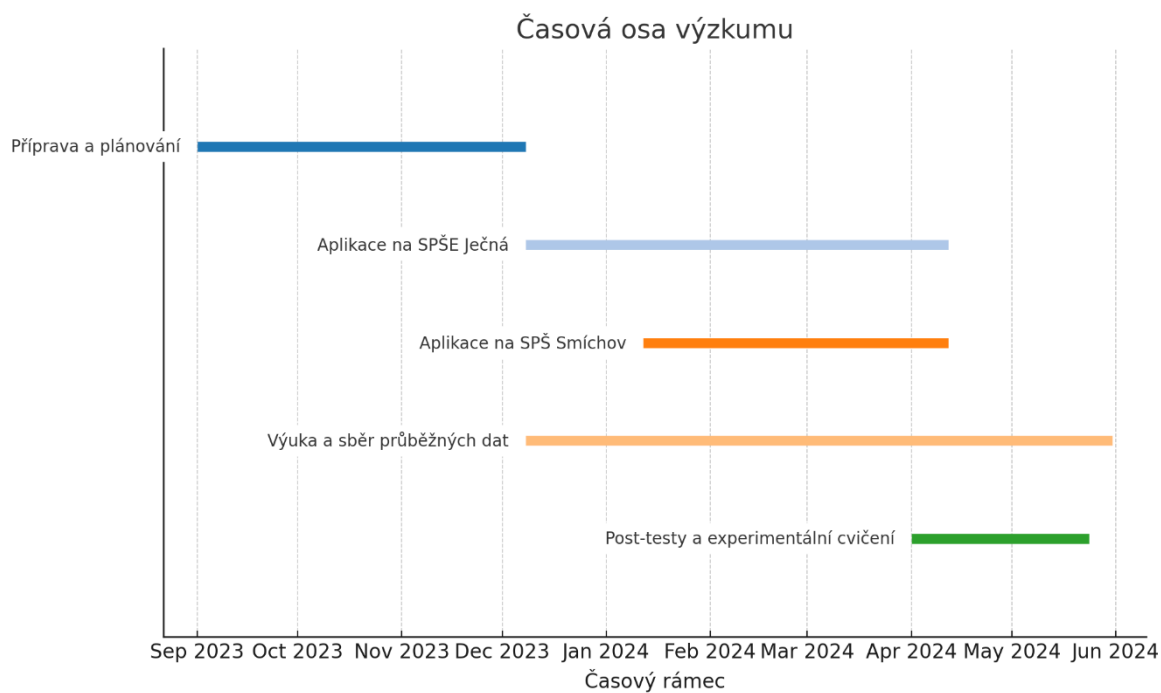
## Post-testy a experimentální cvičení – týden 23–30 (duben–květen)

- Testování na FEL CVUT (studenti ve skupinách)
- Vyplnění individuálního dotazníku a hodnocení práce s experimentálním systémem (viz. příloha 10.1 a 10.2)

## Celkový harmonogram

Tabulka 2 – Tabulka časového plánu výzkumu.

Fáze výzkumu	Aktivity	Časový rámec
Příprava a plánování	Návrh nástrojů, vytvoření úloh, implementace plánu	týden 1–10 (září–prosinec)
Aplikace na SPŠE Ječná	Připojení do laboratoře, pokyny a přístupové údaje pro studenty	týden 10–26 (prosinec–duben)
Aplikace na SPŠ Smíchov	Připojení do laboratoře, pokyny a přístupové údaje pro studenty	týden 15–26 (leden–duben)
Výuka a sběr průběžných dat	Výuka, návštěvy výzkumníka, průběžné pozorování a sběr dat	týden 10–35 (prosinec–květen)
Post-testy a experimentální cvičení	Testování na FEL ČVUT vyplnění dotazníků	týden 23–30 (duben–květen)

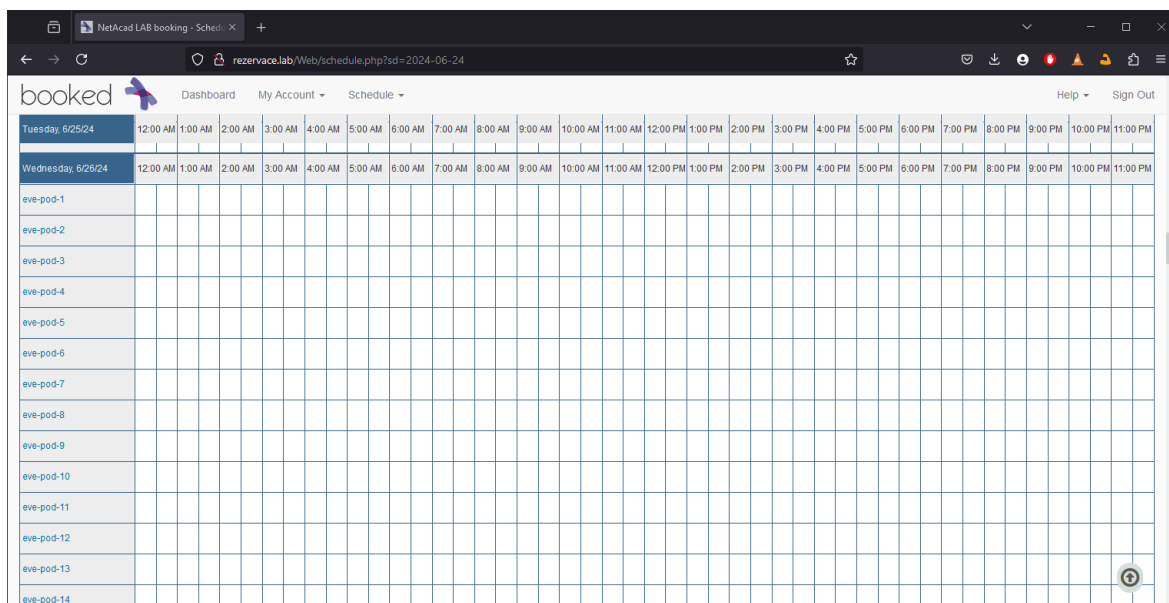


*Obrázek 2 – Časový plán výzkumu.*

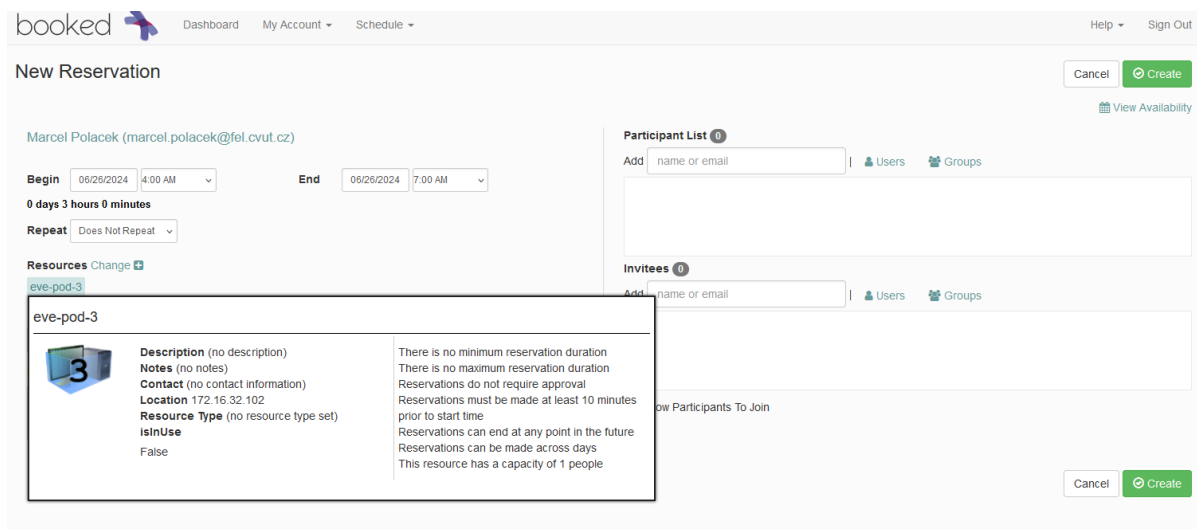
## 5.7 Experimentální implementace systému

Každý student obdržel individuální přihlašovací údaje do systému, takže lze přesně identifikovat konkrétního studenta a vyhodnocovat statistické údaje o jeho činnosti. Jeho údaje jsou pro všechny systémy sdílené. Pro připojení do vnitřní sítě systému je potřeba využít VPN předinstalovaného uživatelského počítače pomocí virtualboxu nebo připojení

pomocí vzdálené konzole přes libovolný internetový prohlížeč.



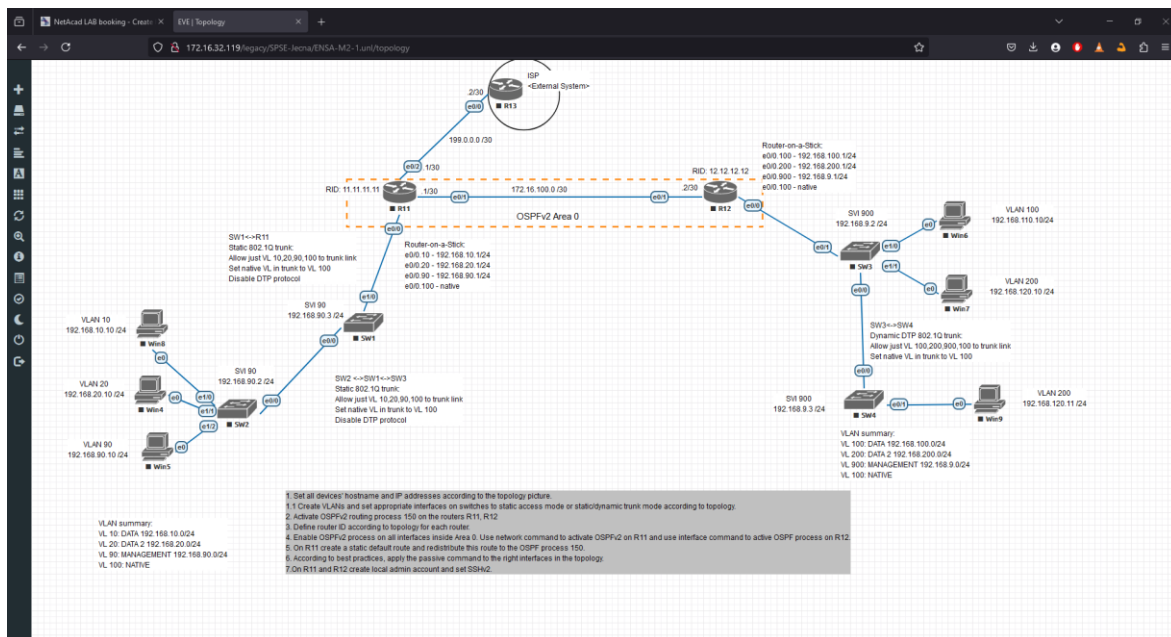
Obrázek 3 – Rezervační systém NetLAB.



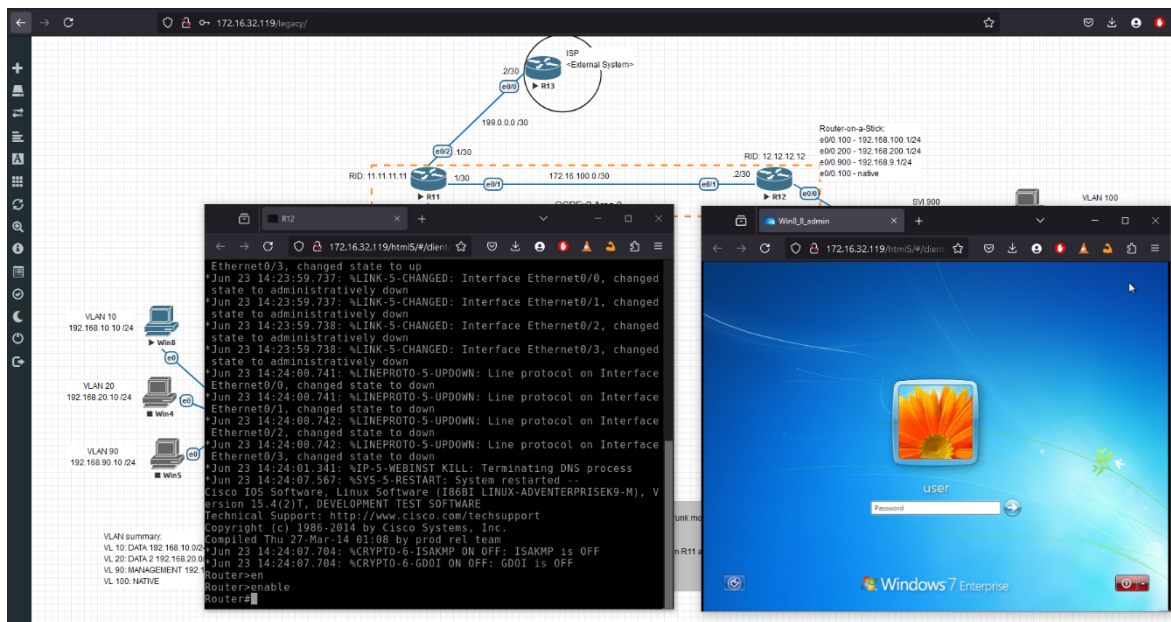
Obrázek 4 – Rezervační systém NetLAB – vytvoření rezervace.

Po vytvoření rezervace (obrázek Obrázek 3 – Rezervační systém NetLAB., Obrázek 4 – Rezervační systém NetLAB – vytvoření rezervace.) se studentům zpřístupní laboratorní prostředí, které není sdíleno žádným dalším studentem. Následně se student připojí do samotného prostředí laboratoře. Veškerá interakce s aktivními prvky probíhá v prostředí

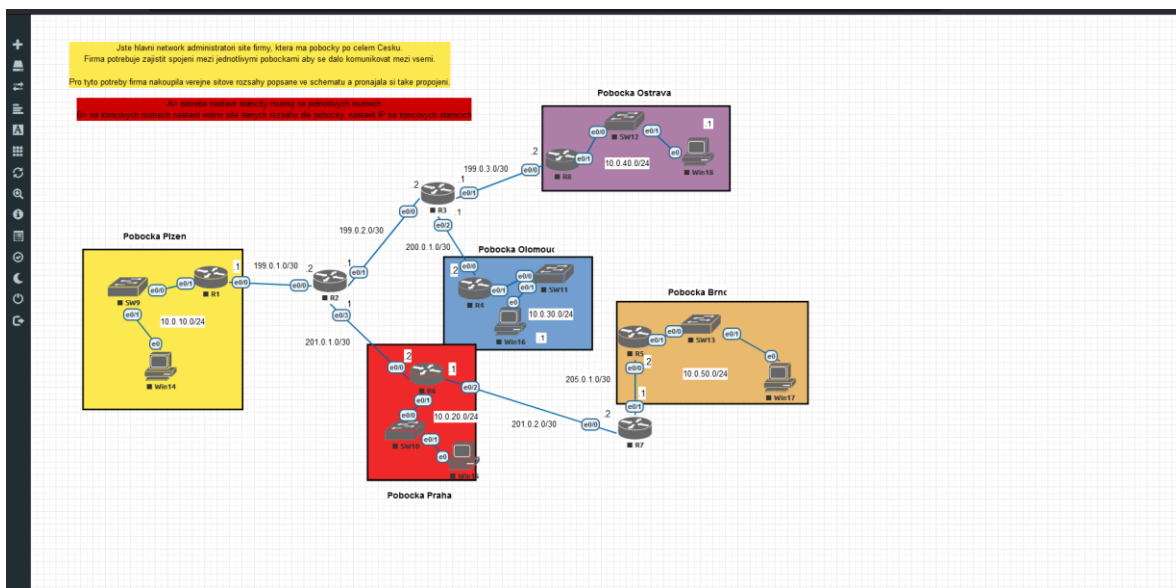
webového prohlížeče a jeho případných modulů. (Putty, VNC apod.)



Obrázek 5 – Virtuální prostředí laboratoře EVEng.



Obrázek 6 – Virtuální prostředí laboratoře EVEng – ukázka konfigurace.



Obrázek 7 – Virtuální prostředí laboratoře EVereng – ukázka laboratorní úlohy.

V rámci dohody s účastníky výzkumu se na počítače v učebně středních škol, kde experiment probíhal, toto programové vybavení shodně nainstalovalo a připravilo pro výuku.

## 6 Analýza dat

### 6.1 Charakteristika respondentů

Součástí výzkumu byl rovněž průzkum přístupu studentů k technicky a matematicky orientovaným předmětům v závislosti na jejich rodinném prostředí. (dotazníkové šetření viz Tabulka 24-Odpovědi studentů, odborné přeměty, experimentální skupina, Tabulka 25-Odpovědi studentů, odborné přeměty, kontrolní skupina a Tabulka 26-Odpovědi studentů, odborné přeměty, experimentální skupina)

Tento faktor hraje důležitou roli pro zjištění korelace mezi vzděláním rodičů a vzděláním jejich potomka. V rámci těchto dat je možné určit míru shody oboru studenta střední školy zapojeného do výzkumu s oborem vystudovaným jeho otcem a matkou. Zhodnocení dat a hypotéza je založena na výzkumu (von Stumm, S., Cave, S.N. & Wakeling, P. Persistent association between family socioeconomic status and primary school performance in Britain over 95 years), který proběhl v Británii v roce 2022<sup>8</sup>, kde je popsán jasný vztah mezi dosaženým vzděláním rodičů a vzděláním jejich potomka.

### 6.2 Analýza technické části

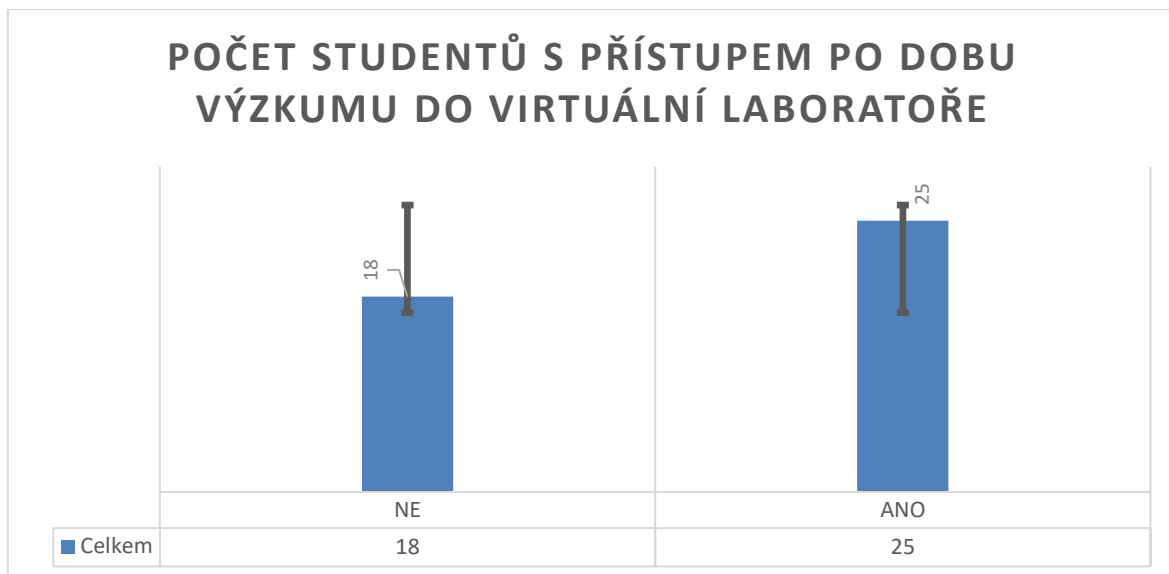
V první analýze je vyhotoveno samotné statistické šetření ohledně počtů studentů v jednotlivých skupinách (experimentální nebo kontrolní). Výsledky jsou založeny na vstupních informacích od studentů a je možná odchylka výsledků, kdy student údaje obdržel, ale za celou dobu trvání výzkumu modul nevyužil. V této části bude u každé tabulky uvedena skupina a počet studentů, kteří validně odevzdali řešení.

- $N_k$  – suma studentů kontrolní skupiny
- $N_e$  – suma studentů experimentální skupiny

---

<sup>8</sup> von Stumm, S., Cave, S.N. & Wakeling, P. Persistent association between family socioeconomic status and primary school performance in Britain over 95 years. *npj Sci. Learn.* 7, 4 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41539-022-00120-3>

## Rozložení skupin – experimentální (ANO) / kontrolní (NE)



Graf 1 – Počet zapojených studentů do výzkumu.

$$\sum S_{(\text{prístup})}^9 = N_k + N_e$$

N – počet studentů v rámci úlohy

e – index e jako experimentální skupina

k – index k jako kontrolní skupina

$$N_e = 25$$

$$N_k = 18$$

$$\sum S_{(\text{prístup})} = 43$$

V rámci sledování vytíženosti virtuálních laboratoří a možnosti využívání laboratoře i mimo školní prostředí se u každého uživatele evidoval počet rezervací a celková délka rezervovaného času. V Tabulce 2 je vypsáno 5 nejaktivnějších studentů. Průměrný čas všech uživatelů vychází na 1 hodinu a 14 minut. Je důležité zmínit, že podle samotné délky rezervace nelze určit, zdali studenti pracovali po celou dobu rezervovaného bloku. Je tedy možné, že časy jsou tímto faktem zkreslené. Samotná laboratoř byla ale několikrát využita

---

<sup>9</sup> Suma studentů – přístup do laboratoře v rámci období výzkumu

i jako součást výuky, kde každý blok v rámci praktických laboratorních úloh využíval systém po dobu 1 hodinu a 30 minut.

Studenti měli možnost přístupu do virtuální laboratoře od ledna 2024 do dubna 2024.

Tabulka 3 - Nejaktivnější studenti v rámci rezervací a využití virtuální laboratoře

Uživatel_ID	Počet rezervací	Celková délka rezervací	Průměrná délka rezervace	Nejčastěji rezervovaný zdroj
student8 spssmichov	11	1 den 23:30	4 hodiny 19 minut	eve-pod-30
student5 spssmichov	11	1 den 22:00	4 hodiny 10 minut	eve-pod-27
student3 spssmichov	10	1 den 22:00	4 hodiny 36 minut	eve-pod-24
student6 spssmichov	10	1 den 22:00	4 hodiny 36 minut	eve-pod-28
student40 SPSEJecna	10	1 den 5:00	2 hodiny 54 minut	eve-pod-12

### 6.2.1 Analýza výsledků testování experimentální skupiny

V rámci výzkumu byli studenti rozděleni do dvou skupin, experimentální a kontrolní. Níže jsou uvedeny výsledky experimentální skupiny, která se zúčastnila šetření přímo v laboratořích FEL ČVUT. Šetření probíhalo v úterý 12.3.2024 od 9 hodin. Studenti vypracovávali úlohy na reálném hardwaru a částečně také ve virtuální laboratoři. Každá úloha mohla být řešena odděleně, či společně. Konec šetření byl naplánován na 10:50, studenti tedy měli na vypracování 1 hodinu a 50 minut. Je důležité zmínit, že organizace práce byla zcela v rukou studentů, kteří mohli prioritně řešit vybrané úlohy na úkor jiných, a proto se v tabulkách může objevovat i nulový čas řešení úlohy. V případě zahájení práce byl maximální čas konce testu stanoven na 10:50. Start vymezuje čas, kdy student začal úlohu řešit, parametr End je naopak časem, kdy student označil úlohu jako hotovou. Parametr Complete zastupuje procentuální úspěšnost řešení konkrétní úlohy skládající se z dílčích částí, které jsou porovnány a započítány do skóre v případě správného výsledku. Work\_time je parametr rozdílu času End a času Start.

### Úloha – Oprava SSH přístupu (viz. příloha v části 10.4)

V této úloze byl problém v nastavení switche, v jehož důsledku nefungoval SSH přístup.

$$\sum N_{e1} = 12$$

Tabulka 4-úloha SSH přístup, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná

Úloha ->		Oprava SSH přístupu		
ID_studenta	Start	End	Complete	Work_time (Δt)
1	9:42:00	10:26:00	90,00%	0:44:00
2	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
3	9:25:00	10:50:00	90,00%	1:25:00
4	9:20:00	10:47:00	100,00%	1:27:00
5	0:00:00	0:00:00	25,00%	0:00:00
6	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
7	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
8	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
9	9:23:00	9:28:00	100,00%	0:05:00
10	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
11	9:43:00	10:50:00	50,00%	1:07:00
12	9:50:00	10:10:00	100,00%	0:20:00

### Úloha – Oprava systému Switch (viz. příloha v části 10.4)

V této úloze bylo potřeba vykonat několik oprav na zařízení switche, zejména v nastavení banneru a popisu daného zařízení.

$$\sum N_{e2} = 12$$

Tabulka 5-úloha oprava systému Switch, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná

Úloha ->		Oprava systému S+R		
ID_studenta	Start2	End2	Complete2	Work_time2 (Δt)
1	9:42:00	10:20:00	100,00%	0:38:00
2	10:00:00	10:30:00	100,00%	0:30:00
3	9:25:00	10:38:00	100,00%	1:13:00
4	9:20:00	10:45:00	100,00%	1:25:00
5	9:24:00	9:32:00	100,00%	0:08:00
6	9:50:00	10:50:00	50,00%	1:00:00
7	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
8	10:03:00	10:50:00	75,00%	0:47:00
9	10:30:00	10:42:00	100,00%	0:12:00
10	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00

11	10:47:00	10:50:00	25,00%	0:03:00
12	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00

### Úloha – Oprava systému Switch+Router (viz. příloha v části 10.4)

V rámci této úlohy měli studenti za úkol najít problém v nastavení VLAN a nastavení modu jednotlivých portů.

$$\sum N_{e3} = 12$$

Tabulka 6-úloha oprava systému Switch+Router, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná

Úloha ->		Oprava systému Switch		
ID_studenta	Start3	End3	Complete3	Work_time3 (Δt)
1	9:20:00	9:52:00	100,00%	0:32:00
2	9:20:00	9:52:00	100,00%	0:32:00
3	9:25:00	9:48:00	100,00%	0:23:00
4	9:20:00	9:40:00	100,00%	0:20:00
5	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
6	9:20:00	9:40:00	100,00%	0:20:00
7	9:20:00	10:12:00	100,00%	0:52:00
8	9:35:00	10:03:00	100,00%	0:28:00
9	10:24:00	10:34:00	100,00%	0:10:00
10	9:20:00	9:50:00	100,00%	0:30:00
11	10:05:00	10:09:00	100,00%	0:04:00
12	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00

### Úloha – Oprava Routeru (viz. příloha v části 10.4)

V této úloze bylo pro vyřešení problému nutné správně nastavit IP adresu na routeru a zkontrolovat nastavení jednotlivých interface daného routeru. Všechny pobočky (jednotliví studenti) byly vzájemně propojeny. Správné řešení úlohy šlo ověřit přes studenty na pobočce podpory, kde by mělo být možné připojení do dané pobočky.

$$\sum N_{e4} = 12$$

Tabulka 7-úloha oprava routeru, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná

Úloha ->		Oprava Routeru		
ID_studenta	Start4	End4	Complete4	Work_time4 (Δt)
1	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
2	10:30	10:50:00	100,00%	0:20:00
3	9:25:00	10:25:00	100,00%	1:00:00
4	9:20:00	10:15:00	100,00%	0:55:00

5	10:12:00	10:32:00	95,00%	0:20:00
6	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
7	10:12:00	10:41:00	100,00%	0:29:00
8	10:15:00	10:48:00	100,00%	0:33:00
9	9:23:00	9:28:00	100,00%	0:05:00
10	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
11	10:20:00	10:50:00	100,00%	0:30:00
12	10:18:00	10:50:00	50,00%	0:32:00

### 6.2.2 Analýza výsledků testování kontrolní skupiny

V rámci výzkumu byli studenti rozděleni do dvou skupin, experimentální a kontrolní. Níže jsou uvedeny výsledky kontrolní skupiny, která se zúčastnila šetření přímo ve školící místnosti FEL ČVUT. Šetření probíhalo v úterý 30.4.2024. Studenti vypracovávali úlohy většinou na virtuálních laboratořích a část z nich na reálném hardwaru. Každá úloha mohla být řešena odděleně, či společně. Konec šetření byl naplánován na 14. hodinu, studenti tedy měli na vypracování 2 hodiny. Organizace práce byla zcela v rukou studentů, stejně jako tomu bylo u experimentální skupiny. Ti mohli prioritně řešit vybrané úlohy na úkor jiných, což mohlo mít za následek obdržení nulového času. V případě zahájení práce byl maximální čas konce testu stanoven ve 14:00. Start vymezuje čas, kdy student začal úkol řešit, parametr End je naopak časem, kdy student označil úkol jako hotový. Parametr Complete zastupuje procentuální úspěšnost řešení konkrétní úlohy skládající se z dílčích částí, které jsou porovnány a započítány do skóre v případě správného výsledku. Work\_time je parametr rozdílu času End a času Start.

#### Úloha – Oprava SSH přístupu (viz. příloha v části 10.4)

Úloha je koncipována stejně jako u druhé (experimentální) skupiny, kdy studenti musí upravit konfiguraci switche tak, aby začal fungovat přístup pomocí SSH.

$$\sum N_{k1} = 21$$

Tabulka 8-úloha SSH přístup, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná

Úloha ->		Oprava SSH přístupu		
ID_studenta	Start	End	Complete	Work_time (Δt)
21	12:51:00	14:00:00	25,00%	1:09:00
22	12:49:00	14:00:00	25,00%	1:11:00
23	12:50:00	14:00:00	25,00%	1:10:00
24	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
25	13:36:00	14:00:00	0,00%	0:24:00
26	13:28:00	14:00:00	50,00%	0:32:00
27	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
28	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
29	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
30	13:25:00	14:00:00	50,00%	0:35:00
31	12:35:00	14:00:00	50,00%	1:25:00
32	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
33	12:33:00	14:00:00	25,00%	1:27:00
37	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
38	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
39	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
40	12:48:00	13:08:00	100,00%	0:20:00
41	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
42	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00

#### Úloha – Oprava systému Switch+Router (viz. příloha v části 10.4)

$$\sum N_{k2} = 21$$

Tabulka 9-úloha oprava systému Switch+Router, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná

Úloha ->		Oprava systému S+R		
ID_studenta	Start2	End2	Complete2	Work_time2 (Δt)
21	12:30:00	12:49:00	100,00%	0:19:00
22	12:31:00	12:49:00	50,00%	0:18:00
23	12:31:00	12:43:00	100,00%	0:12:00
24	13:35:00	13:57:00	75,00%	0:22:00
25	13:07:00	13:20:00	100,00%	0:13:00
26	13:07:00	13:20:00	100,00%	0:13:00
27	12:45:00	12:45:00	100,00%	0:00:00
28	13:00:00	13:21:00	50,00%	0:21:00
29	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
30	13:10:00	13:18:00	100,00%	0:08:00

31	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
32	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
33	12:55:00	13:11:00	100,00%	0:16:00
37	13:00:00	13:27:00	100,00%	0:27:00
38	12:27:00	13:26:00	100,00%	0:59:00
39	12:31:00	14:00:00	25,00%	1:29:00
40	12:32:00	12:48:00	100,00%	0:16:00
41	13:27:00	13:37:00	100,00%	0:10:00
42	12:30:00	13:40:00	80,00%	1:10:00

### Úloha – Oprava systému Switch (viz. příloha v části 10.4)

$$\sum N_{k3} = 21$$

Tabulka 10-úloha oprava systému Switch, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná

Úloha ->	Oprava systému Switch			
ID_studenta	Start3	End3	Complete3	Work_time3 (Δt)
21	13:49:00	14:00:00	0,00%	0:11:00
22	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
23	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
24	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
25	12:35:00	13:07:00	100,00%	0:32:00
26	12:35:00	13:04:00	100,00%	0:29:00
27	12:35:00	12:47:00	100,00%	0:12:00
28	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
29	13:01:00	13:21:00	100,00%	0:20:00
30	12:27:00	13:09:00	100,00%	0:42:00
31	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
32	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
33	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
37	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
38	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
39	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
40	13:08:00	13:18:00	100,00%	0:10:00
41	12:25:00	13:27:00	100,00%	1:02:00
42	13:40:00	14:00:00	100,00%	0:20:00

### Úloha – Oprava Routeru (viz. příloha v části 10.4)

$$\sum N_{k4} = 21$$

Tabulka 11-úloha oprava systému Routeru, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná

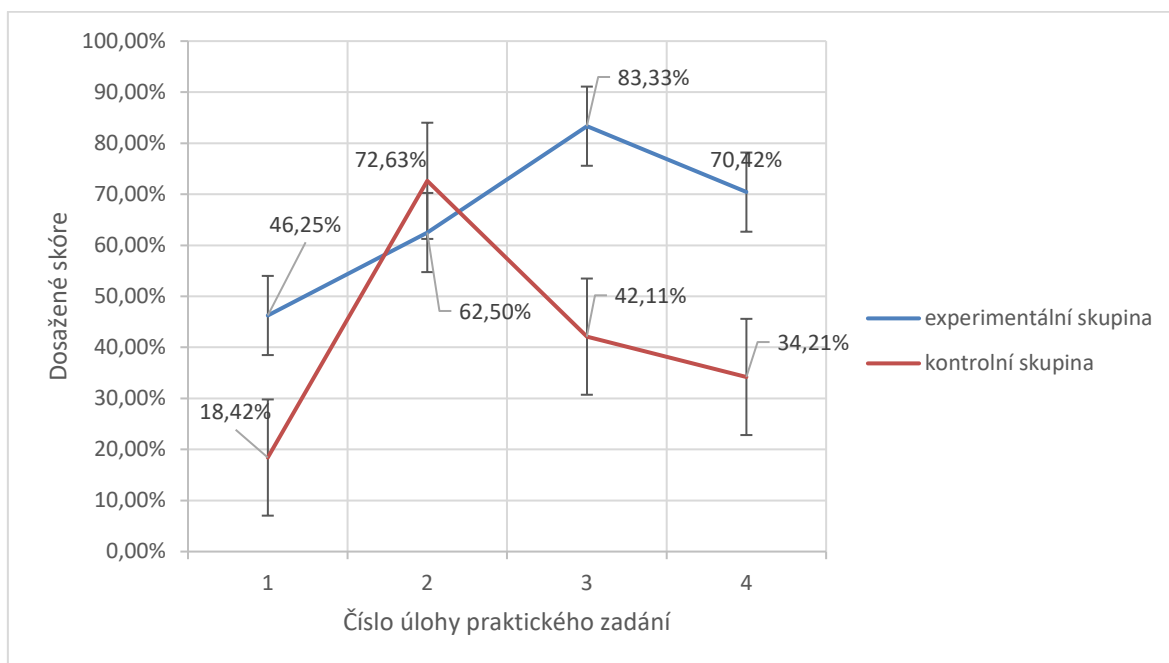
Úloha ->		Oprava Routeru		
ID_studenta	Start4	End4	Complete4	Work_time4 (Δt)
21	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
22	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
23	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
24	0:00:00	0:00:00	25,00%	0:00:00
25	13:23:00	13:30:00	100,00%	0:07:00
26	13:23:00	13:39:00	50,00%	0:16:00
27	13:23:00	13:34:00	100,00%	0:11:00
28	0:00:00	0:00:00	25,00%	0:00:00
29	0:00:00	0:00:00	25,00%	0:00:00
30	13:18:00	13:24:00	100,00%	0:06:00
31	13:00:00	14:00:00	25,00%	1:00:00
32	12:34:00	14:00:00	50,00%	1:26:00
33	12:50:00	13:25:00	100,00%	0:35:00
37	0:00:00	0:00:00	25,00%	0:00:00
38	0:00:00	0:00:00	25,00%	0:00:00
39	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
40	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
41	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00
42	0:00:00	0:00:00	0,00%	0:00:00

### 6.3 Celkové porovnání skupin v rámci testování

Pro obdržení výsledků testování byly porovnány všechny výstupy, které vznikly na základě vyplňování postupu v rámci úloh a vyhodnocení správnosti konfigurací. V rámci tohoto vyhodnocování byla skupina porovnána jako celek. Z výsledků jednotlivých studentů dané skupiny se vytvořil průměr, který je zobrazen na grafech níže. Každý účastník experimentu obdržel 4 úlohy pro vypracování. Posuzovaly se dva hlavní aspekty:

- Správnost řešení, které bylo pro všechny studenty technicky identické
- Časová náročnost, kterou studenti pro daný úkol potřebovali

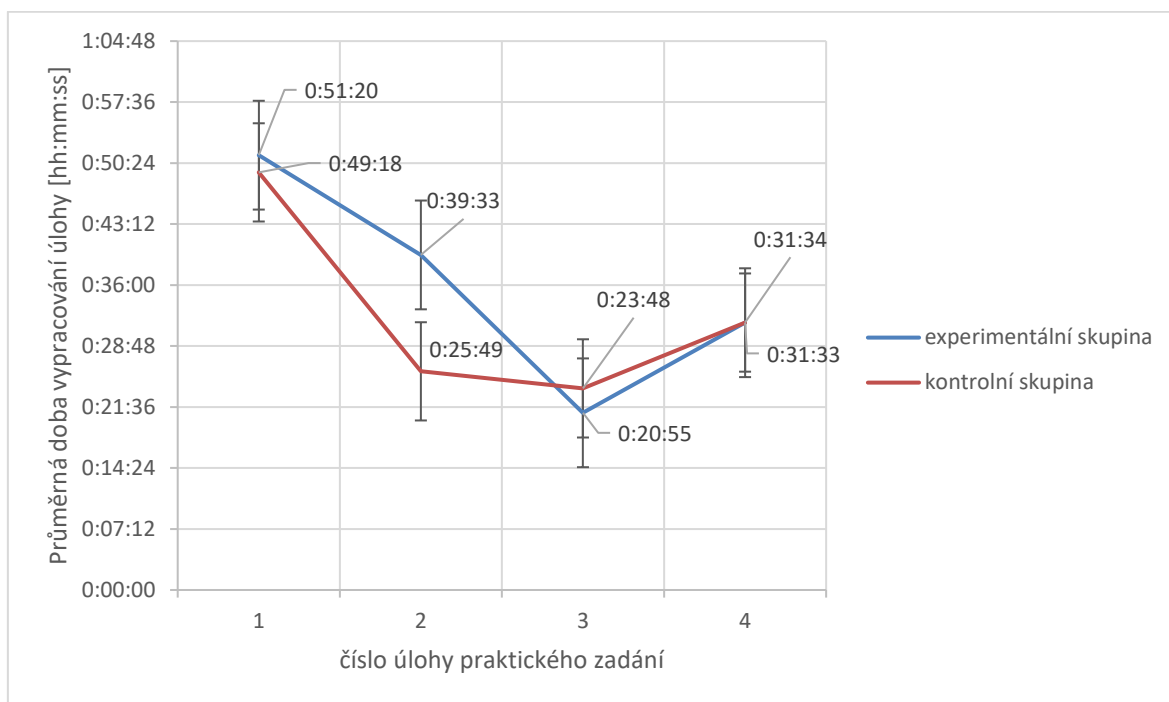
Tato data jsou promítnuta do porovnávacích grafů níže, kde je zobrazena i míra nejistoty.



Graf 2-Výsledek šetření, porovnání dvou skupin, úspěšnost řešení jednotlivých úloh

(mean) $N_e = 12$

(mean) $N_k = 21$



Graf 3-Výsledek šetření, porovnání dvou skupin, délka trvání vypracování jednotlivých úloh

(mean) $N_e = 12$

(mean) $N_k = 21$

### 6.3.1 Úloha - Oprava SSH přístupu

#### Experimentální skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 47,1 %
- **Průměrný čas práce:** 34,8 minut
- **Poznámka:** 5 studentů dokončilo úlohu na 100 %, ostatní buď neuspěli nebo úkol nezačali.

#### Kontrolní skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 26,9 %
- **Průměrný čas práce:** 50,5 minut
- **Poznámka:** Pouze 1 student dokončil úlohu na 100 %, většina studentů úlohu nezačala nebo byla dokončena jen částečně.

**Shrnutí:** Experimentální skupina byla úspěšnější v dokončení úlohy, ale pracovala kratší dobu.

### 6.3.2 Úloha - Oprava systému S+R

#### Experimentální skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 75,8 %
- **Průměrný čas práce:** 40,8 minut
- **Poznámka:** Většina studentů dokončila úlohu, pouze dva studenti neuspěli.

#### Kontrolní skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 62,5 %
- **Průměrný čas práce:** 25,6 minut
- **Poznámka:** Studenti strávili méně času, ale dokončení bylo nižší.

**Shrnutí:** Experimentální skupina dosáhla vyšší úspěšnosti, i když strávila na úloze více času.

### 6.3.3 Úloha - Oprava systému Switch

#### Experimentální skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 83,3 %
- **Průměrný čas práce:** 24,3 minut
- **Poznámka:** Většina studentů úlohu dokončila úspěšně.

#### Kontrolní skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 58,3 %
- **Průměrný čas práce:** 29,3 minut
- **Poznámka:** Část studentů úlohu nezačala nebo ji nedokončila.

**Shrnutí:** Experimentální skupina byla výrazně úspěšnější při nižším průměrném čase.

### 6.3.4 Úloha - Oprava Routeru

#### Experimentální skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 68,3 %
- **Průměrný čas práce:** 31,7 minut
- **Poznámka:** Úspěšnost je relativně vysoká, ale časová variabilita mezi studenty je větší.

#### Kontrolní skupina:

- **Průměrné dokončení úlohy:** 37,5 %
- **Průměrný čas práce:** 33,1 minut
- **Poznámka:** Méně studentů dokončilo úlohu a někteří vůbec nezačali.

**Shrnutí:** Experimentální skupina byla úspěšnější při podobné průměrné době práce.

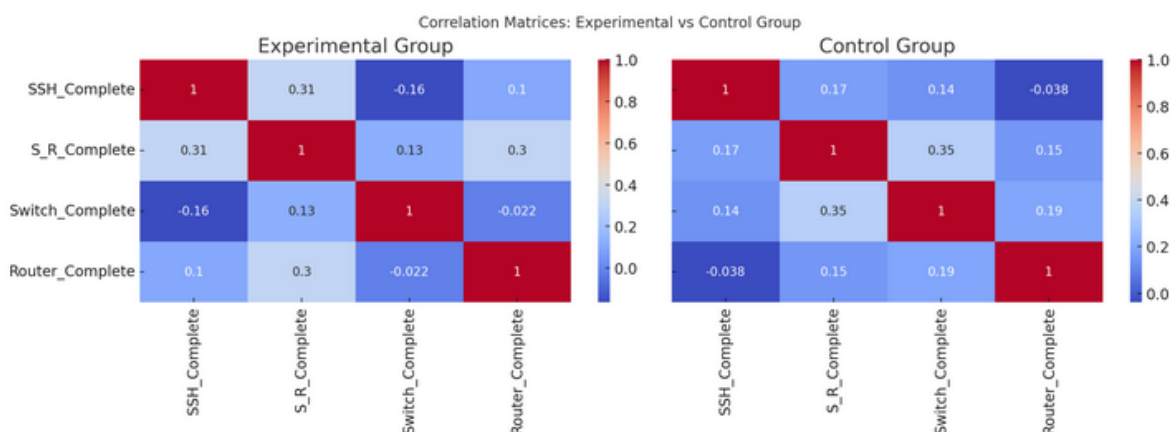
### 6.3.5 Korelační analýza a matice experimentální a kontrolní skupiny

#### Experimentální skupina:

- Silná pozitivní korelace mezi dokončením úloh (SSH, S+R, Switch, Router).
- Úspěšnost studentů v jedné úloze souvisí s jejich úspěšností v jiných úlohách.

#### Kontrolní skupina:

- Nižší korelace mezi dokončením úloh oproti experimentální skupině.
- Výsledky naznačují, že kontrolní skupina měla větší variabilitu v plnění různých úloh.



Graf 4 - korelační matice experimentální a kontrolní skupiny

### 6.3.6 Celkové závěry

1. **Experimentální skupina** vykazuje konzistentně vyšší míru dokončení úloh a lepší výkon.
2. **Kontrolní skupina** má nižší úspěšnost ve všech úlohách, přestože v některých případech strávila více času na úloze.
3. **Časová efektivita:** Experimentální skupina byla nejen úspěšnější, ale i efektivnější při většině úloh, což naznačuje lepší připravenost nebo účinnost výuky v experimentální skupině.

Celkově lze konstatovat, že experimentální skupina byla výkonnější a efektivnější při řešení úloh než kontrolní skupina.

## 6.4 Analýza studentských studijních výsledků

V rámci zdokonalení výzkumu bylo provedeno dotazníkové šetření v oblastech, které dokáží jednotlivé studenty popsat znalostně a sociokulturně. (viz část 10.1 Dotazník pro výzkum DP - Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků) Tyto údaje byly od studentů získány individuálně. Samotnému sběru těchto dat předcházelo podepsání souhlasu o sběru těchto dat. Vzhledem k faktu, že někteří studenti své výsledky neodeslali, je počet záznamů menší než skutečný počet zúčastněných studentů. Sběr těchto dat probíhal před absolvováním praktického zadání. Identifikátor ID zůstal nadále pro studenta neměnný. Škála dotazníkového šetření se vždy skládá z otevřených nebo uzavřených odpovědí, kdy

v případě hodnocení je nastavena škála 1 až 5 kdy 1 je nejméně / nejhůř a 5 je nejvíce / nejlépe.

#### 6.4.1 Využitá metoda pro analýzu dat - Pearsonův korelační koeficient

Pearsonův korelační koeficient měří sílu lineární závislosti mezi dvěma veličinami (označen jako  $r$ ). Pomůže nám například vyčíslit, jak silná je vazba mezi výsledky ve dvou různých testech, nebo mezi výsledkem v testu a průměrnou známkou na vysvědčení.

##### Hodnoty koeficientu:

- **$r$  nabývá hodnot od -1 do 1** (intervalem  $- <-1,1>$ ):
  - **+1:** Perfektní pozitivní lineární korelace (obě proměnné rostou společně).
  - **0:** Žádná lineární korelace (neznamená to však nutně, že mezi proměnnými není žádný vztah).
  - **-1:** Perfektní negativní lineární korelace (jedna proměnná roste, druhá klesá).

##### Interpretace hodnot $r$ :

- **0,7 až 1,0 (nebo -0,7 až -1,0):** Silná korelace.
- **0,4 až 0,7 (nebo -0,4 až -0,7):** Střední korelace.
- **0,2 až 0,4 (nebo -0,2 až -0,4):** Slabá korelace.
- **0,0 až 0,2 (nebo -0,0 až -0,2):** Velmi slabá nebo žádná korelace.

##### Výpočet Pearsonova koeficientu:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

$n$  = velikost vzorku

$x_i, y_i$  = konkrétní vzorky s indexem  $i$

### Šetření experimentální skupiny (vyšší číslo, lepší hodnocení)

V první části šetření se sběr zaměřuje na hodnocení sledovaných předmětů, u kterých se předpokládá vliv na znalosti a dovednosti v informatických předmětech, jako jsou Počítačové sítě.

Tabulka 12-Studentské hodnocení předmětů, experimentální skupina

ID	Jak hodnotíte předmět/předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice programování?	Jak hodnotíte předmět/předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice operačních systémů a počítačových sítí?	Jak hodnotíte předmět/předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice elektrotechnologie (předměty které se věnují elektrotechnice)?	Jak byste se zhodnotil v předmětu matematika (nebo předmětech spadající do problematiky matematiky)?	Jak byste se zhodnotil v předmětu cizí jazyk?
1	3	1	3	4	5
2	2	3	3	4	1
3	5	4	5	4	5
4	3	2	2	3	4
5	5	5	5	5	5
7	3	2	3	4	5
8	4	4	2	5	3
9	4	3	2	5	4
10	4	4	2	4	3
11	3	2	4	5	3
12	4	4	1	4	4
13	2	3	2	3	3
14	2	4	2	1	3
15	3	3	3	5	4
16	3	2	2	4	4
17	3	3	3	5	3
18	3	4	1	4	4
19	4	4	2	4	3

#### 6.4.2 Výsledky popisné statistiky experimentální skupiny

Průměrné hodnocení jednotlivých předmětů:

- Programování: 3,33

- **Operační systémy:** 3,17
- **Elektrotechnologie:** 2,61
- **Matematika:** 4,06 (nejvyšší průměrné hodnocení)
- **Cizí jazyk:** 3,67

#### Směrodatná odchylka:

- **Nejnižší variabilita (nejvíce jednotná hodnocení):** Programování (0,91)
- **Nejvyšší variabilita:** Elektrotechnologie (1,14)

#### Průměrné hodnocení a směrodatná odchylka

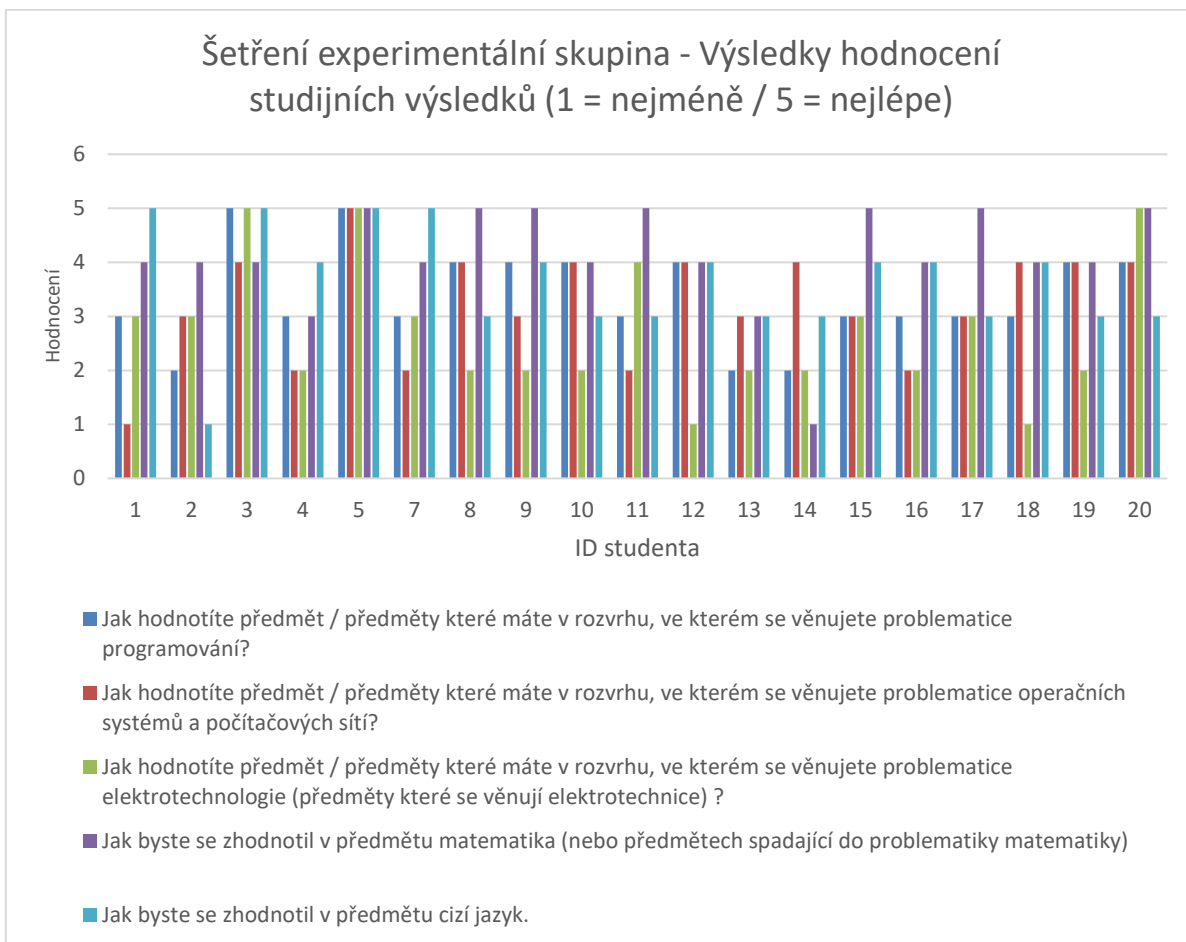
Tabulka 13- Průměrné hodnocení a směrodatná odchylka, experimentální skupina

Kategorie předmětu	Průměr	Směrodatná odchylka
Programování	3,32	0,86
Operační systémy a počítačové sítě	3,16	0,97
Elektrotechnologie	2,53	0,99
Matematika	4,05	0,86
Cizí jazyk	3,74	1,05

#### b) Rozložení hodnocení (četnosti pro každou kategorii předmětu)

Tabulka 14- Rozložení hodnocení, experimentální skupina

Kategorie předmětu	1	2	3	4	5
Programování	0	3	9	6	3
OS a sítě	1	6	5	6	3
Elektrotechnologie	2	7	6	3	3
Matematika	0	1	2	11	7
Cizí jazyk	1	2	5	8	5



Graf 5-Studentské hodnocení předmětů, experimentální skupina

### 6.4.3 Korelační analýza experimentální skupiny

Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu<sup>10</sup>.

Tabulka 15- Pearsonova korelační analýza, experimentální skupina

Kategorie	Programování	OS a sítě	Elektrotechnologie	Matematika	Cizí jazyk
<b>Programování</b>	1	0,68	0,53	0,36	0,33
<b>OS a sítě</b>	0,68	1	0,43	0,47	0,27
<b>Elektrotechnologie</b>	0,53	0,43	1	0,33	0,19
<b>Matematika</b>	0,36	0,47	0,33	1	0,42
<b>Cizí jazyk</b>	0,33	0,27	0,19	0,42	1

<sup>10</sup> Pearsonův korelační koeficient - síla lineární závislosti mezi dvěma veličinami (WIKISKRIPTA. *Pearsonův korelační koeficient* [online]. 2024 [cit. 2024-07-02]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/F%3%b3rum:Testy/Pearson%5%afv\\_korela%4%8dn%3%ad\\_koeficient](https://www.wikiskripta.eu/w/F%3%b3rum:Testy/Pearson%5%afv_korela%4%8dn%3%ad_koeficient))

### **a) Silné korelace**

Programování ↔ OS a sítě ( $r = 0,68$ ): Silná pozitivní korelace naznačuje, že studenti hodnotící dobře předměty o programování často hodnotí kladně i OS a sítě.

Matematika ↔ OS a sítě ( $r = 0,47$ ): Studenti, kteří se dobře hodnotí v matematice, mívají tendenci dobře hodnotit předměty o OS a sítích.

### **b) Neutrální až slabé korelace**

Korelace mezi elektrotechnikou a ostatními předměty je relativně slabá, což může znamenat, že hodnocení tohoto předmětu není ovlivněno jinými kategoriemi.

### **Závěr**

Matematika má nejvyšší průměrné hodnocení (4,05), což naznačuje obecně vysokou spokojenost nebo sebehodnocení v této oblasti.

Elektrotechnologie má nejnižší průměrné hodnocení (2,53) a největší rozptyl hodnocení, což ukazuje na značné rozdíly ve vnímání tohoto předmětu mezi studenty.

### Šetření kontrolní skupiny (vyšší číslo, lepší hodnocení)

Stejné šetření jako u experimentální skupiny bylo učiněno i v případě kontrolní skupiny. Otázky a sledované parametry jsou naprosto identické a lze tedy přímo porovnávat dané výsledky.

Tabulka 16--Studentské hodnocení předmětů, kontrolní skupina

ID	Jak hodnotíte předmět/předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice programování?	Jak hodnotíte předmět/předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice operačních systémů a počítačových sítí?	Jak hodnotíte předmět/předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice elektrotechnologie (předměty které se věnují elektrotechnice)?	Jak byste se zhodnotil v předmětu matematika (nebo předmětech spadající do problematiky matematiky)?	Jak byste se zhodnotil v předmětu cizí jazyk?
6	4	3	4	3	5
20	4	4	5	5	3
21	1	3	2	4	3
22	4	5	1	5	5
23	2	1	3	5	1
24	4	3	1	5	3
25	4	4	2	5	3
26	3	5	2	5	4
27	4	4	3	5	4
28	4	4	1	4	5
29	5	4	2	1	4
30	4	2	2	5	4
31	2	2	1	5	1
32	3	3	5	4	5
33	3	3	5	5	5
34	4	4	3	5	5
35	4	4	4	4	4
36	4	5	1	1	5
37	2	5	1	1	5
38	4	4	3	3	5
39	3	3	1	4	1
40	4	2	1	5	4
41	4	4	3	5	3
42	4	4	4	4	4

#### 6.4.4 Výsledky popisné statistiky kontrolní skupiny

##### Průměrné hodnocení jednotlivých předmětů:

- **Programování:** 3,52
- **Operační systémy:** 3,56
- **Elektrotechnologie:** 2,56 (nejnižší průměr)
- **Matematika:** 4,08 (nejvyšší průměr)
- **Cizí jazyk:** 3,80

##### Směrodatná odchylka:

- **Nejnižší variabilita:** Programování (0,92)
- **Nejvyšší variabilita:** Elektrotechnologie (1,42)
  - Toto naznačuje, že hodnocení elektrotechnologie se mezi studenty výrazně liší.

##### Průměrné hodnocení a směrodatná odchylka

*Tabulka 17- Průměrné hodnocení a směrodatná odchylka, kontrolní skupina*

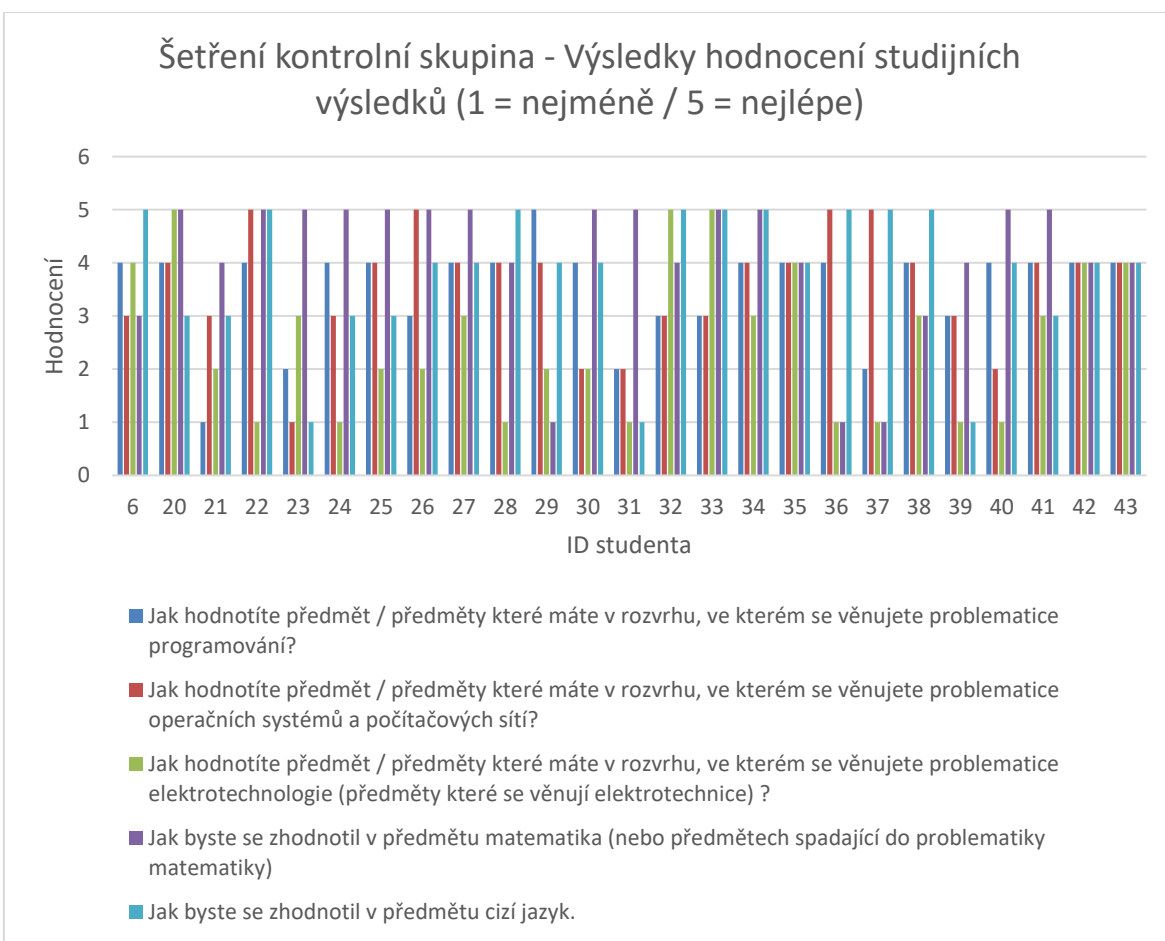
Kategorie předmětu	Průměr	Směrodatná odchylka
Programování	3,65	0,94
Operační systémy a sítě	3,65	1,05
Elektrotechnologie	2,65	1,35
Matematika	4,27	1,05
Cizí jazyk	4,00	1,18

##### b) Rozložení odpovědí (četnosti pro každou kategorii předmětu)

*Tabulka 18 - Rozložení odpovědí, kontrolní skupina*

Kategorie předmětu	1	2	3	4	5

Programování	1	3	6	20	13
Operační systémy a sítě	1	3	7	15	17
Elektrotechnologie	8	11	6	6	2
Matematika	2	1	4	11	15
Cizí jazyk	4	3	6	11	9



*Graf 6-Studentské hodnocení předmětů, kontrolní skupina*

### 6.4.5 Korelační analýza kontrolní skupiny

Při použití Pearsonova korelačního koeficientu <sup>11</sup>(hodnoty od -1 do 1, kde 1 značí perfektní pozitivní korelaci):

Tabulka 19 - Pearsonova korelační analýza, kontrolní skupina

Kategorie	Programování	OS a síť	Elektrotechnologie	Matematika	Cizí jazyk
Programování	1	0,70	0,30	0,20	0,45
OS a síť	0,70	1	0,40	0,30	0,50
Elektrotechnologie	0,30	0,40	1	-0,10	0,10
Matematika	0,20	0,30	-0,10	1	0,25
Cizí jazyk	0,45	0,50	0,10	0,25	1

Významné pozitivní korelace:

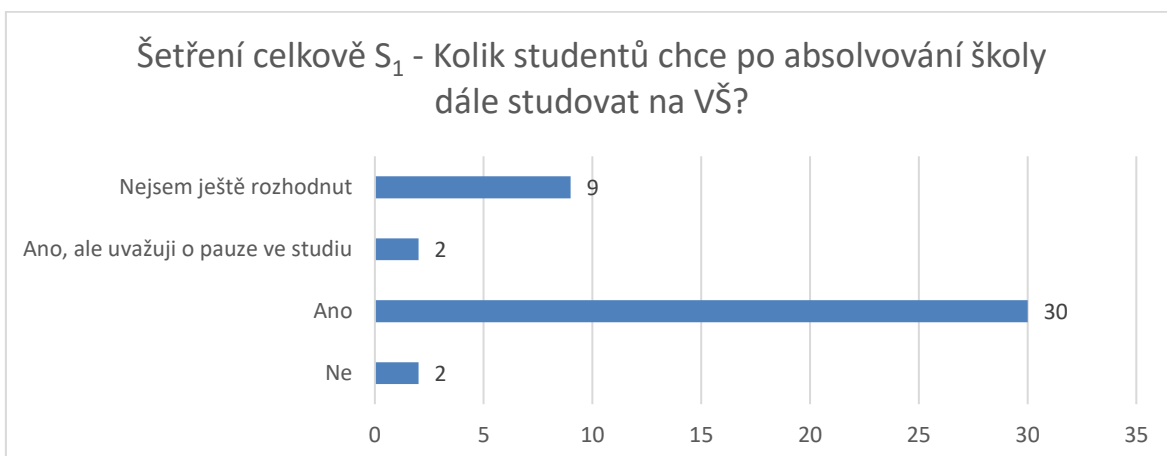
- **Programování ↔ OS a síť** ( $r = 0,70$ ): Studenti s dobrým hodnocením programování často hodnotí pozitivně i OS a síť.
- **Cizí jazyk ↔ OS a síť** ( $r = 0,50$ ): Studenti hodnotící dobře OS a síť, přičemž mají tendenci dobře hodnotit i cizí jazyk.

## 6.5 Kontextová analýza výzkumu

Výzkumný vzorek -  $S_1 = N_k + N_e$

---

1 <sup>11</sup> Pearsonův korelační koeficient - síla lineární závislosti mezi dvěma veličinami (WIKISKRIPTA. *Pearsonův korelační koeficient* [online]. 2024 [cit. 2024-07-02]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/F%3%b3rum:Testy/Pearson%5%afv\\_korela%4%8dn%3%ad\\_koeficient](https://www.wikiskripta.eu/w/F%3%b3rum:Testy/Pearson%5%afv_korela%4%8dn%3%ad_koeficient))



Graf 7 – Výsledek šetření ohledně pokračování studia.

Výzkumný vzorek –  $S_2 = N_k + N_e$



Graf 8 – Výsledek šetření dosaženého vzdělání matky.

Výzkumný vzorek –  $S_3 = N_k + N_e$



Graf 9 – Výsledek šetření dosaženého vzdělání otce.

### Šetření experimentální skupiny

Tabulka 20-Šetření, vzdělání matky, experimentální skupina

ID	Jaké nejvyšší dosažené vzdělání, má vaše matka?	V jakém oboru, vaše matka pracuje?
1	VŠ - (bakalářské)	finančním
2	SŠ - maturitní	humanitní
3	SŠ - maturitní	podnikatelka
4	Vyšší odborná	finančním
5	SŠ - maturitní	státní správa
7	VŠ - (magisterské - Mgr., Ing., MgA.)	školství
8	VŠ - (magisterské - Mgr., Ing., MgA.)	školství
9	VŠ - (magisterské - Mgr., Ing., MgA.)	školství
10	Vyšší odborná	státní správa
11	VŠ - (magisterské - Mgr., Ing., MgA.)	nevím
12	VŠ - (magisterské - Mgr., Ing., MgA.)	technickém
13	VŠ - doktorské	zdravotnictví
14	VŠ - (bakalářské)	školství
15	VŠ - (magisterské - Mgr., Ing., MgA.)	humanitní
16	Vyšší odborná	finančním
17		
18	VŠ - (magisterské - Mgr., Ing., MgA.)	finančním
19	Vyšší odborná	státní správa

Výzkumný vzorek -  $S_{e1} = N_e$



Graf 10-šetření, vzdělání matky, experimentální skupina

Výzkumný vzorek -  $S_{e2} = N_e$



Graf 11--šetření, vzdělání matky, experimentální skupina

Tabulka 21-šetření, vzdělání otec, experimentální skupina

ID	Jaké nejvyšší dosažené vzdělání, má váš otec?	V jakém oboru, váš otec pracuje?
----	---	----------------------------------

1	Vyšší odborná	humanitní
2	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	technickém
3	SŠ - maturitní	technickém
4	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	finančním
5	SŠ - maturitní	finančním
7	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	Letecký
8	VŠ - (bakalářské)	technickém
9	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	státní správa
10	Vyšší odborná	státní správa
11	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	stavebnictví
12	SŠ - maturitní	technickém
13	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	technickém
14	VŠ - (bakalářské)	technickém
15	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	technickém
16	SŠ - maturitní	technickém
17	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	Zemědělském
18	SŠ - maturitní	
19	Vyšší odborná	státní správa

Výzkumný vzorek -  $S_{e3} = N_e$



Graf 12-šetření, vzdělání otec, experimentální skupina

Výzkumný vzorek -  $S_{e4} = N_e$



Graf 13-šetření, vzdělání otec, experimentální skupina

## Šetření kontrolní skupiny

Tabulka 22-šetření, vzdělání matka, kontrolní skupina

ID	Jaké nejvyšší dosažené vzdělání, má vaše matka?	V jakém oboru, vaše matka pracuje?
6	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	finančním
20	VŠ - doktorské	finančním
21	SŠ - maturitní	finančním
22	SŠ - maturitní	humanitní
23	VŠ - doktorské	humanitní
24	SŠ - bez maturity	školství
25	SŠ - maturitní	finančním
26	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	humanitní
27	SŠ - maturitní	zdravotnictví
28	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	školství
29	SŠ - bez maturity	Doma
30	SŠ - maturitní	zdravotni
31	ZŠ	školství

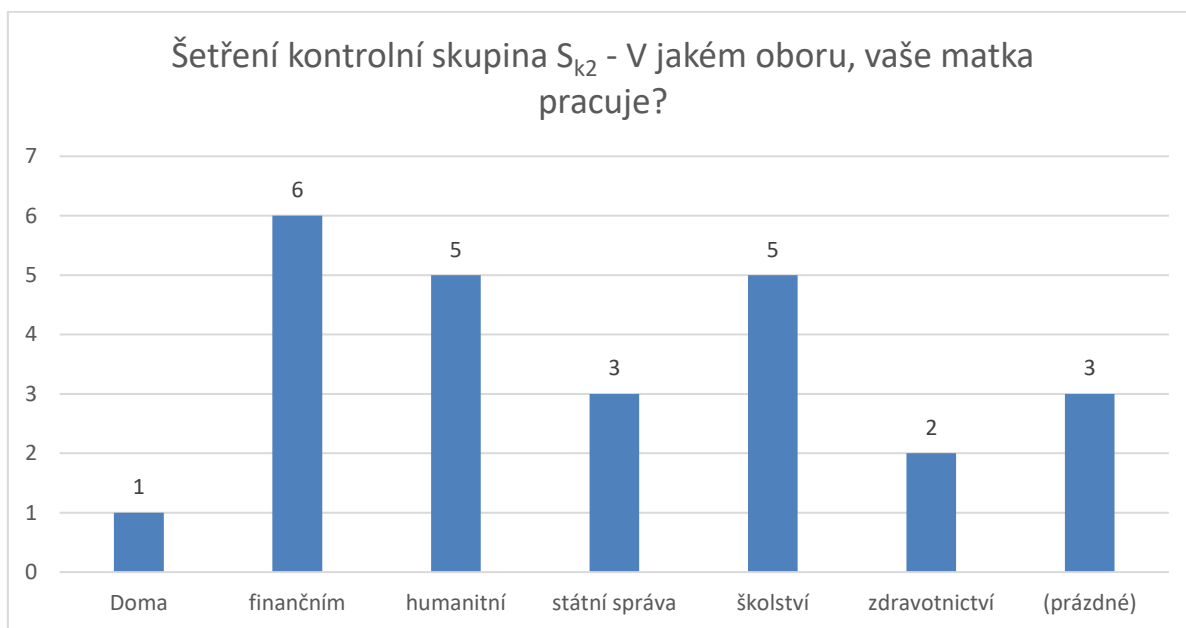
32	SŠ - maturitní	státní správa
33	VŠ - (bakalářské)	školství
34	VŠ - (bakalářské)	humanitní
35	VŠ - (bakalářské)	humanitní
36		
37		
38	SŠ - bez maturity	
39	SŠ - maturitní	finančním
40	Vyšší odborná	finančním
41	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	státní správa
42	SŠ - maturitní	školství
43	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	státní správa

Výzkumný vzorek –  $S_{k1} = N_k$



Graf 14-šetření, vzdělání matka, kontrolní skupina

Výzkumný vzorek –  $S_{k2} = N_k$

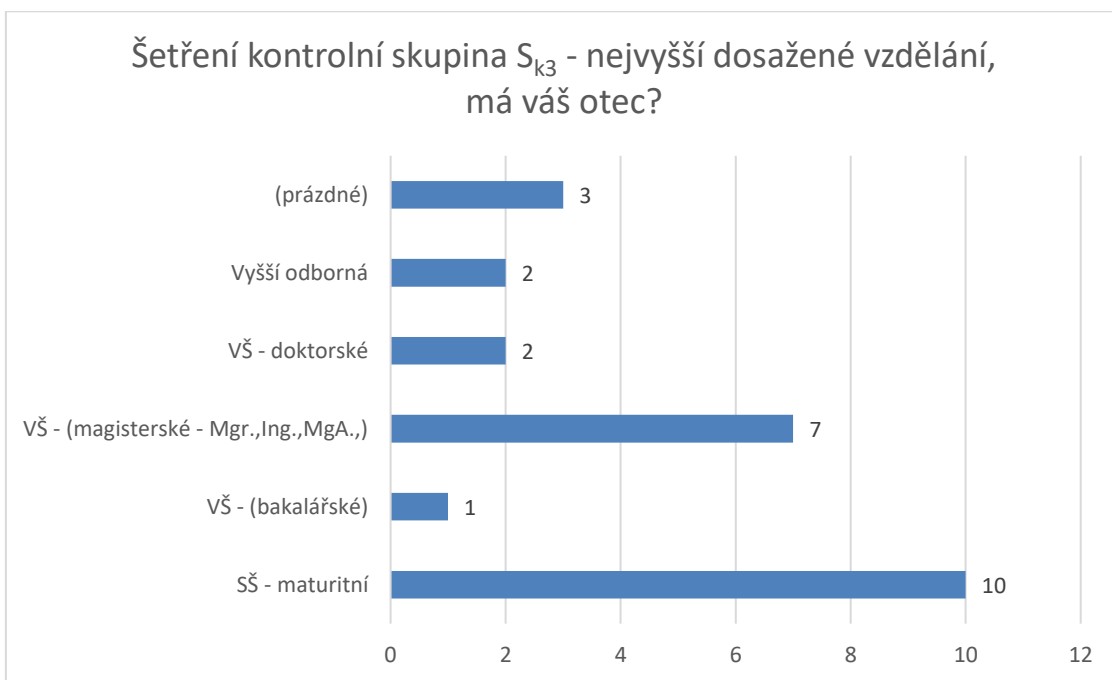


Graf 15-šetření, obor matka, kontrolní skupina

ID	Jaké nejvyšší dosažené vzdělání, má vaše matka?	V jakém oboru, vaše matka pracuje?
6	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	finančním
20	VŠ - doktorské	finančním
21	SŠ - maturitní	finančním
22	SŠ - maturitní	humanitní
23	VŠ - doktorské	humanitní
24	SŠ - bez maturity	školství
25	SŠ - maturitní	finančním
26	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	humanitní
27	SŠ - maturitní	zdravotnictví
28	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	školství
29	SŠ - bez maturity	Doma
30	SŠ - maturitní	zdravotni
31	ZŠ	školství
32	SŠ - maturitní	státní správa
33	VŠ - (bakalářské)	školství
34	VŠ - (bakalářské)	humanitní
35	VŠ - (bakalářské)	humanitní
36		
37		
38	SŠ - bez maturity	
39	SŠ - maturitní	finančním
40	Vyšší odborná	finančním

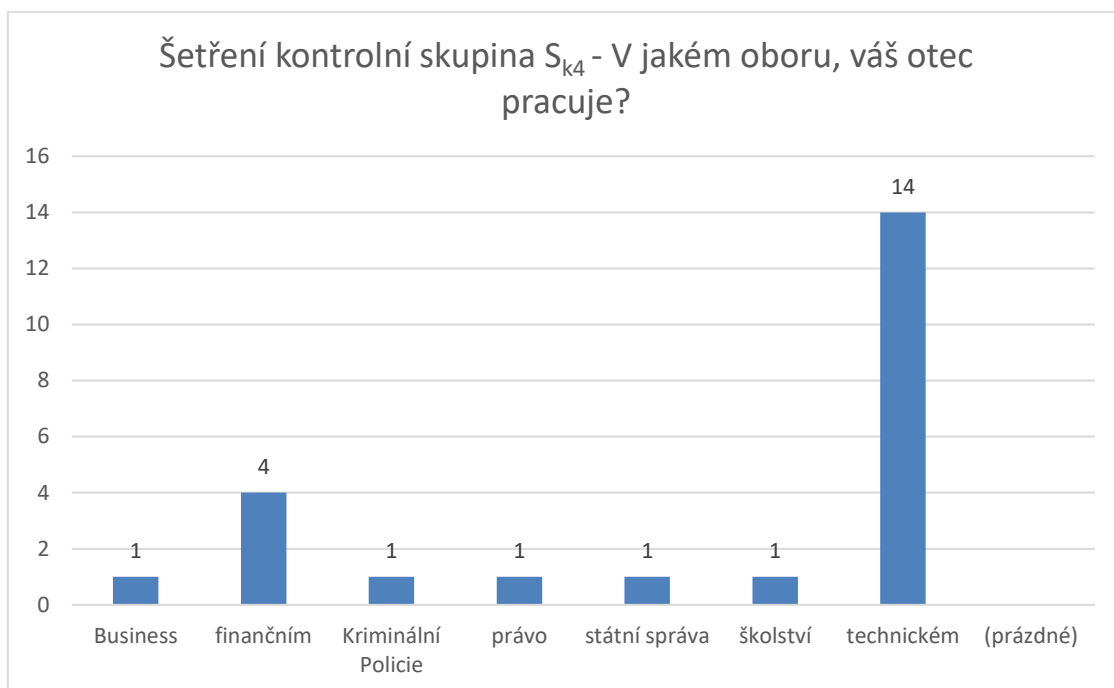
41	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	státní správa
42	SŠ - maturitní	školství
43	VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)	státní správa

Výzkumný vzorek –  $S_{k3} = N_k$



Graf 16-šetření, vzdělání otec, kontrolní skupina

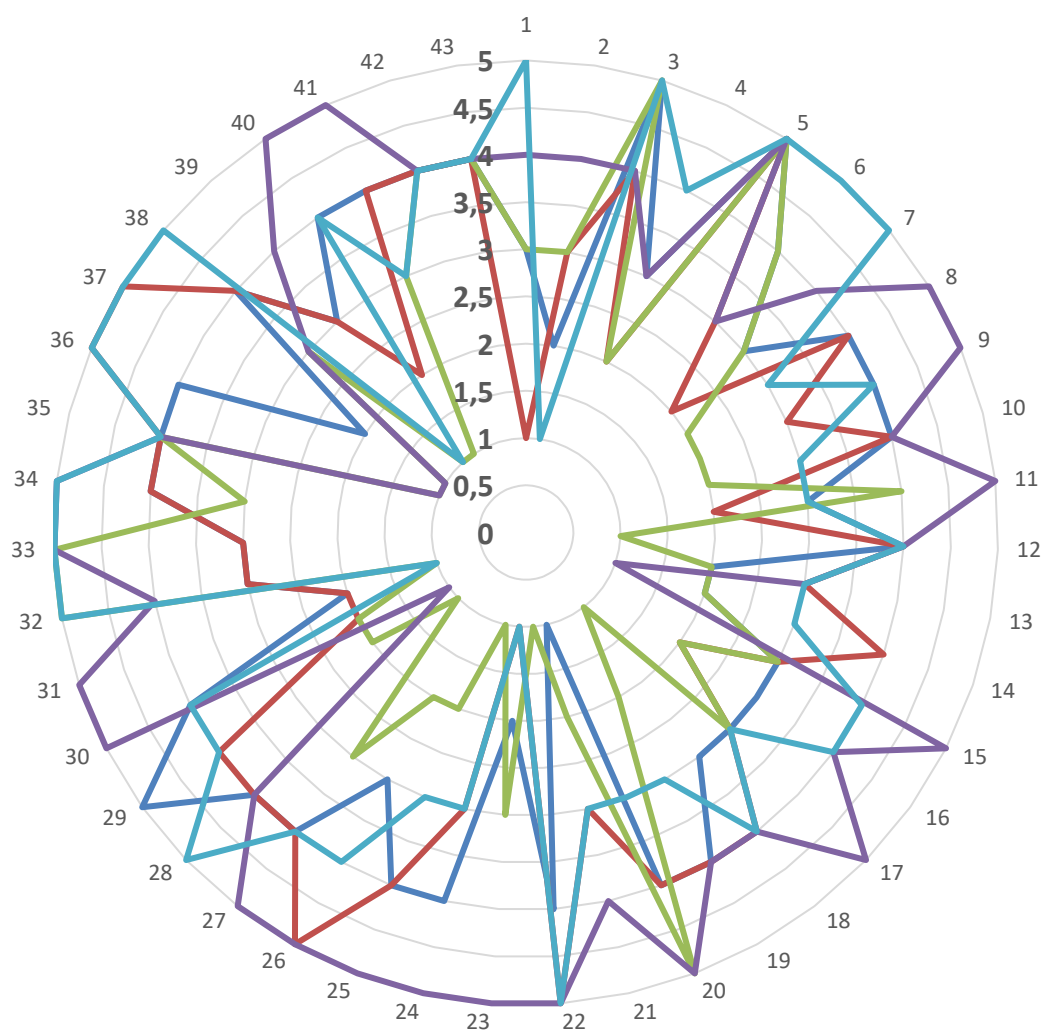
Výzkumný vzorek –  $S_{k4} = N_k$



Graf 17-šetření, obor otec, kontrolní skupina

## Účastnické hodnocení sledovaných předmětů škála hodnocení je od 1 (nejméně) až 5 (nejvíce/nejlépe)

- Jak hodnotíte předmět / předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice programování?
- Jak hodnotíte předmět / předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice operačních systémů a počítačových sítí?
- Jak hodnotíte předmět / předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice elektrotechnologie (předměty které se věnují elektrotechnice) ?
- Jak byste se rozhodl v předmětu matematika (nebo předmětech spadající do problematiky matematiky)
- Jak byste se rozhodl v předmětu cizí jazyk.



Graf 18 - Výsledek šetření v rámci oblíbenosti konkrétních sledovaných předmětů.

### 6.5.1 Konkrétní výsledky v rámci sledovaných předmětů

V datech níže jsou popsány vztahy mezi předměty a jednotlivými studenty označenými dle parametru ID. Toto ID je jedinečné ve všech výzkumných otázkách a výsledcích a po celou dobu výzkumu studentům zůstalo neměnné.

#### Otevřené odpovědi studentů experimentální skupiny – nestandardizované

Tabulka 23-Odpovědi studentů, zájmové odborné předměty, experimentální skupina

ID	Jaké jsou vaše preferované odborné předměty, které Vás na škole zajímají?
1	webové aplikace
2	DS-Databázové systémy, WA- webové aplikace
3	webové aplikace
4	Webové aplikace
5	PV
7	Webové aplikace, Multimédia a vývoj her, programové vybavení,
8	Počítačové systémy a sítě, Multimédia a vývoj her, Programové vybavení
9	webové aplikace, počítačové systémy a sítě, programové vybavení (programování), teoretická informatika
10	Databáze, programové vybavení a okrajově počítačové systémy a sítě
11	Matematika, PV, MVH, WA (programování, Multimedia a vývoj her, webové aplikace )
12	Programové vybavení, multimédia a vývoj her
13	Webové aplikace
14	Počítačové systémy a sítě
15	Multimédia a vývoj her (MVH)
16	Multimédia a vývoj her, webové aplikace, databázové sítě, cvičení IT, teoretická informatika
17	Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě, databáze
18	Počítačové sítě a systémy, Programové vybavení, Webové aplikace, Teoretická informatika
19	Databáze, počítačové systémy a sítě

Tabulka 24-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina

ID	Jaké jsou vaše odborné předměty, které Vás na škole nezajímají?
1	Počítačové sítě a systémy, databáze
2	PSS- Počítačové sítě a systémy
3	sítě PV-programové vybavení
4	Databázové systémy
5	PSS
7	Cvičení z informační technologie, Databázové systémy

8	Databázové systémy, Cvičení ze správy IT, Elektrotechnika
9	databázové systémy
10	Webové aplikace
11	databáze (ale jen práce v datamodeláři celý předmět považuji za užitečný)
12	Cvičení z informačních technologií
13	PV
14	Všechny ostatní
15	Počítačové sítě a systémy PSS
16	Programové vybavení , počítačové sítě a systémy
17	Vývoj her
18	Databázové systémy, Multimediální vývoj her, Cvičení z informační technologie
19	WEBOVÉ APLIKACE

### Otevřené odpovědi studentů kontrolní skupiny – nestandardizované

Tabulka 25-Odpovědi studentů, odborné předměty, kontrolní skupina

ID	Jaké jsou vaše preferované odborné předměty, které Vás na škole zajímají?
20	Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě,
21	CIT
22	PV (Programové vybavení / programování), PSS (Sítě), DS (Databáze)
23	Matematika, sítě
24	WA, IT, DS
25	PSS, WA
26	Matematika, sítě, databáze
27	Program. Vybavení. Sítě, Databáze
28	Programování Webové Aplikace
29	Multimédia a Vývoj Her
30	Matematika, Multimedia a vývoj her, Database
31	Matematika
32	Databázové systémy
33	Databázové systémy
34	PSS, WA
35	webové aplikace
36	Webové aplikace
37	webové aplikace
38	Multimédia a vývoj her
39	Multimédia a vývoj her, Databáze, Webové aplikace
40	Multimédia a vývoj her, Programové vybavení, Webové aplikace
41	WA, PSS

42	matika
43	Databáze
6	Multimédia a vývoj her, webové aplikace, matematika, anglický jazyk, český jazyk, databázové systémy

Tabulka 26-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina

ID	Jaké jsou vaše odborné předměty, které Vás na škole nezajímají?
6	tělesná výchova
20	nic
21	PV, WA
22	TI (Teoretická informatika)
23	Databaze
24	Teoreticka informatika
25	PSS, WA
26	cvičení z IT
27	Weby
28	nevím
29	PSS
30	čeština, hardware, pss,
31	Databáze
32	PSS,PV
33	Počítačové systémy a sítě ,Webové aplikace
34	TI
35	Matematika
36	Databaze
37	databazove systemy
38	Databáze
39	Počítačové systémy a sítě
40	Databáze, Počítačové systémy a sítě
41	TI
42	weby
43	nic

### Otevřené odpovědi studentů experimentální skupiny – standardizované dle předmětů

Tabulka 27-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina, standardizované

ID	Jaké jsou vaše preferované odborné předměty, které Vás na škole zajímají?
1	Webové aplikace

2	Databázové systémy, Webové aplikace
3	Webové aplikace
4	Webové aplikace
5	Programové vybavení
7	Webové aplikace, Multimédia a vývoj her, Programové vybavení,
8	Počítačové systémy a sítě, Multimédia a vývoj her, Programové vybavení
9	Webové aplikace, Počítačové systémy a sítě, Programové vybavení, Teoretická informatika
10	Databázové systémy, Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě
11	Matematika, Počítačové systémy a sítě, Multimédia a vývoj her, Programové vybavení
12	Programové vybavení, Multimédia a vývoj her
13	Webové aplikace
14	Počítačové systémy a sítě
15	Multimédia a vývoj her
16	Multimédia a vývoj her, Webové aplikace, Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy, Teoretická informatika
17	Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy
18	Počítačové sítě a systémy, Programové vybavení, Webové aplikace, Teoretická informatika
19	Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy

Tabulka 28-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina, standardizované

ID	Jaké jsou vaše odborné předměty, které Vás na škole nezajímají?
1	Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy
2	Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy
3	Počítačové systémy a sítě
4	Programové vybavení, Databázové systémy
5	Počítačové systémy a sítě
7	Cvičení z informační technologie, Databázové systémy
8	Databázové systémy, Cvičení z informační technologie, Elektrotechnika
9	Databázové systémy
10	Webové aplikace
11	Databázové systémy
12	Cvičení z informační technologie
13	Programové vybavení
14	Databázové systémy, Cvičení z informační technologie, Elektrotechnika, Webové aplikace,
15	Počítačové sítě a systémy PSS, Multimediální vývoj her, Cvičení z informační technologie
16	Počítačové sítě a systémy
16	Programové vybavení, Počítačové sítě a systémy

17	Multimediální vývoj her
18	Databázové systémy, Multimediální vývoj her, Cvičení z informační technologie
19	Webové aplikace

### Otevřené odpovědi studentů kontrolní skupiny – standardizované dle předmětů

Tabulka 29-Odpovědi studentů, odborné předměty, kontrolní skupina, standardizované

ID	Jaké jsou vaše preferované odborné předměty, které Vás na škole zajímají?
20	Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě
21	CIT
22	Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy
23	Matematika, Počítačové systémy a sítě
24	Databázové systémy, Webové aplikace, Teoretická informatika
25	Počítačové systémy a sítě, Webové aplikace
26	Matematika, Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy
27	Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě, Databázové systémy
28	Programové vybavení
29	Webové Aplikace, Multimedia a vývoj her
30	Matematika, Multimedia a vývoj her, Databázové systémy
31	Matematika
32	Databázové systémy
33	Databázové systémy
34	Webové Aplikace, Počítačové systémy a sítě
35	Webové aplikace
36	Webové aplikace
37	Webové aplikace
38	Multimédia a vývoj her
39	Multimédia a vývoj her, Databázové systémy, Webové aplikace
40	Multimédia a vývoj her, Programové vybavení, Webové aplikace
41	Webové Aplikace, Počítačové systémy a sítě
42	Matematika
43	Databázové systémy
6	Multimédia a vývoj her, Webové Aplikace, Matematika, Anglický jazyk, Český jazyk, Databázové systémy

Tabulka 30-Odpovědi studentů, odborné předměty, kontrolní skupina, standardizované

ID	Jaké jsou vaše odborné předměty, které Vás na škole nezajímají?
6	Tělesná výchova
20	X
21	Programové vybavení, Webové Aplikace

22	Teoretická informatika
23	Databázové systémy
24	Teoretická informatika
25	Webové Aplikace, Počítačové systémy a sítě
26	Cvičení z informační technologie
27	Webové Aplikace
28	X
29	Počítačové systémy a sítě
30	Český jazyk, Hardware, Počítačové systémy a sítě
31	Databázové systémy
	Programové vybavení, Počítačové systémy a sítě
32	
33	Počítačové systémy a sítě, Webové aplikace
34	Teoretická informatika
35	Matematika
36	Databázové systémy
37	Databázové systémy
38	Databázové systémy
39	Počítačové systémy a sítě
40	Databázové systémy, Počítačové systémy a sítě
41	Teoretická informatika
42	Webové aplikace
43	X

### 6.5.2 Shrnutí kontextové analýzy

Níže je souhrn výsledků týkajících se vzdělání a pracovních oborů rodičů v experimentální a kontrolní skupině:

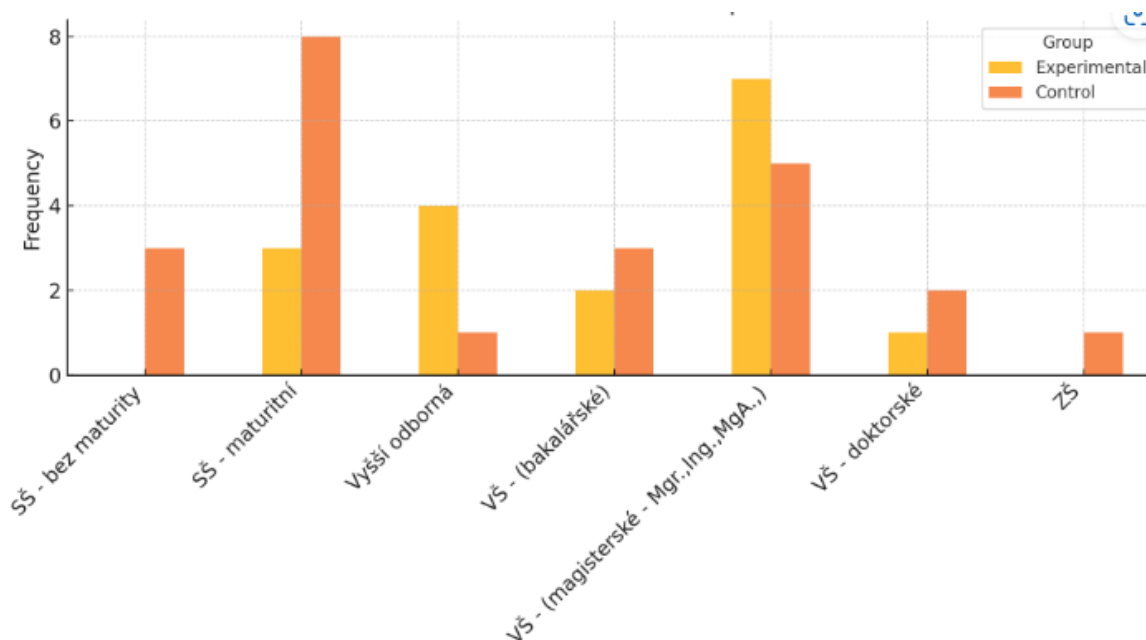
#### Vzdělání matek – Experimentální skupina:

- Nejčastější dosažené vzdělání:
  - Vysokoškolské (magisterské) (6 případů)
  - Vyšší odborné (4 případy)
  - Střední škola s maturitou (4 případy)

#### Vzdělání matek – Kontrolní skupina:

- Nejčastější dosažené vzdělání:

- Střední škola s maturitou (9 případů)
- Vysokoškolské (magisterské) (6 případů)



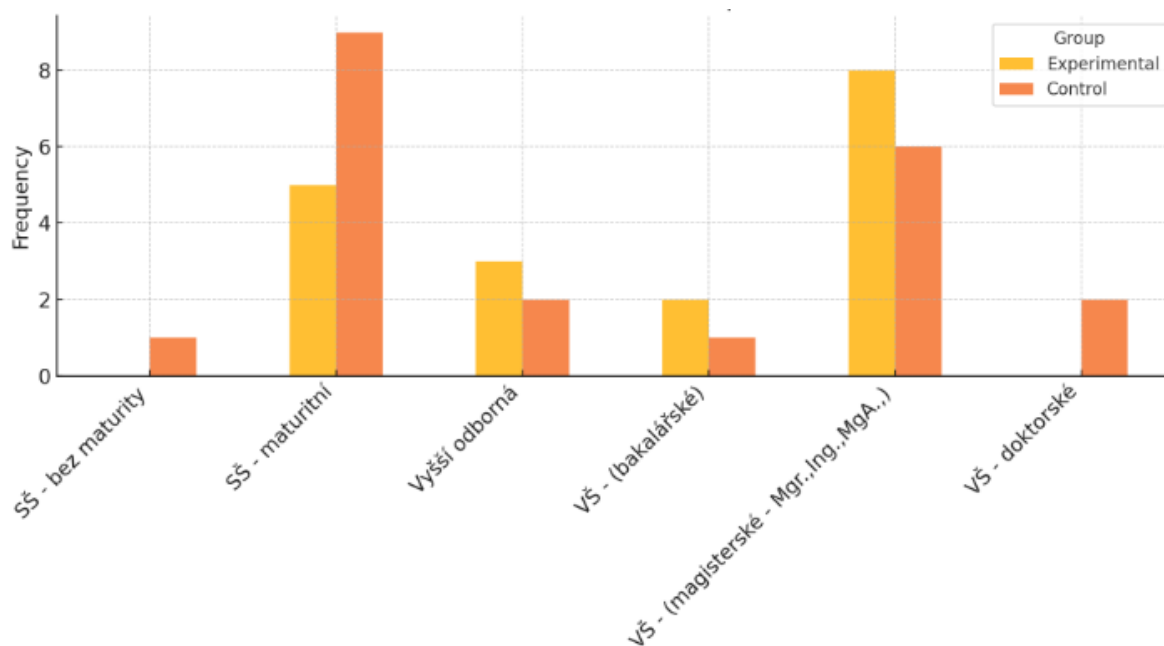
Obrázek 8 - porovnání vzdělání matek účastníků výzkumu

#### Vzdělání otců – Experimentální skupina:

- Nejčastější dosažené vzdělání:
  - Vysokoškolské (magisterské) (9 případů)
  - Střední škola s maturitou (4 případy)

#### Vzdělání otců – Kontrolní skupina:

- Nejčastější dosažené vzdělání:
  - Střední škola s maturitou (9 případů)
  - Vysokoškolské (magisterské) (6 případů)



Obrázek 9 - porovnání vzdělání otců účastníků výzkumu

## Slovní shrnutí analýzy

### Vzdělání matek:

- Ve větší míře jsou ve skupinách zastoupeny matky s vysokoškolským vzděláním (bakalářským nebo magisterským).
- Kontrolní skupina vykazuje více matek se středoškolským vzděláním bez maturity.

### Vzdělání otců:

- U otců je vysoké zastoupení vysokoškolsky vzdělaných (magisterské).
- Experimentální skupina má více otců se specializovanými profesemi, například letectví nebo stavebnictví.

### Obor matek:

- Nejčastěji se objevují oblasti jako školství, humanitní obory nebo státní správa.
- Experimentální skupina obsahuje více matek pracujících v technických nebo finančních oblastech.

### Obor otců:

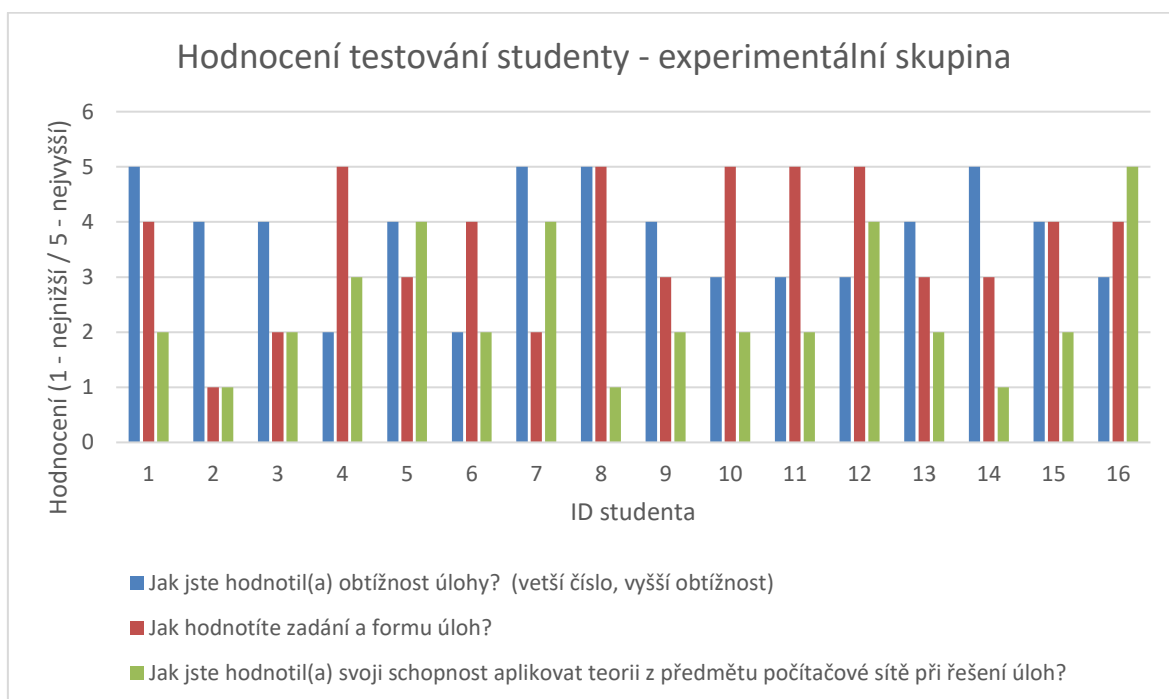
- Otcové jsou často zastoupeni v technických oborech a státní správě.

- Kontrolní skupina má větší rozmanitost oborů včetně práva a školství.

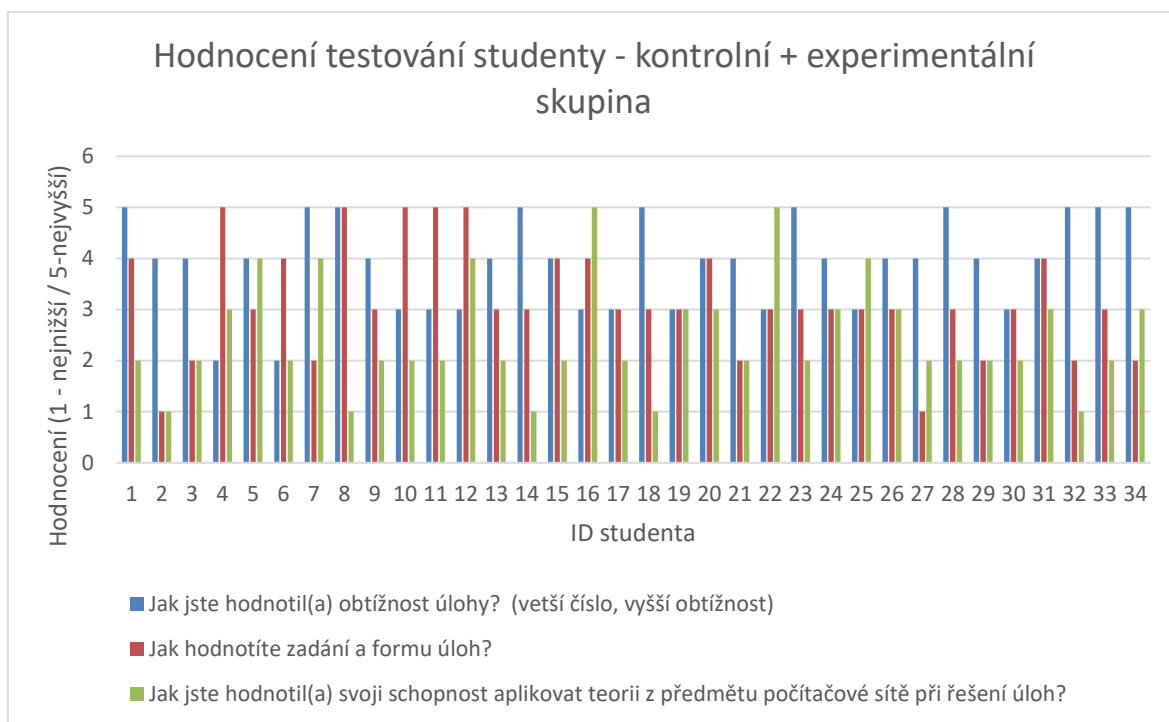
## 6.6 Reflexivita

Součástí výzkumu bylo také zjistit reakci studentů na nové prostředí a získat od nich zpětnou vazbu pro další zlepšování uživatelského rozhraní. Tento sběr dat proběhl na konci samotného testování a byl součástí testování jak experimentální, tak i kontrolní skupiny. Dotazník rovněž obsahuje otázky na sebehodnocení a lehkou reflexi v rámci předmětu. V dotazníku byla i možnost vyplnit dvě otevřené otázky, kam studenti mohli napsat jakoukoli zpětnou vazbu k výzkumu nebo samotnému systému.

### 6.6.1 Účastnické hodnocení výzkumu



Graf 19-hodnocení testování studenty, experimentální skupina



Graf 20-hodnocení testování studenty, experimentální skupina a kontrolní skupina

### 6.6.2 Účastnická zpětná vazba na výzkum

Účastníci obou skupin vyplnili na konci testování dotazník ohledně zpětné reakce na prostředí. V posledních dvou otevřených otázkách mohli účastníci napsat jakýkoliv komentář k danému výzkumu nebo samotnému testování. Níže jsou zobrazeny neupravené odpovědi respondentů. Nad každou tabulkou je napsána otázka, na kterou studenti odpovídali.

#### Jaké dovednosti nebo znalosti jste získal(a) nebo zdokonalil(a) díky těmto úlohám?

nejsem si jistej
nastavení různých ip address
Opakování práce kominikovat
Komunikace se Supportem
Zadání jsou težke
všechno
NESNÁŠÍM LIDI
Vubec jsem nevěděl co se děje :/
Že být support je těžké a stresující

Být přesnější když se píše na support
Je potřeba si rozšířit své obzory ještě víc než jsem očekával. S mojí aktuální dovedností bych byl k ničemu.
Nechci dělat it podporu
Nechci dělat it support
Znalosti zacházení s cisco
Kontrolu ip adres
Prace s realnym zadanim
zadne
Vím jak dát banner :D
jak vypadala forma zadání
nic moc
NTP a Bannery
zadne
trochu
věřit sám sobě a ne tech-supportu
configurovani switche
Zdokonalil jsem nastavování ip adres. Už nevěřím tech-supportu ani slovo
prikazy
práci s routery a switchy
zadne
Hledání na googlu
Věřit sám sobě a svým kolegům. Bohužel to stejné se nedá říct o supportu
žádné kterých si jsem vědom
zadne
yadne

**Pokud chcete slovně ohodnotit výzkum, kterého jste se účastnil(a), můžete svoje podněty napsat níže.**

Super způsob zadání, úkoly. Škoda, že vázla komunikace
--

moc lehký
Úlohy byly zajímavé, ale zjistil jsem, že úroveň mých znalostí je nižší, než je potřebné, a nejsem s tímto poznatkem spokojený.
Technicke problémy
Zjišťuji, že umím méně než mám umět
Dobry
hezké prostředí, nepříjemná klíma
Ponechám bez komentáře.
Celkově je koncept podle mě výborný. Chtělo by to ale přidat více funkcí, na které jsem zvyklý na Cisco. Např obrazovat IP interfaců, atd...
Support bych nechal upálit.
velkou část mi nefungovala myš, a nebyl moc čas na úkoly, jinak vcelku podobné packet tracer

### 6.6.3 Zhodnocení výzkumu

Výzkumu jako takového se celkem zúčastnilo 70 studentů ze dvou škol. Samotného testování se nakonec účastnila pouze část, a to 56 studentů. Zbytek se v rámci časového rozvrhu nedokázal naplánovat do stanoveného konce výběru dat.

Byly naplánovány celkem dvě testování v celkové délce 2 hodin na předem určeném místě laboratoře, přičemž studentům byla známa témata výzkumných úloh. Každý student podepsal před začátkem práce prohlášení o zapojení do výzkumu a souhlas se zpracováním osobních údajů.

Samotné testování proběhlo bez větších problémů. Pokud studenti potřebovali technickou pomoc, kontaktovali jejich spolužáky na support pozici a ti je odkázali na návod, jak daný problém řešit.

## 7 Diskuse výsledků výzkumu

Tento výzkum se zaměřil na analýzu efektivity a výkonu dvou skupin uživatelů při řešení různých úkolů souvisejících s problematikou operačních systémů, a to zejména počítačových sítí. Byla analyzována samostatná aplikace v prostředí výuky, kdy se zjistila její efektivita, škálovatelnost, spravovatelnost a dostupnost. Následně se ověřil i její vliv na kvalitu nabytých znalostí v porovnání s kontrolní skupinou studentů. V rámci praktického testování byla data sesbírána a analyzována v rámci čtyř kategorií úkolů: Oprava SSH přístupu, Oprava systému S+R, Oprava systému Switch a Oprava Routeru. Tyto úlohy reprezentovaly základní metody troubleshootingu a snažily se ověřit studentské znalosti a schopnosti objevení chyb na systémech a jejich následné opravení. Hlavním cílem bylo porovnat průměrné hodnoty doby práce strávené na jednotlivé úloze a procenta dokončení jednotlivých úkolů mezi oběma skupinami, a tím zjistit, která skupina (experimentální nebo kontrolní) vykazuje vyšší efektivitu, produktivitu a úroveň znalostí. Dále se zjistila míra schopnosti interakce studentů v rámci různých pracovních rolí, například při komunikaci se support teamem.

Diskuse výsledků se zaměřuje na klíčové zjištění rozdílů ve výkonu mezi skupinami, interpretaci těchto rozdílů, identifikaci možných faktorů ovlivňujících výsledky a poskytuje doporučení pro další výzkum s ohledem na zjištěná omezení. Výsledky tohoto výzkumu mohou sloužit jako základ pro zlepšení pracovních procesů a strategií v oblasti oprav systémů a technické podpory.

### 7.1 Dlouhodobé sledování nasazení systému ve výuce na školách

Při sledování a porovnání všech atribut systému při jeho nasazení do výuky školy se ukázalo, že využití systému je pro výuku vhodné, a testování a následný výzkum prokázaly jeho vliv na zlepšení úrovně znalostí. Nelze však vyloučit, že podíl na výsledcích výzkumu měly i samotné předchozí znalosti studentů a jejich motivace. V rámci osobních rozhovorů se studenty a vyučujícím by většina zúčastněných studentů tento systém ve výuce ráda využila jako další metodu výuky. Studenti především ocenili možnost časově neomezeného přístupu, kdy mohou z domova vyzkoušet různé scénáře bez nutnosti cokoliv instalovat na svůj osobní počítač. Vyučující naopak ocenili vysokou variabilitu systémů a možnost integrace různých operačních systémů a síťových prvků v rámci jedné laboratorní úlohy. Vyučujícími byla

rovněž velmi pozitivně vnímána funkce jednoduchého importu již připravené laboratoře. Tato možnost pak velmi urychlí přípravu daného laboratorního cvičení.

## **7.2 Testování studentů na reálných úlohách z praxe**

Při vytváření úloh se dbalo na to, aby samotné úlohy byly převzaté z reálného prostředí daného oboru a aby ověřovaly znalosti, které je absolvent schopen v praxi uplatnit. Vzniklé sady úloh byly studenty a učiteli velmi kladně hodnoceny, jelikož odrážely reálné obrazy infrastruktur, se kterými se můžeme setkat v praxi. Úlohy, které studenti obdrželi jako zadání testových prací, byly nakonec většinou kladně hodnoceny jak studenty, tak i samotnými vyučujícími. Z daných dat je patrné, že hodnocení studentů je spíše kladné.

## 8 Závěr

Shrnutí celé práce a samotného výzkumu je vzhledem k velkému množství dat velmi složité. Ze všech výstupů v práci výše popsaných lze ale konstatovat, že uvedené postupy a technologie přispívají k lepším výsledkům v praktickém zkoumání. Popsané šetření ve dvou středních školách ukázalo, že i když každá škola využívá jiné metody a technologie pro výuku podobných předmětů, obě shodně by toto řešení rádi využili. V rámci výzkumu se také došlo k závěru, že popsaná technologie přispívá k realizaci komplexnějších úloh v rámci školní laboratoře, kdy vyučující dokáže velmi rychle vytvářet komplexní scénáře pro výuku síťových technologií. Studenti a učitelé hodnotili řešení kladně a byli by rádi / ochotni s daným systémem pracovat v rámci jejich výuky i v následujících ročnících.

## 9 Seznam pojmů a technologií

**Cisco Networking Academy:** [Cisco NetAcad](#)

**Juniper Networks Learning Portal:** Juniper Learning Portal

**Aruba Education Services:** Aruba Networks

**Cisco Packet Tracer:** Cisco Packet Tracer

**Boson NetSim:** Boson NetSim

**EVE-NG:** [EVE-NG Official Site](#)

**GNS3:** [GNS3 Official Site](#)

**GNS3 Documentation:** GNS3 Documentation

**Troubleshoot:** Disciplína, která se zaměřuje na řešení problému bez znalosti předchozích postupů nebo vzniku problému. Cílem je objevit závadovou část na daném zařízení nebo systému.

## **Seznam použitých informačních zdrojů**

HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-736-7040-2.

YIN, Robert Kuo-Zuir. *Case study research and applications: design and methods*. 6. edition. Los Angeles: SAGE, c2018. ISBN 978-1-5063-3616-9.

CRESWELL, John W. *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. pearson, 2015.

FIELD, Andy P. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. 5th edition. Los Angeles: Sage, [2018]. ISBN 978-1-5264-1952-1.

### **Vyjádření k využití nástrojů umělé inteligence (OPATŘENÍ DĚKANA Č.: 28/ 2024**

#### **Č. j.: UKPedF/540417/2024)**

V rámci práce bylo potřeby datové analýzy využito několik různých velkých jazykových modelů (LLM) a umělé neuronové sítě. Veškerá data, která byla pro analýzu poskytnuta třetím stranám, byla anonymizována.

## 10 Přílohy

### 10.1 Dotazník pro výzkum DP - Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků

Vaše vyplněné odpovědi budou plně anonymizovány.

Vyplňte vaše jméno a příjmení: \*

1.

SPŠE Ječná

SPŠ Smíchov

Jakou školu momentálně studujete? \*

2.

ANO

NE

Pracoval jste již s virtuální laboratoří a máte login do výzkumu? \*

3.

2

3

4

V jakém ročníku momentálně jste? \*

4.

Informační technologie

Elektro (slabo + silno proud)

Telekomunikace

Jiné

Jaké je vaše studijní zaměření? \*

5.

Jaké jsou vaše preferované odborné předměty, které Vás na škole zajímají? \*

6.

Jaké jsou vaše odborné předměty, které Vás na škole nezajímají? \*

7.

Ano

Ne

Ano, ale uvažuji o pauze ve studiu

Nejsem ještě rozhodnut

Chcete po absolvování školy dále studovat na VŠ? \*

8.

Jak hodnotíte předmět / předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice programování? \*

9.

Jak hodnotíte předmět / předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice operačních systémů a počítačových sítí? \*

10.

Jak hodnotíte předmět / předměty které máte v rozvrhu, ve kterém se věnujete problematice elektrotechnologie (předměty které se věnují elektrotechnice)? \*

11.

Jak byste se rozhodl v předmětu matematika (nebo předmětech spadající do problematiky matematiky) \*

12.

Jak byste se rozhodl v předmětu cizí jazyk. \*

13.

SŠ - bez maturity

SŠ - maturitní

Vyšší odborná

VŠ - (bakalářské)

VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)

VŠ - doktorské

Jaké nejvyšší dosažené vzdělání, má vaše matka?

14.

technickém

humanitní  
finančním  
školství  
státní správa  
Jiné

V jakém oboru, vaše matka pracuje?

15.

ZŠ

SŠ - bez maturity

SŠ - maturitní

Vyšší odborná

VŠ - (bakalářské)

VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.,)

VŠ - doktorské

Jaké nejvyšší dosažené vzdělání, má váš otec?

## 10.2 Vzorový formulář pro poslední fázi sběru dat

### Hodnocení výzkumu

Vyplňte Vaše jméno \*

1.

Jak jste hodnotil(a) obtížnost úlohy. (větší číslo, vyšší obtížnost) \*

2.

1

2

3

4

5

Jak hodnotíte zadání a formu úloh? \*

3.

Jak jste hodnotil(a) svoji schopnost aplikovat teorii z předmětu počítačové sítě při řešení úloh? \*

4.

Jaké dovednosti nebo znalosti jste získal(a) nebo zdokonalil(a) díky těmto úlohám? \*

5.

Pokud chcete slovně ohodnotit výzkum, kterého jste se účastnil(a), můžete svoje podněty napsat níže.

6.

Vaše přidělená pobočka: \*

## 10.3 Databáze laboratorních úloh a jejich popis

### LAB 0 – introduction

Úvodní lab do prostředí. Vyzkoušení konfigurace jednotlivých prvků. Otestování exportování konfigurace a jednotlivých schémat. Vyzkoušení importu jednotlivých úloh.

### LAB 1 – basic configuring Switch L2 + IP & IPv6 configuration

Základní konfigurace L2 prvků. Obecná konfigurace zařízení a koncových stanic.

### subLAB 1.1 – create telnet connection for management

Vytvoření vzdálených přístupů pro správu jednotlivých prvků.

## **LAB 2 – basic router configuration L3 + IP & IPv6 configuration**

Základní konfigurace L3 zařízení (router/switchL3).

### **subLAB 2.1 – create SSH connection for management**

Vytvoření zabezpečeného připojení pro správu síťových prvků.

## **LAB 3 – configuration VLAN and trunking**

Implementace VLAN technologie a podružných technologií pro přenos virtuálních sítí.

## **LAB 4 – setting hosts in network (OS Windows)**

Konfigurace koncových stanic na platformě OS Windows.

### **subLAB 4.1 – OS administration**

### **subLAB 4.2 – set IP address on host computers**

## **LAB 5 – setting hosts in network (OS Linux – distribution Debian & Ubuntu)**

Konfigurace koncových stanic na platformě OS Linux.

### **subLAB 4.1 – OS administration**

### **subLAB 4.2 – set IP address on host computers**

## **LAB 5 – Implement router on stick solution**

Implementace kompletní sítě úrovně L2 a L3, zakončená edge routerem.

## **LAB 6 – interVLAN routing**

Implementace kompletní sítě L2 a L3, s implementací VLAN technologie a interVLAN routingu pro propojení sítí na L3 úrovni.

## **LAB 7 – implement link agregation**

Laboratorní úloha pro implementaci link port agregáčních protokolů jako LACP, PAgP, etherchannel nebo NIC teaming.

### **LAB 8 – implement DHCP server on router**

Implementace technologie DHCP & DHCPv6.

### **LAB 9 – IP dual stack configuration**

Implementace protokolu IP a IPv6.

### **LAB 10 – implementing basic static routing**

Lab pro implementaci základního statického routingu mezi několika L3 prvky.

### **LAB 11 – implementing RIP routing protocol**

Laboratorní úloha pro otestování dynamického routovacího protokolu RIP a RIPv2.

### **LAB 12 – implementing OSPF routing protocol (advanced routing)**

Pokročilé směrování sítí pomocí OSPF.

## **10.4 Zadání praktické úlohy pro testování**

### **Výzkum DP – Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků**

Student 1 : login do virtuální laboratoře: \_\_\_\_\_

Jméno: \_\_\_\_\_

#### **Pozice ve virtuální firmě:**

Síťový inženýr pro pobočku Praha, komunikace: [paha.it@nejobchod.cz](mailto:paha.it@nejobchod.cz)

Uvedení do simulace:

Jste síťový inženýr na dané pobočce. Níže vidíte nahlášené servisní tickety k řešení. Každý ticket má vlastní důležitost (severity). Je na Vás, v jakém pořadí tickety vyřešíte. Je nutné, aby každý ticket měl čas začátku řešení a čas vyřešení (odstranění problému). Pokud problém nedokážete odstranit a potřebujete podporu, musíte napsat na support centrální pobočky přes aplikaci slido (simulace firemní komunikace). Kód pro připojení do místnosti je :  
**#7389001**

## **Tickety incidentů**

### **Servisní tiket pro opravu SSH přístupu na Switch-Praha**

#### **Detaily klienta:**

- Login console: username: cisco / password: cisco
- Kontaktní údaje: #7389001 – kód místnosti na support

#### **Popis problému:**

- Zařízení: Switch-Praha
- Problém: Nedostatečný nebo nemožný SSH přístup
- Popis: SSH přístup na Switch 1 není funkční. Pokusy o přihlášení skončí neúspěchem. Potřebujeme, aby byla provedena oprava a obnoven SSH přístup.

#### **Další informace:**

- Verze softwaru:
- IP zařízení:
- VLANs : 10,20,30,50,99(management)

#### **Priorita:**

- Střední

#### **Datum vytvoření: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [ \_\_\_\_\_ ]

#### **Datum Ukončení: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [ \_\_\_\_\_ ]

### **Servisní tiket pro opravu systému na Switch-Praha**

#### **Detaily klienta:**

- Login console: username: cisco / password: cisco
- Kontaktní údaje: #7389001 – kód místnosti na support

#### **Popis problému:**

- Zařízení: Switch-Praha
- Problém: Nedostupnost síťových portů pro platební terminály

**Další informace:**

- Verze softwaru: [Pokud je známa]
- Další důležité informace: [Pokud jsou k dispozici]

**Priorita:**

- Vysoká

**Datum vytvoření: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [\_\_\_\_\_]

**Datum Ukončení: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [\_\_\_\_\_]

**Servisní tiket pro opravu routeru Router-Praha**

**Detaily klienta:**

- Login console: username: cisco / password: cisco
- Kontaktní údaje: #7389001 – kód místnosti na support

**Popis problému:**

- Zařízení: Router-Praha
- Problém: Potřeba opravy nebo diagnostiky
- Popis: Router Router-Praha vykazuje některé z následujících problémů:
  - Neustálé výpadky sítě
  - Snížený výkon
  - Nestabilita spojení
  - Chyby v síťovém provozu

**Další informace:**

- Model routeru: []
- Verze firmware: [Pokud je známa]
- Další důležité informace: [Pokud jsou k dispozici]

**Dodatečné požadavky:**

- Prosím, zjistěte, jaké jsou případné další kroky, které bychom měli podniknout, nebo pokud budou potřeba další informace.

**Priorita:**

- Vysoká

**Datum vytvoření: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [ \_\_\_\_\_ ]

**Datum Ukončení: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [ \_\_\_\_\_ ]

**Servisní tiket pro opravu systému na Switch-Praha + Router-Praha**

**Detaily klienta:**

- Login console: username: cisco / password: cisco
- Kontaktní údaje: #7389001 – kód místnosti na support

**Popis problému:**

- Zařízení: switch-Praha + Router-Praha
- Problém: změna konfigurace

**Další informace:**

- Verze softwaru: [Pokud je známa]
- Další důležité informace: [Pokud jsou k dispozici]

**Úkoly pro servis:**

1. Změna ntp serveru na hodnotu: tik.cz (router + switch)
2. Vypnutí nepoužívaných portů (switche)
3. Nastavit banner: “privilegovaný přístup pouze pro oprávněné osoby!”

**Priorita:**

- nízká

**Datum vytvoření: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [ ]

**Datum Ukončení: den/měsíc/čas(hh:mm)**

- [ ]

**Výzkum DP – Ověření využití laboratoře pro výuku a testování síťových prvků – team support**

Student support : login do virtuální laboratoře:

Jméno: \_\_\_\_\_

**Pozice ve virtuální firmě:**

Síťový inženýr pro pobočku Praha, komunikace: [support@nejobchod.cz](mailto:support@nejobchod.cz)

Uvedení do simulace:

Jste síťový inženýr na centrálním stanovišti pro podporu poboček. V kanálu pro nahlašování incidentů pro support budete řešit jejich podporu. Je na Vás, v jakém pořadí tickety vyřešíte. Z vaši pozice znáte infrastrukturu i její nastavení, to vaši technici nemusí plně znát.

Aplikace pro řešení support dotazů: slido (simulace firemní komunikace). Kód pro připojení do místnosti je : **#7389001**

## 10.5 Kódy pro analýzu (anonymizované) – Python

### 10.5.1 Vytvoření datového rámce pro tabulku 12

```
import pandas as pd

# Vytvoření datového rámce pro tabulku 12

data = {

    'ID': [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19],

    'Programování': [3, 2, 5, 3, 5, 3, 4, 4, 4, 3, 4, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 4],

    'Operační systémy': [1, 3, 4, 2, 5, 2, 4, 3, 4, 2, 4, 3, 4, 3, 2, 3, 4, 4],

    'Elektrotechnologie': [3, 3, 5, 2, 5, 3, 2, 2, 2, 4, 1, 2, 2, 3, 2, 3, 1, 2],

    'Matematika': [4, 4, 4, 3, 5, 4, 5, 5, 4, 5, 4, 3, 1, 5, 4, 5, 4, 4],

    'Cizí jazyk': [5, 1, 5, 4, 5, 5, 3, 4, 3, 3, 4, 3, 3, 4, 4, 3, 4, 3]

}

df = pd.DataFrame(data)

# Výpočet popisné statistiky

popisna_statistika = df.describe().drop(index='count')
```

### 10.5.2 Vytvoření datového rámce pro tabulku 13

```
# Vytvoření datového rámce pro tabulku 13

data2 = {

    'ID': [6, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41,

42, 43],

    'Programování': [4, 4, 1, 4, 2, 4, 4, 3, 4, 4, 5, 4, 2, 3, 3, 4, 4, 4, 2, 4, 3, 4, 4, 4, 4],

    'Operační systémy': [3, 4, 3, 5, 1, 3, 4, 5, 4, 4, 4, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 4, 3, 2, 4, 4, 4],

    'Elektrotechnologie': [4, 5, 2, 1, 3, 1, 2, 2, 3, 1, 2, 2, 1, 5, 5, 3, 4, 1, 1, 3, 1, 1, 3, 4, 4],

    'Matematika': [3, 5, 4, 5, 5, 5, 5, 5, 4, 1, 5, 5, 4, 5, 5, 4, 1, 1, 3, 4, 5, 5, 4, 4],
```

```

'Cizí jazyk': [5, 3, 3, 5, 1, 3, 3, 4, 4, 5, 4, 4, 1, 5, 5, 5, 4, 5, 5, 5, 1, 4, 3, 4, 4]
}

df2 = pd.DataFrame(data2)

# Výpočet popisné statistiky

popisna_statistika2 = df2.describe().drop(index='count')

```

```
import pandas as pd
```

### 10.5.3 Datová sada pro porovnání vzdělání rodičů

```
# Data pro experimentální skupinu
```

```

experimental_mothers = [
    [1, "VŠ - (bakalářské)", "finančním"],
    [2, "SŠ - maturitní", "humanitní"],
    [3, "SŠ - maturitní", "podnikatelka"],
    [4, "Vyšší odborná", "finančním"],
    [5, "SŠ - maturitní", "státní správa"],
    [7, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "školství"],
    [8, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "školství"],
    [9, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "školství"],
    [10, "Vyšší odborná", "státní správa"],
    [11, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "nevím"],
    [12, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "technickém"],
    [13, "VŠ - doktorské", "zdravotnictví"],
    [14, "VŠ - (bakalářské)", "školství"],
    [15, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "humanitní"],

```

[16, "Vyšší odborná", "finančním"],  
[17, None, None],  
[18, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "finančním"],  
[19, "Vyšší odborná", "státní správa"]  
]

experimental\_fathers = [  
[1, "Vyšší odborná", "humanitní"],  
[2, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "technickém"],  
[3, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[4, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "finančním"],  
[5, "SŠ - maturitní", "finančním"],  
[7, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "Letecký"],  
[8, "VŠ - (bakalářské)", "technickém"],  
[9, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "státní správa"],  
[10, "Vyšší odborná", "státní správa"],  
[11, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "stavebnictví"],  
[12, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[13, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "technickém"],  
[14, "VŠ - (bakalářské)", "technickém"],  
[15, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "technickém"],  
[16, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[17, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "Zemědělském"],  
[18, "SŠ - maturitní", None],

[19, "Vyšší odborná", "státní správa"]

]

# Data pro kontrolní skupinu

control\_mothers = [

[6, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.),", "finančním"],

[20, "VŠ - doktorské", "finančním"],

[21, "SŠ - maturitní", "finančním"],

[22, "SŠ - maturitní", "humanitní"],

[23, "VŠ - doktorské", "humanitní"],

[24, "SŠ - bez maturity", "školství"],

[25, "SŠ - maturitní", "finančním"],

[26, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.),", "humanitní"],

[27, "SŠ - maturitní", "zdravotnictví"],

[28, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.),", "školství"],

[29, "SŠ - bez maturity", "Doma"],

[30, "SŠ - maturitní", "zdravotni"],

[31, "ZŠ", "školství"],

[32, "SŠ - maturitní", "státní správa"],

[33, "VŠ - (bakalářské)", "školství"],

[34, "VŠ - (bakalářské)", "humanitní"],

[35, "VŠ - (bakalářské)", "humanitní"],

[36, None, None],

[37, None, None],

[38, "SŠ - bez maturity", None],  
[39, "SŠ - maturitní", "finančním"],  
[40, "Vyšší odborná", "finančním"],  
[41, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "státní správa"],  
[42, "SŠ - maturitní", "školství"],  
[43, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "státní správa"]  
]

control\_fathers = [  
[6, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "školství"],  
[20, "VŠ - doktorské", "technickém"],  
[21, None, "Kriminální Policie"],  
[22, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[23, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "finančním"],  
[24, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[25, "SŠ - maturitní", "finančním"],  
[26, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "technickém"],  
[27, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "právo"],  
[28, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[29, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[30, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[31, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[32, "SŠ - maturitní", "technickém"],  
[33, "SŠ - maturitní", "technickém"],

```

[34, "VŠ - (bakalářské)", "technickém"],
[35, "Vyšší odborná", "technickém"],
[36, None, "Business"],
[37, None, None],
[38, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "finančním"],
[39, "SŠ - maturitní", "finančním"],
[40, "Vyšší odborná", "technickém"],
[41, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "technickém"],
[42, "VŠ - doktorské", None],
[43, "VŠ - (magisterské - Mgr.,Ing.,MgA.)", "státní správa"]
]

# Convert to DataFrames
df_experimental_mothers = pd.DataFrame(experimental_mothers, columns=["ID",
"Education", "Field"])
df_experimental_fathers = pd.DataFrame(experimental_fathers, columns=["ID",
"Education", "Field"])
df_control_mothers = pd.DataFrame(control_mothers, columns=["ID", "Education",
"Field"])
df_control_fathers = pd.DataFrame(control_fathers, columns=["ID", "Education", "Field"])

# Basic analysis of educational distribution and fields
education_mothers_exp = df_experimental_mothers["Education"].value_counts()
education_fathers_exp = df_experimental_fathers["Education"].value_counts()
education_mothers_ctrl = df_control_mothers["Education"].value_counts()

```

```
education_fathers_ctrl = df_control_fathers["Education"].value_counts()
```

```
field_mothers_exp = df_experimental_mothers["Field"].value_counts()
```

```
field_fathers_exp = df_experimental_fathers["Field"].value_counts()
```

```
field_mothers_ctrl = df_control_mothers["Field"].value_counts()
```

```
field_fathers_ctrl = df_control_fathers["Field"].value_counts()
```

```
education_mothers_exp, education_fathers_exp, education_mothers_ctrl,  
education_fathers_ctrl, \
```

```
field_mothers_exp, field_fathers_exp, field_mothers_ctrl, field_fathers_ctrl
```

#### **10.5.4 Analýza dat studentských výsledků - Experimentální vs. Kontrolní skupina**

```
import pandas as pd
```

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
import seaborn as sns
```

```
# Data for the experimental group
```

```
data_experimental = {
```

```
    "SSH_Complete": [90, 0, 90, 100, 25, 0, 0, 0, 100, 0, 50, 100],
```

```
    "S_R_Complete": [100, 100, 100, 100, 100, 50, 0, 75, 100, 0, 25, 0],
```

```
    "Switch_Complete": [100, 100, 100, 100, 0, 100, 100, 100, 100, 100, 0],
```

```
    "Router_Complete": [0, 100, 100, 100, 95, 0, 100, 100, 100, 0, 100, 50]
```

```
}
```

```

# Data for the control group

data_control = {
    "SSH_Complete": [25, 25, 25, 0, 0, 50, 0, 0, 0, 50, 50, 0, 25, 0, 0, 0, 100, 0, 0],
    "S_R_Complete": [100, 50, 100, 75, 100, 100, 100, 50, 0, 100, 0, 0, 100, 100, 25, 100,
100, 100, 80],
    "Switch_Complete": [0, 0, 0, 0, 100, 100, 100, 0, 100, 100, 0, 0, 0, 0, 0, 100, 100, 100,
100],
    "Router_Complete": [0, 0, 0, 25, 100, 50, 100, 25, 25, 100, 25, 50, 100, 25, 25, 0, 0, 0, 0]
}

# Create DataFrame for both groups

df_experimental = pd.DataFrame(data_experimental)

df_control = pd.DataFrame(data_control)

# Compute correlation matrices

correlation_experimental = df_experimental.corr()

correlation_control = df_control.corr()

# Plot correlation matrices

fig, axes = plt.subplots(1, 2, figsize=(14, 5), sharey=True)

fig.suptitle("Correlation Matrices: Experimental vs Control Group")

# Experimental group

sns.heatmap(correlation_experimental, annot=True, cmap="coolwarm", ax=axes[0])

axes[0].set_title("Experimental Group")

```

```
# Control group

sns.heatmap(correlation_control, annot=True, cmap="coolwarm", ax=axes[1])

axes[1].set_title("Control Group")

plt.tight_layout()

plt.subplots_adjust(top=0.88)

plt.show()
```

## Seznam obrázků

Obrázek 1- dohled infrastruktury pro support studenty.....	40
Obrázek 2 – Časový plán výzkumu.....	43
Obrázek 3 – Rezervační systém NetLAB.....	44
Obrázek 4 – Rezervační systém NetLAB – vytvoření rezervace. ....	44
Obrázek 5 – Virtuální prostředí laboratoře EEng. ....	45
Obrázek 6 – Virtuální prostředí laboratoře EEng – ukázka konfigurace.....	45
Obrázek 7 – Virtuální prostředí laboratoře EEng – ukázka laboratorní úlohy. ....	46
Obrázek 9 - porovnání vzdělání matek účastníků výzkumu.....	86
Obrázek 10 - porovnání vzdělání otců účastníků výzkumu .....	87

## Seznam tabulek

Tabulka 1-porovnání simulace vs. emulace .....	27
Tabulka 2 – Tabulka časového plánu výzkumu. ....	42
Tabulka 3 - Nejaktivnější studenti v rámci rezervací a využití virtuální laboratoře .....	49
Tabulka 4-úloha SSH přístup, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná .....	50
Tabulka 5-úloha oprava systému Switch, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná .....	50
Tabulka 6-úloha oprava systému Switch+Router, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná.....	51
Tabulka 7-úloha oprava routeru, výsledky vyhodnocení, experimentální skupina SPŠE Ječná .....	51
Tabulka 8-úloha SSH přístup, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná .....	53
Tabulka 9-úloha oprava systému Switch+Router, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná .....	53
Tabulka 10-úloha oprava systému Switch, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná .....	54
Tabulka 11-úloha oprava systému Routeru, výsledky vyhodnocení, kontrolní skupina SPŠE Ječná .....	55
Tabulka 12-Studentské hodnocení předmětů, experimentální skupina .....	62
Tabulka 13- Průměrné hodnocení a směrodatná odchylka, experimentální skupina .....	63
Tabulka 14- Rozložení hodnocení, experimentální skupina .....	63
Tabulka 15- Pearsonova korelační analýza, experimentální skupina.....	64
Tabulka 16--Studentské hodnocení předmětů, kontrolní skupina .....	66
Tabulka 17- Průměrné hodnocení a směrodatná odchylka, kontrolní skupina.....	67
Tabulka 18 - Rozložení odpovědí, kontrolní skupina.....	67
Tabulka 19 - Pearsonova korelační analýza, kontrolní skupina .....	69
Tabulka 20-šetření, vzdělání matky, experimentální skupina .....	71
Tabulka 21-šetření, vzdělání otec, experimentální skupina .....	72
Tabulka 22-šetření, vzdělání matka, kontrolní skupina.....	74

Tabulka 23-Odpovědi studentů, zájmové odborné předměty, experimentální skupina .....	80
Tabulka 24-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina.....	80
Tabulka 25-Odpovědi studentů, odborné předměty, kontrolní skupina .....	81
Tabulka 26-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina.....	82
Tabulka 27-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina, standardizované .....	82
Tabulka 28-Odpovědi studentů, odborné předměty, experimentální skupina, standardizované .....	83
Tabulka 29-Odpovědi studentů, odborné předměty, kontrolní skupina, standardizované ...	84
Tabulka 30-Odpovědi studentů, odborné předměty, kontrolní skupina, standardizované ...	84

## Seznam grafů

Graf 1 – Počet zapojených studentů do výzkumu. ....	48
Graf 2-Výsledek šetření, porovnání dvou skupin, úspěšnost řešení jednotlivých úloh.....	56
Graf 3-Výsledek šetření, porovnání dvou skupin, délka trvání vypracování jednotlivých úloh .....	57
Graf 4 - korelační matice experimentální a kontrolní skupiny .....	60
Graf 5-Studentské hodnocení předmětů, experimentální skupina.....	64
Graf 6-Studentské hodnocení předmětů, kontrolní skupina .....	68
Graf 7 – Výsledek šetření ohledně pokračování studia. ....	70
Graf 8 – Výsledek šetření dosaženého vzdělání matky .....	70
Graf 9 – Výsledek šetření dosaženého vzdělání otce. ....	71
Graf 10-šetření, vzdělání matky, experimentální skupina.....	72
Graf 11--šetření, vzdělání matky, experimentální skupina.....	72
Graf 12-šetření, vzdělání otec, experimentální skupina .....	73
Graf 13-šetření, vzdělání otec, experimentální skupina .....	74
Graf 14-šetření, vzdělání matka, kontrolní skupina .....	75
Graf 15-šetření, obor matka, kontrolní skupina.....	76
Graf 16-šetření, vzdělání otec, kontrolní skupina.....	77
Graf 17-šetření, obor otec, kontrolní skupina.....	78

Graf 18 - Výsledek šetření v rámci oblíbenosti konkrétních sledovaných předmětů.....	79
Graf 19-hodnocení testování studenty, experimentální skupina .....	88
Graf 20-hodnocení testování studenty, experimentální skupina a kontrolní skupina.....	89