



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v ČB

Pedagogická fakulta

Katedra matematiky

Vybrané aplikace pro výuku matematiky

Selected applications for teaching mathematics

Bakalářská práce

Vypracovala: Marie Vondrušková

Vedoucí práce: Mgr. Roman Hašek, Ph.D.

České Budějovice 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma "Vybrané aplikace pro výuku matematiky" jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Marie Vondrušková

Abstrakt

Bakalářská práce "Vybrané aplikace pro výuku matematiky" pojednává o aktuálně dostupných aplikacích vhodných pro výuku matematiky na základní a střední škole. Tyto aplikace jsou detailně popsány a zároveň je ukázána možnost jejich praktického využití během výuky. Součástí práce jsou také ukázky konkrétních vyučovacích hodin s použitím aplikace a doplňující ukázkové příklady.

Klíčová slova

Aplikace, matematika, mobilní zařízení, základní a střední škola, vyučování, učitel

Abstract

Bachelor thesis "Selected applications for teaching mathematics" is dealing with available up to date applications good for teaching mathematics at secondary school and high school. These applications are described in detail and at the same time, there is demonstration of their practical use during lessons. Part of this work are demonstrations of concrete lessons with use of the applications and added mathematical exercises.

Keywords

Application, mathematics, mobile device, elementary school and high school, lesson, teacher

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Mgr. Romanu Haškovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při realizaci mé práce.

Obsah

1	Mathman	10
1.1	Co aplikace nabízí?	10
1.2	Detailní rozbor aplikace	11
1.3	Využití aplikace při vyučování	14
1.3.1	Využití teorie v aplikaci Mathman	14
1.3.2	Využití příkladů v aplikaci Mathman	16
2	Matematika Testy	20
2.1	Co aplikace nabízí?	20
2.2	Detailní rozbor aplikace	21
2.3	Využití aplikace při vyučování	29
2.3.1	Využití teorie v aplikaci Matematika Testy	29
2.3.2	Využití příkladů v aplikaci Matematika Testy	33
3	Photomath	36
3.1	Co aplikace nabízí?	36
3.2	Detailní rozbor aplikace	37
3.3	Využití aplikace při vyučování	40
3.3.1	Zařazení Photomath do vyučování	40
3.3.2	Zařazení Photomath do domácí přípravy žáka	44
4	Geometry	48
4.1	Co aplikace nabízí?	48
4.2	Detailní rozbor aplikace	49
4.3	Využití aplikace při vyučování	53
4.3.1	Zařazení Geometry do vyučování	53
4.3.2	Zařazení Geometry do domácí přípravy žáka	56
	Seznam použité literatury a zdrojů	64

Úvod

Využívání digitálních technologií je jedním z klíčových témat Strategie 2030+ pro rozvoj vzdělávací soustavy České republiky v následujícím desetiletí. V souladu s touto strategií je důležité, aby docházelo k zařazování digitálních technologií do vyučovacích hodin společně s vhodnými vzdělávacími aplikacemi.

Ačkoliv využívání digitálních technologií ve školství stále roste, k velkému rozvoji došlo v souvislosti s pandemií koronaviru Covid-19. Vzhledem k tomu, že došlo k uzavření škol, učitelé museli společně se žáky přistoupit k distanční výuce. Ta spočívala ve vyučování prostřednictvím digitálních technologií. Jelikož se jednalo o neobvyklou a relativně novou zkušenost, docházelo k častým problémům a nepochopení učiva ze strany žáků. Na základě tohoto problému došlo u spousty vzdělávacích aplikací k rozsáhlým aktualizacím, aby aplikace pomohly při přípravě na výuku či samotném vyučování.

Z této skutečnosti vyplývá cíl mé práce, kterým je provedení rešerše aktuálně dostupných aplikací pro mobilní zařízení vhodných pro výuku matematiky, výběr některých z nich dle stanovených kritérií a tyto vybrané aplikace detailně představit, jak formou obecné recenze, tak i formou ukázek použití v konkrétních situacích z výuky matematiky na základní či střední škole.

Práce je konkrétně zaměřena na čtyři aplikace, které lze využít při výuce matematiky jak ve škole, tak i během domácí přípravy žáka. Jedná se o aplikace Mathman, Matematika Testy, Photomath a Geometry. První část pojednává o aplikacích s komplexní matematickou přípravou, které poskytují kromě příkladů i teorii. Druhá část se věnuje aplikacím s konkrétní matematickou přípravou, kdy musí uživatel aplikaci vhodně použít, aby došlo ke správnému řešení konkrétního příkladu.

Aplikace zaměřené na komplexní matematickou přípravu

Jednou ze zasažených oblastí pandemií koronaviru Covid-19 se stalo školství. Navzdory pandemii však došlo k masivnímu rozvoji využívání informačních technologií, které zásadně pomohly při realizaci výuky během koronaviru, kdy byly školy uzavřené. Aplikace uvedené v několika následujících odstavcích (**Mathman**, **Matematika Testy**) byly vyvinuty, aby uživateli poskytly komplexní matematickou přípravu.

Komplexní příprava těchto aplikací spočívá v tom, že má uživatel k dispozici matematickou teorii i příklady k procvičení. Tuto možnost někteří žáci využívali především kvůli nedostatečnému porozumění informacím, které získali během distanční výuky.

Mathman i Matematika Testy jsou aplikacemi převážně individuálního charakteru. Vyučující tak musí kontrolovat fyzicky mobilní zařízení každého z žáků. Nabízí se však možnost promítnutí obrazovky aplikace přes běžně dostupné softwary pro sdílení obrazovky mobilních zařízení.

Mathman a Matematika Testy jsou běžně dostupné pro všechny chytré mobilní telefony a tablety. Uživatel má možnost tyto softwary instalovat bezpečně z prověřených a dostupných zdrojů (obchodů), na jejichž druhu závisí uživatelem používaný operační systém v daném zařízení.

1 Mathman

[1] Aplikace Mathman je jednou z nejnovějších mobilních aplikací zaměřených na interaktivní výuku matematiky pro základní a střední školy. Za vznikem stojí absolvent Vysokého učení technického v Brně Jan Maloušek. Oficiální vydání proběhlo dne 16. 3. 2020. Hlavní myšlenkou bylo vytvořit aplikaci, jenž má pomoci žákům a studentům lépe porozumět matematické teorii a způsobu výpočtů. Rozvoj programu neustále probíhá. Každý uživatel se tak může na rozvoji podílet například recenzí a připomínkami k aplikaci.[2] Více informací o aplikaci lze nalézt na facebookové stránce <https://www.facebook.com/MathmanCZ>

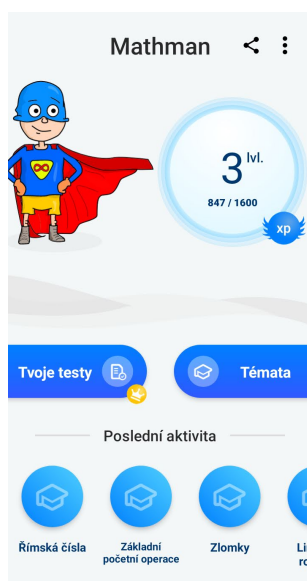
1.1 Co aplikace nabízí?

Aplikace Mathman nabízí desítky témat matematiky základní a střední školy. Každé téma je zařazeno do určitého tematického kurzu, který si uživatel může libovolně zvolit (Aritmetika, Soustavy rovnic, Trigonometrie, Algebraické výrazy a tak dále). Celou aplikaci provází matematický hrdina Mathman, se kterým má uživatel za úkol porazit "matematická monstra". Díky zábavné grafice a jednoduchosti navozuje aplikace Mathman pocit hry. Uživatelé se prostřednictvím hry rychleji učí matematické pojmy a zároveň mohou aktivně hrát proti soupeři (monstrům).

Aplikace je dostupná pro většinu mobilních zařízení s operačním systémem Android. Do budoucna se připravuje rozšíření také pro iOS. Možnost stažení je prostřednictvím mobilního obchodu Google Play, nebo přes webovou stránku této aplikace. Nyní má Mathman přes 50 tisíc stažení. Velikost ke stažení je 18 MB v základu, což je výhodné a úsporné pro paměť mobilního telefonu.

1.2 Detailní rozbor aplikace

Po instalaci aplikace Mathman a jejím otevření je viditelné její poměrně jednoduché zpracování. Grafika není příliš náročná. Program je dobře přehledný a uživatel se v něm snadno orientuje. Na úvodní obrazovce je zobrazen matematický hrdina Mathman, který uživatele provází po celou dobu používání aplikace.



Obrázek 1: Uživatelské rozhraní Mathman

V pravé části obrazovky se nachází kruh s číslem aktuálního levelu a hodnotou xp¹, které si každý může vylepšovat správným zodpovídáním otázek během hry. V horní části obrazovky je symbol pro možnost sdílení Mathmana. Vedle sdílecí ikony se nachází symbol tří teček, který nabízí možnost nastavení aplikace v oblasti jazyka (čeština, angličtina, slovenština), možnost napsání vývojáři, zobrazení facebookové stránky, nebo možnost zobrazení uživatelského průvodce, který pomáhá začínajícímu uživateli s orientováním se v aplikaci.

Ve spodní části obrazovky nám aplikace nabízí témata poslední aktivity (naposledy procvičovaná témata v kurzech), ke kterým se můžeme v tomto rychlém přístupu snadno vrátit.

¹Body zkušenosti, často dle anglického experience points zkracováno jako XP

Volba možnosti **Tvoje testy** uživateli nabízí možnost předplacení prémiového obsahu. Součástí prémiového obsahu je především "odemčení" více kurzů s příklady, které nejsou uživateli bez předplacení zpřístupněny. Jedná se přibližně o 2800 příkladů a 140 teoretických výkladů. Další součástí je možnost vytvoření vlastního testu, kde si uživatelé mohou vybrat konkrétní témata a sestaví si z nich test podle vlastních představ. Tuto možnost využijí především studenti při přípravě na test s obsáhlejší tematikou. Prémiový obsah též obsahuje možnost aplikace bez reklam.

Možnost **Témata** je nejdůležitější část celé aplikace. Po jejím zvolení má uživatel umožněn výběr z konkrétních matematických okruhů pro základní školu a střední školu.

Součástí okruhů pro základní školu jsou následující kurzy a v nich tato témata:

Základy - Malá násobilka, Základní početní operace, Římská čísla, Desetinná čísla

Aritmetika I - Převody jednotek, Dělitelnost a prvočísla

Aritmetika II - Zlomky, Procenta, Poměry

Aritmetika III - Trojčlenka a společná práce, Mocniny a odmocniny

Výrazy a mnohočleny - Mnohočleny (základy), Rozklad mnohočlenů na součin, Lomené výrazy

Rovnice - Lineární rovnice, Lineární rovnice (slovní úlohy)

Soustavy rovnic - Soustavy lineárních rovnic, Slovní úlohy o pohybu

Trigonometrie - Pythagorova věta, Goniometrické funkce

Součástí okruhů pro střední školu jsou následující kurzy a v nich tato témata:

Opakování - Dělitelnost a prvočísla, Zlomky, Trojčlenka a společná práce

Základní poznatky - Mocniny a odmocniny I, Mocniny a odmocniny II

Algebraické výrazy - Algebraický výraz (základní pojmy), Mnohočleny I, Mnohočleny II, Lomené výrazy

Rovnice I. - Lineární rovnice, Vyjadřování neznámé ze vzorce

Rovnice II. - Kvadratické rovnice I, Kvadratické rovnice II

Soustavy rovnic - Soustavy dvou lineárních rovnic

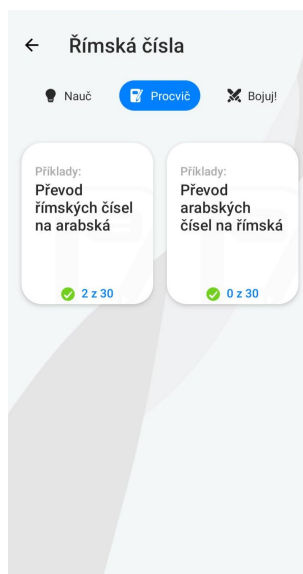
Trigonometrie - Pythagorova věta (opakování), Goniometrické funkce, Sinová a kosinová věta

Komplexní čísla - Komplexní číslo, Mocnění komplexních čísel, Komplexní rovnice

Po zvolení jednoho z témat (například Základy - Římská čísla) se otevře stránka s další možností volby. V horní části obrazovky se objevují základní fáze hry, kterou může uživatel zvolit (**Nauč**, **Procvič**, **Bojuj**). Ve fázi Nauč a Procvič si uživatel může vybrat libovolnou kapitolu z daného tématu. Fáze Bojuj slouží k procvičení získaných znalostí, kde uživatel odpovídá na rychlostní otázky a snaží se porazit soupeře. Po splnění každého z témat se ikona v dolním levém rohu vybarví zeleně.



Obrázek 2: Nauč



Obrázek 3: Procvič



Obrázek 4: Bojuj

1.3 Využití aplikace při vyučování

Nyní si ukážeme, jak by mohlo dojít k využití aplikace během vyučování. Vybrané učivo splňuje požadavky RVP ZV 2021². Dle RVP ZV 2021 je jedním z očekávaných výstupů vědomostní úrovně žáka práce se zlomky (složené zlomky, kombinované zlomky a tak dále).[3] Během ukázky využití aplikace při hodině jsem zvolila již zmíněné složené zlomky.

Máme dvě možnosti zařazení aplikace do vyučovací hodiny. První možností se nabízí využití teorie, kterou Mathman poskytuje. Učitel může navázat předem připravenými příklady na dané téma, kdy dojde k rozebrání a procvičení teorie. Druhá možnost je taková, kdy učitel předá žákům teoretické poznatky daného tématu, které si žáci interaktivně procvičí v rámci aplikace.

1.3.1 Využití teorie v aplikaci Mathman

Po otevření kurzu **Zlomky** a zvolení možnosti **Nauč** se uživateli zobrazí jednotlivé teoretické kapitoly (Co je to zlomek?, Násobení a dělení zlomků, Rozšiřování a krácení zlomků a tak dále). Pro tuto ukázku zvolíme teoretickou kapitolu **Složené zlomky**.

Učitel projde teoretickou část v aplikaci společně s žáky při vyučování, nebo si ji žáci mohou za domácí úkol předběžně projít a ve škole tak dojde k rychlejšímu zopakování. Teoretická část také obsahuje vzorové příklady pro lepší pochopení učiva žákem.

Teoretická kapitola Složené zlomky seznamuje uživatele se zápisem tohoto zlomku. O složeném zlomku hovoříme tehdy, když obsahuje nejméně dvě zlomkové čáry.

$$\frac{\frac{2}{3}}{\frac{4}{5}} =$$

Způsob výpočtu spočívá v převedení složeného zlomku na dělení dvou zlomků, kdy se z čitatele složeného zlomku stane dělenec a ze jmenovatele

²Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání - 2021

dělitel.

$$\frac{2}{3} : \frac{4}{5} =$$

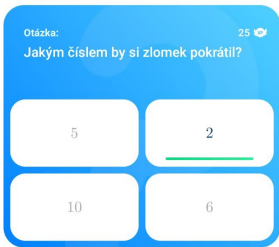
K výpočtu dělení dvou zlomků použijeme úpravu na násobení dvou zlomků tak, že druhý zlomek převrátíme (záměna čitatele se jmenovatelem). Pro výsledek vynásobíme čítec s čítec a jmenovatel se jmenovatelem.

$$\frac{2}{3} : \frac{4}{5} = \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{4} = \frac{10}{12}$$

Aplikace upozorňuje na možné krácení zlomku a vyzývá k volbě řešení. Pokud je odpověď správná, teoretická část automaticky pokračuje dál. Pokud je odpověď špatná, na obrazovce se zobrazí hlášení a uživatel je nucen hledat správnou odpověď znovu.

$$\frac{2}{3} : \frac{4}{5} = \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{4} = \frac{10}{12}$$

Určitě ti neuniklo, že výsledný zlomek lze **zkrátit**. :)



$$= \frac{10}{12} = \frac{5}{\underline{6}}$$

Obrázek 5: Výpočet složeného zlomku

Po dokončení teorie a správném zodpovězení otázek aplikace pochválí uživatele a vyzve k plnění další kapitoly (v tomto případě kapitola Kombinované zlomky). Učitel během procházení teorie v aplikaci pokládá doplňující otázky žákům a zapisuje vzorové příklady na tabuli.

Po zodpovězení všech dotazů žáků vyučujícím nastane procvičování příkladů, které si vyučující dopředu připravil. Žáci budou postupně vyzýváni k ře-

šení příkladů u tabule. Příklady a jejich řešení by mohly vypadat následujícím způsobem.

Vypočítejte, čemu jsou rovny dané složené zlomky:

$$\frac{\frac{3}{4}}{\frac{5}{2}} = \frac{3}{4} : \frac{5}{2} = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{5} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10} \quad (1)$$

$$\frac{\frac{10}{3}}{\frac{4}{8}} = \frac{10}{3} : \frac{4}{8} = \frac{10}{3} \cdot \frac{8}{4} = \frac{80}{12} = \frac{20}{3} \quad (2)$$

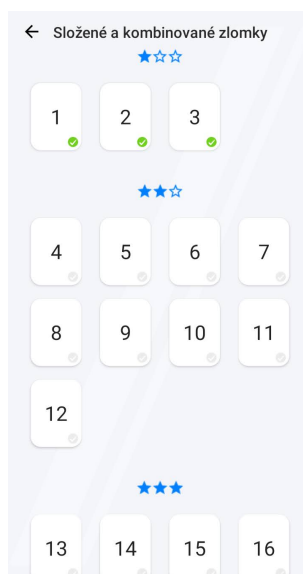
$$\frac{5}{\frac{8}{20}} = 5 : \frac{8}{20} = \frac{5}{1} \cdot \frac{20}{8} = \frac{100}{8} = \frac{25}{2} \quad (3)$$

$$\frac{\frac{\frac{13}{21}}{\frac{3}{14}}}{\frac{8}{9} \cdot \frac{1}{24}} = \frac{\frac{13}{21} \cdot \frac{14}{3}}{\frac{8}{9} \cdot \frac{1}{24}} = \frac{\frac{13}{3} \cdot \frac{2}{3}}{\frac{1}{9} \cdot \frac{1}{3}} = \frac{\frac{26}{9}}{\frac{1}{27}} = \frac{26}{9} \cdot \frac{27}{1} = \frac{702}{9} = 78 \quad (4)$$

$$\frac{\frac{3}{\frac{5}{6}}}{6} = \frac{3 \cdot \frac{6}{5}}{6} = \frac{\frac{18}{5}}{6} = \frac{18}{5} \cdot \frac{1}{6} = \frac{18}{30} = \frac{3}{5} \quad (5)$$

1.3.2 Využití příkladů v aplikaci Mathman

Kromě teorie umožňuje aplikace Mathman také procvičování příkladů vybraného tématu. Po otevření kurzu **Zlomky** a zvolení možnosti **Procvič** se uživateli zobrazí jednotlivé kapitoly s příklady k procvičení (Násobení a dělení zlomků, Sčítání a odčítání zlomků a tak dále). V dolní části kapitoly s příklady se nachází stav splněných příkladů z jejich celkového počtu. Po zvolení jedné z kapitol se otevrou čísla jednotlivých příkladů, která jsou dle náročnosti rozčleněna do tří skupin od nejjednodušších po nejtěžší.



Obrázek 6: Příklady dle obtížnosti

Tato možnost je vhodná jako náhrada praktického procvičování příkladů u tabule. Na počátku hodiny dojde k teoretickému vysvětlení tématu složené zlomky učitelem. Učitel seznámí žáky s obecnými termíny v rámci složených zlomků, seznámí je se způsobem zápisu a způsobem jejich výpočtu. Pro procvičení příkladů dojde k zapojení aplikace Mathman do vyučovací hodiny. Vyučující žákům zadá, aby si v rámci procvičování prošli veškeré příklady ve všech obtížnostních úrovních. Pro kontrolu zadaného úkolu žákům může vyučujícímu sloužit zelená ikona splnění, která se zobrazí u čísel příkladů, které byly správně zodpovězeny (viz Obrázek 6). Na konci hodiny učitel vyzve žáky ke společnému zopakování tématu Složené zlomky a zodpoví případné dotazy. Příklady v aplikaci jsou znázorněny na následujících obrázcích.



Obrázek 7: Příklad 2

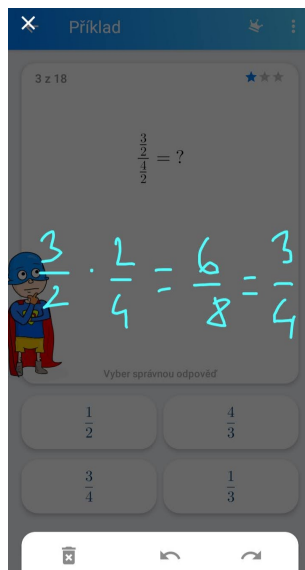


Obrázek 8: Příklad 8



Obrázek 9: Příklad 16

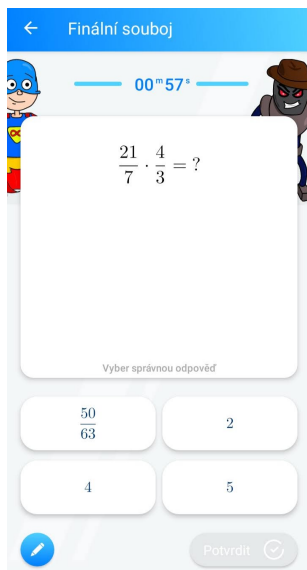
Během procvičování příkladů má žák také možnost využít tabuli, která je součástí aplikace. Tabule je označena symbolem tužky v dolním levém rohu. Žák na ni může psát prstem, nebo pro větší přesnost dotykovým perem.



Obrázek 10: Tabule

Pro další procvičení příkladů je možné využít fázi hry **Bojuj** (viz Obrázek 4). Tato možnost nabízí procvičování zvoleného tématu, kde je stanoven časový limit, ve kterém musíme dané příklady splnit. Žák přitom "bojuje" proti

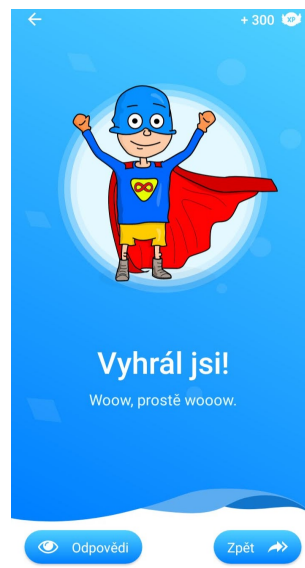
monstru, které porazí správným zodpovězením příkladů. Čím více žák chybuje, tím dojde k rychlejšímu ukončení hry a prohře. Pokud žák vyhraje, kurz se označí jako splněný a dojde k připsání bodů XP. Fáze Bojuj je zobrazena na následujících obrázcích.



Obrázek 11: Příklad



Obrázek 12: Stav boje



Obrázek 13: Výhra

2 Matematika Testy

[4] Matematika Testy je aplikace určená pro žáky a studenty základních a středních škol. Vznikla v roce 2017 brněnskou firmou Eductify, která se zabývá zjednodušením výuky prostřednictvím moderních technologií. Eductify nabízí i několik dalších aplikací souvisejících se stěžejními tématy předmětů základního a středoškolského učiva jako je česká gramatika, anglická gramatika, testy z fyziky, chemie názvosloví. Eductify je firma mezinárodního charakteru a tak nabízí své aplikace ve více než deseti jazycích. [5] Více informací o Matematika Testy a dalších aplikacích lze nalézt na webové stránce <https://www.eductify.com/cs>

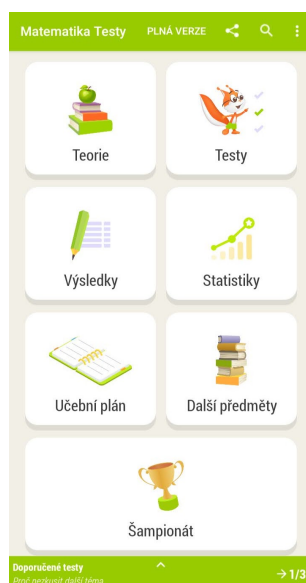
2.1 Co aplikace nabízí?

Matematika Testy nabízí desítky matematických témat seřazených jak podle jednotlivých kategorií, tak podle konkrétních školních ročníků. Obsahuje kompletní přehled matematiky základní školy a většinu učiva gymnázia a střední školy. Kromě teoretického vysvětlení matematických jevů také nabízí praktické procvičení příkladů v rámci testů, po jejichž absolvování získá žák známku. Výsledky všech kvízů a testů se automaticky zaznamenávají a je možné je zobrazit v celkové statistice. Pro aplikaci je též dostupný rodičovský dohled, kde rodiče mohou kontrolovat výsledky a případná zlepšení svých dětí. Pro efektivnější učení Matematika Testy také umožňuje sestavení vlastního učebního plánu.

Aplikaci je dostupná pro většinu mobilních zařízení s operačním systémem Android (verze 4.1 a vyšší) i pro mobilní zařízení s operačním systémem iOS. V rámci Androidu je stažení aplikace možné prostřednictvím obchodu Google Play. V zařízení s iOS je to obchod App Store. Matematika Testy má nyní přes jeden milion stažení a řadí se tak mezi poměrně hojně užívané aplikace. Velikost ke stažení je 25,89 MB, což není pro úložiště mobilního zařízení příliš zatěžující.

2.2 Detailní rozbor aplikace

Matematika Testy nám nabízí přehledné uživatelské rozhraní, které je důležité pro následující orientaci v aplikaci. Úvodní obrazovka zobrazuje 7 základních částí aplikace jimiž jsou **Teorie**, **Testy**, **Výsledky**, **Statistiky**, **Učební plán**, **Další předměty**, **Šampionát**. V horní části obrazovky pak můžeme nalézt možnost pro předplacení plné verze aplikace, která nabízí odemčení veškerých otázek, možnost sestavení testu podle nejčastějších chyb uživatele, rodičovský dohled nad aplikací a obsah bez reklam. Symbol lupy umožňuje rychlé vyhledávání libovolného tématu z Matematika Testy. V pravém horním rohu se nacházejí doplňující prvky k aplikaci, jako je Nastavení, Ohodnocení aplikace, O aplikaci a podobně).



Obrázek 14: Uživatelské rozhraní Matematika Testy

Teorie je jedním ze stěžejních témat aplikace. Nabízí 22 kapitol a v každé z nich několik podkapitol. Po zvolení jedné z kapitol a následně její podkapitoly je uživateli k dispozici teorie. Pro větší efektivnost učení je uživateli umožněno její procvičení prostřednictvím tlačítka "Spustit test" (viz Obrázek 15). Mezi základní kapitoly patří:

Sčítání a odčítání do 1000 pod sebou - Základní operace s pomocí sloupců

Násobení - Násobilka do 100 a násobky 0, 1, 10, 100

Dělení a dělitelnost - Dělení, pravidla dělitelnosti, násobky a dělitele

Všechny operace a jejich pořadí - Pořadí násobení, sčítání, odčítání a použití závorek

Desítková soustava - Pochopení soustavy čísel

Zaokrouhlování - Zaokrouhli na desítky, stovky nebo tisíce. Zaokrouhlování desetinných čísel.

Měrné jednotky - Měrné jednotky času, délky, hmotnosti a tak dále.

Římské číslice a řecká abeceda - Převod římských čísel na arabská čísla a znaky řecké abecedy

Zlomky - Části celku a operace s nimi

Desetinná čísla - Desetinná čísla a operace s nimi

Záporná čísla a absolutní hodnota - Operace s čísly menšími než 0

Nerovnice - Urči všechna čísla za x

Rovnice s neznámou - Vypočti hodnotu neznámé v lineární rovnici

Mocniny a odmocniny - Násobení čísla sebou samým

Kvadratické rovnice a funkce

Mnohočleny/algebraické výrazy

Geometrie - Objemy a obsahy různých útvarů

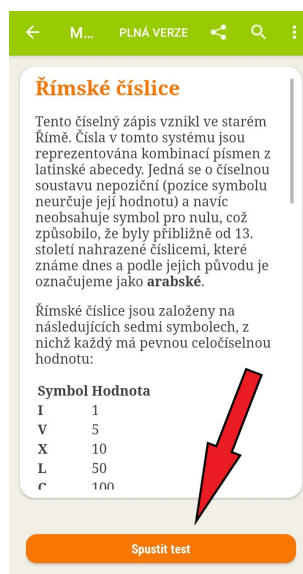
Úhly - Druhy a velikosti úhlů

Trojčlenka, poměry a procenta - Přímá a nepřímá úměra, výpočty s procenty a poměry

Slovní úlohy o pohybu - Vzdálenost, rychlost, čas

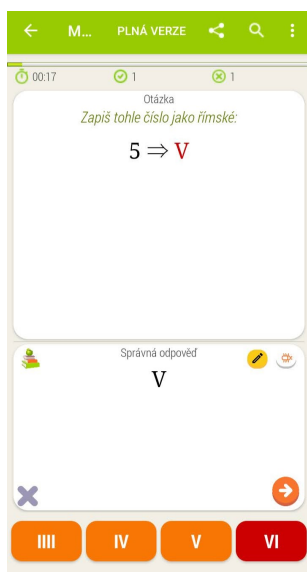
Funkce - Lineární funkce

Množiny a číselné obory - Průnik, sjednocení, rovnost, rozdíl, Vennovy diagramy



Obrázek 15: Procvičení teorie (Spustit test)

Další stěžejní částí aplikace jsou **Testy**. V této části má uživatel dvě možnosti, jak vyhledávat testy. První možnost je podle kategorie, kde jsou uvedeny tématické celky a v nich jednotlivé kapitoly bez ohledu na náročnost v souvislosti se školními ročníky. Druhá možnost je výběr dle školního ročníku, kde jsou témata zařazena v závislosti na RVP. Po zvolení libovolného tématu se otevře obrazovka se spuštěným testem, která obsahuje zadanou otázku, možnosti volby odpovědí, časový limit a počet správně a špatně zodpovězených otázek. Po výběru jedné z možných odpovědí dojde k zobrazení správné odpovědi. Během plnění testu má uživatel možnost využít nápovědu ve formě zobrazení základní teorie daného tématu. Uživateli je také k dispozici poznámková tabule podobně jako v aplikaci Mathman (viz Obrázek 10). Po dokončení testu se uživateli zobrazí výsledná známka s počtem správných a nesprávných odpovědí a celkový čas jeho splnění. Tlačítko Výsledek umožňuje zobrazit jednotlivé odpovědi a tak si uživatel může zkontrolovat špatně zodpovězené otázky. Tyto možnosti jsou zobrazeny na následujících obrázcích.



Obrázek 16: Test

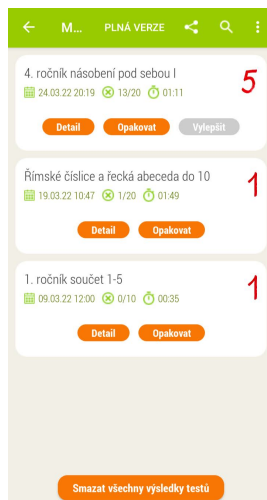


Obrázek 17: Znamka



Obrázek 18: Výsledky

Další částí aplikace jsou **Výsledky**. Tato kategorie poskytuje uživateli výčet všech dokončených testů.



Obrázek 19: Kategorie Výsledky

Po otevření této kategorie je nejvíce viditelná školní známka, kterou uživatel po vyplnění testu obdržel. U každého testu je zároveň možnost využít tlačítek Detail a Opakovat. Detail zobrazuje podrobné výsledky daného testu stejně jako u tlačítka Výsledek (viz Obrázek 18). Tlačítkem Opakovat dojde k opětovnému spuštění testu. V případě předplacení plné verze Matematika

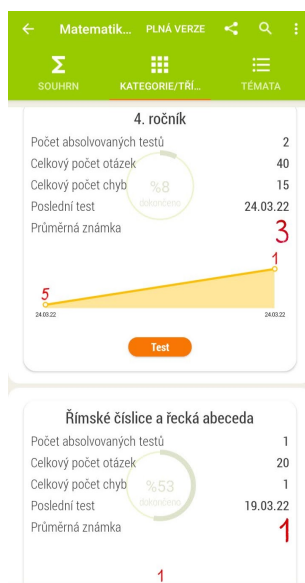
Testy je v této kategorii dostupné další tlačítko Vylepšit. Toto tlačítko vyzývá k sestavení učebního plánu, který uživateli pomůže s vylepšením dosavadní známky příslušného testu.

Kategorie **Statistiky** je nejdůležitější zpětnovazebnou částí Matematika Testy. Poskytuje celkový přehled veškerých splněných testů, aktivitu uživatele v aplikaci, grafy těchto jednotlivých jevů a spoustu dalších ukazatelů. Po otevření je záhlaví obrazovky rozděleno do tří částí (Souhrn, Kategorie/Třída, Téma). Každá z těchto částí obsahuje jiný statistický pohled na splněné testy. Souhrn poskytuje všestranný přehled. Znárodnuje celkový přehled, kde je uveden počet absolvovaných testů, celkový počet zodpovězených otázek, celkovou průměrnou známku a poslední témata. Také je zde zobrazena uživatelská aktivita za posledních sedm dní a její znázornění v podobě grafu.



Obrázek 20: Souhrn

Část **Kategorie/Třída** zobrazuje statistický souhrn testů spadajících pod konkrétní třídní ročník. Jsou dostupné i jednotlivé učební kategorie a jejich statistika společně s grafickým znázorněním, nebo možností spuštění testu.



Obrázek 21: Kategorie/Třída

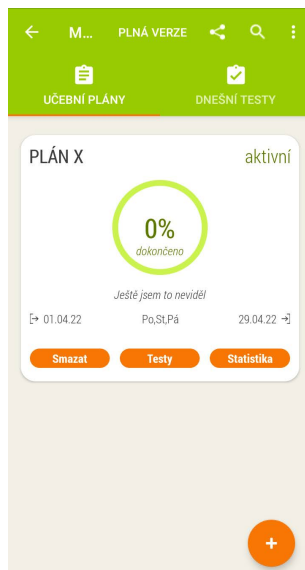
Třetí část **Témata** znovu zobrazuje celkovou statistiku, konkrétně však pro jednotlivá témata, která jsou součástí aplikace. Pro každé téma je dostupné tlačítko Teorie a Test. Tato tlačítka odkazují na příslušnou část v aplikaci.



Obrázek 22: Témata

Pro dlouhodobé učení podporuje Matematika Testy vytváření učebních plánů. Po prohlédnutí úvodní obrazovky (viz Obrázek 14) je viditelné, že toto téma tvoří jednu z hlavních částí celé aplikace (**Učební plán**). Pokud se uži-

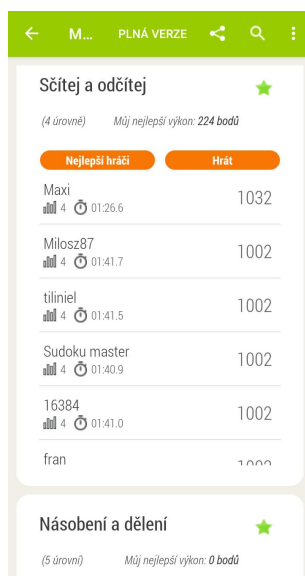
vatel rozhodne pro vytvoření tohoto plánu, musí v této části zvolit předmět studia, začátek studia, studijní dny, délku studia a název plánu. Po zodpovězení těchto otázek se uživateli zobrazí nový učební plán podle vlastních požadavků, který je zobrazen na následujícím obrázku.



Obrázek 23: Učební plán

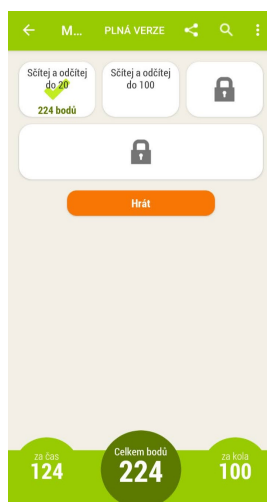
Pod tlačítkem Testy se nacházejí veškeré naplánované testy, které má uživatel splnit. Své výsledky může následně prohlížet stisknutím tlačítka Statistika, které zobrazí statistické informace zmíněné již v předchozích odstavcích.

Poslední částí úvodní obrazovky Matematika Testy je **Šampionát**. Podobně jako u aplikace Mathman (fáze hry Bojů strana 19) tato část nabízí konečné procvičení příkladů. Zatímco v Mathmanovi může uživatel "bojovat" v libovolném tématu, Matematika Testy umožňuje šampionát pouze v tématech splněných testů. Pokud má například uživatel splněné téma ohledně sčítání a odčítání přirozených čísel, Šampionát otevře možnost utkání se v mistrovství Sčítej a odčítej. Před účastí na mistrovství si uživatel také může prohlédnout pořadí nejlepších hráčů a jejich celkový čas a bodové ohodnocení.



Obrázek 24: Šampionát

Mistrovství je rozděleno do několika skupin, které jsou seřazeny podle obtížnosti. Uživatel musí pokračovat od nejjednodušší skupiny a teprve po jejím splnění dojde k "odemčení" další, složitější skupiny. Každá skupina obsahuje deset otázek. Pokud dojde ke špatnému zodpovězení otázky, mistrovství je ukončeno a uživatel musí začít znovu. Během mistrovství dochází k zisku bodů za správné odpovědi, za celkový čas a za náročnost.



Obrázek 25: Šampionát - skupiny

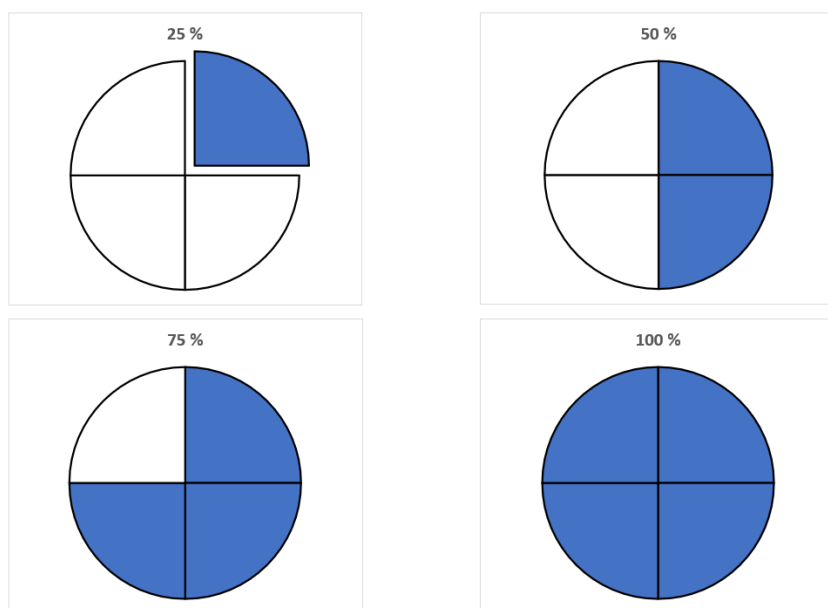
2.3 Využití aplikace při vyučování

Matematika Testy, stejně jako Mathman, poskytuje výuku matematické teorie a jejího následného procvičení. Dle RVP ZV 2021 je jedním z dalších očekávaných výstupů vědomostní úrovně žáka práce s procenty a řešení jednoduchých úloh na procenta. Řešení těchto úloh bývá pro žáky druhého stupně základní školy často problematickou záležitostí. Pro praktickou ukázkou práce s touto aplikací jsem zvolila právě tyto slovní úlohy na procenta.

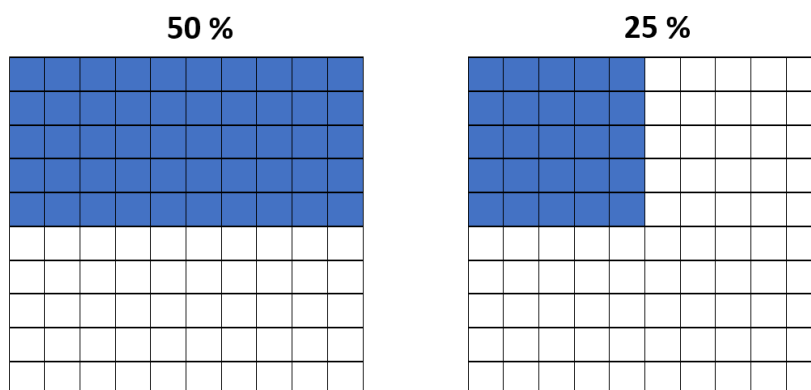
2.3.1 Využití teorie v aplikaci Matematika Testy

Teorie ohledně slovních úloh na procenta nalezneme po otevření části Teorie a zvolení podkapitoly **Trojčlenka, poměry a procenta**. Tato podkapitola nabízí v souvislosti s procenty celkem šest teoretických bloků. Pro ukázkou zvolíme blok **Slovní úlohy s procenty**.

Vyučující může teorii z aplikace využít při seznamování s daným tématem. Na počátku hodiny dojde k položení několika informačních otázek žákům ohledně pojmu procenta (Co název procenta znamená, zda se s nimi někdy žáci setkali, kde se využívají, k čemu se používají a podobně). Následně vyučující vyzve žáky, aby z aplikace zjistili, kolik procent činí celek a jak lze zapsat například 1 % z celku. Pro lepší znázornění mohou být na tabuli nakreslené praktické příklady, které mohou vypadat následujícím způsobem.

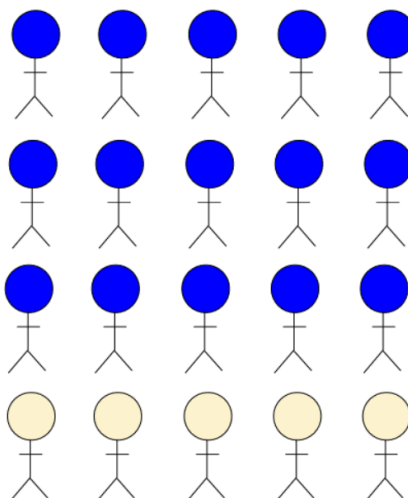


Obrázek 26: Kruhové grafy - procenta



Obrázek 27: Kostičky - procenta

75 % z dvaceti žáků



Obrázek 28: Třída - procenta

Po diskuzi a zodpovězení veškerých otázek žáků učitelem může dojít k společnému prostudování teorie v aplikaci. Teorie popisuje procenta jako výpočet relativní části z celku, kterou lze zapsat ve formě zlomku v jehož jmenovateli je vždy 100. Pokud chceme zapsat 20 %, je to totéž jako $\frac{20}{100} = \frac{1}{5}$. Převod procentuální hodnoty na desetinné číslo se zjistí vydělením hodnoty číslem 100. 25 % lze převést jako $\frac{25}{100} = 0,25$. Pokud chceme převést procento na zlomek, stačí ho též vydělit číslem 100 a krácením ponechat zápis ve zlomku. 50 % lze zapsat jako $\frac{50}{100} = \frac{1}{2}$. Další součástí teorie jsou tři základní příklady ukazující počítání s procenty.

3 je kolik procent z 12? $\frac{3}{12} = \frac{1}{4} = \frac{1 \cdot 25}{4 \cdot 25} = \frac{25}{100} = 25 \%$.

Kolik je 20 % z 80? $80 \cdot \frac{20}{100} = 80 \cdot \frac{1}{5} = 16$.

8 je 40 % z jakého čísla? $\frac{8 \cdot 100}{40} = \frac{800}{40} = \frac{80}{4} = 20$. Poslední součástí teorie tohoto tématu je **procentuální změna**. Ta je vyjádřena rovnicí jako $\frac{\text{rozdíl hodnot}}{\text{původní hodnota}} \cdot 100$. Po projití teorie s žáky může učitel přistoupit k procvičování příkladů, které si dopředu připravil. Příklady mohou vypadat následovně.

Kolik je 30 % ze 140?

$$140 \cdot \frac{30}{100} = 140 \cdot \frac{3}{10} = \frac{420}{10} = 42 \quad (6)$$

Na výlet vyrazilo celkem 30 žáků. Z toho 20 chlapců a 10 dívek. Vyjádřete celkový počet chlapců a dívek v %.

$$\begin{aligned} CH : 100 \cdot \frac{20}{30} &= 100 \cdot \frac{2}{3} = \frac{200}{3} \doteq 67 \% \\ D : 100 \% - 67 \% &\doteq 33 \% \end{aligned} \quad (7)$$

Cena svetru v obchodě byla 500 Kč. Kvůli výprodeji byl však zlevněn na 300 Kč. O kolik % byl svetr zlevněný?

$$\begin{aligned} 100 \cdot \frac{300}{500} &= 100 \cdot \frac{3}{5} = \frac{300}{5} = 60 \% \\ 100 \% - 60 \% &= 40 \% \end{aligned} \quad (8)$$

Ve skladě je ovoce a zelenina. Z celkového množství 20 tun činí 30 % ovoce, zbytek je zelenina. Kolik tun ovoce a zeleniny mají ve skladě?

$$\begin{aligned} 20 \cdot \frac{30}{100} &= 20 \cdot \frac{3}{10} = \frac{60}{10} = 6 \text{ tun ovoce.} \\ 20 \text{ t} - 6 \text{ t} &= 14 \text{ tun zeleniny.} \end{aligned} \quad (9)$$

Roman má 60 kuliček. Z toho 20 % bílých, 30 % modrých a zbytek jsou černé. Kolik má Roman černých kuliček?

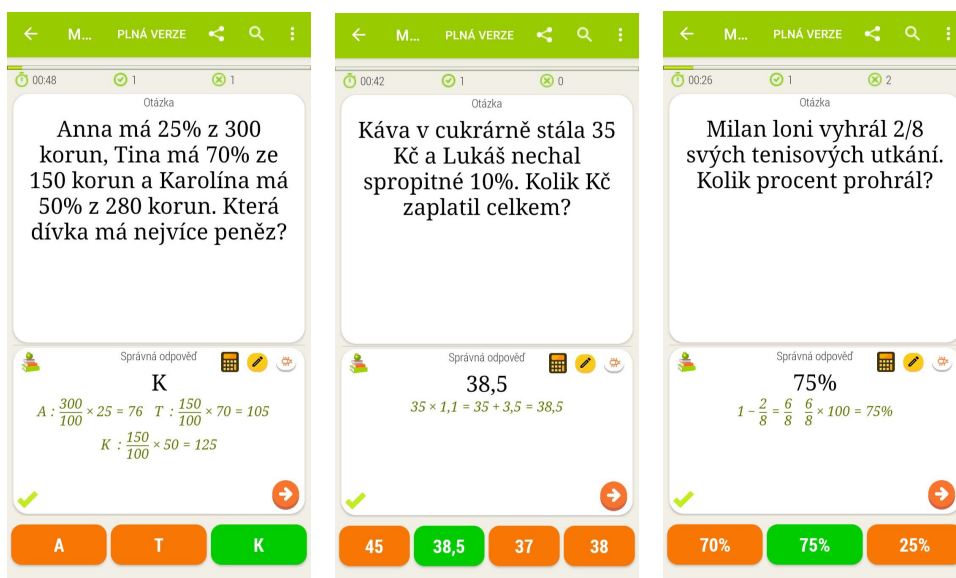
$$\begin{aligned} 100 \% - 20 \% - 30 \% &= 50 \% \\ 60 \cdot \frac{50}{100} &= 60 \cdot \frac{5}{10} = \frac{300}{10} = 30. \end{aligned} \quad (10)$$

2.3.2 Využití příkladů v aplikaci Matematika Testy

Kromě teorie Matematika testy také nabízí její následné procvičení. Oproti procvičování příkladů v aplikaci Mathman (strana 18), která nabízí konkrétní sekci pro procvičování (Procvič) i s praktickými příklady, Matematika Testy má pouze možnost spuštění "ostrého" testu, kde už se zaznamenávají veškeré statistiky. Nevýhodou tedy je, že pokud uživatel náhodně zkusí vyplnit test z tématu, kterému příliš nerozumí, dojde ke zhoršení jeho celkové statistiky, i když si chtěl test jen vyzkoušet.

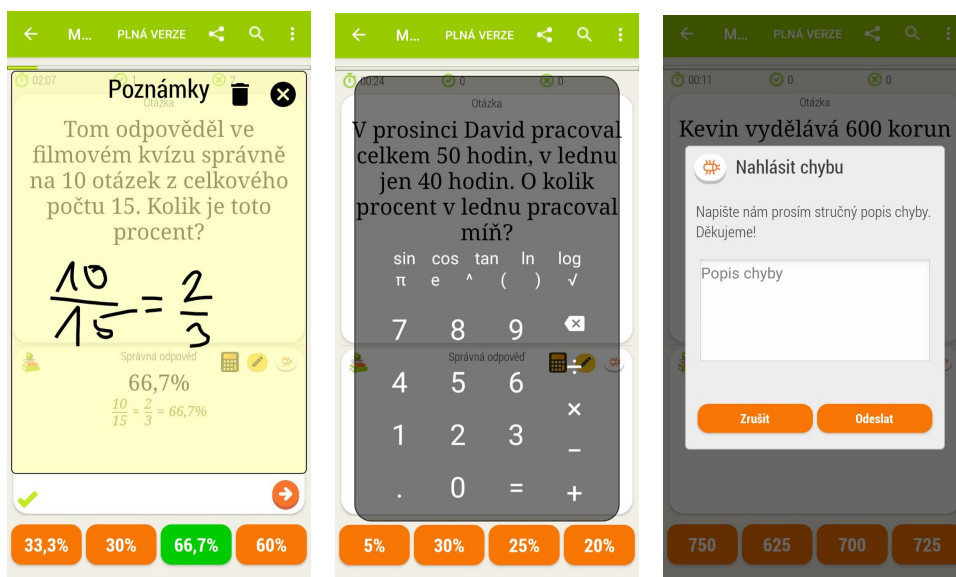
Po otevření části **Testy**, kapitoly **Trojčlenka, poměry a procenta** a zvolení podkapitoly **Slovní úlohy s procenty** se zobrazí tlačítko Spustit test. Je také zřejmě viditelné, že při výběru testu je možnost kombinovat několik testů různých témat, což například u aplikace Mathman nelze. Této skutečnosti může učitel využít, pokud bude chtít v rámci aplikace procvičit se žáky více témat najednou.

Během vyučovací hodiny by testy z aplikace mohly částečně nahradit procvičení příkladů u tabule. Na počátku hodiny dojde k teoretickému vysvětlení a praktickém znázornění, co pojem procenta znamená. Učitel žáky seznámí s obecnými termíny procent, způsobem jejich zápisu a výpočtu. Následně dojde k ukázkám několika typických příkladů na procenta a procentuální změnu na tabuli. Po projití všech těchto bodů může dojít k zařazení aplikace do hodiny. Učitel zadá kontrolní příklad, po jehož správném zodpovězení mohou jednotliví žáci přistoupit k aplikaci a spustit test na Slovní úlohy na procenta, které jsou zobrazeny na následujících obrázcích.



Obrázek 29: Příklad 1 Obrázek 30: Příklad 2 Obrázek 31: Příklad 3

Během vyplňování testu jsou v aplikaci k dispozici tabule a kalkulačka (Obrázek 32, 33). V případě nalezení chyby u příkladu v aplikaci je k dispozici symbol brouka pro okamžité nahlášení (Obrázek 34). Jako kontrola a zpětná vazba z testu slouží vyučujícímu statistika žáka.



Obrázek 32: Tabule Obrázek 33: Kalkulačka Obrázek 34: Chyba

Aplikace zaměřené na konkrétní matematickou přípravu

Při zařazování aplikací do výuky matematiky je nutné dbát na to, jaký je jejich celkový charakter. Většina matematických software je zaměřena na konkrétní témata (sčítání, odčítání, násobení, dělení, rovnice a tak dále). Tento druh aplikace slouží spíše jako mobilní hra k procvičení, nikoliv jako vhodná aplikace s ucelenými poznatky pro žáky základních škol.

Druhým typem jsou aplikace zaměřené na komplexní matematickou přípravu. Jak bylo řečeno v předchozích kapitolách, tyto aplikace poskytují teoretickou a praktickou část. Jejich zařazení do výuky může celou vyučovací hodinu nejen zpestřit, ale také přinést kvalitní a srovnatelné poznatky jako při obvyklé hodině. V souvislosti s pandemií koronaviru Covid-19 se aplikace tohoto charakteru osvědčily i v rámci domácí přípravy žáků.

Třetím typem jsou aplikace zaměřené na konkrétní matematickou přípravu. Právě tímto typem se budeme zabývat v následujících kapitolách. Softwary tohoto charakteru se zaměřují konkrétním způsobem na matematická témata, ale lze je použít jako učební pomůcku během výuky nebo při domácí přípravě žáka. Slouží například k demonstraci konkrétních příkladů, kde uživatel vidí postup výpočtu a výsledek. Jako zástupce aplikací tohoto typu jsem zvolila **Photomath** a **Geometry**.

Instalace těchto aplikací je umožněna prostřednictvím jejich webových stránek. Další možností je využít obchod s aplikacemi, který je dostupný pro většinu mobilních zařízení s daným operačním systémem.

3 Photomath

[6] Photomath je všestranná aplikace, která je vhodná jak pro žáky základních škol, tak především pro studenty středních a i vysokých škol. Vznikla v roce 2014 společností Microblink, která se především zabývá eliminací psaní v mobilních aplikacích prostřednictvím běžného fotoaparátu v mobilním telefonu či tabletu. V současné době je aplikace Photomath dostupná pro více než dvě stě světových zemí a je rozšířena do více jak třiceti světových jazyků. [7] Více informací o Photomath nabízí webová stránka aplikace <https://photomath.com/>

3.1 Co aplikace nabízí?

Photomath se řadí mezi aplikace, které slouží jako pomůcka při řešení nejrozličnějších matematických úloh. Nejen, že nabízí matematickou kalkulačku, kterou můžeme využít k zápisu matematického příkladu, ale Photomath především usnadňuje práci uživatele tím, že matematický příklad stačí pouze vyfotit a ten se následně automaticky vypočítá. Dokáže vyřešit úlohy v mnoha matematických odvětvích jako jsou algebra, aritmetika, geometrie, statistika, trigonometrie, pravděpodobnost a spoustu dalších. Photomath kromě výsledku zobrazí také kompletní postup řešení příkladu. Aplikace se dá využít například pro kontrolu příkladů při domácí přípravě, nebo může sloužit jako "učitel", který detailně popisuje způsob řešení příkladu, jehož prostřednictvím se uživatel učí. Photomath podle charakteru matematické úlohy rovněž nabízí grafická znázornění pro lepší představu uživateli.

V předchozích letech bylo možné aplikaci nainstalovat pouze do zařízení s operačním systémem iOS. Pro veliký zájem však došlo k rozšíření a mnoha aktualizacím. Nyní je Photomath možné nainstalovat i do zařízení s operačním systémem Android od verze 5.0 a výše. Stejně jako u ostatních aplikací je možnost instalace prostřednictvím App Store, či Google Play obchodu. Pro kompletní funkčnost je nutné mít u mobilního zařízení funkční fotoaparát, aby uživatel mohl vše plně využít. Aplikace je neustále vylepšována, jelikož se jedná

o open-source software ³. Velikost ke stažení je 7,5 MB a celkově dosahuje přibližně 30 MB, což je optimální velikost pro mobilní aplikaci.

3.2 Detailní rozbor aplikace

Photomath je přehledně zpracovanou aplikací, kterou mohou využít uživatelé všech věkových kategorií. Po otevření se zobrazí uživatelské rozhraní, které se podobá běžnému fotoaparátu mobilního telefonu.

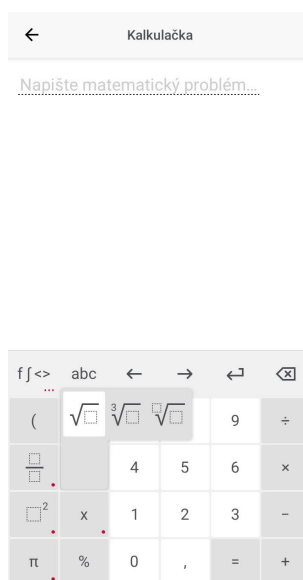


Obrázek 35: Uživatelské rozhraní Photomath

Pro nové uživatele, kteří nemají s Photomath žádnou zkušenost a chtějí se dozvědět jak aplikaci ovládat, slouží **ikona otazníku** v pravém horním rohu. Tato ikona nabízí tři videonávody. První z nich se nazývá **Přizpůsobení fotoaparátu**. Ten seznamuje uživatele se zachycením matematické úlohy prostřednictvím hledáčku. Hledáček je možné zatažením jedním z jeho rohů libovolně zvětšovat a zmenšovat. Transformací hledáčku dojde k přesnějšímu zachycení matematické úlohy. Druhý videonávod se nazývá **Pokročilá kalkulačka**. V tomto videonávodu se uživatel dozví, že má možnost využít kalkulačku pro zapsání matematické úlohy. Některé klávesy v kalkulačce obsahují

³software s otevřeným zdrojovým kódem

červené tečky (jednu, nebo tři v řadě). Po zvolení klávesy s jednou červenou tečkou dojde k jejímu "rozbalení", kde jsou zobrazeny rozšířené varianty zápisu této klávesy. Zvolením klávesy se třemi tečkami dojde k otevření nové klávesnice s dalšími matematickými funkcemi. Třetím videonávodem je **Historie**. Ten popisuje a ukazuje možnost vrácení se ke svým nedávno vyřešeným úlohám pomocí tlačítka se symbolem šipky na hlavní obrazovce.



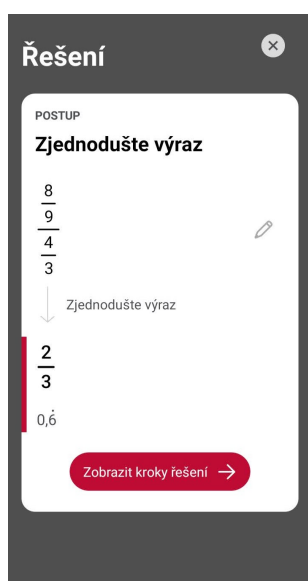
Obrázek 36: Kalkulačka

Po návratu na hlavní uživatelské rozhraní je rovněž viditelný **symbol tří rovnoběžek** v levém horním rohu. Tento symbol umožňuje uživateli nastavení aplikace. V této sekci lze nalézt nastavení jazyka (k dispozici přes třicet světových jazyků), centrum nápovědy (zobrazení nejčastěji kladených otázek) a obecné informace o Photomath (odkaz na webovou stránku, emailová adresa, potřebné dokumenty, zdrojový kód). Je zde rovněž tlačítko pro přihlášení uživatele. Přihlášení nabízí časově rozšířenější hledání v historii posledních příkladů a možnost vyhledávání příkladů z fotografií uložených v mobilním telefonu.

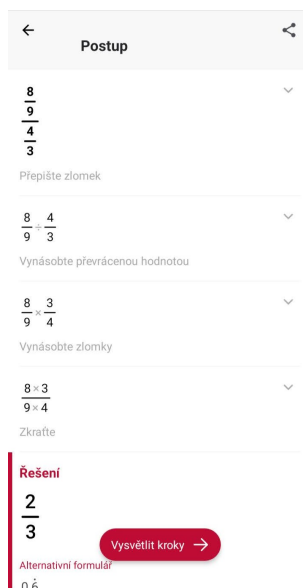
Spodní část obrazovky je uživatelsky nejdůležitější. Jedná se o nejčastěji užívanou oblast. V této části je nejvíce viditelné červené kruhové tlačítko, které má téměř stejnou funkci jako většina mobilních fotoaparátů. Po jeho

stisknutí dojde k vyfotografování oblasti, na kterou byl fotoaparát namířen. Pro správné vyfotografování matematické úlohy je však důležité, aby uživatel vhodně přizpůsobil hledáček a úloha byla uvnitř tohoto hledáčku. Pokud je úloha fotografována ve tmavém prostředí, Photomath nabízí spuštění blesku, který potřebnou oblast osvětlí.

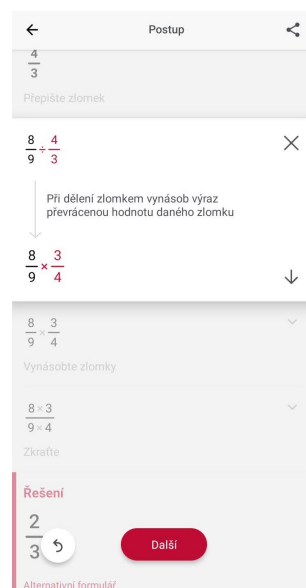
Po zapsání úlohy do kalkulačky nebo jejím vyfotografování dojde k okamžitému zpracování. Následně se zobrazí informační okno, které poskytuje řešení zadaného příkladu. Řešení spočívá ve slovním vyjádření postupu a výsledku příkladu bez jednotlivých mezikroků. Jednotlivé kroky si však uživatel může zobrazit přes tlačítko u řešení příkladu (Zobrazit kroky řešení). Každý jednotlivý krok řešení příkladu navíc obsahuje slovní komentář, kde je popsán postup u tohoto kroku. Vše je znázorněno na následujících obrázcích, kde byl vyfotografován příklad složeného zlomku.



Obrázek 37: Řešení



Obrázek 38: Postup



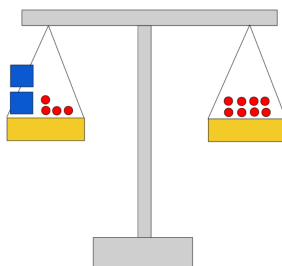
Obrázek 39: Komentář postupu

3.3 Využití aplikace při vyučování

Na rozdíl od předchozích aplikací, které nám poskytovali teoretickou i praktickou část, Photomath tyto základní části postrádá. Je však dobrým pomocníkem, kterého můžeme zařadit jak do vyučovací hodiny, tak do domácí přípravy žáků. V příštích odstavcích jsem popsala oba způsoby zařazení aplikace do výuky žáka. RVP ZV 2021 uvádí v očekávaných výstupech vědomostní úroveň žáka práci s rovnicemi. Následující ukázky zařazení aplikace do výuky se týkají počátku výuky rovnic, konkrétně lineárních rovnic.

3.3.1 Zařazení Photomath do vyučování

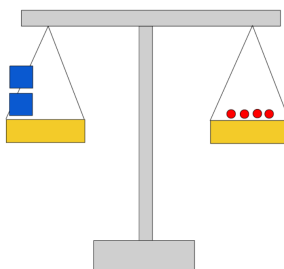
Na počátku vyučovací hodiny je podstatné, aby byla na tabuli zobrazená jednoduchá lineární rovnice pro názornou představu žákům. Po zapsání rovnice typu $2x + 4 = 8$ by měla zaznít otázka vyučujícím, zda žáci vědí, k čemu se rovnice využívají a zda se s nimi někdy setkali. Zodpovězením těchto otázek a případných dotazů vyučující přejde k praktickému znázornění lineární rovnice.



Obrázek 40: Lineární rovnice - váha

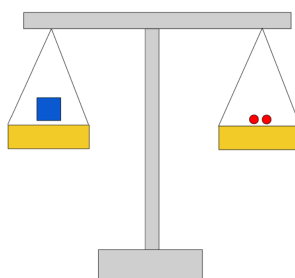
Učitel může žákům vysvětlit lineární rovnici $2x + 4 = 8$ na obrázku váhy (viz Obrázek 40). Levá strana váhy znázorňuje levou stranu rovnice a pravá strana váhy pravou stranu rovnice. Dva modré čtverečky zobrazují číslo $2x$ a červená kolečka znázorňují číselnou hodnotu uvedenou v rovnici (levá strana $+4$, pravá strana $+8$). Cílem této úlohy je zjistit hodnotu jednoho modrého čtverečku vůči červeným kolečkům, aby byla váha stále v rovnováze jako v původním

tvaru rovnice. Nutností je provést takovou ekvivalentní úpravu rovnice⁴, aby byla stále dodržena rovnost. Některého ze žáků může napadnout myšlenka, že je možné odebrat červená kolečka. Tato myšlenka je správná. Při odebrání čtyř červených koleček na jedné straně je však nutné odebrat stejný počet koleček i na straně druhé. Tento krok je znázorněn na následujícím obrázku.



Obrázek 41: Lineární rovnice - váha

Nyní je lineární rovnice ve tvaru $2x = 4$. Vyučující vyzve žáky k vyslovení dalšího postupu a zjištění výsledku. Levá strana rovnice obsahuje člen $2x$. Pro výsledek je nutné zjistit pouze hodnotu $1x$. Správnou odpovědí je, že pravou stranu rovnice vydělíme hodnotou u konstanty x ze druhé strany rovnice (v tomto případě číslo 2). Po vydělení dostaneme výsledek rovnice, kde $x = 2$. Hodnota jednoho modrého čtverečku je tedy rovna hodnotě dvou červených koleček.



Obrázek 42: Lineární rovnice - váha

Pro kontrolu správnosti řešení příkladu lze využít početní **zkoušku**. Výsledné číslo x dosadíme do původní rovnice právě za konstantu x . Pokud se

⁴Úprava, která nezmění výsledek rovnice

po dosazení čísla za x a výpočtu celé rovnice rovnají obě její strany, je zřejmé, že příklad byl vypočítaný správně. U této rovnice by zkouška probíhala dosazením za $x = 2$, kdy $2 \cdot 2 + 4 = 8$, tudíž $8 = 8$, levá strana je rovna pravé straně.

Lineární rovnici je rovněž možné zakreslit do grafu. Za tímto účelem využijeme aplikaci Photomath. Po zapsání příkladu do aplikace si žáci mohou zkontrolovat výsledek lineární rovnice, případně zobrazit jednotlivé kroky řešení. Pod těmito možnostmi se nachází tlačítko pro zobrazení grafu rovnice. Kromě znázornění grafem Photomath nabízí podrobné údaje o grafu lineární rovnice jako je definiční obor, obor hodnot, průsečíky s osou x a y a tak dále.



Obrázek 43: Výsledek



Obrázek 44: Graf

Obrázek 45:
Podrobnosti

Po ukázce způsobu výpočtu této rovnice a jejího grafického znázornění učitel zadá žákům další příklady na procvičení. Tyto příklady bude vyučující počítat společně se žáky. Příklady a jejich řešení by mohly vypadat následujícím způsobem.

Řešte rovnice v množině reálných čísel:

$$6x - 4 = 2x + 8 \quad (11)$$

$$4x = 12$$

$$x = \frac{12}{4}$$

$$x = 3$$

Zkouška:

$$6 \cdot 3 - 4 = 2 \cdot 3 + 8$$

$$18 - 4 = 6 + 8$$

$$14 = 14$$

$$L = P$$

$$2x - 4 + x = 2 - 4x + 8 \quad (12)$$

$$3x - 4 = -4x + 10$$

$$7x = 14$$

$$x = \frac{14}{7}$$

$$x = 2$$

Zkouška:

$$2 \cdot 2 - 4 + 2 = 2 - 4 \cdot 2 + 8$$

$$4 - 4 + 2 = 2 - 8 + 8$$

$$2 = 2$$

$$L = P$$

$$4 \cdot (5x - 8) = 10 \cdot (x - 3) \quad (13)$$

$$20x - 32 = 10x - 30$$

$$10x = 2$$

$$x = \frac{2}{10}$$

$$x = \frac{1}{5}$$

Zkouška:

$$4 \cdot \left(5 \cdot \frac{1}{5} - 8 \right) = 10 \cdot \left(\frac{1}{5} - 3 \right)$$

$$4 \cdot (-7) = 10 \cdot \left(-\frac{14}{5} \right)$$

$$-28 = -28$$

$$L = P$$

3.3.2 Zařazení Photomath do domácí přípravy žáka

Domácí příprava hraje důležitou roli jak v životě žáka, tak i učitele. Tato kapitola pojednává o domácí přípravě žáka, kdy žák zpracovává úkoly, které byly dopředu připraveny učitelem. Během řešení těchto úkolů je žákům doporučeno využít aplikaci Photomath, kde mohou pochopit princip jejich řešení. Následující otázky jsou ukázkou, jak by zadané příklady pro domácí přípravu žáka mohly vypadat.

$$3x \cdot (5 + 1) = -2 \cdot (8 + 7x) - 8x \quad (14)$$

- a) Vypočítejte lineární rovnici
- b) Proved'te zkoušku
- c) Pomocí Photomath zakreslete graf rovnice

Řešení:

a)

$$3x \cdot (5 + 1) = -2 \cdot (8 + 7x) - 8x$$

$$3x \cdot 6 = -16 - 14x - 8x$$

$$18x = -16 - 22x$$

$$18x + 22x = -16$$

$$40x = -16$$

$$x = -\frac{2}{5}$$

b)

$$3 \cdot \frac{-2}{5} (5 + 1) = -2 \cdot \left(8 + 7 \cdot \frac{-2}{5} \right) - 8 \cdot \frac{-2}{5}$$

$$-\frac{6}{5} \cdot 6 = -2 \cdot \frac{26}{5} + \frac{16}{5}$$

$$-\frac{36}{5} = -\frac{36}{5}$$

$$L = P$$

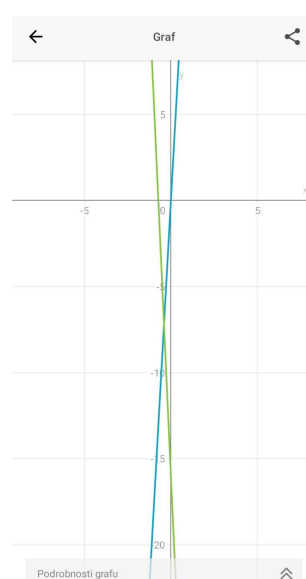
c)



Obrázek 46: y1



Obrázek 47: y2



Obrázek 48: Výsledek

$$3 \cdot (x + 5) - 11 = 2 \cdot (x + 2) + x \quad (15)$$

- a) Vypočítejte lineární rovnici
- b) Pomocí Photomath zjistěte, co znamená výsledek tohoto příkladu a zakreslete graf rovnice.

Řešení:

a)

$$3 \cdot (x + 5) - 11 = 2 \cdot (x + 2) + x$$

$$3x + 15 - 11 = 2x + 4 + x$$

$$3x + 4 = 3x + 4$$

$$x \in R$$

b)

Rovnice má řešení pro jakoukoliv hodnotu x , protože obě strany se sobě rovnají, mají stejnou hodnotu.



Obrázek 49: Výsledek

$$-9 \cdot \frac{4}{6} + 5 + 3x = 3 \cdot (x + 6) \quad (16)$$

a) Vypočítejte lineární rovnici

b) Pomocí Photomath zjistěte, co znamená výsledek tohoto příkladu a zakreslete graf rovnice.

Řešení:

a)

$$-9 \cdot \frac{4}{6} + 5 + 3x = 3 \cdot (x + 6)$$

$$-9 \cdot \frac{2}{3} + 5 + 3x = 3x + 18$$

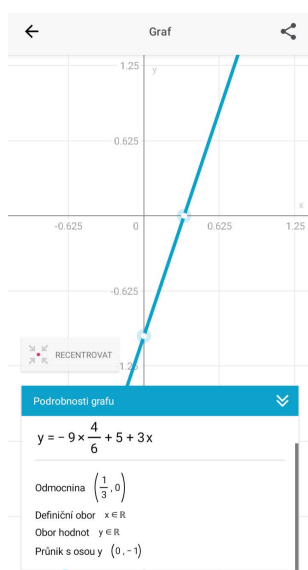
$$-6 + 5 + 3x = 3x + 18$$

$$-6 + 5 = 18$$

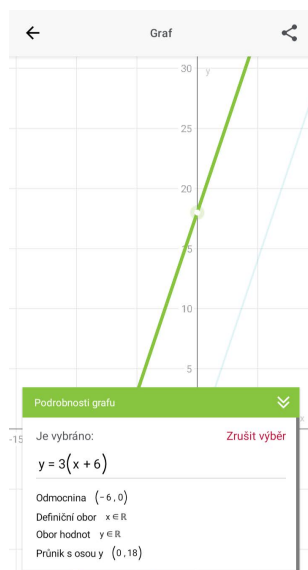
$$-1 \neq 18$$

b)

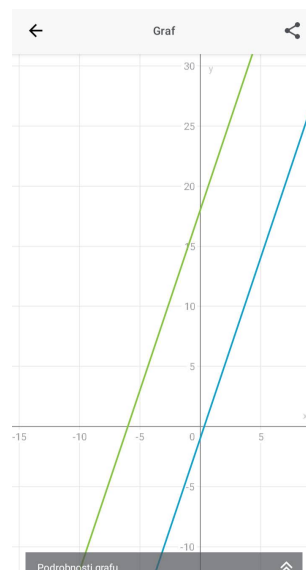
Rovnice nemá řešení, protože není splněna rovnost rovnice.



Obrázek 50: y1



Obrázek 51: y2



Obrázek 52: Výsledek

4 Geometry

[8] Jak vyplývá z názvu, Geometry je aplikace, která se zabývá geometrií. Jedná se o jakousi geometrickou kalkulačku, která uživateli pomůže s orientací v rovinných i prostorových útvarech. Za vznikem stojí polský vývojář, který si říká NaNsolvers a vyvíjí aplikace zaměřené na matematiku. Geometry vznikla v roce 2012 a jedná se o poměrně hojně využívanou aplikaci v oblasti geometrie. Nyní má Geometry přes jeden milion stažení a je dostupná ve více než deseti jazycích. Více informací o Geometry lze nalézt facebookové stránce <https://www.facebook.com/Geometry-Solver-554719321327565/>

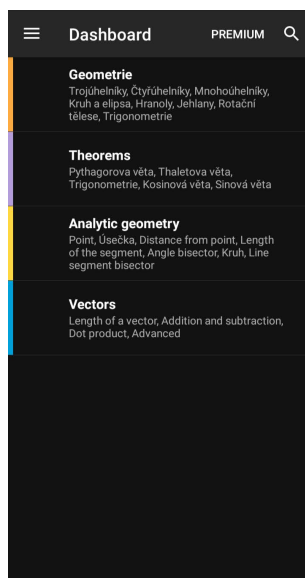
4.1 Co aplikace nabízí?

Geometry je všestranná geometrická aplikace, kterou využijí žáci a studenti všech věkových kategorií. Nabízí desítky témat z oblasti geometrických útvarů, analytické geometrie, vektorů nebo geometrických teorémů. Geometry rovněž nabízí nákresy daných útvarů, což uživateli ušetří čas s náčrtý a může okamžitě vidět, jak útvar vypadá. Po zadání libovolných číselných údajů navíc aplikace zobrazí veškeré základní geometrické výpočty spjaté s příslušným útvarem (obvod, obsah, velikosti úhlů a tak dále). Pro výpočty je také možnost zobrazení jednotlivých početních kroků podobně jako v aplikaci Photomath na straně 39. Geometry se dá využít při hodině matematiky pro názornou ukázkou geometrických útvarů a jejich výpočtu, nebo může sloužit jako pomocník při domácí přípravě žáků.

Geometry lze instalovat do většiny mobilních zařízení s daným operačním systémem přes příslušný obchod s aplikacemi. Velikost aplikace mobilní telefon příliš nezatěžuje a činí přibližně 6,6 MB.

4.2 Detailní rozbor aplikace

Geometry je jasnou a stručnou aplikací, kterou ocení většina uživatelů. Po jejím otevření se zobrazí hlavní uživatelské rozhraní, které je nazváno Dashboard.



Obrázek 53: Uživatelské rozhraní Geometry

Nalevo od názvu Dashboard se nachází symbol tří rovnoběžek, který obsahuje rozšířené prvky aplikace jako je zobrazení oblíbených geometrických útvarů, novinky v aplikaci, nastavení, hodnocení aplikace, informace o aplikaci a předplacení prémiové verze. Prémiová verze nabízí aplikaci bez reklam, přístup k veškerému obsahu a rychlejší dostupnost novinek v aplikaci. Geometry na rozdíl od většiny aplikací umožňuje přístup k veškerému obsahu i bez prémiové verze. Pro zobrazení obsahu, který je součástí prémiové verze stačí shlédnout krátké reklamní video a obsah se zpřístupní. Napravo od názvu Dashboard se nachází symbol lupy, který umožňuje rychlé vyhledávání.

Dashboard především zobrazuje čtyři hlavní kapitoly a v nich následující témata:

Geometrie - Trojúhelníky, Čtýřúhelníky, Mnohoúhelníky, Kruh a elipsa, Hranoly, Jehlany, Rotační tělesa, Trigonometrie

Teorémy - Pythagorova věta, Thaletova věta, Trigonometrie, Kosinová věta,

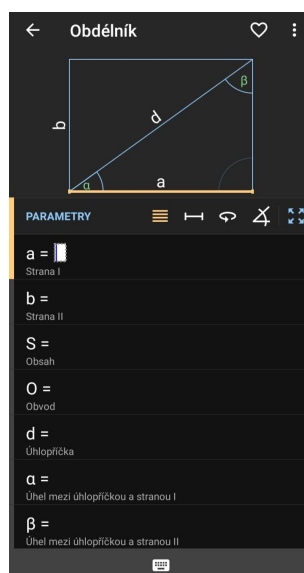
Sinová věta

Analytická geometrie - Bod, Úsečka, Vzdálenost od bodu, Délka úsečky, Osa úhlu, Kruh, Osová souměrnost

Vektory - Velikost vektoru, Sčítání a odčítání, Bodová konstrukce, Pokročilé

Jelikož se aplikace stále vyvíjí a jsou přidávána nová témata, část aplikace je pouze v anglickém jazyce. V českém jazyce je však přístupná podstatná část aplikace (Geometrie a Teorémy). Pro následující ukázky jsem využila pouze kapitolu Geometrie.

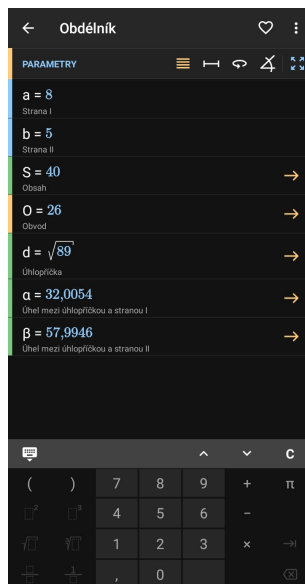
Po otevření kapitoly **Geometrie** se uživateli zobrazí nabídka témat a v nich konkrétní geometrické útvary. Pro příklad zvolíme téma **Obdélník**.



Obrázek 54: Obdélník

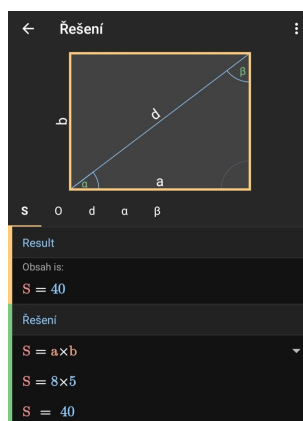
V horní části obrázku 54 je viditelný nákres obdélníka. Nákres je interaktivní, kdy při zvolení libovolného parametru dojde k jeho označení a zvýraznění v nákresu. Na obrázku 54 je zvolen parametr Strana I (a) a tudíž došlo ke zvýraznění strany a v obdélníku. Kategorie Parametry nabízí náležité prvky pro daný útvar. U obdélníka aplikace Geometry poskytuje parametry: Strana I (a), Strana II (b), Obsah (S), Obvod (O), Úhlopříčka (d), Úhel mezi úhlopříčkou a stranou I (α), Úhel mezi úhlopříčkou a stranou II (β). Tyto parametry si uží-

vatel může rovněž zobrazit po částech přes symboly (tři rovnoběžky, úsečka, celostní šipka, úhel), které se nacházejí napravo od názvu Parametry. Při číselném vyplnění libovolného parametru dojde ke kompletnímu vypočítání všech parametrů. Pro znázornění zvolíme stranu I $a = 8$ a stranu II $b = 5$.



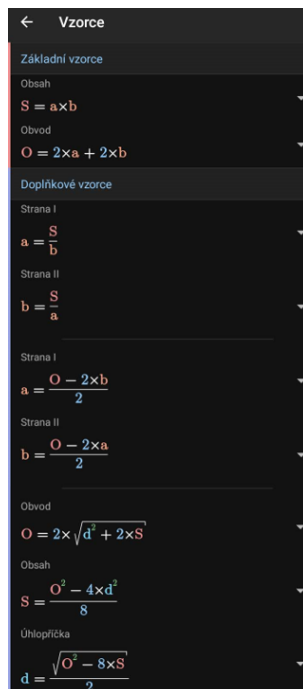
Obrázek 55: Obdélník - výpočet

Z obrázku 55 je viditelné, že došlo k dopočítání všech zbývajících parametrů. Symboly žluté šipky po pravé straně poskytují uživateli zobrazení výpočtu konkrétního parametru. Výpočet je znázorněn v jednotlivých krocích tak, aby uživatel porozuměl veškerým dosazeným parametrům. Nákras se rovněž barevně přizpůsobí.



Obrázek 56: Obdélník - výpočet obsahu

V pravém horním rohu se při otevření jakéhokoliv okna v geometrickém útvaru zobrazuje symbol tří teček vertikálně pod sebou. Ten umožňuje zobrazení všech základních geometrických vzorců, které lze v příslušném útvaru vypočítat. Symbol srdce poskytuje uživateli vložení geometrického útvaru do seznamu oblíbených útvarů.



Obrázek 57: Obdélník - vzorce

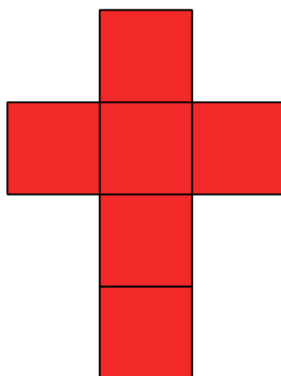
4.3 Využití aplikace při vyučování

Geometry podobně jako Photomath je aplikace, která neobsahuje základní rozdělení na teoretickou a praktickou část jako u předchozích aplikací. I přes tuto skutečnost se dá Geometry vhodně zařadit do vyučovací hodiny. Aplikaci můžeme využít k rychlému znázornění geometrického útvaru při vyučování, či ukázky výpočtu konkrétního parametru. Geometry dále využijí žáci a studenti při domácí přípravě, kde si mohou přes tuto aplikaci ověřit správnost řešení úloh. V následujících odstavcích jsem popsala oba způsoby zařazení aplikace do výuky žáka. RVP ZV 2021 uvádí v očekávaných výstupech vědomostní úroveň žáka z oblasti geometrie výpočet povrchu a objemu základních prostorových útvarů. Následující ukázky se týkají tohoto očekávaného výstupu.

4.3.1 Zařazení Geometry do vyučování

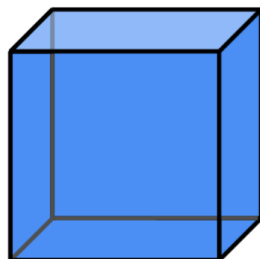
Při vyučování povrchu a objemu těles je vhodné přesně specifikovat, co tyto pojmy znamenají. **Povrch** tělesa lze označit jako součet obsahů všech ploch, které dané těleso ohraničují. Naopak **Objem** tělesa vyjadřuje, kolik místa v prostoru těleso zaujímá.

Pro představu učitel použije praktické příklady. Povrch si je možné představit například jako stěny papírové krychle. Pokud bychom krychli rozložili, vznikne tak její síť, která rovněž představuje její povrch. Důležité je podotknout, že povrch krychle se uvádí v jednotkách čtverečních.



Obrázek 58: Síť krychle

Objem tělesa je možné si představit tak, že máme krychlovou nádobu, kterou naplníme až po okraj vodou. Voda, která se do krychle vměstná značí objem této nádoby. Opět je důležité podotknout, že objem se uvádí v jednotkách krychlových.



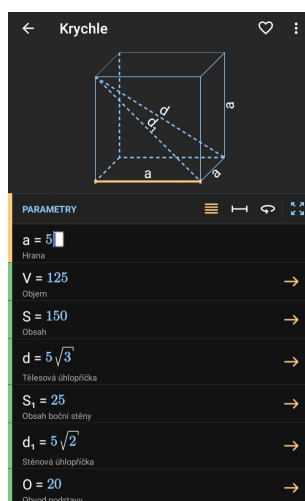
Obrázek 59: Objem krychle

Pokud chceme vypočítat povrch a objem krychle, můžeme využít předchozí obrázky (viz Obrázek 58, 59). Abychom odvodili vzorec pro výpočet povrchu krychle, stačí si pozorně prohlédnout její síť. Ta je tvořena šesti shodnými čtverci. Jelikož se povrch tělesa rovná součtu všech ploch, které těleso ohraničují, stačí nám znát pouze vzorec pro výpočet obsahu jednoho čtverce. Vzorec pro obsah čtverce je $S = a \cdot a$. Nyní známe vše, co potřebujeme k odvození vzorce pro výpočet povrchu krychle. $S = 6 \cdot a \cdot a \Rightarrow S = 6 \cdot a^2$.

Výpočet objemu krychle se dá taktéž odvodit z výpočtu obsahu čtverce

a obrázku 59. Z předchozího odstavce je znám výpočet obsahu čtverce. Tím bychom však vypočítali pouze jednu stěnu krychle. Představíme-li si příklad s vodou, která je nalévána do akvária, je zřejmé, že potřebujeme znát hloubku akvária, abychom vypočítali jeho objem. Nyní známe všechny potřebné údaje pro výpočet objemu krychle, který je ve tvaru $V = a \cdot a \cdot a \Rightarrow V = a^3$.

Abychom ověřili správnost našeho uvažování, vyučující vyzve žáky k otevření aplikace Geometry a tématu Krychle. Do parametru Hrana (a), zapíšeme číslo 5 a následně dojde k automatickému výpočtu veškerých parametrů.



Obrázek 60: Výpočet parametrů krychle

Z obrázku 60 je viditelné, že povrch krychle se rovná 150 čtverečních jednotek. Vyučující vyzve žáky, aby si tento příklad na povrch krychle vypočítali do sešitu podle odvozeného vzorce.

$$\begin{aligned} S &= 6 \cdot a^2 \\ S &= 6 \cdot 5^2 \\ S &= 150 \end{aligned} \tag{17}$$

Z výpočtu je zřejmé, že je vzorec odvozen správně. Výsledek vlastního výpočtu se rovná výsledku v aplikaci. Pro úplnou kontrolu si žáci mohou zobrazit jednotlivé mezikroky výpočtu povrchu přes ikonu žluté šipky.

Vyučující vyzve žáky, aby stejným způsobem vypočítali objem krychle a výsledek porovnali s výsledkem v aplikaci. Výsledek objemu v aplikaci se rovná 125 krychlových jednotek.

$$V = a^3 \quad (18)$$

$$V = 5^3$$

$$V = 125$$

4.3.2 Zařazení Geometry do domácí přípravy žáka

Geometry je vhodné použít i pro domácí přípravu žáka. Vyučující zadá žákům předem připravené příklady, které mají za úkol samostatně vypracovat během domácí přípravy. Žáci mají během řešení příkladů povoleno využít aplikaci pro kontrolu vypočítaných výsledků. Následující ukázkové příklady pro domácí přípravu se týkají výpočtu obvodu, obsahu, povrchu a objemu geometrických těles.

$$\text{Délka strany čtverce} \quad (19)$$

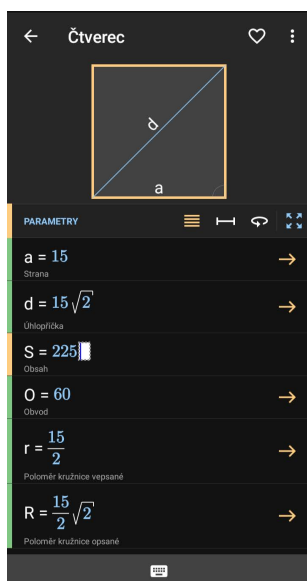
Vypočítejte délku strany a čtverce a jeho obvod o , je-li obsah čtverce 225 cm^2 .

Řešení:

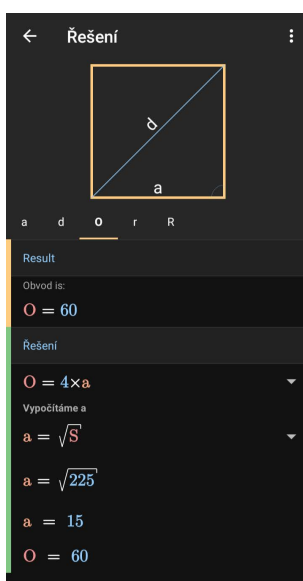
$$S = 225 \text{ cm}^2$$

$$o = ?$$

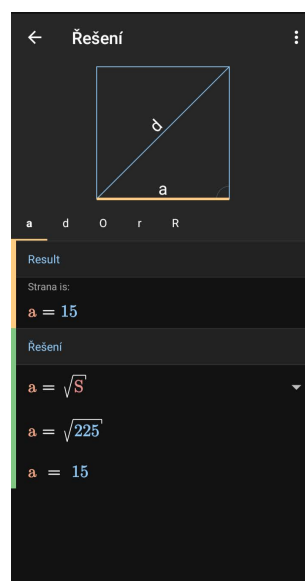
$$a = ?$$



Obrázek 61: Obsah zadání



Obrázek 62: Obvod



Obrázek 63: Strana a

$$\text{Zahrada} \quad (20)$$

Zahrada má délku 38 m a šířku 14 m. Chceme ji oplotit a zároveň nechat prostor pro vrátka, která mají šířku 3 m. Stačí nám 100 m pletiva k oplocení zahrady?

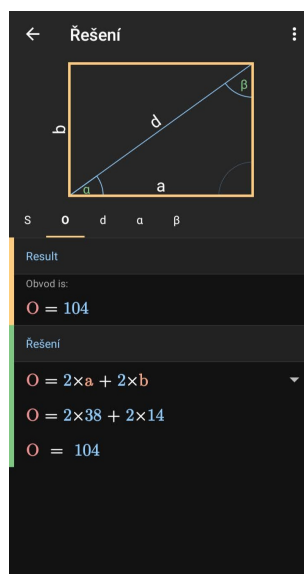
Řešení:

$$\text{Délka} = 38 \text{ m}$$

$$\text{Šířka} = 14 \text{ m}$$

$$\text{Vrátka} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Pletivo} = 100 \text{ m}$$



Obrázek 64: Obvod zahrady

Obvod zahrady je roven 104 metrům. Prostor pro vrátka má délku 3 metry ($104 \text{ m} - 3 \text{ m} = 101 \text{ m}$). 100 metrů pletiva tedy nestačí.

Objem a povrch krychle (21)

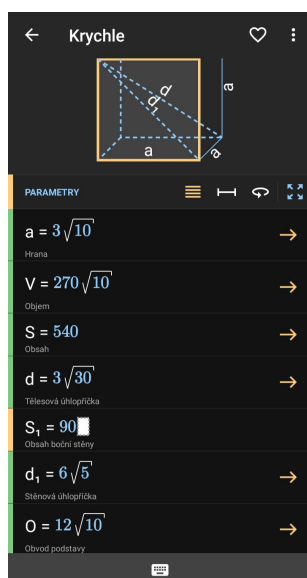
Obsah jedné stěny krychle je 90 cm^2 . Vypočítejte objem a povrch této krychle.

Řešení:

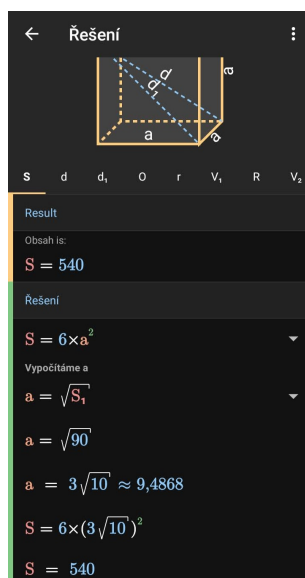
$$S \text{ stěny} = 90 \text{ cm}^2$$

$$V \text{ krychle} = ?$$

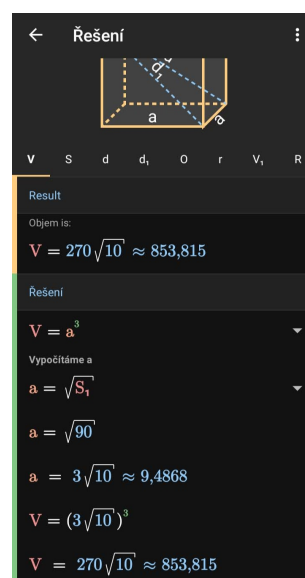
$$S \text{ krychle} = ?$$



Obrázek 65: Obsah stěny zadání



Obrázek 66: Povrch



Obrázek 67: Objem

$$Dárek \quad (22)$$

Kolik cm^2 balicího papíru ušetříme, chceme-li zabalit dárek ve tvaru kvádru o rozměrech 50 cm , 40 cm a 80 cm a **nechceme obalit jednu třetinu celkové plochy**.

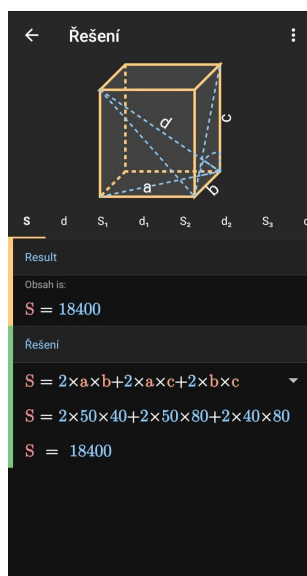
Řešení:

$$a = 50\text{ cm}$$

$$b = 40\text{ cm}$$

$$c = 80\text{ cm}$$

$$S = ?$$



Obrázek 68: Celkový povrch dárku

Celkový povrch dárku je roven 18400 cm^2 . Nechceme však obalit $\frac{1}{3}$ dárku, to znamená $18400 \cdot \frac{1}{3} \doteq 6133 \text{ cm}^2$. Na zabalení dárku tedy ušetříme 6133 cm^2 balicího papíru.

Skříň (23)

Petr natřel šatní skříň tvaru kvádru o rozměrech $1,8 \text{ m}$, $1,5 \text{ m}$ a $2,2 \text{ m}$ **dvakrát** ochranným nátěrem. Kolik kilogramů barvy spotřeboval, pokud na 1 m^2 použil 120 g barvy?

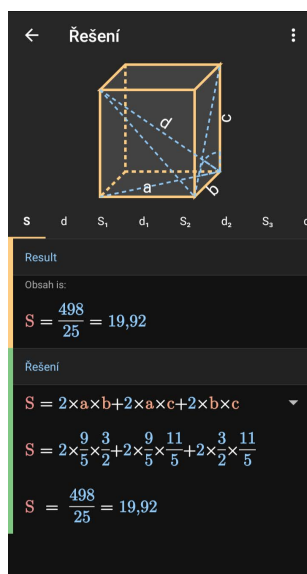
Řešení:

$$a = 1,8 \text{ m}$$

$$b = 1,5 \text{ m}$$

$$c = 2,2 \text{ m}$$

$$1 \text{ m}^2 = 120 \text{ g barvy}$$



Obrázek 69: Celkový povrch skříně

Celkový povrch skříně je roven $19,92 \text{ m}^2$. Nátěr skříně byl ale proveden dvakrát, to znamená $2 \cdot 19,92 = 39,84 \text{ m}^2$. Na 1 m^2 se použilo 120 g barvy a z toho vyplývá, že se spotřebovalo $39,84 \cdot 120 = 4780,8 \text{ g} = 4,7808 \text{ kg}$.

Závěr

Tato bakalářská práce si kladla za cíl seznámit čtenáře s vybranými dostupnými aplikacemi pro výuku matematiky, detailně je popsat a na konkrétních příkladech ukázat možnost jejich zařazení do výuky. Po detailní rešerši jsem zvolila čtyři již zmíněné aplikace, kterými jsou Mathman, Matematika Testy, Photomath a Geometry. Výběr těchto aplikací byl odvozený od jejich současné popularity v mobilních obchodech a zároveň jsem dbala na jazykovou dostupnost pro české žáky.

Práce byla rozdělena do dvou tematických celků, z nichž první se zabýval aplikacemi komplexního charakteru, do kterého byly zařazeny aplikace Mathman a Matematika Testy. Právě tento typ aplikací umožňuje uživateli využít jak matematickou teorii a příklady k procvičení. Druhý tematický celek se zabýval aplikacemi konkrétního charakteru, kam byly zařazeny aplikace Photomath a Geometry. Oba tyto softwary neposkytují teorii ani příklady k procvičení, ale mohou sloužit jako užitečná pomůcka během školního vyučování nebo při domácí přípravě žáka, pokud jsou vhodně využity.

Ukázky příkladů v této práci jsou v souladu s Rámcově vzdělávacím programem pro základní vzdělávání platným od 1. září roku 2021. Příklady byly vybírány tak, aby nejlépe vystihly podstatu aplikace a zároveň čtenáři poskytl představu o možnosti jejího využití v praxi.

Využívání aplikací pro výuku matematiky je zajímavým a zároveň velice rozsáhlým tématem. Ačkoliv jsem se snažila popsat co nejvíce možných využití těchto aplikací, práce zachycuje pouze zlomek toho, jak by se daly využít.

Tvorba této bakalářské práce mi dala především veliký přehled o dostupných matematických aplikacích. Díky nadšení pro tuto práci jsem se začala více zajímat o nejrůznější matematické softwary a jejich využívání při vyučování. Poznatky v předchozích odstavcích a kapitolách bych ráda využila ve své budoucí pedagogické praxi a doufám že inspirují více čtenářů.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] Jan Maloušek. MathLearner. Mathman: Matika, Testy, Teorie [software]. 16. března 2020 [cit. 12.02.2022]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps>. Požadavky na systém: Android 5.0 nebo novější; velikost 13,77 MB.
- [2] Aplikace Mathman pomáhá dětem s matematikou. Zábavně a interaktivně - Světchytře.cz. Světchytře.cz - Píšeme o technologiích, které lidem usnadňují život. [online]. Copyright © 2018 SocialBooster s.r.o. [cit. 12.02.2022]. Dostupné z: <https://www.svetchytre.cz/a/pnKU6/aplikace-mathman-pomaha-detem-s-matematikou-zabavne-a-interaktivne>
- [3] Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) – edu.cz. edu.cz – Jednotný metodický portál MŠMT [online]. Copyright © 2020 [cit. 13.02.2022]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcovy-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>
- [4] Eductify. Matematika Testy [software]. 25. října 2016 [cit. 19.04.2022]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps>. Požadavky na systém: Android 4.1 nebo novější; velikost 25,89 MB.
- [5] Testy a cvičení z českého jazyka, matematiky, chemického názvosloví a fyziky.. [online]. Copyright © 2017 [cit. 16.02.2022]. Dostupné z: <https://www.eductify.com/cs/o-nas>
- [6] Photomath, Inc. Photomath [software]. 26. února 2016 [cit. 19.04.2022]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps>. Požadavky na systém: Android 5.0 nebo novější; velikost 7,09 MB.
- [7] Photomath - Wikipedia. [online]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photomath>

- [8] NaNsolvers. Geometry [software]. 13. listopadu 2012 [cit. 24.04.2022]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps>. Požadavky na systém: Android 4.1 nebo novější; velikost 6,60 MB.
- [9] Prikklady.com - Sbírka úloh z Matematiky. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2012 [cit. 10.06.2022]. Dostupné z: <https://www.prikklady.com/cs/>
- [10] Úlohy z matematiky pro žáky základních a studenty středních škol. Math word problems for primary and secondary school students [online]. Copyright © 2022 HackMath.net [cit. 10.06.2022]. Dostupné z: <https://www.hackmath.net/cz>

Seznam obrázků

1	Uživatelské rozhraní Mathman	11
2	Nauč	13
3	Procvič	13
4	Bojuj	13
5	Výpočet složeného zlomku	15
6	Příklady dle obtížnosti	17
7	Příklad 2	18
8	Příklad 8	18
9	Příklad 16	18
10	Tabule	18
11	Příklad	19
12	Stav boje	19
13	Výhra	19
14	Uživatelské rozhraní Matematika Testy	21
15	Procvičení teorie (Spustit test)	23
16	Test	24
17	Známka	24
18	Výsledky	24
19	Kategorie Výsledky	24
20	Souhrn	25
21	Kategorie/Třída	26
22	Témata	26
23	Učební plán	27
24	Šampionát	28
25	Šampionát - skupiny	28
26	Kruhové grafy - procenta	30
27	Kostičky - procenta	30
28	Třída - procenta	31

29	Příklad 1	34
30	Příklad 2	34
31	Příklad 3	34
32	Tabule	34
33	Kalkulačka	34
34	Chyba	34
35	Uživatelské rozhraní Photomath	37
36	Kalkulačka	38
37	Řešení	39
38	Postup	39
39	Komentář postupu	39
40	Lineární rovnice - váha	40
41	Lineární rovnice - váha	41
42	Lineární rovnice - váha	41
43	Výsledek	42
44	Graf	42
45	Podrobnosti	42
46	y1	45
47	y2	45
48	Výsledek	45
49	Výsledek	46
50	y1	47
51	y2	47
52	Výsledek	47
53	Uživatelské rozhraní Geometry	49
54	Obdélník	50
55	Obdélník - výpočet	51
56	Obdélník - výpočet obsahu	52
57	Obdélník - vzorce	52
58	Síť krychle	54

59	Objem krychle	54
60	Výpočet parametrů krychle	55
61	Obsah zadání	57
62	Obvod	57
63	Strana a	57
64	Obvod zahrady	58
65	Obsah stěny zadání	59
66	Povrch	59
67	Objem	59
68	Celkový povrch dárku	60
69	Celkový povrch skříně	61