

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra matematiky



Diplomová práce

Bc. Michal Paleček

Matematický software a kalkulátory v očích studentů matematiky

Olomouc 2023

vedoucí práce: doc. Mgr. Karel Pastor, Ph.D.

Tímto prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jen uvedenou literaturu a zdroje v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o autorském právu a o právech s ním souvisejících.

V Brně dne 18.6.2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Paleček', written over a horizontal dotted line.

podpis autora

Bc. Michal Paleček

Poděkování

Děkuji doc. Mgr. Karlovi Pastorovi, Ph.D., za důvěru a odborné vedení diplomové práce a poskytování dobrých rad při konzultacích.

Děkuji také RNDr. Jiřímu Dittrichovi za jeho pedagogickou činnost, kterou ve mně probudil zájem o matematiku.

Děkuji také své rodině za dlouhodobou podporu při studiu.

Obsah

1. Úvod a cíl práce	6
2. Teoretická část.....	8
2.1. Matematický software a kalkulátory	8
2.2. Vybraný matematický software	9
2.2.1. MATLAB.....	10
2.2.2. Mathematica	11
2.2.3. Maple	12
2.2.4. Program R.....	14
2.2.5. Python s knihovnou NumPy	16
2.2.6. GeoGebra	18
2.2.7. SAS.....	19
2.2.8. SPSS	21
2.2.9. Octave	23
2.2.10. SCILAB.....	25
2.2.11. GNU Maxima	27
2.2.12. Magma	28
2.2.13. SageMath	30
2.2.14. Julia.....	32
2.2.15. Mathcad	33
2.3. Vyhodnocení softwaru	35
2.4. Ukázky příkladů.....	37
3. Praktická část	39
3.1. Cíl výzkumu.....	39
3.2. Teoretická východiska	39
3.3. Stanovení výzkumných okruhů a hypotéz	40
3.4. Výzkumné metody a vzorek	41
3.5. Interpretace dat	45
3.5.1. Kvantitativní výzkum – okruh 1 – vizualizace matematického problému.....	46
3.5.2. Kvantitativní výzkum – okruh 2 – povědomí o množství matematického softwaru.....	47

3.5.3.	Kvantitativní výzkum – okruh 3 – míra dovedností ovlivněných vizualizací ve výuce...	48
3.5.4.	Kvalitativní výzkum – okruh 4 – zkušenosti respondenta jako uživatele	50
3.5.5.	Kvalitativní výzkum – okruh 5 – znalost ceny a využití komerčních programů	51
3.5.6.	Kvalitativní výzkum – okruh 6 – pohled respondenta na kompatibilitu	51
3.5.7.	Kvalitativní výzkum – okruh 7 – ochota uživatele vyhledat podporu	52
3.6.	Vyhodnocení výzkumu	53
4.	Diskuse.....	56
5.	Závěr.....	58
6.	Conclusion.....	59
	Reference	62
	Seznam grafů, tabulek a obrázků	67

1. Úvod a cíl práce

V dnešní době již technologie pronikla do všech oblastí našeho života a stává se nezbytným nástrojem. Procesory v našich přístrojích zvládají miliardy operací za vteřinu, ale bez softwaru, který je ovládá, by byly nevyužitelné. Veškerá dnešní technologie má základy v matematice. Tato práce se zaměřuje na výpočetní matematický software, jako je například Mathematica, MATLAB, Maple a další, který se stává stále důležitější součástí matematického a technologického vzdělávání na středních a vysokých školách. Matematický software pomáhá studentům lépe pochopit složité matematické koncepty prostřednictvím nejen vizualizace, ale také jim umožňuje efektivněji řešit složité matematické problémy.

Cílem této práce je prozkoumat, jak studenti matematiky vnímají matematický software při jejich přípravě na povolání a studiu. Podíváme se na jejich zkušenosti, názory a postoje k jeho používání, jaký vliv má použití matematického softwaru na jejich učení a pochopení matematiky, ale také jejich preference vzhledem k jeho různým typům.

Tato práce si dává za cíl odpovědět na tyto otázky prostřednictvím kombinovaného, kvantitativního i kvalitativního výzkumu, skrz dotazník a rozhovory se studenty. Výsledky by mohly poskytnout informace pro středoškolské a vysokoškolské učitele, případně i výzkumníky v oblasti matematického vzdělávání, kteří se optimalizují pro použití matematického softwaru ve výuce.

První kapitola se zaměřuje na teoretický rámec a přehled nejrozšířenějších matematických softwarů, na jejich klady a zápory. Tato část se zaměřuje na definování klíčových pojmů pro matematický software a na zkoumání vybraného matematického softwaru, který se využívá především ve vysokoškolském vzdělávání.

Druhá kapitola se věnuje metodologii výzkumu, jsou zde popsány nástroje a metody, které byly použity k získání dat a posléze jejich analýze. Také je zde popsán proces výběru vzorku, osnova rozhovorů a metody analýzy dat. Stanovuje hypotézy a také prezentuje výsledky výzkumu. Jsou zde popsány názory a postoje studentů k použití matematického softwaru ve vzdělávání. Tato kapitola také zkoumá, jaký vliv má použití matematického softwaru na učení a pochopení matematiky mezi jejími studenty.

Závěrečná kapitola shrnuje hlavní závěry. Také diskutuje o možných úskalích tohoto výzkumu a navrhuje možné směry vývoje pro budoucí směřování vývoje matematického softwaru pro studenty.

Tato práce má být příspěvek k porozumění tomu, jak studenti matematiky na technických odborných školách a univerzitách vnímají a využívají matematický software ve svém studiu. Její výsledky by mohly informovat vysokoškolské a středoškolské učitele, případně výzkumníky v oblasti matematického vzdělávání, kteří optimalizují použití takového softwaru ve své výuce.

2. Teoretická část

Matematický software označuje softwarové aplikace, které jsou speciálně navrženy pro matematické modelování, analýzu a výpočty. Tyto programy se používají k provádění různých matematických operací, jako jsou numerické výpočty, symbolické výpočty a geometrická analýza. Často se používají v oborech, jako je matematika, strojírenství, fyzika a finance. Pro účely této práce tedy budeme považovat za matematický software jakýkoliv typ softwaru, který je používán k modelování, analýze nebo výpočtu číselných, symbolických nebo geometrických dat. Lze jej použít k různým účelům, například k řešení složitých matematických problémů, provádění numerické analýzy. Celkový počet takto definovaných programů se pohybuje ve vyšších stovkách, těch komerčních jich autor při svém výzkumu našel 54, počet open-source softwarů je potom velmi obtížné spočítat, bylo jich nalezeno přes 240¹.

2.1. Matematický software a kalkulátory

Matematický software lze také rozdělit do různých typů na základě jeho funkčnosti. Existují například softwarové kalkulačky, které umožňují uživatelům provádět jednoduché matematické operace ručně. Mezi oblíbené příklady matematického softwaru patří MATLAB, Mathematica a další, které si posléze ukážeme. Kromě toho roste počet matematického softwaru dostupného ve webových prohlížečích, díky čemuž není nutné stahovat nebo instalovat žádný kód. V této práci se však budeme věnovat softwaru pouze ryze matematickém.

Začneme s cenou. Ceny jednotlivých matematických softwarů se mohou lišit v závislosti na verzi a mnoha dalších faktorech. Níže jsou uvedeny pouze orientační ceny matematického softwaru, kterému se tato práce věnuje, ceny² jsou počátkem roku 2023:

Placené:

- MATLAB: 50 až 8450 USD ročně (komerční) nabízí velké rozpětí podle verze.
- Mathematica: 1500 USD ročně nebo 3300 USD jednorázově.
- Maple: 1300 USD ročně, studentské licence jsou k dispozici se slevou.
- SPSS: 1200 USD ročně za základní verzi, cena však závisí na verzi a konkrétním použití, studentské licence jsou pak k dispozici s výraznou slevou.

¹ Těchto 240 open-source matematických softwarů našla umělá inteligence phind.com interpretovaná ChatGPT, poté již byly nalezeny duplikáty, navíc ne zcela odpovídaly naší definici softwaru pro matematické účely.

² Všechny zdroje k cenám jsou v rozšířené části zdrojů. Pro přehlednost textu je zde neuvádím.

- Mathcad: 1500 USD ročně za základní verzi. Cena závisí na verzi a konkrétním použití, může být až trojnásobná. Studentské licence jsou k dispozici s výraznou slevou.
- Magma: 950 USD ročně, cena závisí na konkrétním použití.
- SAS: 1800 USD ročně, studentské licence jsou k dispozici se slevou.

Bezplatné:

- R: open-source, tedy bezplatný.
- Python s knihovnou NumPy: open-source, tedy bezplatný.
- GeoGebra: open-source, tedy bezplatný, komerční licence jsou však k dispozici.
- Octave: open-source, tedy bezplatný.
- Scilab: open-source, tedy bezplatný.
- GNU Maxima: open-source, tedy bezplatný.
- SageMath: open-source, tedy bezplatný.
- Julia: open-source, tedy bezplatný.

2.2. Vybraný matematický software

Pro tuto práci bylo vybráno výše zmíněných 15 matematických softwarů na základě autora nastudování literatury a expertize daného tématu.

Pojďme se tedy na tyto programy, potažmo programovací jazyky, na jeden po druhém podívat. V následujícím textu bude vždy uveden krátký úvod ke každému, poté výhody a nevýhody uvedené krátkými hesly pro zjednodušení a čtivost.

Pro tato srovnání byla nastudována literatura a recenze publikovaných na specializovaných jednotlivých stránkách vývojářů nebo na stránkách věnovaných recenzím softwaru, např. Math Software Reviews.

2.2.1.MATLAB

MATLAB (Matrix Laboratory) je interaktivní programovací prostředí a skriptovací jazyk pro numerické výpočty a vizualizace. Byl vyvinut společností MathWorks a je široce využíván v akademickém prostředí, v průmyslu a ve vědeckém výzkumu.

Některé z hlavních výhod programu MATLAB podle webů JavaTpoint, Educba a Rfwireless World (2022) jsou:

- Podpora pro různé programovací jazyky: MATLAB podporuje několik programovacích jazyků, včetně C++, Python a Java, což umožňuje integraci s dalšími nástroji a technologiemi.
- Interaktivita: Umožňuje interaktivní práci a pomáhá uživatelům testovat a ověřovat své nápady a algoritmy v reálném čase.
- Jednoduchost použití: Má přátelské uživatelské rozhraní a jednoduchou syntaxi, což umožňuje rychlou a efektivní práci.
- Široká komunita: Má velkou uživatelskou komunitu, která se sdílí znalosti a zkušenosti, a také jsou k dispozici mnohé návody, tutoriály a zdrojové kódy.
- Výkonnost: Nabízí vysokou výkonnost pro numerické výpočty a umožňuje pracovat s velkými množstvími dat.
- Široká škála funkcí: Obsahuje velké množství vestavěných funkcí, které usnadňují práci s maticemi, vektory, statistickými analýzami a dalšími matematickými operacemi.
- Využití v průmyslu: Je často používán v průmyslu a výzkumu, zejména v oblastech jako jsou strojové učení, zpracování obrazu a signálu, řízení procesů a dalších.

Mezi nevýhody programu MATLAB patří:

- Cena: MATLAB je komerční software a jeho licence mohou být poměrně drahé, což může být pro některé uživatele překážkou.
- Špatné grafické rozhraní: MATLAB má sice grafické uživatelské rozhraní, ale mnoho uživatelů si stěžuje na jeho možnosti a obtížnost použití.
- Podpora pro distribuované výpočty: MATLAB není příliš vhodný pro tyto výpočty, což může být problém pro velké projekty.
- Omezená podpora pro strojové učení: MATLAB má sice některé nástroje pro strojové učení, ale mnoho uživatelů se stěžuje na omezené možnosti v této oblasti.

2.2.2. Mathematica

Mathematica je matematický software, který umožňuje uživatelům vytvářet, analyzovat, vizualizovat a prezentovat matematické výpočty a aplikace. Mezi jeho hlavní výhody patří široká škála funkcí, včetně symbolického výpočtu, numerického výpočtu, grafických funkcí a programování.

Díky těmto funkcím může být použit pro mnoho různých aplikací, včetně matematického výzkumu, fyziky, inženýrství, ekonomie a mnoha dalších oblastí. Rovněž poskytuje uživatelské rozhraní, které umožňuje snadno a intuitivně pracovat s matematickými funkcemi. Uživatelé mohou také vytvářet vlastní funkce a aplikace pomocí integrovaného programovacího jazyka Wolfram Language. Podle webu Calstatela a Mathematica Stack Exchange jsou výhodami:

- Výkon: Vysoká výpočetní rychlost je schopna řešit i složité matematické úlohy bez velkých nároků na hardware.
- Integrace s jinými programy: Umožňuje ukládání a načítání dat v různých formátech a umožňuje integraci s jinými programy, jako jsou programovací jazyky Python, Java, C++ a další.
- Univerzálnost: Program Mathematica je schopný řešit širokou škálu matematických úloh, včetně algebry, geometrie, matematické analýzy, statistiky, teorie čísel, kryptografie a dalších.
- Interaktivita: Nabízí možnost interaktivní práce s matematickými objekty, což znamená, že uživatelé mohou provádět manipulace s grafy, rovnicemi a dalšími matematickými objekty pomocí myši a klávesnice.
- Široká podpora: Má velkou uživatelskou základnu a komunitu uživatelů a je podporován na různých platformách.
- Široká funkcionalita: Obsahuje širokou paletu vestavěných funkcí a knihoven pro matematickou analýzu, statistiku, grafiku a další oblasti.
- Aktualizace: Je pravidelně aktualizován a vyvíjen, což zajišťuje, že uživatelé mají přístup k nejnovějším funkcím a vylepšením.
- Podpora výuky: Používá se v akademických kruzích a je široce používán pro výuku matematiky a vědy.

Tyto výhody z něj činí vynikající nástroj pro matematiku, fyziku, inženýrství a další obory, které vyžadují sofistikovaný matematický software.

Nevýhody programu Mathematica mohou zahrnovat:

- Vysoká cena: Program Mathematica je relativně drahý ve srovnání s jinými matematickými softwary.
- Omezené možnosti vizualizace: Zobrazování grafů a vizualizace dat může být omezené v porovnání s jiným softwarem.
- Složitost: Mathematica poskytuje svým uživatelům mnoho funkcí a možností, což může být pro ty nové matoucí. Naučení se programovacího jazyka Wolfram Language, na kterém je Mathematica postaven, je náročné.
- Pomalé zpracování velkých datových souborů: Při práci s velkými datovými soubory může být program pomalejší v porovnání s jinými matematickými softwary.
- Omezená podpora pro některé oblasti: I když program Mathematica má širokou škálu funkcí a možností, některé oblasti, jako například statistická analýza, mohou být v jiných matematických softwarech lépe podporovány.

Je důležité si uvědomit, že tyto nevýhody nejsou absolutní a mohou se lišit v závislosti na konkrétním použití a potřebách uživatele.

2.2.3. Maple

Tento software byl, dle vlastních stránek Maplesoftu, poprvé uveden již v roce 1981 a od té doby prošel mnoha aktualizacemi a vylepšeními. Je dostupný pro širokou škálu operačních systémů, nejen Windows, Mac OS a Linux. Maple se odlišuje od jiných tím, že je navržen s důrazem na symbolické operace. To umožňuje uživatelům pracovat s matematickými výrazy bez nutnosti převodu na numerické hodnoty.

Maple umožňuje uživatelům provádět rozsáhlé výpočty a vytvářet vizualizace matematických objektů. Maple je využíván v akademickém prostředí, výzkumu a průmyslu pro řešení matematických problémů, výpočetní a symbolické operace, vizualizaci dat a tvorbu interaktivních aplikací.

Symbolické výpočty jsou obzvláště užitečné pro matematické vědce, kteří potřebují pracovat s abstraktními koncepty, jako jsou nekonečné řady a mnohočleny. Maple umožňuje uživatelům provádět symbolické derivace, integrace, řešení rovnic a další matematické operace. Maple má rovněž velkou knihovnu vestavěných funkcí, což usnadňuje provádění běžných matematických operací.

V tomto programu je rovněž uživatelům umožněno vizualizovat matematické objekty, jako jsou grafy funkcí a povrchy. Uživatelé mohou vytvářet vlastní grafické výstupy, jako jsou 2D a 3D grafy, animace a interaktivní vizualizace. Největší výhodou je, že Maple umožňuje uživatelům exportovat grafy a vizualizace do různých formátů, jako jsou PDF, EPS a SVG.

Další výhodou je možnost tvorby interaktivních aplikací pro výuku. Maple poskytuje uživatelům nástroje pro tvorbu interaktivních aplikací, které umožňují uživatelům rychle a snadno vizualizovat matematické koncepty a experimentovat s různými parametry. Tyto aplikace mohou být použity třeba pro výukové účely nebo jako nástroj pro výzkumníky k prezentaci svých výsledků.

Program Maple je celkově velmi výkonný matematický software, který se používá zejména pro symbolické výpočty. Podle Maplesoft a webu Alternative další hlavní výhody programu patří:

- Flexibilita: Lze jej použít v mnoha oblastech matematiky, vědy a inženýrství, včetně matematické analýzy, diferenciálních rovnic, fyziky, chemie, ekonomie a mnoha dalších oblastí.
- Symbolické výpočty: MAPLE umožňuje práci s matematickými funkcemi symbolicky, což je velmi užitečné pro výpočty s proměnnými, derivacemi, integrováním a mnoha dalšími matematickými operacemi.
- Kompatibilita: Je kompatibilní s mnoha dalšími programy pro matematické výpočty, jako je MATLAB, Mathcad a Mathematica, což umožňuje snadnou integraci s dalšími nástroji.
- Spektrum funkcí: Nabízí mnoho různých funkcí pro matematické výpočty, včetně numerických, symbolických, statistických, algebraických a geometrických funkcí.
- Interaktivní prostředí: Uživatelé uvítají jim přátelské prostředí pro práci s matematickými funkcemi, včetně grafického rozhraní a možnosti zadávat příkazy pomocí příkazové řádky.
- Podpora pro výuku: MAPLE je široce používán v akademickém prostředí pro výuku matematiky a vědeckých oborů, díky čemuž nabízí mnoho výukových materiálů a funkcí pro vzdělávání.

Celkově lze tedy říci, že tento software je velmi užitečný nástroj pro matematické výpočty a výzkum, díky svému širokému spektru funkcí, vysoké přesnosti a uživatelsky přátelskému rozhraní.

Některé z nevýhod programu Maple mohou zahrnovat:

- Učební křivka: Pro nové uživatele může být učení se programu MAPLE poměrně náročné a může vyžadovat určité množství času a trpělivosti, než se s ním uživatel naučí pracovat na rozumné a požadované úrovni.
- Vysoká cena za licenci: Cena může být pro některé uživatele příliš vysoká oproti konkurenčním Wolfram Mathematica nebo SageMath.
- Omezená podpora pro některé oblasti: Maple je výkonný pro většinu matematických oblastí, existují některé oblasti, jako například strojové učení nebo analýza dat, kde může být omezenější než jiné specializované programy.
- Omezená dokumentace: Někteří uživatelé mohou mít problémy najít odpovědi na své dotazy nebo jak se naučit používat některé funkce. Nicméně existují online fóra a komunity uživatelů, kteří mohou pomoci s jakýmkoli dotazy či problémy.

2.2.4. Program R

Matematický program R je volně dostupný software, který je velmi oblíbený mezi datovými analytiky, vědci a statistiky. Je to matematický program převážně pro statistické výpočty a vizualizaci dat. Je vyvíjen jako open-source projekt a je k dispozici zdarma pro každého, kdo chce používat tento software. Byl vytvořen v roce 1993 statistikem Rossenem Ihakou a jeho kolegy pod univerzitou v Aucklandu, Nový Zéland.

R je zároveň i programovací jazyk, což znamená, že uživatelé mohou psát kód, aby provedli různé výpočty a manipulace s daty. Velké množství knihoven tak poskytuje uživatelům různé funkce a metody pro práci s daty. Tyto knihovny jsou velmi prospěšné, protože uživatelé nemusí psát všechny funkce a metody sami, ale mohou je použít předpřipravené. Vlastní konzole umožňuje uživatelům zadávat příkazy a provádět složitější výpočty a také vizualizovat data pomocí grafů a tabulek.

Výhodami tedy jsou podle JavaTpoint, Simplilearn a Infoworld:

- Dostupnost: R je open-source software, který je zdarma dostupný pro kohokoliv. To znamená, že uživatelé mohou stahovat, používat, upravovat a šířit software podle svých potřeb bezplatně.

- Velká komunita uživatelů: R má velkou a aktivní komunitu uživatelů a vývojářů, kteří přispívají k jeho vývoji, vylepšování a podpoře. To znamená, že existuje mnoho nástrojů, balíčků a dokumentace, které uživatelé mohou využít pro svou práci.
- Spektrum funkcí: R poskytuje široké spektrum funkcí a nástrojů pro statistickou analýzu, modelování dat, vizualizaci a prezentaci výsledků. Uživatelé mohou využívat různé statistické techniky, jako jsou lineární a nelineární regrese, ANOVA, korelační analýza, analýza přežití, clusterování a mnoho dalších.
- Velká data: R je schopen pracovat s velkými a složitými datovými sadami. Uživatelé mohou využívat různé nástroje pro manipulaci s daty, jako jsou filtry, řazení, připojování a transformace dat. Existují i balíčky pro práci s daty, jako jsou Hadoop, Spark a další.
- Flexibilita: R je velmi flexibilní a umožňuje uživatelům vytvářet vlastní funkce a balíčky pro specifické účely. Uživatelé mohou také využívat nástroje pro automatizaci analýzy, jako jsou skripty a workflow systémy.
- Multiplatformní podpora: R je multiplatformní software, což znamená, že je dostupný pro různé operační systémy, jako jsou Windows, macOS a Linux bez problémů s kompatibilitou.

Celkově lze říct, že R je velmi silný software, který poskytuje uživatelům mnoho výhod a funkcí pro statistickou analýzu a práci s daty.

R je rozšířený, ale i tak má několik nevýhod. Zde jsou některé z nich:

- Naučení se programování: R je programovací jazyk, takže pro jeho úspěšné používání je nutné se naučit programování. To může být pro některé uživatele obtížné.
- Výkonnostní omezení: Nemá tak vysokou výkonnost jako některé jiné komerčně optimalizované matematické programy, jako například MATLAB nebo Mathematica.
- Omezené grafické rozhraní: Nabízí poměrně omezené možnosti pro tvorbu grafů a vizualizaci dat. Pro náročnější grafickou prezentaci dat je nutné použít externí grafické nástroje.
- Omezená podpora: I přes svoji popularitu, chybí zde lepší podpora a dokumentace, což může být pro některé uživatele problémem.
- Optimalizace: nevýhodou programu R může být někdy pomalá rychlost výpočtů a vysoká náročnost na hardware, zejména při zpracování velkých datových souborů. Dále může být obtížné najít a vybrat správné balíčky a knihovny pro konkrétní úlohy,

což může způsobit určité problémy s kompatibilitou. Program R také není vždy nejpohodlnější volbou pro interaktivní analýzy dat, jelikož vyžaduje poměrně složité programování a ovládání příkazové řádky.

- Dokumentace: další nevýhodou programu R může být také nedostatečná dokumentace a podpora uživatelů, zejména v porovnání s komerčními programy, jako jsou například SAS nebo SPSS. Někteří uživatelé také kritizují neustále se měnící syntaxi jazyka R, což může způsobovat zmatky a nutnost neustálého učení se nových funkcí a knihoven.
- Další nevýhodou může být omezená podpora pro vizualizaci dat a tvorbu grafů. Sice existují různé balíčky a knihovny pro tvorbu grafů, ale někdy může být obtížné dosáhnout žádoucího vzhledu a formátování.
- Nakonec je třeba zdůraznit, že program R je navržen především pro statistické výpočty a analýzu dat a některé funkce a nástroje pro jiné úkoly, jako například tvorbu webových aplikací nebo práci s velkými databázemi, mohou být složitější či zcela nedostupné.

2.2.5. Python s knihovnou NumPy

Python je velmi populární programovací jazyk používaný v mnoha oblastech, včetně matematiky a vědy. S knihovnou NumPy se Python stal velmi silným nástrojem pro matematické výpočty, zejména pro práci s vektory, maticemi a poli.

NumPy je open-source knihovna pro Python, která umožňuje snadné práce s vícerozměrnými poli a maticemi, stejně jako s dalšími matematickými funkcemi. Umožňuje efektivní výpočty, které jsou rychlejší než běžné operace v Pythonu. Umožňuje uživatelům Pythonu vytvářet matematické aplikace, které jsou velmi efektivní a zpracovávají velké množství dat. NumPy také nabízí různé matematické funkce a operace, jako jsou algebraické operace, trigonometrické funkce, funkce pro zpracování signálů a mnoho dalších. NumPy také poskytuje mnoho funkcí pro lineární algebru, Fourierovu transformaci a náhodná čísla. Rovněž obsahuje funkce pro práci s poli, jako řazení, vyhledávání a modifikace polí.

Python s knihovnou NumPy je také velmi flexibilní a lze ho použít pro různé úlohy, jako je strojové učení, zpracování obrazů a zvuku, finanční analýzu a další. Knihovna také umožňuje snadnou integraci s jinými knihovnami Pythonu, např. Pandas pro analýzu dat a Matplotlib pro vizualizaci dat.

Towards Data Science mezi hlavní výhody programování v Pythonu s NumPy zařazuje:

- Kompatibilitnost: Je kompatibilní s řadou jiných knihoven a nástrojů pro matematické výpočty v Pythonu, jako jsou již zmíněné Pandas a Matplotlib. To umožňuje uživatelům využívat různé nástroje pro různé úlohy a snadno je propojovat.
- Efektivita: Umožňuje efektivní výpočty s velkými množství dat. To znamená, že uživatelé mohou pracovat s velkými datovými soubory a provádět matematické operace na větších množstvích dat v kratším čase.
- Jednoduchost použití: NumPy je velmi jednoduchá knihovna, která umožňuje uživatelům snadno vytvářet vektory, matice a další vícerozměrné objekty. NumPy nabízí také řadu funkcí a metod pro manipulaci s těmito objekty.
- Velká komunita: NumPy má velkou komunitu uživatelů, kteří nabízejí podporu a sdílí své znalosti a zkušenosti. Existuje také mnoho online zdrojů, včetně dokumentace, tutoriálů a fór, které uživatelům pomáhají při vývoji aplikací.

Nevýhody programu Pythonu s NumPy nejsou nikterak veliké, avšak problémy mohou vzniknout při práci s velkými datovými soubory. S tím souvisí následující:

- Syntax: Python je programovací jazyk. I když poměrně jednoduchý a doporučený pro začátečníky programování, pro uživatele NumPy může být obtížné se naučit syntaxi a práci s poli. Navíc se syntaxe NumPy může lišit od běžné syntaxe Pythonu, což je pro mnohé matoucí, a vyžaduje vyšší úroveň znalostí matematických operací.
- Paměťová náročnost: Data jsou ukládána v paměti jako homogenní pole, což může být velmi efektivní pro ta malá, ale při práci s velkými soubory může být paměťově náročné a může vést k problémům s výkonem.
- Omezené možnosti vizualizace dat: Python s NumPy je primárně nástrojem pro analýzu a manipulaci s daty, ale nemá výrazné možnosti pro vizualizaci dat. Pro vytváření vizualizací musí uživatelé použít další knihovny, jako jsou Matplotlib.
- Nízká rychlost: Je poměrně rychlý v porovnání s běžnými funkcemi Pythonu, ale výrazně pomalejší než specializované knihovny jako konkurenční MATLAB a R. To může být problémem pro aplikace, které vyžadují rychlé zpracování dat.
- Komplexnost některých funkcí: Některé funkce jsou velmi komplexní a mohou vyžadovat pokročilé znalosti matematiky a programování pro úplné porozumění a správné použití. To může být pro nezkušené uživatele omezující.

2.2.6. GeoGebra

GeoGebra je interaktivní matematický software, který slouží jako nástroj pro vizualizaci a výuku matematiky. Jeho název je složeninou slov "geo" pro geometrii a "gebra" pro algebru, což odráží jeho schopnost pracovat s oběma oblastmi matematiky.

Program byl vytvořen již v roce 2001 a od té doby se stal oblíbeným nástrojem pro studenty, učitele i matematiky po celém světě. Umožňuje totiž uživatelům kreslit geometrické tvary, vytvářet grafy funkcí, řešit rovnice a pracovat s maticemi a vektory. Uživatelé mohou také animovat své práce, aby lépe porozuměli vztahům mezi různými matematickými koncepty. Program je navržen tak, aby byl snadno použitelný pro začátečníky, ale i pokročilé uživatele si mohou přijít na své.

GeoGebra obsahuje velký počet nástrojů, které uživatelé mohou použít k vytvoření interaktivních matematických výukových materiálů. Tyto nástroje zahrnují interaktivní prvky jako jsou posuvníky, voliče a tlačítka, které umožňují uživatelům manipulovat s geometrickými tvary a funkcemi a pozorovat, jak se mění jejich vlastnosti. Tyto prvky mohou být snadno přizpůsobeny a použity pro vytváření vlastních matematických výukových materiálů.

Nabízí možnost importovat a exportovat data jiných programů, jako jsou například rozšířené Microsoft Excel nebo LaTeX. Uživatelé mohou také sdílet své práce s ostatními uživateli pomocí různých online platforem, například GeoGebraTube či webová verze tohoto programu.

Je třeba ještě zmínit, že je zdarma a navíc open-source softwarem, což znamená, že uživatelé mohou používat a upravovat program dle svých potřeb bez jakýchkoli omezení.

Výše uvedené z ní činí skvělý nástroj pro výuku matematiky a vizualizaci matematických konceptů, a to jak pro studenty, tak i pro učitele matematiky a jiných technických oborů.

Některé z hlavních výhod programu GeoGebra zahrnují, podle webu Davidwees a Dasariho:

- Všestrannost: GeoGebra je nástroj, který kombinuje geometrii, algebru, tabulky, grafy a statistiku do jednoho uživatelsky přívětivého rozhraní. Umožňuje uživatelům snadno vizualizovat matematické koncepty a provádět výpočty.
- Rozšiřitelnost: Navazuje na předchozí všestrannost. GeoGebra poskytuje rozsáhlou knihovnu doplňků a pluginů, které umožňují uživatelům přidávat další funkce a možnosti do programu.

- **Vzdělávací nástroj:** GeoGebra se často používá jako vzdělávací nástroj v různých úrovních vzdělávání, od základních škol až po vysokoškolská studia.
- **Interaktivita:** Uživatelům je umožněno interaktivně pracovat s grafy a geometrickými tvary. Uživatelé mohou přetahovat body, měnit velikosti a úhly, a tím si lépe představit matematické koncepty.
- **Snadnost použití:** Intuitivní uživatelské rozhraní, které umožňuje uživatelům rychle se naučit, jak s ním pracovat. Je tedy velmi vhodná pro začátečníky.
- **Podpora pro různé platformy:** GeoGebra je k dispozici pro všechny známé platformy, což není jiných softwarů žádnou samozřejmostí.
- **Bezplatnost:** Program je zdarma k použití a k dispozici pro každého.

Toto jsou pouze některé z výhod, má mnoho dalších funkcí a možností, které mohou být pro uživatele velmi užitečné.

Pojďme se tedy podívat nevýhody programu GeoGebra, kam patří:

- **Importu a export tabulkových dat:** GeoGebra je optimalizovaná pro práci s geometrickými objekty a matematickými funkcemi, což může dělat potíže, pokud potřebujeme pracovat s jinými typy dat. Například import a export tabulkových dat je komplikovaný.
- **Některé funkce vyžadují předplatné:** Přestože je základní verze zdarma, některé pokročilé funkce a nástroje vyžadují předplatné.
- **Individualizace uživatelského rozhraní:** Program má sice poměrně intuitivní uživatelské rozhraní, ale v některých ohledech může být omezený v přizpůsobení uživatelských preferencí. Například vzhled a uspořádání některých oken nemusí být snadno upravitelný.
- **Křivka učení:** Je relativně snadno použitelná, pro plné využití jeho funkčnosti je nutné se s ním naučit pracovat a získat určitou úroveň odborných znalostí. To je však způsobeno velkou škálou úrovně uživatelů.

2.2.7.SAS

SAS (Statistical Analysis System) je jeden z nejpoužívanějších programů pro analýzu dat a statistiku v podnikovém prostředí. Tento software byl původně vyvinut už v roce 1966 a je v současnosti jedním z nejpoužívanějších programů pro analýzu a správu dat.

SAS nabízí mnoho funkcí, které jsou vhodné pro použití v oblastech jako jsou ekonomika, finančníctví, lékařství a dalších oborech. Jeho schopnosti zahrnují tvorbu reportů,

analýzu dat, vyhodnocování hypotéz, modelování a mnoho dalšího. Jednou z hlavních vlastností SAS je jeho schopnost pracovat s velkými datovými soubory. SAS je navržen tak, aby se snadno integroval s různými databázovými systémy, což umožňuje efektivní zpracování a analýzu velkého množství dat.

Tento systém také poskytuje uživatelské rozhraní, které usnadňuje používání programu a interakci s daty. Uživatelé mohou pracovat s daty prostřednictvím grafického uživatelského rozhraní (GUI) nebo prostřednictvím programovacího jazyka SAS. Tento jazyk umožňuje uživatelům vytvářet vlastní funkce a makra, které usnadňují opakované úkoly.

SAS také nabízí širokou škálu knihoven a modulů, které rozšiřují jeho základní funkce. Tyto knihovny obsahují funkce pro specifické statistické úlohy, jako je například analýza přežití, analýza časových řad, analýza datových clusterů. Vzhledem k jeho vysoké ceně a složitosti, může být pro malé a střední podniky těžké jej využít. Pro studenty a mnohé české školy pak až nemyslitelné. Konkurenční programy, jako například R, jsou zdarma a jsou tak přístupnější pro menší firmy nebo jednotlivce.

Celkově je SAS silným a všestranným programem pro analýzu dat a statistiku. Je vhodný pro velké datové soubory a nabízí širokou škálu funkcí a knihoven pro různé oblasti aplikací. Nicméně, jeho vysoká cena a složitost mohou být pro některé uživatele překážkou.

Následuje seznam jeho nejdůležitějších výhod dle webů Data Flair, Medium a JavaTpoint:

- **Flexibilita:** SAS umožňuje uživatelům pracovat s daty v různých formátech a umožňuje jim vybrat si z různých způsobů práce s daty a výsledky prezentovat v různých formátech.
- **Vysoká přesnost:** Profesionální program musí mít vysokou přesnost a spolehlivost při analýze dat, což je obzvláště důležité pro kritické obory, jako je zdravotnictví a finance.
- **Široká škála funkcí:** Je zde poskytována široká škála funkcí pro různé typy analýz a zpracování dat, včetně statistické analýzy, modelování dat, předpovědi, tvorby reportů anebo business intelligence.
- **Integrace:** Program lze integrovat s řadou dalších nástrojů pro datovou analýzu a business intelligence, jako jsou SQL databáze.
- **Bezpečnost:** SAS má vysoké standardy bezpečnosti a řídí se pravidly o ochraně dat, což je důležité pro organizace, které pracují s citlivými daty.
- **Výkon:** Je optimalizován pro práci s velkými datovými soubory, což znamená, že dokáže využít hardware být použit pro zpracování velkého objemu dat v krátkém čase.

- Mezinárodní podpora: SAS je používán po celém světě a podporuje mnoho jazyků a kódových stránek, což umožňuje uživatelům pracovat s daty v různých jazycích.

Některé nevýhody programu SAS jsou:

- Ovládání: Jelikož je SAS navržen pro profesionální statistiky, je obtížné pro nováčky se s ním naučit efektivně pracovat, aby se stal tím správným nástrojem. Mnoho funkcí a příkazů mohou být matoucí a náročné pro uživatele, kteří ještě neumí programovat.
- Náročnost na systém: Program SAS je velmi náročný na systémové prostředky a vyžaduje výkonný hardware.
- Licence a cena: Má restriktivní licenční podmínky, což může znamenat vysoké náklady pro uživatele. Licenční poplatky se mohou výrazně lišit v závislosti na použití a velikosti organizace, jak již bylo zmíněno v části o ceně.
- Podpora a integrace: Zatímco je SAS schopen pracovat s různými datovými formáty, jako jsou CSV, XML nebo SQL, nemá přímou podporu pro vývojové technologie jako R nebo Python. To může být problém pro uživatele, kteří potřebují integrovat s takovými nástroji.
- Interaktivita: Uživatelé mohou mít problémy s vytvářením interaktivních vizualizací, což je problém, pokud chtějí prezentovat výsledky své práce.

2.2.8.SPSS

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) je softwarový nástroj určený pro statistické analýzy a výzkum v oblasti společenských věd. SPSS byl vyvinut v roce 1968 společností IBM a v současnosti je široce používán pro analýzu dat ve výzkumných institucích, univerzitách a průmyslových odvětvích.

SPSS nabízí širokou škálu statistických nástrojů a funkcí, které umožňují uživatelům vytvářet grafy a reporty na základě výsledků statistických analýz. Mezi nejčastěji používané funkce patří deskriptivní statistika, regrese, faktorová analýza, testování hypotéz a víceúrovňové modely. SPSS také umožňuje uživatelům pracovat s velkými datovými soubory a provádět sofistikované analýzy v reálném čase. Navíc je k dispozici jak ve verzi pro Windows, tak pro Mac a Linux, které jsou mezi sebou kompatibilní.

Pro uživatele s omezenými finančními prostředky je také k dispozici verze SPSS Student, která poskytuje omezený počet funkcí za sníženou cenu, ale i přes to se tento program stal spíše průmyslovým standardem než univerzitním nástrojem a ve školství je využíván stále

méně. Jeho uživatelské rozhraní je intuitivní a lze se jej snadno naučit, což usnadňuje práci s daty i pro uživatele, kteří nemají předchozí zkušenosti s programováním a statistikou.

Celkově lze říct, že SPSS je velmi užitečný nástroj pro analýzu a zpracování dat v oblasti průmyslového výzkumu. Jeho uživatelské rozhraní je přátelské a intuitivní a nabízí širokou škálu funkcí pro statistické analýzy. Výhodami tedy jsou i podle webu Culturalmaya:

- Ovládání: Přehledné uživatelské rozhraní, které umožňuje snadné ovládání. To znamená, že uživatelé mohou snadno vytvářet a analyzovat svá data bez nutnosti dlouhého učení se nových příkazů.
- Komunita uživatelů: Díky své rozšířenosti je pro statistickou analýzu má tento software rozsáhlou komunitu uživatelů. To znamená, že je snadné na internetu najít pomoc a podporu v případě potřeby.
- Široká funkcionalita: SPSS umožňuje provádět širokou škálu analýz, včetně deskriptivní statistiky, regresní analýzy, korelační analýzy, analýzy variance a dalších. Díky tomu je ideální pro vědecké, ale i akademické účely.
- Podpora pro různé datové formáty: SPSS umožňuje importovat a exportovat data v mnoha různých formátech, včetně CSV, Excel, SAS a SQL. To znamená, že uživatelé mohou snadno pracovat s daty z různých zdrojů.
- Nástroje pro report: SPSS umožňuje uživatelům vytvářet přehledné a profesionální reporty přímo z datových výstupů.
- Bezpečnost dat: SPSS nabízí možnost nastavit oprávnění a zabezpečit přístup k datům, což pomáhá uživatelům udržet citlivá data v bezpečí.

Tyto výhody činí z programu SPSS silný nástroj pro statistickou analýzu a výzkum v oblasti průmyslu a, jak jeho název vypovídá, pro sociální vědy. Uživatelská přívětivost také velmi pomáhá firmám zaškolit nové uživatele.

Mezi nevýhody programu SPSS patří:

- Cena: Jak již bylo zmíněno, jedná se o komerční software a cena je tedy poměrně vysoká. To může být pro některé uživatele překážkou, zejména pro studenty a akademické pracovníky, kteří nemají přístup k vysokým finančním zdrojům.
- Omezené možnosti programování: SPSS má omezené možnosti programování a není tak flexibilní jako některé jiné statistické programy, jako je R nebo Python. To může být pro některé uživatele problém, zejména pokud chtějí vytvářet vlastní kódy a scripty pro specifické úkoly.

- Omezené možnosti vizualizace: SPSS má omezené možnosti vizualizace dat, zejména v porovnání s jinými statistickými programy. To může být pro některé uživatele překážkou, zejména pokud potřebují vytvářet interaktivní vizualizace dat.

2.2.9. Octave

Octave je open-source softwarový program pro numerické výpočty a výzkum. Je kompatibilní s programem MATLAB a může být použit pro řešení různých matematických a statistických problémů. Má výhodu v tom, že je multiplatformní, což znamená, že je kompatibilní s různými operačními systémy. To znamená, že uživatelé mohou využívat Octave na různých platformách bez nutnosti instalace dalšího softwaru.

Jednou z hlavních funkcí programu Octave je jeho schopnost pracovat s maticemi. Podporuje všechny základní matematické operace s maticemi, včetně násobení matic, inverzní matici, determinantu a řešení soustav lineárních rovnic. Program také poskytuje pokročilé funkce pro zpracování dat a statistickou analýzu, jako je regrese, korelace a analýza variance.

Program Octave také nabízí rozsáhlou dokumentaci a komunitu uživatelů a vývojářů, kteří mohou poskytnout pomoc a podporu při využívání programu. Tato komunita vytváří nové balíčky a rozšíření, které jsou k dispozici pro uživatele ke stažení.

Výhodou programu Octave je jeho bezplatnost. Protože je open-source, uživatelé mohou používat program bez jakýchkoli nákladů na licenci a další poplatky. To je obzvláště užitečné pro studenty a akademiky, kteří mohou využívat program pro své výzkumné účely bez nutnosti placení vysokých licenčních poplatků. I z tohoto důvodu však není vývoj programu Octave tak rychlý jako u jiných programů, jako je zmiňovaný MATLAB. Nové verze programu a aktualizace mohou být pomalejší a méně časté než u jiných programů.

Nevýhodou programu Octave může být jeho uživatelské rozhraní. Pro uživatele, kteří jsou zvyklí na uživatelské rozhraní s grafickým rozhraním, může být používání Octave obtížné a zdlouhavé. Nicméně existují rozšíření a pluginy, které mohou pomoci s vizualizací výsledků.

Octave má také mnoho funkcí a knihoven, které usnadňují práci s různými obory matematiky, jako jsou numerická analýza, lineární algebra, statistika, zpracování obrazů a signálů a další. Mezi nejvýznamnější knihovny patří například Symbolic Package pro symbolickou manipulaci s funkcemi, Control Package pro návrh regulátorů, Signal Package a další.

Vzhledem k tomu, že Octave se zaměřuje především na numerické výpočty, může být pro uživatele obtížné jej používat pro složitější úlohy, jako jsou například symbolické výpočty. Některé funkce mohou být pomalejší, menší komunita uživatelů a menší množství materiálů a tutoriálů v porovnání s jinými matematickými programy jsou rovněž pro mnohé záporem.

Hlavními výhodami tedy jsou, také podle webu [Towardsdatascience](http://Towardsdatascience.com):

- Kompatibilita s MATLABem: Octave a MATLAB mají podobnou syntaxi a funkčnost, což znamená, že mnoho skriptů a kódů napsaných v MATLABu může být spuštěno v Octave bez potřeby úprav.
- Dostupnost: Tento software je distribuován pod GNU General Public License, což znamená, že je zdarma a k dispozici pro všechny zájemce.
- Paleta funkcí: Obsahuje širokou škálu funkcí pro numerické výpočty, včetně lineární algebry, statistiky, diferenciálních rovnic, Fourierovy analýzy a mnoha dalších.
- Podpora pro práci s velkými datovými soubory: Octave je schopen pracovat s velkými soubory dat díky efektivnímu využívání paměti a funkcím pro čtení a zpracování datových souborů.
- Komunita: Octave má aktivní komunitu uživatelů a vývojářů, kteří poskytují podporu a vyvíjejí nové funkce a nástroje.
- Rozšiřitelnost: Octave je velmi rozšiřitelný díky možnosti vytváření vlastních funkcí a knihoven. To umožňuje uživatelům vytvářet vlastní aplikace a rozšířit funkčnost Octave podle svých potřeb.
- Flexibilita: Octave lze použít jako samostatný program, nebo jako doplněk pro jiné programovací jazyky, jako jsou například Python nebo C++.

Mezi nevýhody programu Octave patří:

- Ovládání: Octave nemá výchozí uživatelské rozhraní a programování se děje pouze přes příkazový řádek.
- Výkon: Při práci s velkými datovými soubory může být pomalejší než jiné programy, jako je MATLAB, který využívá optimalizované knihovny. Proto je pro uživatele nevhodný pro náročné výpočty.
- Kompatibilita: Zatímco Octave je kompatibilní s MATLABem, existují určité rozdíly, které mohou způsobit problémy s kompatibilitou kódu v opačném směru. To může být problematické pro uživatele, kteří pracují s kódem napsaným pro MATLAB a chtějí ho spustit v Octave.

2.2.10. SCILAB

Scilab je matematický programovací jazyk a platforma pro numerické výpočty. Je podobný programům MATLAB a Octave a poskytuje uživatelům možnost provádět mnoho typů výpočtů včetně algebry, statistiky, analýzy dat, numerické optimalizace, simulačních a vizualizačních funkcí. Původně byl vyvinut v roce 1990 v INRIA (Národní institut pro výzkum ve vědě a technice) jako nástroj pro výuku numerických výpočtů a analýzy dat, ale v průběhu let se stal velmi populárním mezi inženýry, vědci a studenty na celém světě.

Scilab poskytuje mnoho vestavěných funkcí, které umožňují uživatelům provádět různé matematické operace a analýzy. Kromě toho umožňuje uživatelům vytvářet vlastní funkce pomocí vlastního programovacího jazyka nebo dokonce importovat a používat funkce napsané v jiných, jako je C nebo Fortran.

Rovněž je zde podporovaná tvorba grafů a vizualizace dat. Uživatelé mohou vytvářet 2D i 3D grafy a používat různé typy grafů, jako jsou sloupcové grafy, čárové grafy a povrchové grafy. Poskytuje také možnosti animace grafů, což umožňuje uživatelům vizualizovat změny dat v čase.

Výhodou programu Scilab je jeho open-source charakter. Uživatelé mají volný přístup ke zdrojovému kódu a mohou ho upravovat a přizpůsobovat svým potřebám. Program je také k dispozici zdarma a může být používán na různých operačních systémech, jako jsou Windows, Linux a macOS, dokonce i z webového prohlížeče.

Tento software je široce používán ve výzkumných oblastech, jako jsou fyzika, chemie, strojové učení, analýza dat a další. Scilab je také součástí některých výukových programů, kde studenti mohou využít jeho matematické a výpočetní schopnosti.

Celkově lze tedy konstatovat, že poskytuje uživatelům mnoho výhod a funkcí, které usnadňují práci s matematickými operacemi a analýzou dat. Jeho open-source charakter a volná dostupnost také umožňují široké používání v různých oblastech a prostředí.

Program Scilab je populárním volně dostupným matematickým softwarem, který nabízí uživatelům výhody, které uvádí jeho uživatelé na Stackoverflow, následující:

- Funkce a nástrojů: Tento program a programovací jazyk nabízí mnoho funkcí a nástrojů pro matematické výpočty, včetně lineární algebry, statistiky, simulace a vizualizace dat. Tyto funkce umožňují uživatelům efektivně pracovat s velkými datovými soubory a analyzovat je.

- Otevřený zdrojový kód: Scilab je software s otevřeným zdrojovým kódem, což znamená, že kdokoli může získat přístup ke zdrojovému kódu a upravit ho podle svých potřeb. To umožňuje uživatelům přizpůsobit program svým potřebám a přispět ke zlepšení softwaru.
- Snadné použití: Uživatelé mohou využívat grafické rozhraní pro vytváření a úpravu grafů a vizualizací, nebo ti náročnější mohou použít příkazový řádek pro provádění pokročilých výpočtů.
- Multiplatformní: Je multiplatformním softwarem, který lze spustit na různých operačních systémech, jako jsou Windows, Linux a macOS. To umožňuje uživatelům používat program bez ohledu na to, jaký operační systém používají.
- Integrace s jinými programy: Scilab lze integrovat s jinými programy, jako je například MATLAB nebo Excel. To umožňuje uživatelům snadno importovat a exportovat data z jiných programů a provádět pokročilé analýzy dat.

Mezi nevýhody programu Scilab naopak patří:

- Ovládání: Scilab je poměrně složitější na naučení než jiné programy pro numerické výpočty, protože používá svůj jazyk programování. Bez pluginů by tedy uživatelé měli mít alespoň základní znalosti programování, aby mohli efektivně využívat všechny funkce programu.
- Problémy s kompatibilitou: Jelikož je Scilab vlastní programovací jazyk, je zde riziko problému s kompatibilitou s jinými programy. To může vést k potřebě vytvářet nových pluginů nebo adaptovat existující kódy.
- Menší komunita: Jazyk Scilab má menší komunitu uživatelů než jiné programy pro numerické výpočty, což znamená, že uživatelé mají méně zdrojů podpory.
- Omezená dokumentace: Scilab má méně dokumentace než jiné programy pro numerické výpočty. Existuje mnoho funkcí, které nejsou dobře zdokumentované a uživatelé se musí spoléhat na tzv. pokus/omyl metodu, aby zjistili, jak daná funkce funguje.
- Použití v průmyslových aplikacích: Scilab se často používá v akademickém prostředí, ale v průmyslových aplikacích se vyskytuje méně často než jiné programy pro numerické výpočty, jako jsou předem zmíněné MATLAB nebo Python s NumPy.

2.2.11. GNU Maxima

GNU Maxima je open-source program pro symbolické výpočty, který je k dispozici zdarma pro všechny své uživatele. Tento software poskytuje uživatelům prostředky pro řešení matematických problémů z různých oblastí, jako je algebry, geometrie, diferenciální rovnice, číselné metody a mnoho dalších. Jeho uživatelské rozhraní se skládá z příkazové řádky, což znamená, že uživatelé zadávají příkazy v textovém formátu. V tomto článku se podíváme na různé funkce a vlastnosti programu GNU Maxima.

Jednou z hlavních vlastností je schopnost řešit symbolické výpočty, což umožňuje uživatelům pracovat s proměnnými, funkcemi a výrazy, které nejsou konkrétními čísly. Díky této funkci mohou uživatelé snadno provádět algebraické manipulace, jako je faktorizace, rozklad na parciální zlomky, úpravy rovnic a další.

Další výhodou je jeho rozsáhlá knihovna funkcí. Obsahuje mnoho matematických funkcí a operací, jako jsou trigonometrické a exponenciální funkce, logaritmy, derivace a integrály, lineární algebra a mnoho dalšího. Obsahuje i grafické funkce pro zobrazení grafů funkcí a datových souborů. Uživatelé mohou vygenerovat grafy jako jsou 2D a 3D grafy, histogramy a mnoho dalšího. Tyto funkce jsou užitečné pro vizualizaci matematických dat a zobrazování výsledků analýz.

Je zde také podporováno mnoho různých formátů dat, jako jsou textové soubory, CSV soubory a formáty LaTeX, což umožňuje uživatelům snadno importovat a exportovat data do a z jiných aplikací.

Celkově tedy GNU Maxima poskytuje uživatelům mnoho užitečných funkcí a nástrojů pro řešení matematických problémů.

Kromě už zmíněných výhod má také několik dalších pozitivních aspektů, jak uvádí web Maxima nebo Mathblog:

- Podpora mnoha formátů vstupu a výstupu: Maxima umožňuje uživatelům pracovat s různými formáty vstupu a výstupu, včetně TeX, LaTeX, HTML, PDF a mnoha dalších.
- Dokumentace: Rozsáhlá dokumentace, která pokrývá téměř všechny funkce programu a obsahuje mnoho příkladů kódu. Uživatelé tak mají k dispozici velké množství materiálů pro učení a řešení problémů.
- Podpora různých matematických oblastí: Maxima je schopna pracovat s různými oblastmi matematiky, včetně algebry, diferenciálních rovnic, maticové algebry a numerické analýzy.

- Aktualizace a rozšíření: Software je neustále aktivně vyvíjen a aktualizován. Uživatelé mohou očekávat pravidelné aktualizace a rozšíření funkcionalit.
- Open-source: Kód programu je k dispozici pro všechny uživatele k nahlédnutí, použití a úpravám.
- Široká komunita uživatelů: Maxima má silnou a aktivní komunitu uživatelů, kteří se podílejí na vývoji a sdílení kódu, řešení problémů a podpoře nových uživatelů.

Celkově lze říci, že GNU Maxima je mocný nástroj pro matematické výpočty a řešení problémů v různých oblastech matematiky. Jeho výhody a flexibilita jej činí vhodným pro široké spektrum uživatelů, od studentů až po profesionály.

Mezi nevýhody programu GNU Maxima patří například:

- Uživatelské rozhraní: Nemá tak moderní uživatelské rozhraní jako jiné programy pro matematické výpočty. Pro mnoho uživatelů může být ovládání programu obtížné.
- Integrace s jinými programy: Integrace s jinými programy a jazyky může být omezená nebo problematická.
- Výpočetní čas: Vzhledem k tomu, že GNU Maxima je tzv. interpretovaný jazyk, může být pomalejší než některé jiné programy pro matematické výpočty, zejména pro velké a složité výpočty.

2.2.12. Magma

Magma je komerční matematický software pro výpočty v algebře, analytické geometrii, teorii čísel a dalších oblastech matematiky. Magma je vyvinutá společností Computational Algebra Group. Jeho hlavním zaměřením je poskytnout uživatelům přístup k výkonnému matematickému software, který je snadno použitelný a efektivní. Magma je k dispozici pro Windows, Linux a Mac OS X.

Magma obsahuje mnoho funkcí pro práci s různými oblastmi matematiky, jako jsou grupy, polynomy, čísla, algebry, teorie grafů a další. Magma má velkou knihovnu předdefinovaných funkcí a operátorů, které uživatelům usnadňují práci s matematickými výpočty. Uživatelé mohou také definovat vlastní funkce a operátory, což umožňuje flexibilitu při řešení matematických problémů.

Další silnou stránkou je jeho podpora pro číselné výpočty. Magma má mnoho funkcí pro práci s čísly, jako jsou testování prvočíselnosti, rozklad na prvočísla,

výpočet GCD(největšího společného dělitele), LCM(nejmenšího společného násobku) a další. Magma má také vlastní knihovnu pro práci s algebraickými čísly a rozšířenou aritmetikou.

Je zde také podpora pro teorii grafů a kombinatoriku, umožňuje uživatelům vytvářet a manipulovat s grafy, vypočítávat vlastnosti grafů, jako jsou např. minimální řezy, nejkratší cesty a řešit i další problémy.

Magma má k dispozici rozhraní pro programování v jazyce Python, což umožňuje uživatelům snadno propojit Magma s jinými nástroji a knihovnami v Pythonu. Jak uvádí Cannon a kolektiv (2010), další výhody, posléze i nevýhody programu Magma jsou:

- Podpora moderních algoritmů: Magma obsahuje moderní algoritmy pro algebraické výpočty, které umožňují efektivní práci s algebrou a analytickou geometrií. Algoritmy jsou optimalizovány pro různé platformy a jsou výsledkem nejnovějšího výzkumu v oblasti matematického softwaru.
- Široká škála funkcí: Magma nabízí rozsáhlou knihovnu funkcí pro algebraické výpočty, včetně lineární algebry, teorie čísel, teorie grup a algebry, algebry polynomů, geometrie a kombinatoriky. Uživatelé tak mohou používat různé funkce a algoritmy pro řešení svých matematických problémů.
- Integrované vývojové prostředí: Magma obsahuje integrované vývojové prostředí, které umožňuje uživatelům jednoduše psát, spouštět a ladit své skripty a programy. Vývojové prostředí obsahuje editor kódu s podporou syntaxe, interaktivní konzoli pro okamžité testování kódu a grafické uživatelské rozhraní pro snadnou vizualizaci výsledků.
- Open-source software: Magma je open-source software, což umožňuje uživatelům přizpůsobit si program podle svých potřeb a vytvářet nové funkce a algoritmy.
- Profesionální podpora: Magma nabízí profesionální podporu pro uživatele, včetně dokumentace, webových stránek, diskusních fór a možnosti kontaktovat tým vývojářů. To zaručuje, že uživatelé mohou získat pomoc a odpovědi na své otázky a problémy při používání programu Magma.

Mezi nevýhody programu Magma pak řadíme třeba:

- Omezená bezplatná verze: I když Magma nabízí bezplatnou verzi, je příliš osekáná a pro větší projekty je nutné zakoupit plnou.
- Složitost: Má vysokou úroveň složitosti a pro jeho ovládání je potřeba dostatečné matematické znalosti. Pro nové uživatele může být náročné se naučit jeho používání.

- Podpora: Zákaznická a uživatelská podpora je omezená a není tak rozvinutá jako u jiných matematických programů.
- Kompatibilita: Magma je navržen pro běh na operačním systému Windows, Linux a Mac OS X. Pokud uživatelé používají jiný operační systém, mohou mít problémy s kompatibilitou.
- Cena: Tento program je komerční produkt a jeho cena je relativně vysoká.

2.2.13. SageMath

SageMath, dříve známý jako Sage, je open-source matematický software, který je k dispozici zdarma ke stažení a použití. Tento program kombinuje vlastnosti několika open-source matematických software, jako je například Python, GAP, Maxima a mnoho dalších. SageMath umožňuje provádět vědecké výpočty v oblasti matematiky, fyziky, chemie, biologie a dalších věd.

SageMath poskytuje uživateli mnoho výhod. Jednou z největších je, že je k dispozici zdarma. To znamená, že studenti, výzkumníci a další uživatelé nemusí utrácet velké množství peněz za drahý software a mohou se věnovat své práci a výzkumu bez zbytečných nákladů. Další výhodou je, že nabízí snadné ovládání, což umožňuje rychlý vývoj a řešení matematických problémů. SageMath také podporuje mnoho matematických funkcí, jako jsou například číselné a symbolické výpočty, diferenciální rovnice, matice, grafy a kombinatorika. Další výhodou programu SageMath je jeho schopnost propojit se s jinými matematickými programy. Například můžete importovat a exportovat data z různých programů, jako jsou Mathematica, MATLAB nebo R. Také nabízí velkou komunitu uživatelů a vývojářů, kteří nabízejí podporu a pomoc při řešení problémů. SageMath také je multiplatformní software.

Stejně jako u každého programu existují i nevýhody. Jednou z nevýhod je, že ne všechny funkce jsou plně integrované, což může způsobit určité problémy při používání programu. Dále, když se porovnává s jinými matematickými programy, jako je Mathematica nebo MATLAB, může být SageMath pomalejší.

Celkově jde o velmi užitečný a mocný matematický software, který umožňuje vědcům, studentům a dalším uživatelům provádět rozmanité matematické výpočty zdarma.

Níže uvádíme shrnutí a další výhody programu SageMath, které uvádí i Math Stack Exchange:

- Podpora mnoha matematických oblastí: Uživateli je poskytována podpora pro mnoho matematických oblastí, jako jsou algebra, analýza, geometrie, kombinatorika, teorie čísel a mnoho dalších. To z něj dělá vhodný nástroj pro různé úlohy v matematice.
- Velká a aktivní komunita: SageMath má velkou a aktivní komunitu uživatelů a vývojářů, kteří přispívají k jeho vývoji a udržování. To zajišťuje rychlou podporu a aktualizace, stejně jako rozsáhlé množství dokumentace, tutoriálů a příkladů použití.
- Kompatibilita s jinými nástroji: SageMath je kompatibilní s mnoha dalšími matematickými nástroji a knihovnami, jako jsou MATLAB, Mathematica, GAP, Maxima a mnoho dalších. To umožňuje uživatelům kombinovat různé nástroje a knihovny podle svých potřeb a předností.
- Open-source a zdarma: Je to open-source software a je tedy zdarma pro použití. To umožňuje uživatelům přístup k mnoha funkcím a nástrojům bez nutnosti platit za licenci. Toto je zvláště užitečné pro studenty a akademiky, kteří často pracují s omezeným rozpočtem.
- Multiplatformní podpora: Podporuje mnoho operačních systémů, jako jsou Windows, Linux a macOS. To umožňuje uživatelům používat program na různých platformách bez ohledu na to, kterou platformu preferují nebo používají.
- Vlastní knihovny a rozšíření: SageMath umožňuje uživatelům vytvářet vlastní knihovny a rozšíření, aby si mohli přizpůsobit program svým potřebám. To zajišťuje maximální flexibilitu a možnosti přizpůsobení pro uživatele programu SageMath.

Některé nevýhody programu SageMath mohou zahrnovat:

- Složitost: SageMath je velmi mocný nástroj, ale může to zabrat více času, než se s ním naučí jeho uživatel pracovat. Existuje mnoho funkcí a příkazů, které je třeba se naučit, a to může být zpočátku zároveň frustrující a časově náročné.
- Výkon: Ačkoli je celkově rychlý a efektivní, některé výpočty mohou být pomalé v porovnání s jinými programy určenými pro specifické oblasti matematiky.
- Náročnost na hardware: Může být náročný na hardware v porovnání s jinými matematickými programy. Zvláště pokud pracujete s velkými datovými soubory nebo složitými výpočty, může být potřeba výkonný počítač s velkým množstvím paměti.
- Podpora: I když má velkou komunitu uživatelů, podpora není vždy zaručena.

2.2.14. Julia

Julia je open-source programovací jazyk a platforma, která se specializuje na vědecké a technické výpočty. Byla vyvinuta v roce 2009 na Massachusettském technologickém institutu (MIT) a jeho hlavním cílem bylo vytvořit jazyk, který by byl rychlejší než stávající jazyky, jako Python a R, ale zároveň byl snadno použitelný.

Jednou z hlavních výhod jazyka Julia je tedy jeho rychlost. Je navržen tak, aby byl co nejrychlejší a umožnil výpočty v reálném čase. Tento výkon je dosažen díky vlastnostem jazyka, jako jsou specializované datové struktury a efektivní překlad kódu do strojového jazyka. V porovnání s jinými jazyky jako Python a R, které jsou interpretované, je Julia násobně rychlejší.

Další výhodou jazyka Julia je jeho jednoduchost a flexibilita. Syntaxe je podobná syntaxi jiných jazyků, jako např. Python, což usnadňuje učení a používání pro uživatele, kteří už mají nějaké zkušenosti a znají tyto jazyky. Julia také podporuje mnoho knihoven a balíčků, což umožňuje uživatelům rychle a snadno používat jazyk pro různé účely. Výhodou jazyka Julia je jeho schopnost pracovat s velkými datovými soubory a výpočetními operacemi, což umožňuje uživatelům využít výhody moderních výpočetních systémů. Jazyk také podporuje vysokou úroveň abstrakce, což umožňuje snadno psát kód, který je snadno pak čitelný.

Nevýhodou tohoto jazyka může být jeho stále relativní novost na trhu s programovacími jazyky a méně vyvinutá komunita v porovnání s jinými jazyky, jako jsou Python a R. To může znamenat, že uživatelé mohou mít omezený přístup k podpůrným materiálům a řešením problémů. Nicméně komunita kolem jazyka Julia je stále rostoucí a vývojáři se neustále snaží o její další rozšiřování.

Kromě výhod, které jsme již zmínili, existují i další při používání programovacího jazyka, které doplňují názory z webu Towards Data Science a Matecdev:

- Vysoká rychlost: Julia byla navržena tak, aby byla velmi rychlá. Pyšní se rychlejší výpočetností než jiné populární programovací jazyky, jako je Python nebo R.
- Paralelní výpočty: Vestavěná podpora pro paralelní a distribuované výpočty umožňuje snadné využití výpočetních zdrojů k rychlejšímu zpracování dat.
- Nástroje: Julia má řadu moderních nástrojů pro práci s daty, např. knihovna DataFrames pro manipulaci s datovými rámci a Plots pro tvorbu grafů.
- Komunita: Julia má stále rostoucí komunitu uživatelů a vývojářů, kteří stále vytvářejí nové a důmyslnější nástroje.

- Snadné použití v jiných jazycích: Julia má rozhraní pro jiné programovací jazyky, jako je Python, R a MATLAB, což umožňuje snadné používání Julia k výpočtům a analýzám dat v různých oblastech.
- Dynamická typová kontrola: Julia používá dynamickou typovou kontrolu, což znamená, že programátor nemusí explicitně určovat typ proměnných při deklaraci, což zjednodušuje psaní kódu a umožňuje snadnější použití jazyka.
- Podpora pro výpočty v oblasti umělé inteligence
- Bezplatnost: Julia je open-source programovací jazyk, což znamená, že je k dispozici zdarma pro každého, kdo ho chce použít.

Celkově lze říci, že Julia je novější, rychlý a snadno použitelný programovací jazyk, který nabízí mnoho výhod pro vědce, inženýry a analytiku.

Mezi nevýhody Julie patří například:

- Novost: Julia je relativně nový programovací jazyk a nemá tak velkou komunitu uživatelů jako jiné programovací jazyky, které začaly o desítky let dříve.
- Knihovny: I když má stále více knihoven a balíčků, které jsou užitečné pro matematické výpočty a vědecké výzkumy, není to tak široká nabídka jako u jiných programovacích jazyků, jako jsou Python nebo R.
- Rychlost: Zatímco Julia je navržena pro vysokou rychlost výpočtů, existují situace, kdy je rychlost stále pomalejší než v jiných jazycích. Například pro jednoduché operace, jako je sčítání nebo násobení malých matic, může být Python rychlejší než Julia.
- Stabilita: Tento software může být náchylný k nestabilitě. To může být problematické pro výpočty, které vyžadují spolehlivost.

2.2.15. Mathcad

Mathcad je komerční software určený pro technické výpočty. Je široce používán inženýry a vědci pro řešení složitých matematických problémů. Kromě základních matematických operací umožňuje provádět také pokročilé matematické výpočty, jako jsou diferenciální rovnice, matematické statistiky, nelineární optimalizace a řešení rovnic. Podporuje také práci s maticemi, vektorovými a skalárními funkcemi, které lze kombinovat a používat v různých matematických operacích.

Výhodou Mathcadu je možnost pracovat s výsledky v reálném čase. Po vložení matematického výrazu může uživatel okamžitě vidět jeho výsledek. To je užitečné pro výpočty, kde je potřeba rychle prověřit výsledky a upravit výpočty dle potřeby. Umožňuje ukládání a opětovné použití matematických výpočtů – uživatel může uložit své výpočty do souborů a později je znovu použít v jiných projektech, čímž může zefektivňovat práci.

Další funkcí Mathcadu je možnost vizualizace matematických výsledků pomocí grafů a diagramů. Uživatelé mohou vytvářet grafy funkcí, diferenciálních rovnic a dalších matematických objektů. Tento nástroj umožňuje uživatelům lépe porozumět matematickým výsledkům a snadno je prezentovat ostatním. Uživatelé mohou také snadno vytvářet matematické dokumenty, přidávat text, grafiku a matematické rovnice bez nutnosti znalosti programovacích jazyků.

Jednou z hlavních výhod programu je jeho jedinečná vizuální prezentace matematických rovnic. Uživatelé mohou snadno vytvářet a upravovat matematické výrazy pomocí klikání a přetahování. Program také umožňuje vkládání textu, obrázků a grafů do dokumentů, což usnadňuje tvorbu vědeckých prací.

Mathcad nabízí také širokou škálu matematických funkcí a operací, včetně symbolického počítání, numerických výpočtů a řešení diferenciálních rovnic. Uživatelé mohou také vytvářet vlastní funkce a makra, což zvyšuje flexibilitu programu.

Mezi další výhody programu Mathcad patří podle uživatelů serveru Physicsforums:

- Vícejazyčnost: Podpora vícejazyčnosti pro širokou mezinárodní komunitu uživatelů.
- Vzdělávání: Široké využití pro vzdělávací účely včetně výuky matematiky a fyziky.
- Vlastní uložení: Snadné ukládání a sdílení projektů pomocí cloudového úložiště Mathcad Gateway

Nicméně, i komerční program Mathcad má i několik nevýhod. Mezi ně patří:

- Cena: Vysoká cena ve srovnání s jinými programy pro matematické výpočty
- Podpora pro programování: Toto může být nevýhoda pro uživatele, kteří potřebují složitější funkcionalitu, než která je nabízena.

2.3. Vyhodnocení softwaru

Při vyhodnocování představených matematických softwarech by mělo bráno v potaz několik klíčových aspektů. Teoretická část diplomové práce se snažila zaměřit na:

- Funkcionalitu: Schopnost rychle řešit složité matematické problémy, kterými jsou ku příkladu diferenciální rovnice a symbolické integrace.
- Snadná použitelnost: Potřeba znalosti speciálního programovacího jazyka, ať už je odvozený z již zavedených, či zcela nový.
- Komunita a podpora: V případě, že má matematický software nedostatky v jednoduchosti ovládání, uživatel může hledat podporu mezi ostatními uživateli, je však na vydavateli tohoto softwaru, aby pro tuto formu spolupráce vytvořili platformu.
- Flexibilita: Umění softwaru se přizpůsobit svému uživateli, zejména co se týče UI (user interface), která je v některých případech velmi důležitá a závislá na konkrétním využití softwaru.
- Cena: Rozdíly ve financích, které jsou k dispozici jsou značné, mohou hrát pro konečného uživatele velmi výraznou roli.
- Kompatibilita: Jednotnost a snadný přechod mezi programy a programovacími jazyky je nezbytnou součástí dobrého softwaru.

I přes zmíněnou kategorizaci je téměř nemožné zmíněné programy navzájem porovnat. Hlavním důvodem je **neexistence univerzálnosti**, tedy každý z nich je dostatečně dobrý v tom, pro co je primárně určen, další operace zvládá s většími nebo menšími potížemi. Ty však nelze objektivně kvantifikovat a přiřadit jim číselnou hodnotu pro porovnání. I z tohoto důvodu teoretická část této diplomové práce pouze informuje o výhodách a nevýhodách jednotlivých programů.

Ačkoliv je zde snaha o nalezení korelací mezi jednotlivými softwary, které jsou navzájem kompatibilní, je to mnohdy pouze jednostranné a neplatí to pro všechny druhy operací, knihoven a pluginů. Stejně jako myšlenka sestavit univerzální jazyk pro všechny matematické softwary přestává být reálná v době, kdy se dostaneme do složitějších operací a náročnějších výpočtů, nahrazuje ji potřeba specializace.

Tuto myšlenku lze pro jednoduché pochopení přirovnat k lidem a jejich vzdělání na základních a středních školách. Dokud je člověk žákem na základní škole, učivo je natolik obecné a zjednodušené, že je mu schopna porozumět většina jedinců v populaci. Když je povinná docházka základní školy u konce, nejlepší žáci zvládnou pokračovat ve všech

předmětech ze základní školy na gymnáziu. Takovým žákem na gymnáziu je např. MATLAB, protože ve všech odvětvích si uspokojivě poradí, i když v nich není nejlepší. Mnozí žáci ale již nemají kapacitu a možnosti na to, aby se jejich znalosti a dovednosti posunuli rovnoměrně o žádoucí část, tak se specializují na svůj nejlepší obor. To jsou všechny zmíněné open-source programy. Pokud po takovém žákovi poté chceme něco z jiného oboru, je toho schopen pouze na nižší, základní, úrovni.

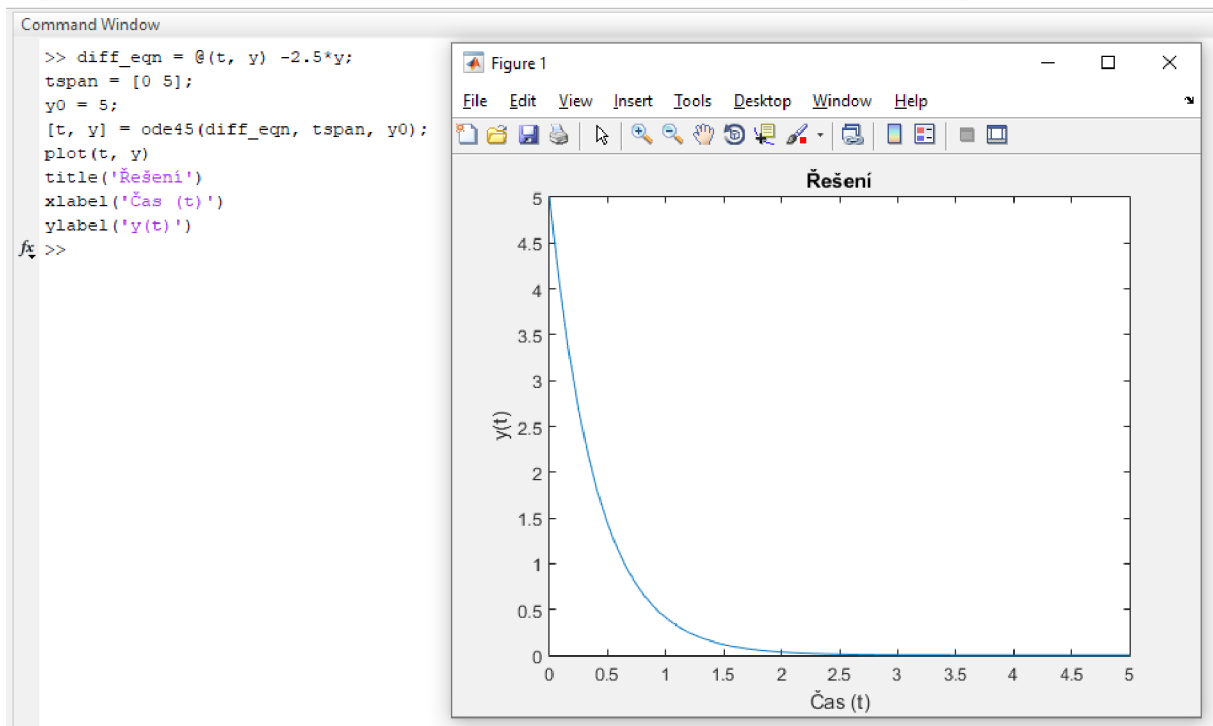
Dokud tedy nebude existovat jeden programovací jazyk, který bude optimalizovaný pro všechna odvětví vědy a matematického výzkumu, bude vždy nejlepší volbou ten specializovaný. Kdybychom ale měli přeci jen vybrat jeden program, tak na základě autorových znalostí po studiu literatury si tato práce dovoluje vyzdvihnout GeoGebru. Ta je kvůli své nastavitelnosti a rozšiřitelnosti uživatelsky tvořených pluginů nejspíše nejuniverzálnějším nástrojem až do doby, kdy je zapotřebí značné specializace.

2.4.Ukázky příkladů

Pro zajímavost se podíváme na ukázky kódů diferenciální rovnice v jednotlivých prostředích vybraných programů. Ukázky slouží pouze jako ilustrace pro čtenáře. Podíváme se na jeden stejný příklad diferenciální rovnice řešený v MATLAB, Wolfram Mathematica,

Ukažme si to tedy na jednoduché diferenciální rovnici prvního řádu $\frac{dy}{dt} = -2,5y$, s počáteční podmínkou $y(0) = 5$, která modeluje exponenciální úbytek, kterým může být např. radioaktivní rozpad. Budeme pozorovat podobnosti a rozdíly v syntaxi jednotlivých programů, programovacích jazyků. Rozbor kódu MATLAB a v programu vyřešena rovnice:

<pre>diff_eqn = @(t, y) -2.5*y; tspan = [0 5]; y0 = 5; [t, y] = ode45(diff_eqn, tspan, y0); plot(t, y) title('Řešení') xlabel('Čas (t)') ylabel('y(t)')</pre>	<p>Definuje naši diferenciální rovnici.</p> <p>Zadáváme časový interval a k němu počáteční podmínku.</p> <p>Voláme funkci ode45.</p> <p>Zadáváme kreslení grafu s názvem Řešení,</p> <p>osa X pojmenovaná čas(t),</p> <p>osa Y pojmenovaná y(t).</p>
--	--



Obrázek 1 - Syntax v programu MATLAB a vykreslení řešení diferenciální rovnice v čase t

Pojďme se tedy ještě pro porovnání podívat, jak by vypadalo řešení stejné rovnice v jiných programech³:

```
mathematica Copy code  
  
(* Definice a řešení diferenciální rovnice *)  
sol = NDSolve[{y'[t] == -2.5*y[t], y[0] == 5}, y, {t, 0, 5}]  
  
(* Vytvoření funkce pro vykreslení *)  
solFunc[t_] = Evaluate[y[t] /. sol[[1]]]  
  
(* Vykreslení grafu *)  
Plot[solFunc[t], {t, 0, 5},  
  PlotLabel -> "Solution to dy/dt = -2.5*y with y(0) = 5",  
  AxesLabel -> {"Time (t)", "y(t)"}]
```

Obrázek 2 - Ukázka syntaxe programu Mathematica, ChatGPT, verze 4-0, OpenAI, 19.6.2023.,

```
maple Copy code  
  
# Definice a řešení diferenciální rovnice  
de := diff(y(t), t) = -2.5*y(t);  
ic := y(0) = 5;  
sol := dsolve({de, ic}, y(t));  
  
# Vytvoření funkce pro vykreslení  
solFunc := rhs(sol);  
  
# Vykreslení grafu  
plot(solFunc, t=0..5,  
  title="Solution to dy/dt = -2.5*y with y(0) = 5",  
  labels=["Time (t)", "y(t)"]);
```

Obrázek 3 - Ukázka syntaxe programu Maple. ChatGPT, verze 4-0, OpenAI, 19.6.2023

Můžeme tedy pozorovat, že ačkoliv ve skriptech nalezneme stejný příkaz pro vykreslení grafu, a parametry jsou podobné, uživatel musí umět pro každý program jiné funkce, které si postupně volá.

³ Autor práce umí syntaxi programu MATLAB, proto zde uvádí svůj kód k řešení dané rovnice a vykreslení grafu v programu MATLAB, ostatní kódy budou generovány umělou inteligencí ChatGPT.
Zadání pro GPT-4: Vypočítej diferenciální rovnici $dy/dt = -2.5*y$ a napiš jeho kód v programu ...
Obrázky kódů jsou pouze pro ilustraci, není tedy zaručena jejich funkčnost.

3. Praktická část

V praktické části diplomová práce představí svůj výzkum o matematickém softwaru v očích studentů matematiky. S odkazem na teoretickou část je tato kapitola rozdělena do podkapitol, v nichž se čtenář seznámí s cíli výzkumu, teoretickými východisky, na základě kterých jsou poté sestaveny hypotézy a výzkumné otázky. Dále je stanoven výzkumný vzorek, metody výzkumu, jeho vyhodnocení a interpretace.

3.1. Cíl výzkumu

Cílem tohoto výzkumného šetření bylo zjistit, jaký mají studenti matematiky pohled na matematický software ve výuce. Zjišťuje, jestli se **studenti s těmito programy setkávají** při svém studiu nebo ve své přípravě na povolání, jaké mají preference, zkušenosti a názory k jejich používání a zda jim někdy pomohl k pochopení matematických konceptů.

Výzkum má být příspěvkem k porozumění tomu, jak studenti matematiky vnímají a využívají matematický software. Jeho výsledky, a potažmo výsledky celé práce, by měly informovat učitele, případně výzkumníky v oblasti matematického vzdělávání, kteří optimalizují použití takového softwaru ve své výuce.

3.2. Teoretická východiska

V teoretické části se práce věnovala vybraným programům, respektive programovacím jazykům. Pojděme se ještě ale podívat na to, jaké jsou pedagogické teorie o technologii ve výuce.

Hamidreza (2017) představuje dvě teorie k výuce matematiky:

- Teorie vícenásobného zastoupení: Matematický software může podporovat používání více reprezentací, jako jsou grafy, diagramy a simulace, aby se zlepšilo porozumění. Prezentací matematických pojmů různými způsoby mohou žáci hlouběji porozumět základním principům a souvislostem mezi různými reprezentacemi.
- Teorie přizpůsobení: Matematický software se dokáže přizpůsobit individuálním potřebám žáků, a poskytuje tak personalizovanou výuku. Může nabízet přizpůsobené lekce, cvičení a zpětnou vazbu na základě silných a slabých stránek studentů a jejich stylů učení. Tento individualizovaný přístup může studentům pomoci udržet si zájem, motivaci a dělat pokroky vlastním tempem.

Zmíněným dvěma teoriím jsme se již věnovali ve vyhodnocení vybraných matematických programů, důležitá je tedy vizualizace a aby se software přizpůsobil svému uživateli, ne v opačném směru uživatel softwaru.

Tato vlastnost je na vyšší úrovni matematiky samozřejmě velmi obtížná, budeme ji pro případ této práce tedy brát tzv. s rezervou, stále by zde však měl být náznak programu či programovacího jazyku vůle nechat se použít. To znamená, aby jeho vývojáři nekladli zbytečné překážky do cesty uživatelů a v případě vysoké náročnosti inputů byla k dispozici podpora jak ze strany zkušenějších programátorů, tak ze strany ostatních uživatelů.

3.3. Stanovení výzkumných okruhů a hypotéz

Na základě prostudované literatury a vlastního pohledu autora práce, který studoval matematiku u téměř třiceti různých učitelů, na problematiku matematického softwaru bylo nakonec vymezeno těchto sedm okruhů:

1. Pohled respondenta na vizualizaci matematického problému.
2. Povědomí respondenta o množství matematických programů.
3. Pohled respondenta na míru svých dovedností ovlivněných vizualizací.
4. Zkušenosti respondenta jako uživatele matematického softwaru.
5. Znalosti respondenta o ceně a využití komerčních matematických programů.
6. Pohled respondenta na kompatibilitu mezi jednotlivými programy.
7. Ochota uživatele vyhledat pomoc podpory od ostatních uživatelů na fórech.

Na základě těchto tematických okruhů byly stanoveny tři hypotézy, které se výzkum pokusí potvrdit, či vyvrátit. Tyto hypotézy jsou:

1. Studenti matematiky, jejichž učitelé ve výuce využívají matematický software pro interpretaci a znázornění matematických problémů, využívají matematický software ke svému studiu nebo přípravě na povolání samostatně **častěji** než studenti matematiky, u kterých ve výuce nebyly takové programy využívány.
2. Studenti matematiky, kteří při svém studiu nebo přípravě na povolání využívají matematický software, mají **lepší studijní výsledky** (průměr známek) než studenti, kteří takový software nevyužívají.

3. U studentů matematiky využívajících matematický software je větší pravděpodobnost, že v případě přechodu k jinému programu zvolí raději **alternativu, která je původní volbě bližší**, např. syntaxí programovacího jazyka, před programem, který je přesněji určen pro jejich potřebu.

První hypotéza vznikla na základě autorovy bakalářské práce *Využití webových kalkulačů při výuce matematické analýzy*, ve které se, jak název vypovídá, věnoval webovým kalkulačům a jejich využití ve výuce z převážně z hlediska názornosti. Tato hypotéza zkoumá, jestli vyučující využívající software ve výuce a má korelaci mezi tím, zda ho jeho studenti rovněž někdy použijí.

Druhá hypotéza byla sestavena proto, že existuje významnost vizualizace v učení, jak se posléze podíváme v kapitole vyhodnocení výzkumu. Vychází z Maňákovy teorie o názornosti. Pokud je vizualizace v učení důležitá pro pochopení abstraktní matematiky a matematické programy nám ji poskytují, pak lze předpokládat, že se to projeví i v lepším prospěchu u studentů, kteří jej využívají.

Třetí hypotéza testuje výhodu kompatibility mezi jednotlivými programy. Jelikož neexistuje žádný univerzální nástroj/program pro všechny typy úloh, můžeme se k této univerzálnosti alespoň co nejvíce přiblížit. Uvedme zjednodušenou analogii ze života: telefony měly různé typy baterií a nabíjecích adaptérů. Ačkoliv se jejich absolutní počet zvětšuje, mnohé z nich jsou univerzální a lze je využít pro více druhů přístrojů, např. nabíjení přes USB. V případě, že jeden program přestane být vhodný, v ideálním případě by měl být přechod, ať už na straně dat nebo na straně znalostí a dovedností uživatele, jednoduchý bez větších obtíží.

3.4. Výzkumné metody a vzorek

Pedagogický výzkum, jak jej definuje Průcha (2009), se zaměřuje na porozumění tomu, jak probíhá učení, a na vedení učitelů k používání účinných přístupů k podpoře učení žáků. Je součástí pedagogiky, která zahrnuje teorii a praxi vyučování a učení. Pedagogický výzkum je důležitým nástrojem ve vzdělávání, který umožňuje studentům rozvíjet samostatnost a autodidaktické dovednosti. Badatelsky orientovaná výuka je specifická pedagogická metoda, která klade důraz na aktivní účast, kladení otázek, zkoumání a spolupráci při konstruování znalostí. To lze aplikovat na výzkumné řešení této práce.

V oblasti vzdělávání a dalších společenských věd jsou metody výzkumu často rozděleny na dva hlavní typy: kvantitativní a kvalitativní metody. Kvantitativní metody se odlišují od kvalitativních metod.

Kvantitativní výzkum v oblasti vzdělávání se vztahuje na kvantitativní metody aplikované na výzkum v oblasti vzdělávání, včetně statistické analýzy a datových věd. Tento typ výzkumu má za cíl nalézt data k potvrzení nebo vyvrácení testované hypotézy. V diplomové práci byla využita velmi frekventovaná metoda získávání dat v pedagogickém výzkumu, metoda dotazníku. Pod tímto pojmem si představíme písemný způsob kladení otázek, na základě kterých pak získá tazající písemné odpovědi. Velkým kladem dotazníkového šetření je možnost rychlého shromáždění velkého množství dat od velkého množství respondentů. Nevýhodou, či úskalími dotazníku je jeho sestavení, aby dodržel hlavní vlastnosti: validitu, reliabilitu a praktičnost.

Validita dotazníku znamená, že **dotazník zjišťuje to, co opravdu zjišťovat má** a je jeho cílem. V případě kvantitativní části výzkumu respondenti odpovídají na otázky pro první až třetí okruh, které mají potvrdit, nebo vyvrátit, první dvě hypotézy. Zjišťuje tedy, zda se studenti setkali s matematickými programy při svém studiu, zda je využívá jejich vyučující, zda je využívají sami respondenti. Nakonec se prostřednictvím škálových otázek snaží přijít na to, zda tyto faktory mají vliv na jejich studijní prospěch. V tomto případě je posouzení validity do určité míry subjektivní, autor dotazníku však věří, že otázky byly sestaveny v předvýzkumu a samotném výzkumu natolik exaktně, že při interpretaci odpovědí nedojde k informačnímu omylu a povede se pravdivě rozhodnout o pravdivosti sestavených hypotéz.

Další vlastností dotazníku má být reliabilita. Reliabilita dotazníku je podle Chrásky (2007) **schopnost dotazníku zachycovat přesně zkoumané jevy tak, jaké ve skutečnosti opravdu jsou.**

Jang (2020), přesněji definuje rozdíl mezi validitou a reliabilitou jako: „*Spolehlivost (reliabilita) průzkumu se týká konzistence a reprodukovatelnosti výsledků získaných z nástroje průzkumu. Je to statistické měřítko, které hodnotí, jak konzistentně otázky v průzkumu vyvolávají stejné odpovědi za stejných podmínek a při opakovaných příležitostech. Jinými slovy, nástroj průzkumu (dotazník) je považován za spolehlivý, pokud poskytuje podobné výsledky při opakovaném zadání ve stejné situaci. Spolehlivost je důležitá, protože zajišťuje, že jakékoli změny ve výsledcích průzkumu jsou způsobeny*

skutečnými změnami v postojích nebo chování, které jsou měřeny, a nikoli chybami měření nebo nesrovnalostmi. ⁴

To pro tento výzkum znamená, že v případě středoškolských a vysokoškolských respondentů kvantitativního výzkumu musíme pro zajištění reliability dosáhnout podobných výsledků v jednotlivých kategoriích, např. mezi středoškoláky.

Bhandari (2020) definuje kvantitativní výzkum jako proces sběru a analýzy numerických dat. Může být použit k nalezení vzorců a průměrů, k předpovědím, testování kauzálních vztahů a generalizaci výsledků na širší populace

Výzkumný **vzorek byl selektován na dvou úrovních**, na úrovni kvantitativního i kvalitativního výzkumu. Respondenty v kvantitativním výzkumu byli studenti matematiky, kteří se učí matematiku na středních školách technického zaměření, studenti matematiky na pedagogických a přírodovědných fakultách univerzit v Brně a Olomouci.

První úroveň byla dotazníková úroveň, ve které potenciální respondenti uvedli, zda se někdy s vyšším matematickým softwarem setkali. Tato první úroveň byla také pozvánkou do druhé úrovně výzkumu, kvalitativního výzkumu formou rozhovoru. Podle Švaříčka (2014) metoda rozhovoru totiž umožňuje zachytit přesné výpovědi a slova v jejich původní podobě.

Rozhovory probíhaly vždy v domluvený den a čas, na domluveném místě, délka trvání individuálně podle výřečnosti respondenta a byly vždy nahrávány. Průměrná délka rozhovoru byla 20 minut, během kterých byla s respondentem rozebrána dotazníková část prvních tří okruhů a poté polostrukturovaný rozhovor, během něhož bylo probráno zbývajících pět okruhů tohoto výzkumu. Výsledkem této části, části kvalitativního výzkumu je detailní popis jednotlivých případů (Průcha, 2009). Dílčím cílem práce je na základě kvalitativního výzkumu potvrdit, či vyvrátit, 3. hypotézu tohoto výzkumného šetření.

Jedním z nejdůležitějších aspektů kvalitního, ve smyslu dobrého, rozhovoru je dobrá příprava. Bylo tedy nutné si připravit polostrukturovaný individuální rozhovor a vytvořit určité schéma témat. Tato témata korelují se stanovenými okruhy a ke každému byla připravena sbírka otázek, na které budou respondenti tázáni.

⁴ z angličtiny přeložil Michal Paleček

Kvalitativní části výzkumu se zúčastnilo celkem sedm respondentů, pro účely interpretace dat je nazveme pomocí čísel 1-7.

Tabulka 1 - Respondenti kvalitativní části výzkumu

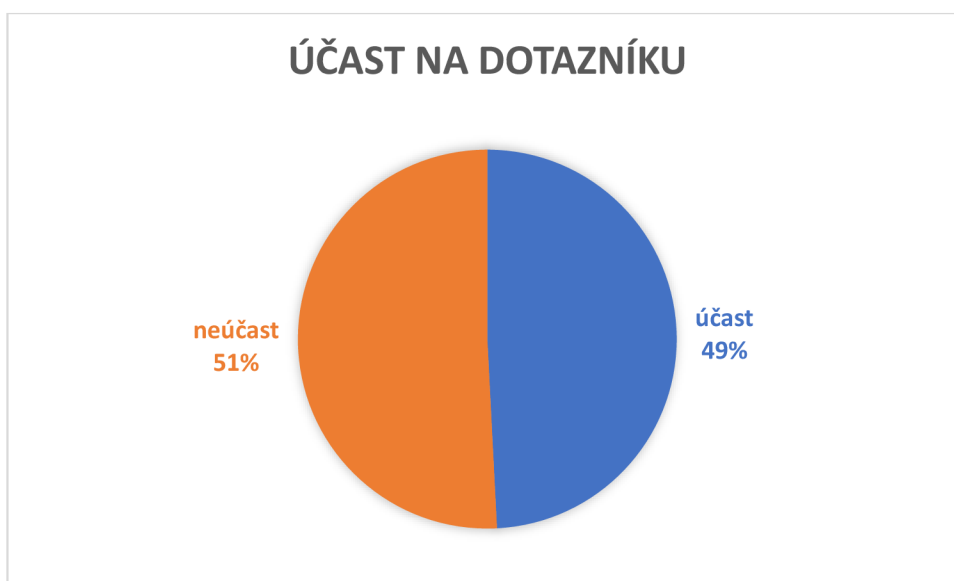
	Věk	Pohlaví	Úroveň dosaženého vzdělání	Délka studia matematiky od ukončení ZŠ
Respondent 1	17	Žena	Základní	1 rok
Respondent 2	19	Muž	Maturita	4 roky
Respondent 3	24	Muž	Maturita	6 let
Respondent 4	23	Žena	Bakalářské	7 let
Respondent 5	28	Žena	Magisterské	11 let
Respondent 6	33	Muž	Bakalářské	14 let
Respondent 7	53	Žena	Magisterské	11 let

Respondenti jsou seřazeni v pořadí, v jakém s nimi byl uskutečněn rozhovor ke kvalitativní části výzkumného šetření této práce. Tedy respondentem č.1 je studentka střední průmyslové školy v Brně, respondentem č.2 je student bakalářského prezenčního studia na Palackého univerzitě v Olomouci, respondentem č.3 je student prezenčního bakalářského studia na Masarykově univerzitě v Brně. Respondentkou č.4 se stala studentka navazujícího magisterského prezenčního studia na Palackého univerzitě, respondentkou č.5 čerstvá (únor 2023) absolventka prezenčního magisterského studia na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity. Předposledním respondentem je student kombinované formy navazujícího magisterského studia Palackého univerzity a seznam respondentů uzavírá absolventka kombinovaného navazujícího magisterského studia rovněž na Palackého univerzitě.

3.5. Interpretace dat

V následující kapitole se tedy podíváme na interpretaci získaných dat, které mají za úkol projednat s respondenty předem dané okruhy. Tyto okruhy tedy jsou rozděleny do dvou hlavních částí: první část pro okruhy 1–3, kvantitativní část tohoto výzkumu formou dotazníku, b níž bylo osloveno celkem 203 studentů. Návratnost dotazníků byla vysoká, jelikož u téměř všech z těchto případů se jednalo o předem domluvenou participaci.

Graf 1 – Participace kvantitativní části výzkumu



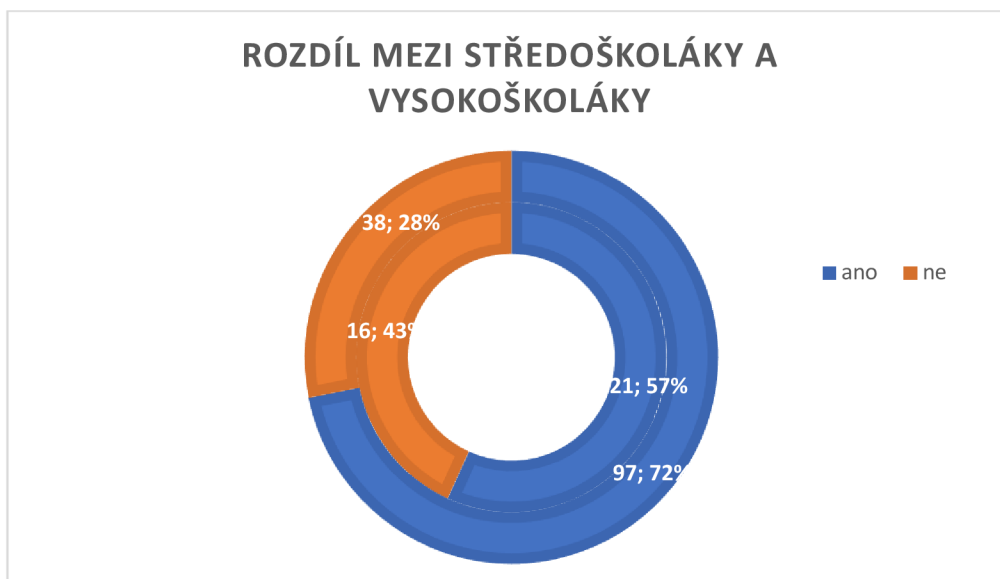
Na **celkové participaci se podílelo 182** z 370 pozvaných **studentů**, což představuje téměř 49% účast, což je z hlediska průměrné návratnosti podprůměrná míra. 80% návratnost považuje Jason McPherson ve svém článku *What is a good employee survey response rate?*, za ideální.

Druhé části, kvalitativní kazuistika, zkoumající okruhy 4–8, se posléze účastnilo již zmíněných 7 respondentů.

3.5.1. Kvantitativní výzkum – okruh 1 – vizualizace matematického problému

V této části výzkum zkoumal, kolik ze 182 účastněných respondentů někdy vidělo svého vyučujícího při výuce použít matematický software k vizualizaci složitějšího matematického problému. Základní úroveň složitějšího problému byla definována jako graf goniometrické funkce, úvodní látka na středních školách technického zaměření. Zde již byli respondenti rozděleni podle svého současného vzdělávání.

Graf 2 - Četnost středoškoláků a vysokoškoláků, kteří již při výuce viděli svého vyučujícího použít matematický software



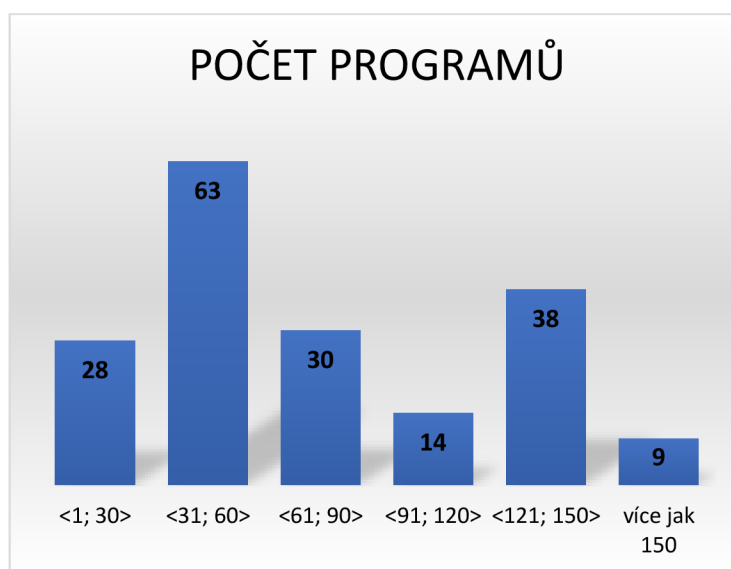
Z vnitřního prstence můžeme vyčíst, že 21 (57 %) středoškolských studentů matematiky z celkového počtu 47 už vidělo svého vyučujícího při výuce použít matematický software k vizualizaci, 16 studentů (43 %) ne.

U vysokoškolských studentů je tento poměr pozitivnější, z celkového počtu 135 odpovědí vybralo 97 (72 %) jednotlivců odpověď, že jejich učitelé již někdy vizualizační software při výuce využilo, zbylých 38 (28 %) ne.

3.5.2. Kvantitativní výzkum – okruh 2 – povědomí o množství matematického softwaru

Tento okruh výzkumu zkoumal, zda mají respondenti bez rozdílu na vzdělání povědomí o množství různých matematických programů. Byly opět definovány velmi obecně, stejně jako v počátku teoretické části této práce. Respondenti měli na výběr z možností, které byly zadány formou intervalů v rozmezích $\langle 1; 30 \rangle$, $\langle 31; 60 \rangle$ atd., tedy po třiceti.

Graf 3 - Názor studentů matematiky na počet matematických programů



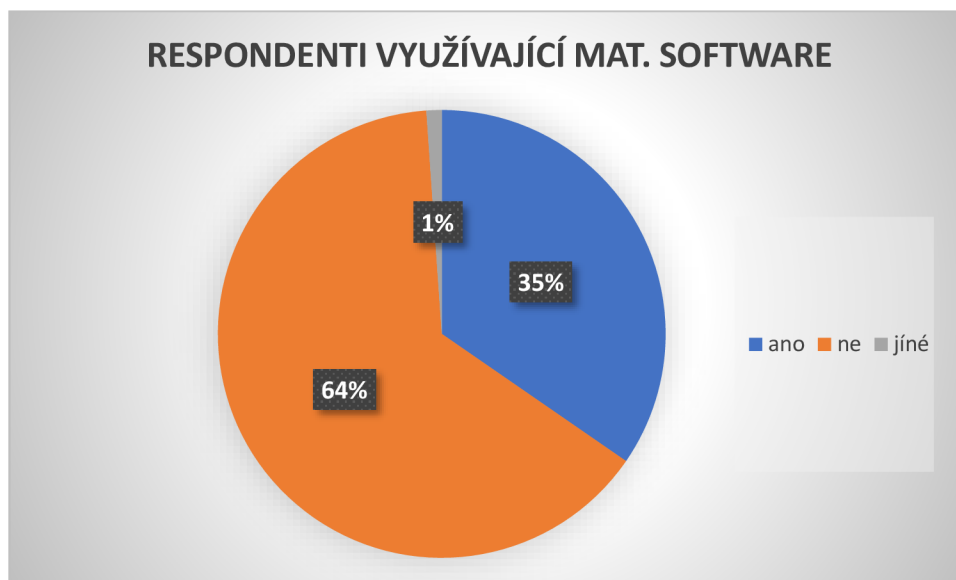
Z grafu můžeme zjistit, že 28 respondentů (15 %) se domnívá, že počet matematických programů je mezi 1 a 30 druhů. O rozmezí mezi 31 a 60 hlasovalo 63 respondentů (35 %), získalo tím nejvyšší četnost i relativní četnost. Třetí interval od 61 do 90 typů matematického softwaru by hledalo 30 respondentů (16 %). Druhým nejmenším zastoupeným intervalem je interval od 91 do 120 programů se 14 respondenty (8 %). Pátou kategorii zvolilo 38 respondentů (21 %) a pro poslední kategorii s nejvyšším množstvím programů, ale nejméně hlasy, hlasovalo 9 studentů (5 %).

Z hlediska teoretické části této práce jsou dvě správné odpovědi. V případě, že počítáme pouze komerční a specializovaný open-source software, pak nejvyšší počet respondentů zvolil správnou možnost.

3.5.3. Kvantitativní výzkum – okruh 3 – míra dovedností ovlivněných vizualizací ve výuce

Ve třetím okruhu byly celkem tři otázky.

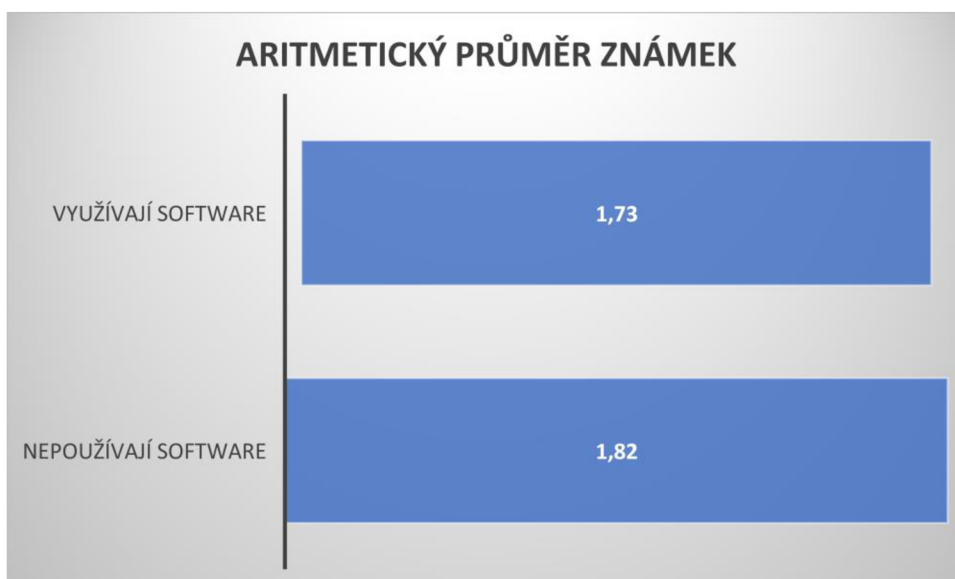
Graf 4 - Relativní četnost respondentů využívající nějaký matematický software



Na otázku, zda respondenti sami využívají nebo vyhledávají výuku využívající matematický software odpovědělo celkem 63 studentů ano (35 %), 117 studentů ne (64 %) a zbylí 2 respondenti uvedli třetí možnost jiné, z nichž jeden svoji volbu okomentoval tím, že si není jistý, co vše se tímto označením myslí.

Druhá otázka se ptala na celkový prospěch z matematiky. Respondenti ze středních škol měli uvést svoji **průměrnou známku** z matematiky a fyziky na posledním vysvědčení (pololetí školního roku 2022/2023), respondenti z vysokých škol poté průměr známek všech svých matematických předmětů za poslední semestr (akademický rok 2022/2023), kde se známky počítaly dle standartních hodnot A=1, B=1,5 atd. Výsledky můžeme vidět na následujícím grafu.

Graf 5 - Aritmetický průměr známek u respondentů, kteří využívají a nevyužívají software ke studiu



Této otázce se účastnilo tedy přesně 180 respondentů a po sběru dat se ukázalo, že aritmetický průměr známek u respondentů, kteří využívají matematický software pro svoje studium je nižší než u studentů, kteří jej nepoužívají. Více k tomuto v kapitole 4 - diskuse.

Třetí otázka tohoto okruhu byla výběr na škále od 1 do 10, kde 10 zastupuje *naprosto souhlasím*, respondenti dostali za úkol umístit svůj názor na otázku, jestli souhlasí s výrokem „**matematický software mi pomohl pochopit látku, se kterou jsem měl problém**“. Této otázce se účastnili pouze respondenti, kteří na první otázku tohoto okruhu odpověděli kladně, tedy 49 respondentů.

Tabulka 2 - Odpovědi na otázku, zda software pomohl pochopit látku – škála⁵

Škála	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Četnost	1	3	3	7	8	8	11	1	5	2
Relativní četnost	2 %	6 %	6 %	14 %	16 %	16 %	22 %	2 %	10 %	4 %

⁵ Procenta tabulky nedávají dohromady 100 %, způsobeno zaokrouhlováním.

3.5.4. Kvalitativní výzkum – okruh 4 – zkušenosti respondenta jako uživatele

Kvalitativního výzkumu se účastnilo celkem sedm respondentů, premise byla taková, že již mají nějaké zkušenosti s matematickým softwarem a kalkulátory. Tento okruh se týká **zkušeností respondenta** jako uživatele matematického softwaru. Všichni respondenti, kteří se účastní kvalitativního výzkumu vyjádřili kladný postoj k matematickým softwarům z dotazníkového šetření.

Nejčastější využívání matematických programů mezi studenty je pro lepší pochopení problémové látky, jak uvádí shodně všichni respondenti.

- „Už jsem něco zkoušela, viděla jsem to používat učitele na základce a v GeoGebře jsme si taky mohli vyzkoušet rýsovat.“ (Respondent 1).
- „V matematice jsme si zkoušeli rýsovat v GeoGebře, jinak to tady učitelé často používají na grafy [...] grafy funkcí“ (Respondent 2).
- „Matice v rámci první algebry jsme řešili v MATLABu, měli jsme semináře na jiné fakultě, ale já jsem si ho nikdy na svůj počítač nedal.“ (Respondent 3).
- „U nás se používá GNU Octave k programování skript, zkusíme dělat grafiku. Nejvíce se mi líbilo, když jsme udělali program, který nám vypočítal kořeny kvadratické rovnice.“ (Respondent 4).
- „Já umím programovat v Pythonu a mnohé jazyky jsou na něm založené, jako třeba Octave a R. Každou hodinu pan profesor používal GeoGebru, nebyla snad jediná přednáška bez ní.“ (Respondent 5).
- „Matematický software je mi blízký, programování je můj koníček, takže Python, R a Octave jsem již vyzkoušel. GeoGebru používám, když v práci učím. Navíc se v GNU Octave plní tady na fakultě (katedře) jeden předmět, takže tím si projdou skoro všichni.“ (Respondent 6).
- „S matematickým softwarem jsem se setkala poprvé na přírodovědě, kde jsme něco dělali v Maple. Sama ho nevyhledávám, ale občas použiji nějaký ten aplet (v GeoGebře) pro děti ve fyzice, třeba teď skládání vektorů sil. Vim, že v ostatních programech by to taky šlo, ale jsou na mě velmi obtížné, a kromě Octave žádný další neznám.“ (Respondent 7).

3.5.5. Kvalitativní výzkum – okruh 5 – znalost ceny a využití komerčních programů

V této části byli respondenti tázáni, zda znají cenové modely některých softwarů, v jakých cenových kategoriích se pohybují a k čemu se využívají. Tři respondenti neznali cenu nebo měli chybnou představu o ceně matematického softwaru:

- „*Nevím, ale odhaduji, že určitě bude nějaká volba zadarmo, jako tomu je u všeho. Ty zadarmo mají nějaký free trial, který je ale osekáný, a potom to stojí moc... Mohou se využívat třeba pro 3D tisk.*“ (Respondent 1).
- „*Vím, že jsou hodně drahé a nikdo si je asi sám pro sebe nekoupí, proto asi (vývojáři) vyvinuli verze pro studenty, aby alespoň něco bylo dostupné všem.*“ (Respondent 2).
- „*Když si koupím Windows nebo Office, tak to taky stojí víc nějaká hra, takže bych řekla tak 100 EUR.*“ (Respondent 5).

Další tři respondenti dokázali přesněji rozlišit cenové modely komerčních matematických softwarů:

- „*Přesně na tuhle otázku jsem se připravoval, našel jsem, že je jich hodně zadarmo, ale nejsou logicky tak dobré jako ty placené. Tam se platí licence každý rok, u MATLABu je to šílená částka, pokud na tom někdo přímo nevydělává. Našel jsem, že třeba Bluetooth balíček stojí přes 4 000 EUR za rok a v tom není ani ten samotný MATLAB obsažený.*“ (Respondent 6).
- „*Pamatuji si, že nám o tom říkal (jméno vyučujícího), že to stojí velké peníze, a proto máme využívat to, co máme tady na škole. Pamatuji si, že to bylo dražší jak moje auto. Odhadla bych tak 50 000 Kč, 1 500 EUR.*“ (Respondent 4).

Odpověď respondenta 3 nebyla využitelná pro výzkum.

3.5.6. Kvalitativní výzkum – okruh 6 – pohled respondenta na kompatibilitu

Šestý okruh výzkumného šetření se věnoval pohledu respondentů na kompatibilitu v obecném i konkrétním případě matematického softwaru. Respondenti měli vyjádřit svůj názor na to, zda by programy spolu měly být kompatibilní a v případě, že ano, jaký je důvod toho, že to tak není. Ještě před otázkou jsme si definovali slovo kompatibilita jako schopnost programu pracovat s jiným programem bez konfliktů nebo problémů, ať už jde o sdílení dat nebo provádět podobné funkce, jak uvádí web Your Dictionary.

Zde jsou názory respondentů na téma kompatibility:

- „Určitě bych chtěla, aby spolu byly takové programy kompatibilní. Když bych potřebovala jeden z nich použít a potom jiný na něco jiného, mělo by to fungovat. A to platí i pro běžné formáty, jako je Word.“ (Respondent 1).
- „Je to rozhodně potřeba a určitě v tom bude zase jen marketing, aby (vývojáři a vydavatelé) své zákazníky udrželi tím, že jim znemožní jednoduchý přechod jinam jako ke konkurenci.“ (Respondent 2).
- „Myslím si, že to (maximální míru kompatibility) by chtěl každý, ale jestli to dobře chápu, je to stejné jako s nabíječkami na Androidy a iPhone.“ (Respondent 3).
- „Kompatibilita mezi programy je asi nereálná, stejně jako si nemůžu otevřít textový dokument v malování nebo hudební soubor v textovém editoru, tak je asi nereálné očekávat, že výstup jednoho matematického programu bude fungovat jako vstup v jiném.“ (Respondent 4).
- „Proto nám také všichni říkají, že máme využít .pdf, který je všude stejný.“ (Respondent 5).
- „Když jsme se učili programovat v Octave, bylo to prý vlastně stejné jako Python, takže bych očekávala, že co jede v jednom, pojede i v druhém.“ (Respondent 7).

S podobným názorem jako má autor poté přišel respondent 6: „Kompatibilita je obecně problém v každém softwaru, jenomže když je každý program určen na něco jiného a má své silné a slabé stránky, tak ty slabé stránky tam nejsou naschvál, ale kvůli limitaci programovacího jazyka.“

3.5.7. Kvalitativní výzkum – okruh 7 – ochota uživatele vyhledat podporu

Základní premise tohoto okruhu bylo to, že se respondent už někdy setkal při práci s matematickým softwarem s nějakým problémem, který řešil skrz podporu ostatních. Tady jsou výpovědi respondentů:

- „Zatím jediný problém, který jsem řešila, byl v hodině, tak jsem se zeptala svých spolužáků na to, jak se zadávají souřadnice.“ (Respondent 1).
- „Když jsme pracovali v Octave, tak jsme měli skvěle napsaný návod na stránkách vyučujícího, jinak jsem se ptal ve třídě.“ (Respondent 6)
- „Já bych asi byla úplně ztracená, napadá mě jen se podívat na Google a zkusit fóra, jestli v tom nejsem sama a třeba už někdo našel řešení a podělil se.“ (Respondent 7).

- „Našel jsem svoje řešení na YouTube, kde je přímo kanál s tutoriály [...]. Musel jsem si ho najít sám, ale tím mi odpadly všechny starosti.“ (Respondent 2).
- „Nevěděla jsem, proč mi nejede skript domácího úkolu do programování tady na fakultě, tak jsem napsala na Reddit (forum) a po pár hodinách jsem dostala odpověď, která bohužel můj problém nevyřešila, ale bylo mi příjemné, že se někdo snažil pomoci.“ (Respondent 4).
- „Uvítal bych podporu přímo v programu, ve kterém dělám, a ne abych hledal info někde jinde. [...] Je mi jasné, že některé profesionální programy jsou náročnější na pochopení práce s nimi, ale vývojáři by se měli snažit udělat program přístupným. Tak třeba s umělou inteligencí se tohle vyřeší.“ (Respondent 3).

3.6. Vyhodnocení výzkumu

Cílem výzkumu bylo potvrdit, či vyvrátit, stanovené hypotézy. Pro účely této práce byly stanoveny tyto tři:

1. Studenti matematiky, jejichž učitelé ve výuce využívají matematický software pro interpretaci a znázornění matematických problémů, využívají matematický software ke svému studiu nebo přípravě na povolání samostatně častěji než studenti matematiky, u kterých ve výuce nebyly takové programy využívány.
2. Studenti matematiky, kteří při svém studiu nebo přípravě na povolání využívají matematický software, mají lepší studijní výsledky (průměr známek) než studenti, kteří takový software nevyužívají.
3. U studentů matematiky využívajících matematický software je větší pravděpodobnost, že v případě přechodu k jinému programu zvolí raději alternativu, která je původní volbě bližší, např. syntaxí programovacího jazyka, před programem, který je přesněji určen pro jejich potřebu.

Hlavní myšlenkou výzkumu bylo první a druhou hypotézu prozkoumat kvantitativním výzkumem a poslední, třetí, hypotézu poté kvalitativním výzkumem formou polo-strukturalizovaných rozhovorů.

První hypotéza ověřovala princip názornosti. V literatuře můžeme najít rozdělení na 4 stupně názornosti. Maňák je klasifikoval následovně:

1. Předvádění reálných předmětů a jevů.
2. Realistické zobrazování skutečných předmětů a jevů.
3. Záměrné pozměněné zobrazování předmětů a jevů.
4. Postihování reality prostřednictvím schémat, grafů, znaků, symbolů, abstraktních modelů apod. (2003, s. 77)

Maňák dále uvádí, že právě metoda předvádění „zprostředkovává žáku prostřednictvím smyslových receptorů vjemy a prožitky, které se stávají stavebním materiálem pro následné psychické úkony a procesy“ (2003, s. 78). Obtížnost matematiky spočívá v přibývajícím abstraktnosti, selský rozum tedy očekává, že v případě obtížnějších matematických problémů bude využito všech možných prostředků pro jejich vizualizaci a interpretaci, jak zmiňuje Maňák ve své klasifikaci. Vyučující na vysokých školách budou využívat matematický software častěji než vyučující na středních školách, proto se s takovými programy jejich studenti více setkají a je vyšší šance na to, že to pozitivně ovlivní jejich porozumění matematice.

Tuto hypotézu se podařilo procentuálním vyjádřením odpovědí potvrdit. Výsledky tohoto průzkumu ukázaly, že se středoškoláci setkali s případem, kdy vyučující použil matematický software pro názornost v 57 %, zatímco vysokoškoláci v 72 %. To se poté projevilo ve třetím okruhu a spárováním odpovědí jednotlivých respondentů se hypotéza tedy potvrdila.

Ve druhé hypotéze bylo zkoumáno, zda existuje nějaká korelace mezi používáním matematického softwaru pro studium a prospěchem. Zde bylo ukázáno, že studenti používající matematický software mají lehce lepší průměr známek prospěchu než studenti, kteří jej nepoužívají. Tento faktor však není izolovaný, na prospěch má vliv velké množství jiných faktorů než příprava a porozumění látce, jak píše Shotwell (2017). Studenti rovněž nedávají výrazný význam svého lepšího prospěchu přípravě se softwarem. Tuto hypotézu se tedy nepodařilo potvrdit.

Třetí hypotéza byla vyhodnocena z rozhovorů s vybranými studenty matematiky. Obecný konsenzus mezi respondenty byl takový, že kompatibilita je pro uživatele důležitá, neovlivňuje ale jejich rozhodnutí při výběru. V případě, že by potřebovali přejít na jiný program, protože je na nový problém lepším řešením, uvedli, že by neradi přešli a spokojili se

s neoptimálním řešením v jejich stávajícím programu. Pokud byl přechod opravdu nutný, využili by doporučenou alternativu a nebrali by ohled na podobnost s předchozí volbou.

4. Diskuse

V této části se podíváme na možná úskalí výzkumu a problémy, které mohli zkreslit jeho výsledky. Celkem bylo osloveno 370 studentů, potenciálních respondentů, což bylo vypočítáno ze standardního vzorce pro výpočet velikosti vzorku pro odhadování proporcí. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 182 respondentů, což představuje 49 % návratnosti. Do kvalitativní části výzkumu poté postoupilo 7 respondentů na základě dobrovolnosti, která byla podmíněna alespoň uživatelskou mírou zkušeností s matematickým softwarem a kalkulátory. Respondenti rozhovoru dokázali vysvětlit pojem matematický software a kalkulátor, zároveň již minimálně se dvěma programy pracovali.

První hypotéza se zabývala podílem, zda je větší procento vysokoškolských studentů matematiky, kteří se setkali s matematickým softwarem ve výuce, např. jej používali učitelé nebo oni sami. Původní myšlenka výzkumu byla zahrnout pouze studenty pedagogických fakult, ale od této myšlenky bylo později upuštěno za účelem generalizace výzkumu. Možná námitka k výsledkům výzkumu, které může vyvstat, je presumpce přímé úměry, že na univerzitách jsou studenti starší a prošli více roky studia, tudíž měli více příležitostí se s matematickým softwarem u svých učitelů setkat. To je hlavní úskalí, kde není možno v praxi zaručit naprosté stejné podmínky. Kdyby byly respondenti stejného věku, pak se mohlo namítnout měsíci, dny atd. **První hypotéza se potvrdila.**

Pro druhou hypotézu bylo představeno přepočítání známek. Ihned se dostáváme do statistických nesnází, kdy porovnáváme dvě různé škály. Znamky na středních školách mají pět stupňů: výborně, chvalitebně, dobře, dostatečně a nedostatečně. Zatímco známka na vysokých školách mají šest stupňů, které se přepočítávají na čtyři hodnoty, A = 1; B = 1,5; C = 2; D = 2,5; E = 3 a F = 4. Kvůli tomuto aspektu byly průměry přepočítávány na univerzální hodnotu podle vlastního pravidla, jelikož průměr známek na vysoké škole počítá ještě s kredity. Sjednocené průměry byly poté vyhodnoceny a porovnány. **Druhá hypotéza se nepotvrdila** z důvodu příliš malého rozdílu v průměru známek mezi skupinami používající a nepoužívající matematický software. Navíc studenti používající matematický software mu nepřikládají příliš velký význam v jejich průměru.

Třetí hypotéza zjišťovala ochotu respondentů přejít na jiný software v případě potřeby. Relevance názorů byla opět podmíněna podmínkou, že respondenti už použili alespoň dva různé programy. Zde autor, výzkumník, narazil na problematiku reprezentativních vět z celých

rozhovorů, proto se může čtenáři pozdávat, že uvedené citace respondentů vypovídají o míře pravdivosti hypotézy pouze do určité míry. **Třetí hypotéza** však **byla** nakonec **vyvrácena**, protože respondenti i přes nízkou míru kompatibility, dle svých výpovědí, by stále zvolili nejlepší program pro svůj nový problém.

Pokračování tohoto výzkumu by mohlo obsahovat studii, která se zaměří i na ostatní faktory hrající roli ve výsledcích studentů matematiky. Například tento výzkum nebral v potaz frekvenci, jak často respondenti matematický software využívají, protože i to by mohlo mít vliv na jejich prospěchu.

5. Závěr

Diplomová práce *Matematický software a kalkulátory v očích studentů matematiky* je rozdělena do úvodu, dvou hlavních částí: části teoretické a části praktické a diskuse.

Teoretická část má převážně kompilační charakter. Po popisné definici je vybráno patnáct jednotlivých matematických programů, které lze využít pro studium nebo výuku matematiky na středních a vysokých školách. Tento software byl vybrán na základě autorových znalostí, zkušeností a studiu literatury. Byly vybrány programy a programovací jazyky placené i neplacené téměř ve stejném poměru a u každého z nich je popsána jeho hlavní charakteristika, zaměření, výhody a nevýhody. Ke konci teoretické části následuje i vyhodnocení ve formě rekapitulace a především vysvětlení, že nelze objektivně nalézt nejlepší nástroj, dokud nebudou dostatečně univerzální.

Praktická část se věnuje výzkumu k diplomové práci. Popisuje cíl výzkumu především z pohledu vizualizace matematických problémů za účelem lepšího pochopení abstraktnosti, ale také možné využití k dalšímu rozvoji vybraných programů pro jejich vývojáře. Posléze stanovuje celkem sedm výzkumných okruhů a z nich tři hypotézy. Za účelem testování těchto okruhů a hypotéz poté na vzorku studentů středních škol technického zaměření a vysokoškolských studentů matematiky využívá kvantitativního i kvalitativního výzkumu. V grafické podobě s komentáři je zde také interpretován kvantitativní výzkum. Výsledky prvního a třetího okruhu výzkumu implikují potvrzení první hypotézy a zavrnutí druhé. Kvalitativní výzkum formou rozhovoru je interpretován formou kazuistického popisu jednotlivých případů, ale opět v rámci daných okruhů. Na základě těchto okruhů a rozhovorů se studenty matematiky různých úrovní byla třetí hypotéza potvrzena.

Diskusní část práce pojednává o úskalích a řešení potíží při výzkumu k praktické části, vysvětluje možné námitky čtenáře. Také navrhuje možné další směřování, které by mohlo být prospěšné pro vývojáře matematického softwaru.

Cíl práce byl naplněn porovnáním matematického softwaru, porozuměním potřebám uživatelů a předložením nápadů na vylepšení, převážně sjednocení programovacích jazyků a jejich syntaxi – univerzálnosti a kompatibilitě.

6. Conclusion

The thesis *Mathematical Software and Calculators in the Eyes of Mathematics Students* is divided into an introduction and two main parts: a theoretical part and a practical part, and a discussion.

The theoretical part is mainly of a compilation character. After a descriptive definition, fifteen individual mathematical programs are selected that can be used for studying or teaching mathematics in secondary and higher education. The software was selected based on the author's knowledge, experience, and literature study. Both paid and unpaid programs, and programming languages, were selected in almost equal proportions. For each of them, its main characteristics, focus, advantages, and disadvantages are described. Towards the end of the theoretical part, there is also an evaluation in the form of a recapitulation and, above all, an explanation that it is not possible to objectively find the best tool until they are sufficiently universal.

The practical part is devoted to research for the thesis. It describes the aim of the research mainly from the perspective of visualizing mathematical problems in order to better understand abstractness, but also the possible use to further develop the selected programs for their developers. It then sets out a total of eight research areas and from these three hypotheses. It then uses both quantitative and qualitative research to test these headings and hypotheses on a sample of technical high school and undergraduate mathematics students. The quantitative research is also interpreted in graphical form with comments. The results of the first and third field of study of the research imply the confirmation of the first hypothesis and the rejection of the second one. The qualitative research in the form of an interview is interpreted in the form of case study descriptions, but again within the given fields. Based on these headings and interviews with mathematics students of different levels, the third hypothesis was confirmed.

The discussion part of the paper deals with the pitfalls and troubleshooting in the research for the practical part, explaining possible objections from the reader. It also suggests possible future directions that could be beneficial to mathematical software developers.

The aim of the thesis was fulfilled by comparing mathematical software, understanding the needs of its users and presenting ideas for improvement, mainly unification of programming languages and their syntax - universality and compatibility.

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Bc. Michal Paleček
Katedra:	Katedra matematiky
Vedoucí práce:	doc. Mgr. Karel Pastor, Ph.D.
Rok obhajoby:	akademický rok 2022/2023

Název práce:	Matematický software a kalkulátory v očích studentů matematiky
Název práce v angličtině:	Mathematical Software and Calculators Through the Eyes of Mathematics Students
Anotace práce:	Diplomová práce <i>Matematický software a kalkulátory v očích studentů matematiky</i> pojednává o výpočetních programech a programovacích jazycích, se kterými se studenti matematických oborů mohou setkat při svém studiu nebo následném povolání. Cílem práce je shrnout klady a zápory vybraných patnácti programů a na základě výzkumu najít míru rozšířenosti využití těchto softwarů ve vzdělávání a zda jejich používání má kladný vliv na prospěch studentů. Rovněž má svými návrhy přispět k dalšímu vývoji programů.
Klíčová slova:	Matematika, software, kalkulátory, studenti, výzkum softwaru, hypotézy, vyhodnocení softwaru, kompatibilita
Anotace v angličtině:	The thesis <i>Mathematical software and Calculators Through the Eyes of Mathematics Students</i> deals with math programs and programming languages that mathematics students may encounter in their studies or subsequent careers. The aim of the thesis is to summarize the pros and cons of the selected fifteen programs and, based on the research, to find the extent of the

	widespread use of this software in education and whether their use has a positive effect on students' performance. Also, the thesis is to contribute to the further development of the programs with its suggestions.
Klíčová slova v angličtině:	mathematics, software, calculators, students, software research, hypotheses, software evaluation, compatibility
Přílohy vázané v práci:	bez příloh
Rozsah práce:	67 s. (114 697 znaků)
Jazyk práce:	Čeština

Reference

- DANĚČEK, Josef, Oldřich DLOUHÝ a Oto PŘIBYL. *Matematika II: studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-453-2.
- HENDL, Jan. *Úvod do kvalitativního výzkumu*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997. ISBN 80-7184-549-3.
- CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 265 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- KREML, Pavel. *Matematika II*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1316-5.
- KUBEN, Jaromír. *Obyčejné diferenciální rovnice*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1995.
- MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
- MIOVSKÝ, Michal. *Kvalitativní přístup a metody v psychologickém výzkumu*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006. ISBN 80-247-1362-4
- MOJŽÍŠEK, L. *Vyučovací metody*. Praha: SPN, 1988.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-647-6
- ŠVAŘÍČEK, Roman a Klára ŠEĐOVÁ. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vydání druhé. Praha: Portál, 2014. ISBN 978-80-262-0644-6
- ZOUNEK, Jiří a Petr SUDICKÝ. *E-learning: učení (se) s online technologiemi*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2012. ISBN 978-80-7357-903-6.
- ZOUNEK, Jiří a Klára ŠEĐOVÁ. *Učitelé a technologie: mezi tradičním a moderním pojetím*. Brno: Paido, 2009. ISBN 978-80-7315-187-4.
- ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2012. 155 s. ISBN 978-80-247-4100-0.

Internetové zdroje

Alternative: Maple. [online]. [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: <https://alternative.me/maple>

APGAR, Vyaleta. *Is Julia actually right for you?*. [online]. 2022, [cit. 2022-11-12]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/is-julia-actually-right-for-you-b2c003d7cddf>

BHANDARI, Pritha. *What Is Quantitative Research? | Definition, Uses & Methods*. [online]. 2022, [cit. 2023-03-6]. Dostupné z: <https://www.scribbr.com/methodology/quantitative-research/>

CANNON, J, S. DONELLY, C. FIEKER a M. WATKINS. *Lecture Notes in Computer Science* [online]. 2010, (6327) [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-642-15582-6_43

Calstatela: Mathematica. [online]. [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: <https://www.calstatela.edu/its/software/mathematica>

Capterra: MAGMASOFT. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.capterra.com/p/217954/MAGMASOFT/>

Capterra: SAS-STAT Software. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.capterra.com/p/121765/SAS-Statistics/>

Cultural Maya: What are the advantages and disadvantages of the SPSS program? [online]. 2022, [cit. 2023-02-16]. Dostupné z: <https://culturalmaya.com/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-the-spss-program/>

DASARI, Dasan. *The use of Geogebra software in teaching mathematics* [online]. 2020, 6. [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: doi:10.1088/1742-6596/1882/1/012042

Data Flair: Advantages of SAS | Disadvantages of SAS Programming. [online]. [cit. 2022-11-10]. Dostupné z: <https://data-flair.training/blogs/disadvantages-and-advantages-of-sas/>

Educba: Advantages of Matlab. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.educba.com/advantages-of-matlab/>

GEBEL, Łukasz. *Octave — Scientific Programming Language Crash Course*. [online]. 2020, [cit. 2022-10-12]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/octave-scientific-programming-language-crash-course-2ab8d864a01d>

HAMIDZERA, Kashefi. *Teaching and Learning Theories Applied in Mathematics Classroom among Primary School Teachers*. [online]. 2017, [cit. 2022-11-8]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/327820617_Teaching_and_Learning_Theories_Applied_in_Mathematics_Classroom_among_Primary_School_Teachers

JANG, Yeona. *Survey Data: Reliability and Validity? Are they Interchangeable?* [online]. 2020, [cit. 2023-03-6]. Dostupné z: <https://explorance.com/blog/survey-data-reliability-and-validity-are-they-interchangeable/>

JavaTpoint: Advantages and Disadvantages of MATLAB. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.javatpoint.com/advantages-and-disadvantages-of-matlab>

JavaTpoint: Advantages | disadvantages of SAS. [online]. [cit. 2023-1-7]. Dostupné z: <https://www.javatpoint.com/advantages-and-disadvantages-of-sas>

JavaTpoint: R – Advantages and disadvantages. [online]. [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: <https://www.javatpoint.com/r-advantages-and-disadvantages>

KRILL, Paul. *Why R? The pros and cons of the R language*. [online]. 2015, [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: <https://www.infoworld.com/article/2940864/r-programming-language-statistical-data-analysis.html>

MAAS, Martin. *Is Julia Language Worth Learning?(Pros and Cons)*. [online]. 2022, [cit. 2022-11-12]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/is-julia-actually-right-for-you-b2c003d7cddf>

Maplesoft: How Students Benefit from Math Software. [online]. [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: <https://www.maplesoft.com/products/maple/academic/how-students-benefit-from-math-software.aspx>

Maplesoft: Maple Pricing. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.maplesoft.com/products/maple/pricing/>

Math Blog: A 10 minute tutorial for solving Math problems with Maxima. ? [online]. [cit. 2023-3-4]. Dostupné z: <https://mathblog.com/a-10-minute-tutorial-for-solving-math-problems-with-maxima/>

McPHERSON, Jason. *What is a good employee survey response rate?* [online]. [cit. 2022-11-8]. Dostupné z: <https://www.cultureamp.com/blog/what-is-a-good-survey-response-rate>

Medium: Reasons to Learn SAS | What are the Advantages of using SAS software? [online]. 2020, [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://medium.com/@globalsasitbizsol/reasons-to-learn-sas-what-are-the-advantages-of-using-sas-software-f2404b816ab8>

R F WirelessWorld: Advantages and disadvantages of MATLAB. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-MATLAB.html>

SHOTWELL, M, APIGIAN, C. *Student Performance and Success Factors in Learning Business Statistics in Online vs. On-Ground Classes Using a Web-Based Assessment Platform, Journal of Statistics*. [online]. 2015, [cit. 2023-05-11]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10691898.2015.11889727>

SHIPUNOV, Alexey. *Use, advantages and disadvantages of the R*. [online]. 2021, [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Statistics/Book: Visual_Statistics_Use_R_\(Shipunov\)/02:_How_to_process_the_data/2.04:_Use_advantages_and_disadvantages_of_the_R](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Statistics/Book: Visual_Statistics_Use_R_(Shipunov)/02:_How_to_process_the_data/2.04:_Use_advantages_and_disadvantages_of_the_R)

Simplilearn: What is R? [online]. [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: <https://www.simplilearn.com/what-is-r-article>

Stack Exchange: What are the pros and cons of using a Mathematica to write a report? [online]. [cit. 2022-12-9]. Dostupné z: <https://mathematica.stackexchange.com/questions/212182/what-are-the-pros-and-cons-of-using-a-mathematica-to-write-a-report>

Stack Overflow: What advantages MATLAB has over SCILAB and vice versa? [online]. [cit. 2023-2-5]. Dostupné z: <https://stackoverflow.com/questions/2232081/what-advantages-matlab-has-over-scilab-and-vice-versa>

The Reflective Educator: How can Geogebra be used to help students understand and visualize mathematics problems? [online]. 2009, [cit. 2023-1-8]. Dostupné z: <https://davidwees.com/content/how-can-geogebra-be-used-help-students-understand-and-visualize-mathematics-problems/>

Towards Data Science: A hitchhiker guide to python NumPy Arrays. [online]. [cit. 2023-1-7]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/a-hitchhiker-guide-to-python-numpy-arrays-9358de570121>

TrustRadius: PTC Mathcad Pricing 2023. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.trustradius.com/products/ptc-mathcad/pricing>

TrustRadius: MATLAB Pricing. [online]. [cit. 2022-11-7]. Dostupné z: <https://www.trustradius.com/products/matlab/pricing>

YourDictionary. Compatibility Definition. In YourDictionary. [online]. [cit. 2022-11-8].

Dostupné z: <https://www.yourdictionary.com/compatibility>

Seznam grafů, tabulek a obrázků

Graf 1 – Participace kvantitativní části výzkumu.....	45
Graf 2 - Četnost středoškoláků a vysokoškoláků, kteří již při výuce viděli svého vyučujícího použít matematický software.....	46
Graf 3 - Názor studentů matematiky na počet matematických programů.....	47
Graf 4 - Relativní četnost respondentů využívající nějaký matematický software	48
Graf 5 - Aritmetický průměr známek u respondentů, kteří využívají a nevyžívají software ke studiu	49
Tabulka 1 - Respondenti kvalitativní části výzkumu	44
Tabulka 2 - Odpovědi na otázku, zda software pomohl pochopit látku – škála.....	49
Obrázek 1 - Syntax v programu MATLAB	37
Obrázek 2 - Ukázka syntaxe programu Mathematica	38
Obrázek 3 - Ukázka syntaxe programu Maple	38