MASARYKOVA UNIVERZITA
Přírodovědecká fakulta
Ústav matematiky a statistiky

Diplomová práce

Brno 2026 **Bc. Hana Sochorová**

MASARYKOVA
UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
ÚSTAV MATEMATIKY A STATISTIKY

Matematické procházky

Diplomová práce

Bc. Hana Sochorová

Vedoucí práce: RNDr. Jan Vondra, Ph.D. **Brno 2026**

Bibliografický záznam

Autor:	Bc. Hana Sochorová Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Ústav matematiky a statistiky
Název práce:	Matematické procházky
Studijní program:	Učitelství matematiky pro střední školy
Studijní obor:	Učitelství matematiky pro střední školy, Učitelství českého jazyka a literatury pro střední školy, Učitelství deskriptivní geometrie pro střední školy
Vedoucí práce:	RNDr. Jan Vondra, Ph.D.
Akademický rok:	2025/2026
Počet stran:	ix + 70
Klíčová slova:	Matematická procházka; MathCityMap; Portál; Aplikace; Digitální třída; Práce ve skupinách; Matematika venku

Bibliographic Entry

Author:	Bc. Hana Sochorová Faculty of Science, Masaryk University Department of Mathematics and Statistics
Title of Thesis:	Mathematical walks
Degree Programme:	Teaching of Mathematics for Secondary Schools
Field of Study:	Teaching of Mathematics for Secondary Schools
Supervisor:	RNDr. Jan Vondra, Ph.D.
Academic Year:	2025/2026
Number of Pages:	ix + 70
Keywords:	Mathematical walk; MathCityMap; Portal; Application; Digital Classroom; Group work; Mathematics outdoors

Abstrakt

Diplomová práce nabízí čtenáři návod k ovládání prvku Digitální třídy v portálu MathCityMap. Čtenáře informuje jak Digitální třídu na vybrané trase vytvořit, jak s ní pracovat a i jak samotnou matematickou procházku pořádat. Trasa u Gymnázia Vídeňská obsahuje úlohy primárně se týkající témat podobnosti trojúhelníků a počítání obsahu plochy. Trasa u Gymnázia Řečkovice se skládá z úloh, které primárně využívají v řešení převody jednotek a počítání s poměrem. Zadání úloh, řešení i nápovědy, které by uživatel nalezl v portálu MathCityMap, jsou součástí textu práce. Funkce Digitální třídy byla testována několikrát v praxi na mých trasách vytvořených v portálu MathCityMap. Celý průběh testování je v práci zaznamenán a u jednotlivých úloh jsou zmíněny podněty, které testování přineslo. Testování tras probíhalo také bez využití aplikace pouze s tištěným zadáním. Tyto dva odlišné způsoby procházení jsou v práci zhodnoceny. V závěru práce obsahuje zhodnocení matematických procházek a funkcí v portálu MathCityMap a náhled vyučujících matematiky na využití matematických procházek ve výuce.

Abstract

This thesis provides the reader with a practical guide to operating the Digital Classroom feature within the MathCityMap portal. It outlines how to set up a Digital Classroom for a selected trail, how to manage it, and how to organize the math trail itself. The trail located at Gymnázium Vídeňská features tasks primarily focused on triangle similarity and area calculation. The trail at Gymnázium Řečkovice consists of tasks that primarily require unit conversions and ratio calculations to solve. The task descriptions, solutions, and hints that a user would typically encounter in the MathCityMap portal are included. The Digital Classroom feature was tested several times in practice using trails I created within the portal. The entire testing process is documented in the thesis, detailing the specific insights and feedback gathered for individual tasks. Furthermore, the trails were also tested offline without the application, relying solely on printed task sheets. These two distinct approaches to completing the trails are evaluated and compared. Finally, the thesis concludes with an overall assessment of math trails and the MathCityMap portal's features, alongside the perspectives of mathematics teachers regarding the integration of math trails into standard education.

MUNI
SCI

MASARYKOVA UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KOTLÁŘSKÁ 2, 611 37 BRNO
IČ: 00216224
DIČ: CZ00216224

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Akademický rok: 2025/2026

Ústav:	Přírodovědecká fakulta
Studentka:	Bc. Hana Sochorová
Program:	Učitelství matematiky pro střední školy
Specializace:	Učitelství deskriptivní geometrie pro střední školy Učitelství matematiky pro střední školy Učitelství českého jazyka a literatury pro střední školy

Ředitel *ústavu* PřF MU Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu MU určuje diplomovou práci s názvem:

Název práce:	Matematické procházky
Název práce anglicky:	Mathematical walks
Jazyk práce:	čeština

Oficiální zadání:
Navažte na Vaši bakalářskou práci a vytvořte další matematickou procházku v Brně. Dále se věnujte funkci portálu MathCityMap digitální třída. Pokuste se otestovat některou z tras se studenty a získat zpětnou vazbu k této aktivitě.

Literatura:
POLÁK, Josef. *Didaktika matematiky : jak učit matematiku zajímavě a užitečně*. 1. vydání. Plzeň: Fraus, 2014, 431 stran. ISBN 9788072384495.

Portál MathCityMap. Online. Dostupné z: https://mathcitymap.eu. [cit. 2024-10-11].

Vedoucí práce:	RNDr. Jan Vondra, Ph.D.
Datum zadání práce:	4. 9. 2024
V Brně dne:	1. 4. 2026

Zadání bylo schváleno prostřednictvím IS MU.

Bc. Hana Sochorová, 24. 10. 2024
RNDr. Jan Vondra, Ph.D., 25. 10. 2024
RNDr. Jan Vondra, Ph.D., 25. 10. 2024

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce RNDr. Janu Vondrovi, Ph.D., za možnost navázat na svou bakalářskou práci a dále se věnovat tematice matematických procházek. Děkuji i všem vyučujícím, kteří se mnou a se svými třídami procházeli matematické trasy. Také děkuji všem blízkým za pomoc s měřením a za poskytování zpětné vazby k návrhům na úlohy do tras.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce s využitím informačních zdrojů, které jsou v práci citovány.

Brno 30. dubna 2026

. . . . . .

Bc. Hana Sochorová

Obsah

Úvod **1**

Kapitola 1. Digitální třídy **2**
1.1 Krátké připomenutí MathCityMap 2
1.2 Digitální třídy 3
1.2.1 Vytvoření digitální třídy 3
1.2.2 Přehled vedoucího trasy 6
1.2.3 Digitální třída z pohledu účastníka 11
1.3 Organizace procházek 14
1.3.1 Volba tras 14
1.3.2 Průběh matematické procházky 15

Kapitola 2. Trasy v Brně **18**
2.1 Gymnázium Řečkovice 18
2.1.1 Zvětšení grafitu 18
2.1.2 Střecha altánku 20
2.1.3 Poměr kreslené mapy 21
2.1.4 Šířka schodů 23
2.2 Gymnázium Vídeňská 24
2.2.1 Stín a výška sochy 24
2.2.2 Nová fasáda 26
2.2.3 Výška lampy 29
2.2.4 Setba trávníku 31

Kapitola 3. Testování tras **34**
3.1 Trasa Vídeňská – bez aplikace 34
3.1.1 Stín a výška sochy 34
3.1.2 Výška lampy 35
3.1.3 Nová fasáda 35
3.1.4 Setba trávníku 36
3.2 Trasa Gymnázium Řečkovice – bez aplikace 36
3.2.1 Šířka schodů 36
3.2.2 Poměr kreslené mapy 37
3.2.3 Zvětšení grafitu 37

3.2.4 Střecha altánku 37
3.3 Trasa Náměstí 28. října – bez aplikace 37
3.3.1 Plocha záhonu 38
3.3.2 Mezikruží 38
3.3.3 Stín a výška sochy 38
3.3.4 Výška sochy 38
3.4 Trasa Gymnázium Vídeňská – s aplikací 39
3.4.1 Výška lampy 39
3.4.2 Nová fasáda 39
3.4.3 Setba trávníku 40
3.5 Trasa Gymnázium Řečkovice – s aplikací 40
3.5.1 Zvětšení grafitu 40
3.5.2 Střecha altánku 40
3.5.3 Poměr kreslené mapy 40
3.5.4 Šířka schodů 41
3.6 Shrnutí 41
3.7 Názory vyučujících 42

Závěr 44

Přílohy 45

Seznam použité literatury 70

Úvod

Tato diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci, kde jsem zpracovala návod pro tvoření úloh a tras v prostředí portálu MathCityMap (viz [1]) a vytvořila dvě trasy v Brně. Cílem této práce je popsat funkci Digitální třídy a práci s ní a vytvořit dvě trasy v Brně, na kterých Digitální třídu prakticky vyzkouším.

Práce má být pomůckou učitelům, kteří chtějí se svými žáky projít matematickou procházku. Ať už si v portálu MathCityMap trasu sami vytvoří, nebo si vyberou nějakou ze zveřejněných tras, zde najdou návod, jak postupovat při tvorbě Digitální třídy na vybrané trase. Pokud zvolí pro procházku aplikaci MathCityMap, naleznou zde i návod pro žáky, jak pracovat s aplikací.

Portál MathCityMap i webová stránka MathCityMap (viz [2]) na začátku tvorby této práce neobsahovaly návody pro novou podobu portálu. Ovšem v posledních dvou letech procházejí velkými úpravami. Od napsání mé bakalářské práce (viz [3]) se vzhled webové stránky výrazně změnil. Nyní obsahuje i psané návody k celému portálu i aplikaci. Návody jsou však zatím pouze anglicky a jsou velice stručné (tato změna proběhla v druhé polovině roku 2025).

Prvek Digitální třídy, kterému se věnuji nejvíce, má pomáhat vyučujícím s pořádáním matematické procházky na trasách vytvořených v portálu MathCityMap, poskytovat jim průběžnou zpětnou vazbu o postupu žáků na trase a jejich odpovědích. Tuto funkci srovnávám s konáním matematické procházky pouze s tištěným zadáním a nutnými pomůckami pro splnění úloh na trase.

Součástí práce jsou i dvě trasy v Brně. Jedna se nachází u Gymnázia Řečkovice, druhá u Gymnázia Vídeňská. Obě, aby mohly být přístupné veřejnosti, musí obsahovat alespoň čtyři úlohy a každá úloha musí disponovat alespoň dvěma nápovědami.

V průběhu psaní jsem počítala i se čtenářem, který hledá návod ke konkrétní činnosti v portálu, či ho zajímají pouze úlohy. Toto opakování klíčových témat se týká zejména odkazů na mou bakalářkou práci (hlavně, co se práce v portálu týče), či problémových míst u úloh (na ty jsem upozorňovala jednak u úloh samotných a jednak jsem je zmiňovala u rozborů průchodů tras).

Kapitola 1

Digitální třídy

1.1 Krátké připomenutí MathCityMap

Projekt MathCityMap se zrodil v roce 2012 na německé univerzitě ve Frankfurtu. Na webových stránkách projektu je velké množství článků týkajících se různých procházek, stavby úkolů, využití digitální podoby procházek, projektů (například ve školách či na různých setkáních) a dalších.

Od tvorby mé bakalářské práce se **webové stránky** změnily. Nyní je zde k nalezení velké množství nových návodů týkajících se aktuální verze portálu. Stránky jsou také přehlednější. Do portálu se uživatel dostane přes modré pole v menu v hlavičce stránky.



Obrázek 1.1: Nový vzhled webových stránek MathCityMap.

Vzhled **portálu MathCityMap** nebyl nijak výrazně změněn, byly přidány nové prvky (například komunita, žákovské účty, vyhledávání pomocí obrázků). V posledních dvou letech probíhalo postupné přidávání těchto prvků do portálu a jejich testování, některé z nich se stále ještě vyvíjejí. V této práci se zaměřuji pouze na práci s Digitálními třídami.

Portál MathCityMap nabízí svým uživatelům místo pro tvorbu matematických **úloh** po celém světě. Vytvořené úlohy mohou uživatelé seskupovat do **tras**. Pro uskutečnění matematické procházky na zvolené trase je potřeba mít staženou aplikaci MathCityMap v telefonu a vydat se ven.

Uživatelům s aplikací stačí otevřít trasu, kterou si zvolili, ve své blízkosti, zapnout funkci určování polohy (pro správné fungování aplikace je tento krok nutný) a mohou se vydat na matematické dobrodružství. Navštíví jednotlivá místa s úlohami, vyřeší je, do aplikace vloží odpovědi a ta jim ukáže, jestli je jejich odpověď správná.

Tým, který zodpovídá za zveřejnění úloh, velmi dbá na neřešitelnost úloh z pohodlí domova. Místa s úlohami musí řešitelé opravdu navštívit, aby úlohu mohli splnit. Pokud však například učitel chystá aktivitu pro své žáky, nemusí trasu s úlohami zveřejňovat, pouze žákům sdělí kód neveřejné trasy (taková trasa není v aplikaci bez přístupového kódu vidět), nebo na nezveřejněné trase vytvoří digitální třídu.

V České republice zatím není portál MathCityMap tak populární jako na Slovensku či v Německu, kde byl projekt založen v roce 2012, což se ukazuje i na webových stránkách MathCityMap, které jsou přístupné v mnoha jazycích, ale čeština se mezi ně zatím neřadí. Čeští uživatelé ovšem mohou využívat například anglickou, německou či slovenskou podobu stránek.

Při tvorbě této práce jsem pracovala se slovenskou verzí portálu.

1.2 Digitální třídy

Na webu MathCityMap naleznete množství článků rozvádějících tematiku matematiky venku. Část z nich je anglicky, větší část německy a pár jinými jazyky. Autoři textů shrnují klady a zápory matematiky venku.

Mezi texty jsou i články vyňaté ze dvou různých sborníků (viz [4] a [5]). Tyto články v angličtině důkladně rozebírají benefity výuky venku, matematických procházek a vzdělávání se za použití moderních technologií.

Matematické procházky lze procházet samostatně nebo se skupinou. Aby se vedoucímu (vyučujícímu) lépe organizovala skupinová matematická procházka, v portálu byl vytvořen prvek **Digitální třídy**.

Cílem digitálních tříd je umožnit vyučujícímu mít přehled o postupu jednotlivých skupin (i jednočlenných), napovídat žákům či jinak asistovat bez nutnosti nacházet se na deseti místech současně.

Každá skupina se pomocí specifického kódu přihlásí k digitální třídě vytvořené na konkrétní trase a v telefonu zapne určování polohy. Vyučující aktivity v tu chvíli na své mapě vidí pohybující se ikonu pro každou skupinu. Také v přehledu vidí pokroky skupin (kolik úloh mají splněno, navštívená stanoviště, získané body).

V aplikaci se fungování v digitální třídě nijak výrazně neprojeví. Jeden z mála rozdílů je pouze v přihlašování k samotné aktivitě. Místo otevření trasy zadává uživatel kód konkrétní digitální třídy (kódy digitálních tříd se skládají z písmene S na první pozici a číselného kódu).

V této kapitole jsou rozebrány dva pohledy na digitální třídu – **její správa v portálu** a **fungování účastníků digitální třídy v aplikaci**.

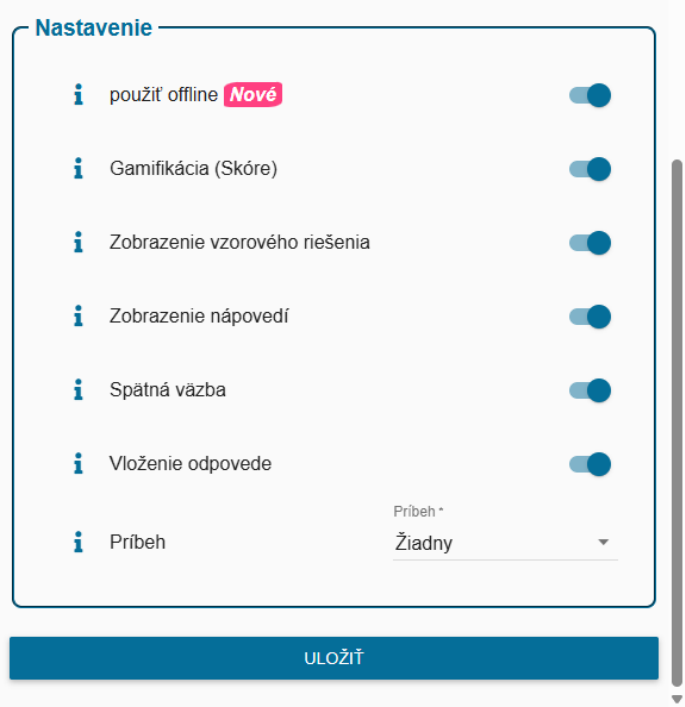
1.2.1 Vytvoření digitální třídy

Pro jakoukoliv práci v portálu je nutné mít vytvořený bezplatný účet. Díky tomuto účtu můžete vytvářet úlohy, trasy a dále s nimi pracovat v portálu. Také můžete využívat jinými

uživateli již vytvořené a zveřejněné úlohy a trasy.

Před samotným vytvořením digitální třídy v trase je potřeba ještě nahlédnout do aspektů trasy samotné a v případě potřeby některé upravit. Cizí zveřejněná trasa lze zduplikovat, tím pádem může uživatel nakládat s jejím nastavením, druhou variantou je vytvoření nové trasy skládající se ze zveřejněných úkolů.

Jakmile může uživatel (dále vedoucí digitální třídy / vedoucí trasy) spravovat nastavení trasy v portálu, může v editaci měnit jednotlivé aspekty průchodů trasy. Přes černou ikonu tužky v rámečku, která je umístěna v šedém poli vedle názvu trasy, se vedoucí dostane do editačního prostředí.



Obrázek 1.2: Nastavení trasy v portálu.

V editaci se na konci stránky nachází oddíl **Nastavení**, kde lze zapínat/vypínat různé funkce:

Použít offline: jedná se o novou funkci umožňující pro spuštění trasy v aplikaci využít offline mapu.

Gamifikace (Skóre): pokud je zapnutá, získávají řešitelé za úspěšné řešení úloh body, za špatné odpovědi se jim body odečítají.

Zobrazení vzorového řešení: po dokončení úlohy (ať už úspěšném či neúspěšném), se objeví možnost pro zobrazení vzorového řešení.

Zobrazení nápověd: pro každou úlohu je možné vytvořit až tři nápovědy, vypnutí této funkce znemožní řešitelům je využívat.

Zpětná vazba: volíte, zda se řešiteli zadané výsledky pouze zapíší (nebudou znát jejich správnost), nebo zda po odeslání aplikace uživatelům prozradí, jestli byla jejich odpověď správná (pokud nebyla, mohou se opravit).

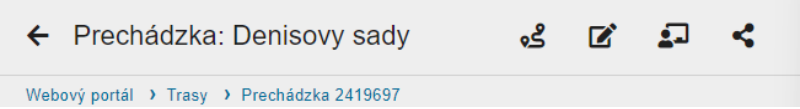
Vložení odpovědi: je-li vypnuto, řešitelé jen označí úlohu jako splněnou, nic nevyplňují.

Příběh: pro zatraktivnění trasy lze na trase nastavit příběh, momentálně je možné využít pouze příběh Piráti, nebo žádný příběh nenastavovat; v příběhu Piráti provází řešitele trasou pirátský papoušek, za řešení úloh pak získávají zlaté mince a řešení úloh působí jako cesta za pokladem.

Nastavení těchto funkcí je klíčové pro průběh digitální třídy. Na vedoucím je navolení těchto funkcí, nebo využití předem daných voleb cizí zveřejněné trasy. Žádný z těchto aspektů v digitální třídě nejde upravit, ale ovlivní její průběh.

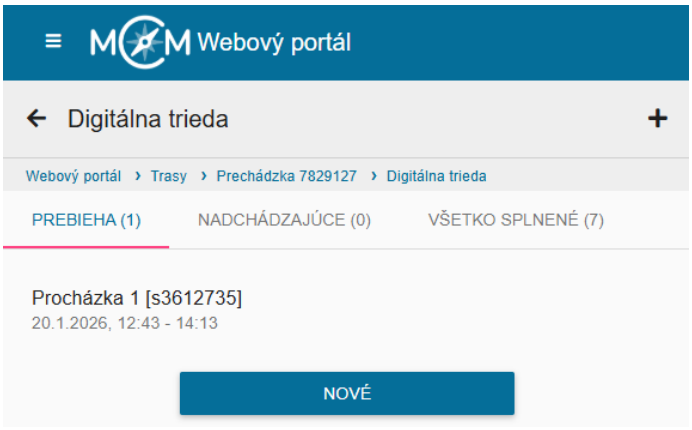
Vytvoření digitální třídy na vybrané trase včetně aspektů jejího formuláře je ukázáno i v mé bakalářské práci (viz [3]).

Zde je **stručný návod**: vpravo nahoře v obdélníku s informacemi o trase lze pomocí jedné z ikon v šedém poli (ikona znázorňující postavičku a školní tabuli, viz obrázek 1.3) otevřít přehled záložek s digitálními třídami pro danou trasu.



Obrázek 1.3: Hlavička trasy v portálu – přehled ikon.

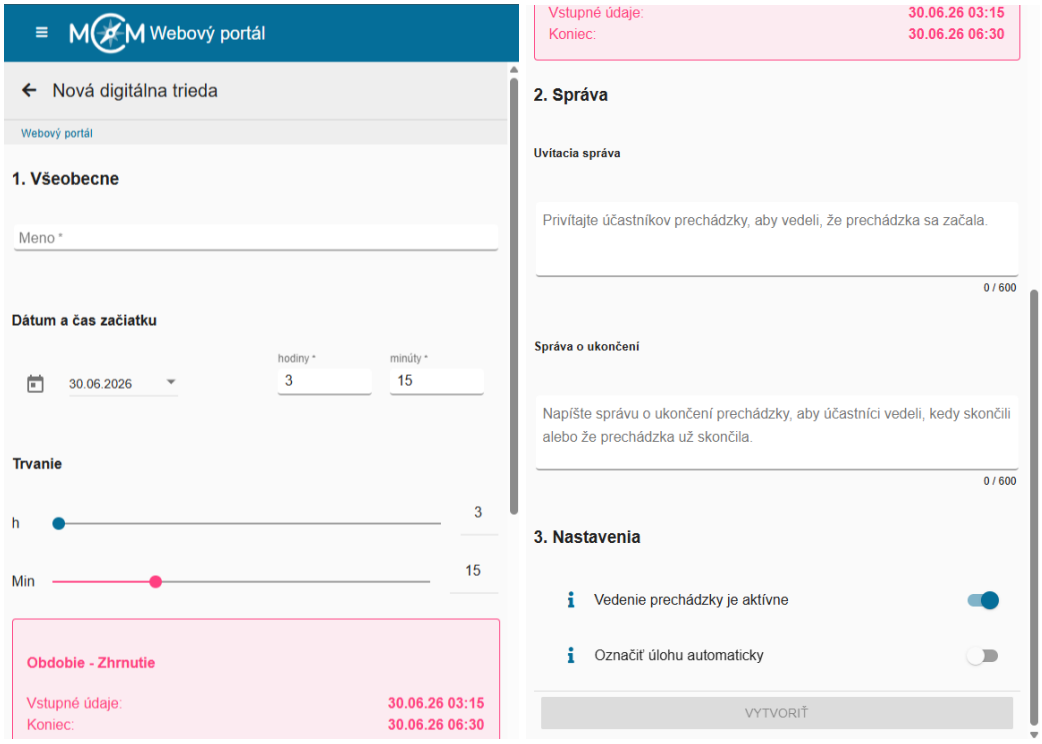
Jedná se o trasy probíhající, nadcházející a splněné. U každé ze záložek je pak seznam jednotlivých názvů tříd (jak si je autor pojmenoval). Nová digitální třída se vytvoří buď pomocí černého plus v šedém horním obdélníku, nebo pomocí modrého pole s nápisem **Nové** (viz obrázek 1.4).



Obrázek 1.4: Přehled digitálních tříd (záložka Probíhající).

Ve formuláři tvůrce nastavuje jméno Digitální třídy, čas konání, délku trvání, uvítací zprávu a zprávu o ukončení procházky. V sekci nastavení volí vedoucí trasy, zda uživatelé ve svých zařízeních uvidí bodové skóre dvou jiných skupin (skupiny bodovým skóre těsně

před nimi a těsně za nimi) a zda si budou moct pořadí plnění úloh volit, nebo jim bude přiřazováno aplikací automaticky. Vytvoření Digitální třídy potvrdí kliknutím na tlačítko **Vytvořit**.



(a) Tvorba digitální třídy (první část). (b) Tvorba digitální třídy (druhá část).

Obrázek 1.5: Tvorba digitální třídy.

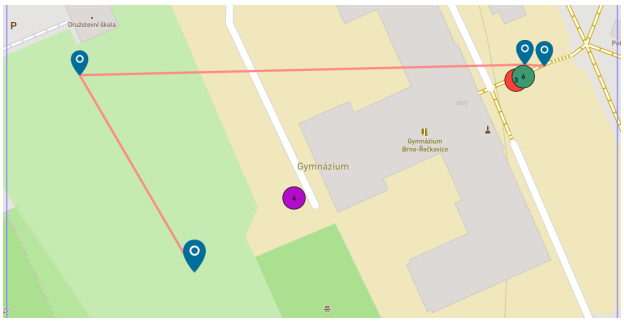
1.2.2 Přehled vedoucího trasy

Vedoucí si otevře přehled probíhajících digitálních tříd, vedle názvu procházky je v hranatých závorkách napsaný kód digitální třídy (viz obrázek 1.4). Pomocí tohoto kódu se k třídě přihlásí účastníci. Kód třídy se nachází i v Nastavení dané Digitální třídy, což bude ukázáno dále v této kapitole.

Mezi probíhajícími digitálními třídami jsou ty, které právě probíhají, ale i ty, které probíhat mají (zobrazí se zde **půl hodiny** před začátkem aktivity, do té doby lze ještě nastavení digitální třídy upravovat). Po otevření procházky, která probíhá, se zobrazí náhled s kartami uživatelů přihlášených k digitální třídě (záložka Účastníci), dalšími záložkami jsou Nastavení a Události (viz obrázek 1.7). Při přecházení mezi záložkami v procházce se horní lišta s názvem procházky v šedém poli nemění. V každém zobrazení je v tomto poli přístupná ikona znázorňující textovou bublinu, pomocí které může vedoucí trasy odesílat **hromadné zprávy** účastníkům (například nápovědy ke stanovišti, se kterým má velká část problém, čas zbývající do konce procházky apod.).

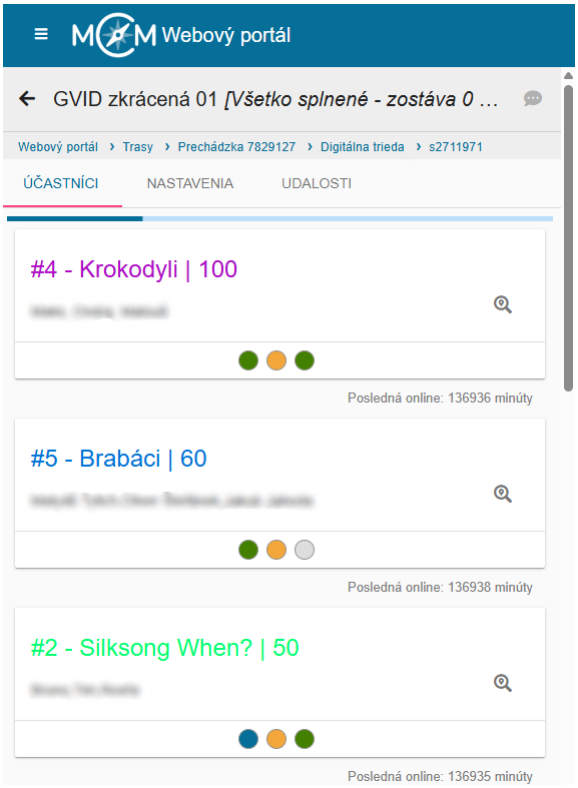
V záložce **Účastníci** jsou již zmíněné **karty uživatelů – skupin**. V každé kartě se nachází **název skupiny**, účastníci si jej volí sami. Barvy názvů si skupiny nevolí, ty jim

aplikace přiřadí automaticky, stejnou barvu pak přiřadí i kolečku v mapě znázorňujícímu pozici skupiny na trase.



Obrázek 1.6: Mapa s ikonami zobrazujícími pozice jednotlivých skupin.

Před názvem stojí číslo určující pořadí, v jakém se uživatelé do trasy přihlásili, slouží pouze pro přehlednost. Číslo za názvem skupiny uvádí počet bodů získaných za celou trasu (body za jednotlivá stanoviště se zde průběžně sčítají). Menším písmem pod názvem skupiny jsou vypsána jména jejích členů, jak je uživatelé při vstupu do digitální třídy zadali (v obrázku 1.7 jsou jména členů týmů záměrně rozmazaná, v aplikaci jsou čitelná).



Obrázek 1.7: Přehled karet skupin, jména členů skupin jsou v aplikaci čitelná.

Ikona lupy vpravo v kartě skupiny slouží k vyžádání polohy. Pokud se ikona skupiny na mapě nenachází, může vedoucí trasy tímto způsobem skupinu kontaktovat. Skupina musí mít ve svém zařízení zapnutou funkci určování polohy a v aplikaci udělené povolení pro sdílení dat o poloze.

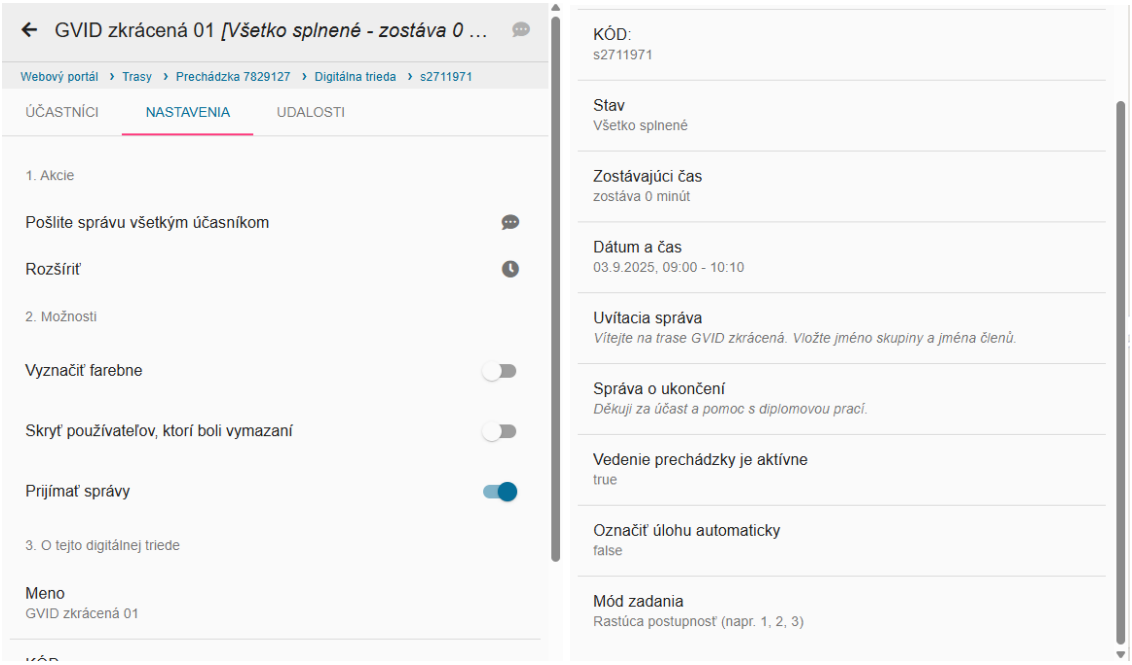
V každé kartě skupiny jsou **bílá kolečka se šedými okraji** symbolizující jednotlivá stanoviště. Po umístění kurzoru myši na kolečko se zobrazí název stanoviště, které je jím zastoupeno (v případě práce s dotykovým displejem stačí na kolečko kliknout).

Ve chvíli, kdy skupina otevře zadání stanoviště, políčko změní barvu na **modrou**. Pokud skupina splní úlohu výborně, políčko změní barvu na **zelenou**. Pokud je jejich odpověď pouze dostatečná pro uznání, nikoliv však úplně správná, políčko má **žlutou** barvu. Pokud odpoví špatně (vícekrát po sobě), políčko je **červené**.

Tímto lze sledovat postup jednotlivých skupin. Díky této funkci pak může vedoucí trasy například soustředit svou pozornost na pomalejší skupinky.

Na úlohu smí účastníci odpovědět špatně celkem osmkrát. Systém jim za první špatnou odpověď body neodečítá, za každou další špatnou odpověď odečte 15 bodů z celkového počtu 100, které mohou za splnění úlohy získat. Při poslední špatné odpovědi se může skupina podívat na řešení úlohy. Tým za tuto úlohu nezíská žádné body. **Body** získané za všechny úlohy se sčítají, což vedoucí trasy vidí v přehledu skupin, jak bylo výše zmíněno. Skupiny mohou vidět svá skóre a i své pořadí vůči ostatním skupinám (pokud je tak nastaveno – u tvorby procházky lze zapnout/vypnout funkci Vedení procházky, která to umožňuje).

V záložce **Nastavení** lze po spuštění trasy manipulovat pouze s některými aspekty trasy. Nachází se zde tři oddíly: Akce, Možnosti a O této procházce (viz obrázek 1.8).



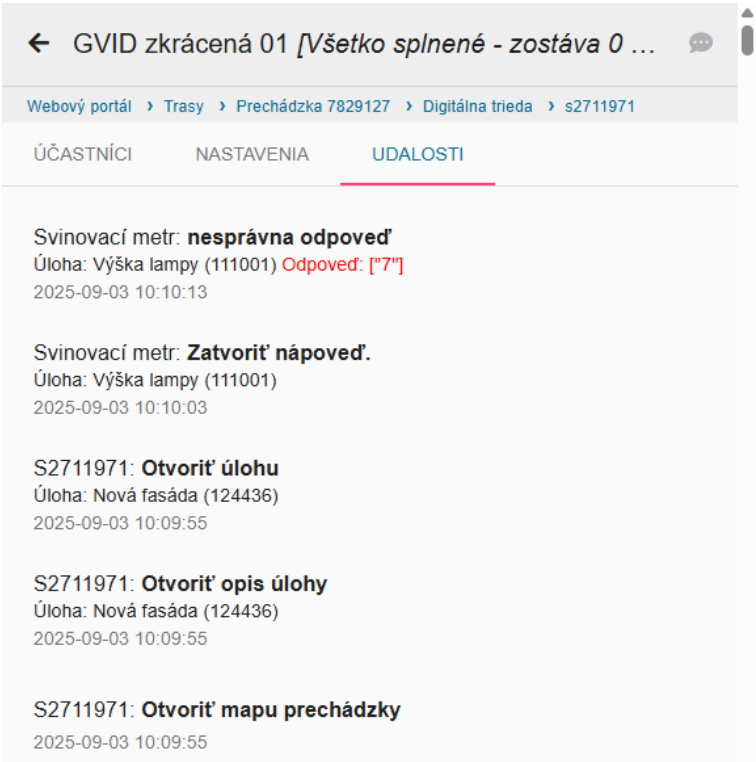
(a) Nastavení digitální třídy (první část). (b) Nastavení digitální třídy (druhá část).

Obrázek 1.8: Nastavení digitální třídy.

V **Akcích** jsou tyto dvě položky: **Pošlete zprávu všem účastníkům** – rozeslání hromadné zprávy (lze provést i pomocí dříve zmíněné ikony textové bubliny vedle názvu digitální třídy), **Rozšířit** – umožňuje prodloužit trvání digitální třídy o maximálně 30 minut, avšak tento krok lze provádět opakovaně.

V oddílu **Možnosti** jsou funkce spravující vzhled portálu. **Vyznačit barevně** dává názvům skupin různé barvy. Po vypnutí zůstanou v přehledu karet skupin všechny názvy černě, názvy skupin, které z trasy odešly, jsou vyznačeny šedě (stává se nedopatřením, že se někdo odpojí, nebo se přihlásí pod špatným jménem, a tak se přihlašuje opětovně jako nová skupina). **Skrýt uživatele, kteří byli vymazáni**, je ve výchozím nastavení vypnuto, ale pro přehlednost lze tuto funkci zapnout, a tím mít v přehledu pouze karty aktivních skupin. Jinak po smazání skupiny z trasy její karta zůstane v přehledu, jen bude mít název šedou barvu. **Přijímat zprávy** je zapnuto, umožňuje posílání zpráv mezi vedoucím a skupinami a obráceně.

Poslední sekce uvádí informace o dané digitální třídě (**O této digitální třídě**). Nachází se zde vypsané jméno digitální třídy, kód k přihlášení, stav, zbývající čas do konce aktivity, datum a čas konání, uvítací zpráva, kterou vedoucí digitální třídy zadal při vytváření, stejně tak zpráva o ukončení, též přehled funkcí, které byly zapnuty/vypnuty při vytváření: Vedení procházky je aktivní umožňující hráčům soutěžit mezi sebou; Označit úlohu automaticky, když je zapnuto, hráči dostanou přidělenou úlohu, na které mají právě pracovat; Mód zadání se také v nastavení měnit nedá (jak jsou hráčům přiřazovány úlohy, pokud se přiřazují automaticky).



Obrázek 1.9: Přehled událostí v digitální třídě.

Třetí záložka **Události** skýtá časový přehled aktivit jednotlivých skupin. Kdo kdy otevřel jakou úlohu, jak na ni odpověděl, otevírání nápověd, mapy apod.

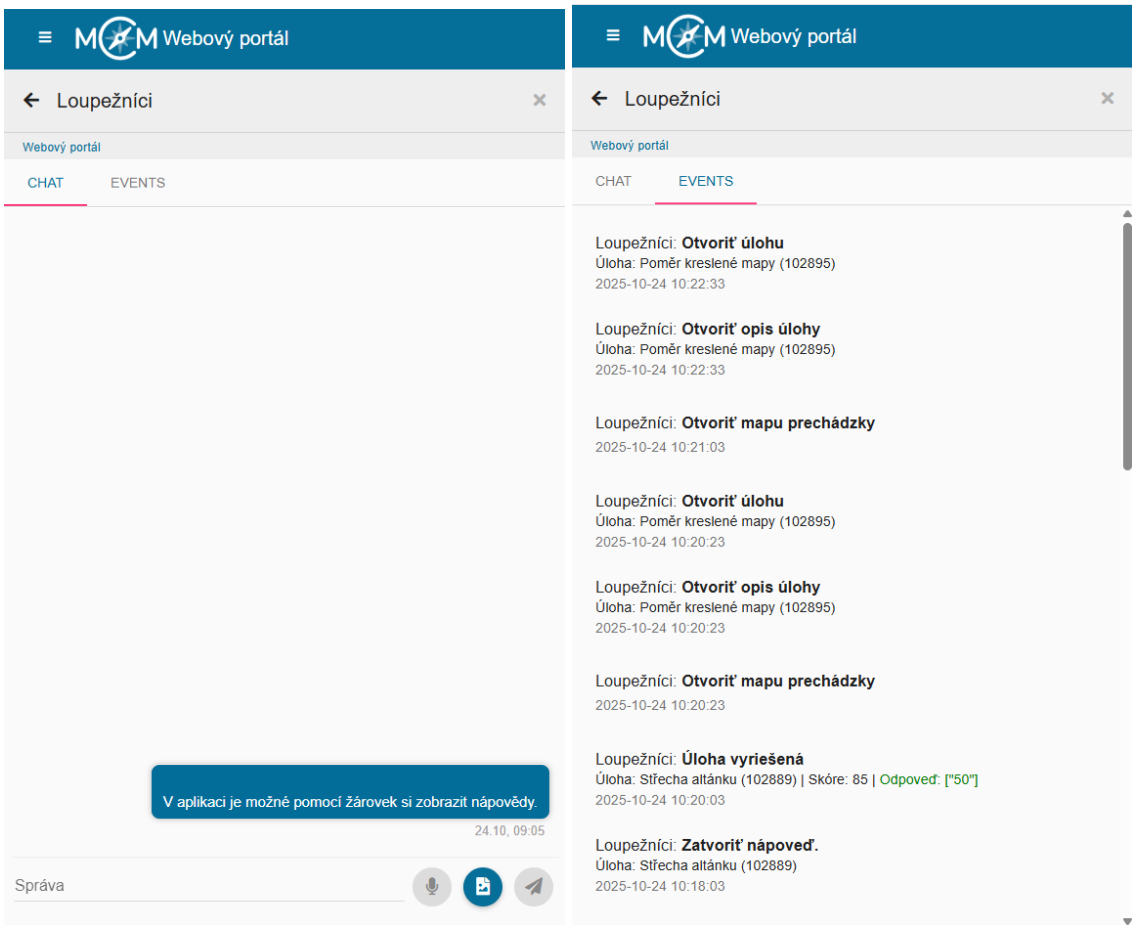
Karta skupiny – záložky

Po kliknutí na **kartu skupiny** lze přecházet mezi dvěma záložkami: **Chat**, **Events** (Události).

První záložka zobrazí **zprávy s danou skupinou**, slouží ke komunikaci pouze s ní, ovšem zobrazí se zde i zprávy poslané hromadně všem skupinám.

Chat s danou skupinou funguje stejně jako posílání **hromadných zpráv** v digitální třídě. K **odeslání textových zpráv** se používá šedá ikona s papírovou vlaštovkou. Kromě nich lze posílat **hlasové zprávy**, ty se nahrávají pomocí šedé ikony mikrofonu v pravém dolním rohu. Dále je možnost posílat **obrázkové zprávy** (například nápovědy, místo setkání), k tomu slouží modrá ikona.

V oddílu **Events** (Události) jsou sepsány jednotlivé aktivity dané skupiny. Otevření mapy, otevření úlohy, zobrazení nápovědy, chybná odpověď i s červeně zbarveným údajem, který uživatelé zadali, a bodové skóre za každé stanoviště.



(a) Karta skupiny – Chat. (b) Karta skupiny – Události.

Obrázek 1.10: Přehled v kartě skupiny.

Vedoucí trasy tedy může sledovat postup jednotlivých skupin, jejich pohyb na mapě, bodová skóre. Může komunikovat se skupinami pomocí hromadných zpráv či soukromých chatů. Může prodlužovat délku trvání digitální třídy a spravovat další nastavení týkající se

zobrazování uživatelů v přehledu.

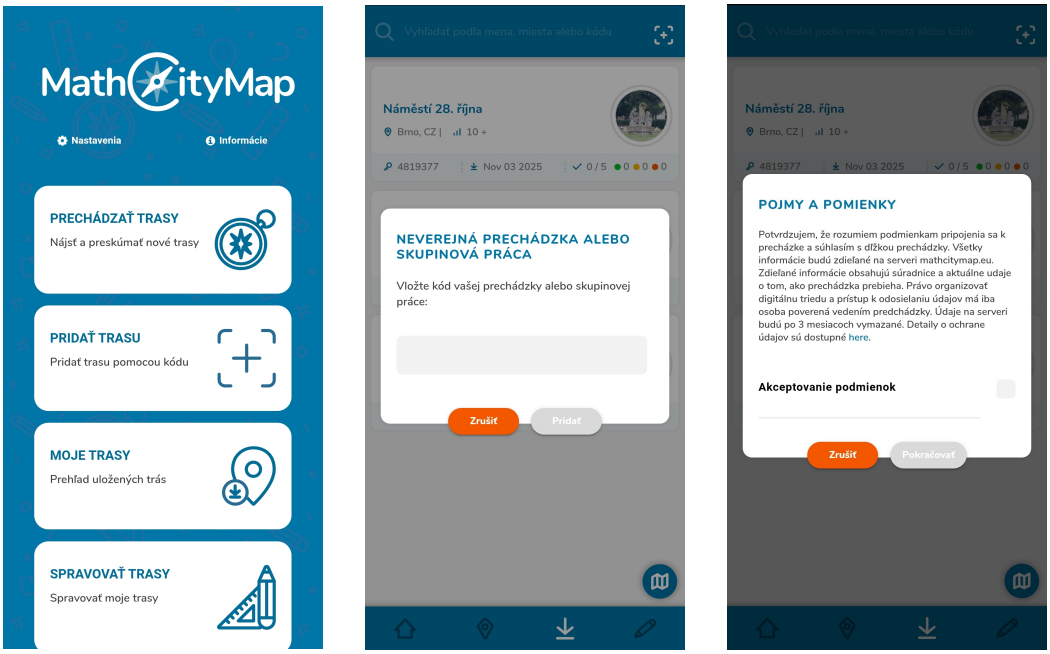
Proběhnuvší digitální třída zůstane v portálu **uložená** po dobu **šesti měsíců**. Po této době se již vedoucí trasy do dané digitální třídy nedostane, její název zmizí ze záložky **Všechno splněné**.

Pokud je v zájmu vyučujícího s žáky po delší době reflektovat jejich první průchod, je vhodné si průchod trasy uložit například ve formě snímku obrazovky, nebo si výsledky přepsat do vlastní tabulky, případně tak mohou učinit sami žáci. V portálu nijak **nelze digitální třídu uložit** po jejím skončení. Variantou je tuto záležitost obejít prodloužením trvání digitální třídy – to by ovšem znamenalo, že žáci se pomocí kódu k úlohám stále dostanou (veškeré jejich akce jsou však v aplikaci zaznamenány).

1.2.3 Digitální třída z pohledu účastníka

Pro vyučující a další vedoucí tras, kteří budou pracovat v digitální třídě s osobami neznalými aplikace MathCityMap, doporučuji využít **Návod** z přílohy této diplomové práce. Uživatelům je zde v několika krocích popsán vstup do digitální třídy a fungování v aplikaci v rámci trasy. Celý návod je doplněn o snímky obrazovky. Následující odstavce popisují fungování v aplikaci podrobněji, Návod pro uživatele je stručnější, popisuje však všechny potřebné funkce.

V aplikaci je více možností, odkud se lze přihlásit do digitální třídy. Buď už v úvodu aplikace může uživatel zvolit políčko **Přidat trasu** s modrou ikonou plus v rámečku, nebo při používání aplikace kliknout na tutéž ikonu v bílém provedení vedle vyhledávacího pole pro trasy (viz obrázek 1.11).



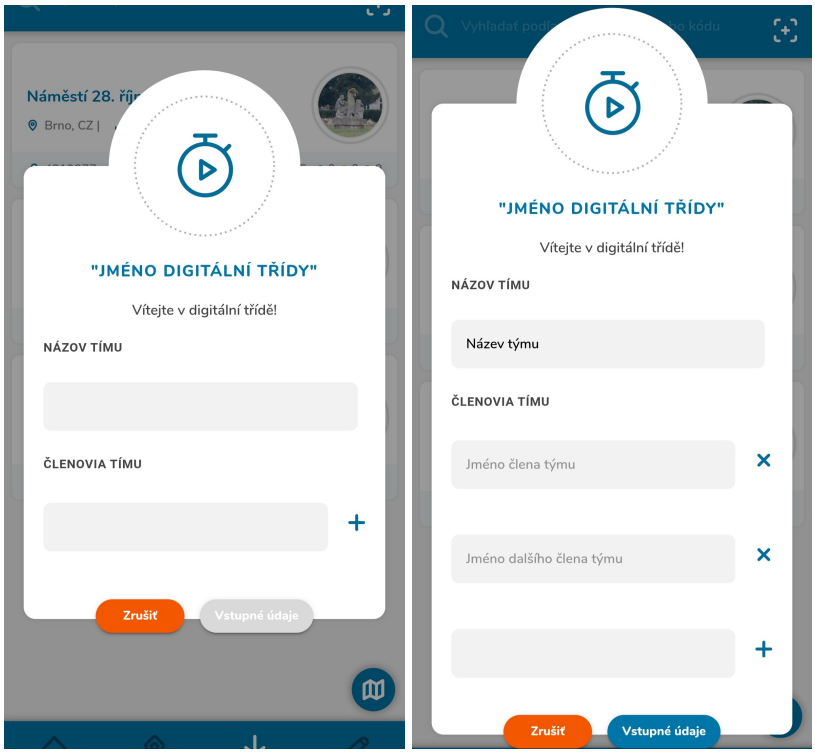
(a) Úvodní strana aplikace MathCityMap. (b) Vyskakovací okno pro zadání kódu. (c) Vyskakovací okno – přijetí podmínek.

Obrázek 1.11: Vstup do digitální třídy v aplikaci.

V obou případech se na displeji objeví vyskakovací okno s polem pro vepsání kódu neveřejné trasy, nebo přihlašovacího kódu pro digitální třídu (viz obrázek 1.11b). **Kód digitální třídy** je společný pro všechny účastníky. Vedoucí jej najde v informacích o digitální třídě v jejím Nastavení nebo v přehledu digitálních tříd, jak bylo zmíněno v předchozí sekci.

Po zadání kódu musí účastníci **souhlasit s podmínkami**, jelikož v průběhu digitální třídy sbírá aplikace informace o jejich aktuální poloze a postupu a přeposílá je vedoucímu trasy. Účastníci potvrdí svůj souhlas zaškrtnutím čtvercového políčka a kliknutím na tlačítko **Pokračovat**

Poté se objeví nové okno, kam účastníci zadávají **jméno svého týmu** a **jména členů týmu**. Členy lze přidávat pomocí modrého plus za posledním šedým polem. Vypsaná jména členů se odstraní pomocí modrého X za polem s daným jménem. Vyplněné údaje potvrzují účastníci kliknutím na modré tlačítko **Vstupní údaje**.



(a) Zadání údajů skupiny. (b) Ukázka přidání člena týmu.

Obrázek 1.12: Přihlášení skupiny do digitální třídy.

Tímto uživatelé vstoupí do trasy. Trasu si musí stáhnout, aby v ní mohli pracovat (funguje to stejně jako při plnění trasy bez digitální třídy). Uživatel se v přehledu trasy může podívat na informace o této trase a na její nastavení (týká se viditelnosti skóre, ukázkového řešení, přístupu k nápovědám, vkládání odpovědí, zpětné vazby a případně i zapnutého příběhu).

Přes tlačítko **Začít trasu** se uživatel dostane na mapu. V horní části stránky se nachází **název trasy**, vedle něj šipka, díky které se uživatel může vrátit do přehledu všech tras. Pod názvem trasy jsou v bílém poli údaje týkající se digitální třídy: **zbývající čas** a pozice týmu

daného účastníka – bodový zisk za všechny splněné úlohy, tým nacházející se v bodovém zisku těsně před daným týmem a tým nacházející se za ním.

Mapou lze pohybovat tažením jedním prstem, nebo přibližovat různá místa pomocí dvou prstů, k tomutéž lze použít plus a minus v levém dolním rohu mapy. Na mapě uživatelé uvidí i polohu své skupiny (v zařízení musí být **zapnuto určování polohy** pro správné fungování aplikace).

V pravém dolním rohu je v modrém poli ikona tří teček. Po kliknutí na ni se zobrazí čtyři nové ikony:

- **Bublina**: pomocí ní se uživatel dostane do chatu s vedoucím trasy. Zde může posílat textové, zvukové či obrazové zprávy pomocí textového pole a ikon v dolní části obrazovky. Šipkou v levém horním rohu se uživatel dostane zpátky na mapu.
- **Oranžová ikona se šipkou**: umožňuje opustit procházku.
- **Vlaječka**: zobrazuje seznam názvů úloh na trase, po zvolení jedné z úloh se na mapě zobrazí pouze její ikona, aby uživatelé věděli, jakého místa v okolí se úloha týká a kam se mohou vydat.
- **Křížek**: skryje nabídku více ikon.

Když uživatelé zvolí jednu z úloh, ať už výběrem přes ikonu vlaječky, či přímo z označených míst na mapě, v dolní části obrazovky se zobrazí pořadí úlohy v trase, její název a tlačítko **Přejít na úlohu**. Po kliknutí na něj se uživatelům otevře zadání úlohy.

S úlohou uživatelé pracují stejně jako mimo digitální třídu. Po přečtení zadání a zjištění odpovědi zadají uživatelé požadovaný údaj (způsob odpovídání se může lišit podle typu úlohy: výběr z nabídky, zadávání číselné odpovědi, doplnění slov do textu apod.) a zvolí tlačítko **Zkontrolovat** v dolní části obrazovky. Následně se zobrazí vyskakovací okno. V případě chybné odpovědi má červenou barvu, při více chybách se objeví i počet odečtených bodů za danou chybu. Pokud je odpověď v ještě uznatelných mezích (pouze při nastavení odpovědi na interval) zobrazí se ve vyskakovacím okně žlutá fajfka a bodový zisk, v případě správné odpovědi je fajfka zelená a také se zobrazí bodový zisk za úlohu.

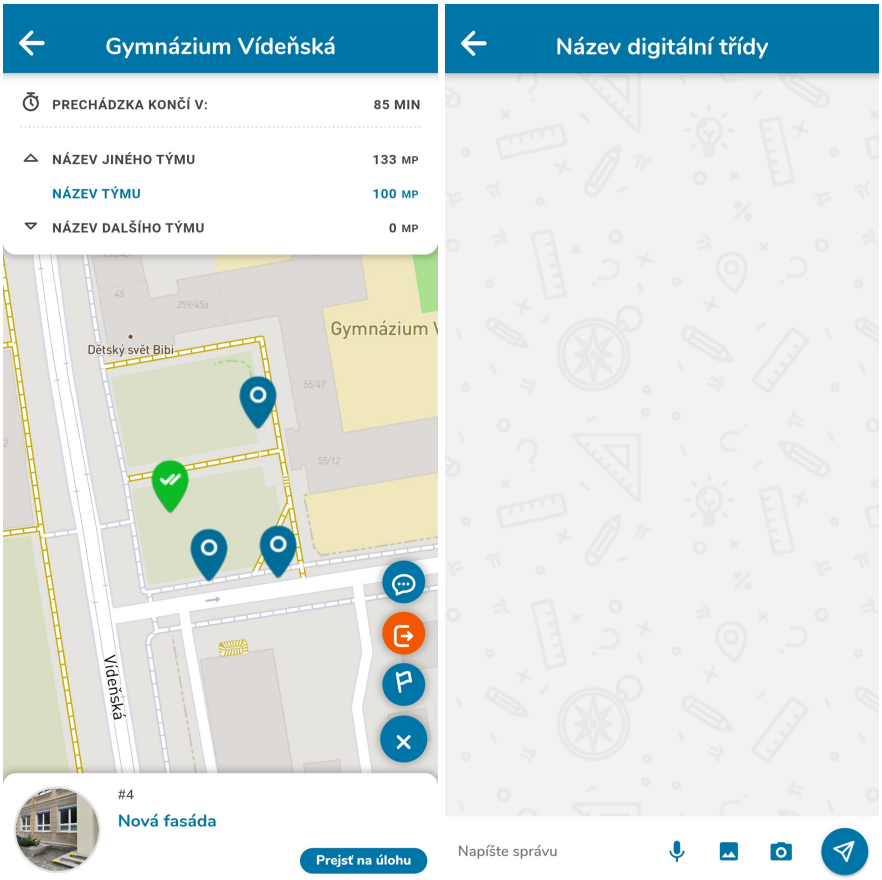
Pokud uživatelé udělají více chyb, nabídne jim aplikace otevření nějaké z nápověd, ty však mohou využívat i mimo nabídku aplikace.

Oddíl s nápovědami se nachází pod zadáním a prostorem pro odpovědi. Vedle nápisu **Support** jsou ikony žárovek (jejich počet závisí na nápovědách vytvořených k úkolu). Pod každou z žárovek se skrývá jedna nápověda a lze je otevírat postupně v předem určeném pořadí. Nepřístupná nápověda je šedá, nápověda k otevření je žlutá, již otevřená nápověda je světležlutá.

Dále jsou jen oddíly se zajímavostmi o úloze, jméno autora a odkaz pro případ, že by uživatelé měli s úlohou potíže, či měli nějaké návrhy na zlepšení.

Pokud uživatelé úlohu nechtějí hned řešit, mohou zvolit oranžové tlačítko **Přeskočit**.

Když se uživatelé po ukončení úlohy vrátí do mapy, zobrazí se jim ikona pro dané stanoviště v barvě odpovídající jejich výsledku (zelená/žlutá/červená). Ikona přeskočené úlohy se zobrazí šedě a uživatelé se k jejímu řešení mohou kdykoliv vrátit.



(a) Zobrazení mapy v aplikaci. (b) Chat v aplikaci.

Obrázek 1.13: Digitální třída v aplikaci.

1.3 Organizace procházek

Samotná organizace vyžaduje přípravu či výběr trasy, informování účastníků předem o nutných potřebách, nastavení pravidel pohybování se v prostředí trasy a podobně. Zde jsou vypsaná doporučení pro vyučující pořádající matematickou procházku se žáky.

1.3.1 Volba tras

Před uskutečněním matematické procházky je třeba zvolit trasu s úlohami na adekvátní úrovni dle žákovských dovedností. Vyučující zde má několik možností, které lze libovolně kombinovat:

- Zvolí si trasu, která již v portálu existuje, a na ní vytvoří svou digitální třídu. Zde pozor, vzhledem k tomu, že se jedná o cizí zveřejněnou trasu, nemá možnost předem upravit nastavení na dané trase (zobrazení ukázkového řešení, zpětná vazba apod.). Pokud bude chtít tato nastavení upravit, může existující trasu pomocí zveřejněných úloh sestavit znovu (ze svého účtu), na ní provést změny a následně zde vytvořit digitální třídu.

- Vybere si libovolné ze zveřejněných úloh v okolí místa konání matematické procházky a z nich sestaví vlastní trasu. Úlohy na trase upravovat nemůže, protože není jejich vlastníkem, ale smí měnit jejich pořadí, jelikož nová trasa je jeho výtvorem. Pokud by chtěl zachovat úlohy, ale jen změnit nějakou jejich část, může využít kopírování již existujících úloh (ukázáno v kapitole 3.1.9 v [3]).
- Vymyslí úlohy vlastní. Jedná se o nejnáročnější, ale často také o nejvhodnější variantu. Při tvorbě se lze inspirovat jinými již vytvořenými úlohami, případně lze využít funkci kouzelné hůlky (Generická úloha), která dle zvoleného tématu a objektu vytvoří úlohu na trasu (tvorba úloh viz kapitola 3.1 v [3]).

1.3.2 Průběh matematické procházky

Před uskutečněním matematické procházky je potřeba informovat účastníky. Dle náročnosti procházky a výpočtů je potřeba zajistit papíry a psací potřeby, dále pomůcky vypsané u úloh v trase (zejména se jedná o pravítka, metry a kalkulačky). Zde je na domluvě a uvážení, jakou část z potřeb si zajistí účastníci sami a jakou zajistí organizátor.

Při výčtu pomůcek, které si mají uživatelé na trasu přinést, nesmí organizátor zapomenout reflektovat počasí, ve kterém bude skupina trasu absolvovat. V zimě jsou nutné rukavice, v létě pokrývky hlavy a dostatek tekutin.

Pokud bude probíhat matematická procházka pomocí aplikace MathCityMap, případně i Digitální třídy, musí si účastníci před konáním akce stáhnout do telefonů danou aplikaci a seznámit se s jejím fungováním.

Z mých průchodů: Při procházení trasy u školy si žáci sami zajistili papíry a psací potřeby, každý měl povinnost přinést si svinovací metr. Ze školy jsme půjčili pásma a zrcátka, která byla využita při řešení jedné úlohy. Ve tříčlenných skupinách byl vždy jeden člen s mobilním telefonem, ve kterém měl aplikaci MathCityMap.

Procházku lze organizovat pomocí aplikace MathCityMap, nebo bez ní. Při průchodu s aplikací jsou dvě varianty: Digitální třída (její fungování je zde popsáno v kapitole 1.2), kdy má vyučující přehled o pohybu žáků a plnění úloh u sebe v portálu; prostý průchod trasy, pro který žáci potřebují znát název či kód trasy (pro neveřejnou trasu kód), úlohy plní ve svých zařízeních a vyučující si musí udržovat přehled o jejich práci procházením. V obou případech je potřeba, aby žáci měli mobilní telefony s aplikací a aby v něm měli zapnuté určování polohy.

Pokud někdo ve skupině nemá přístup k zařízení, na kterém by trasu mohl absolvovat, je možné využít stažení trasy ve formátu *.pdf – způsob exportování pracovních listů trasy naleznete v mé bakalářské práci (viz [3]). Tento dokument lze vytisknout předem a rozdat účastníkům.

Zde si dovolím upozornit na nedostatek dokumentu – exportuje se do něj pouze text zadání a fotografie daného místa. Pokud například zadání odkazuje na výběr z možností v oddílu řešení, nebo doplnění do textu tamtéž, tato sekce se v pracovních listech neobjeví. Také pokud zadání úlohy obsahuje část textu psanou pomocí kódu LaTeX, daný kód budou obsahovat i tištěné materiály.

Před začátkem aktivity je vhodné účastníky seznámit s vymezeným časem na plnění úloh na trase a domluvit se s nimi na místě setkání po uplynutí času.

Z mých průchodů: Než se žáci vydali na trasu, nastavili jsme pravidla pro pohyb na trase – přecházení cest, běhání a podobně. Také jsme si ukázali, kde se jednotlivá stanoviště nacházejí. Domluvili jsme se, že v případě jakýchkoliv problémů mne mají informovat. Také, kdyby si nevěděli rady se stanovištěm ani po všech nápovědách, mohli se zeptat mne nebo vyučujícího, nebo úlohu přeskočit.

Samotnou procházku je vhodné vést způsobem E-U-R (evokace – uvědomění – reflexe). Stanovte si cíl/účel, proč procházku pořádáte, nechte ji proběhnout a zreflektujte, co se na trase dělo, jak žáci řešili úlohy, co jim nešlo, co se jim dařilo. Také pokud se bude jednat o skupinovou aktivitu, můžete pozorovat fungování vztahů ve třídě.

Účelů konání matematické procházky je nespočet. V následujících odstavcích uvádím několik příkladů.

1. **Ověření znalostí**. Matematická stanoviště lze zařadit po probraném tématu místo závěrečného testu.

2. **Evokační stezka**. V rámci matematické procházky mohou žáci aplikovat, co znají, a zjišťovat, co je čeká – toto je vhodné u témat, která žáci znají například ze základní školy a které na střední škole potkávají podruhé.

3. **Opakování**. Na trase si žáci procvičí, co se právě naučili.

4. **Mezipředmětové trasy**. Ve městech se nacházejí sochy významných osobností, pamětní desky, ulice pojmenované po historických osobnostech, památky, kostely a další. Mimo města či v parcích potkáme mnoho druhů stromů. Tomuto účelu dobře slouží možnost jako řešení nastavit doplnění na vynechaná místa do textu. Nebo zadávat do úloh čísla nacházející se na pamětních deskách či sochách – tím způsobem se žáci seznamují se svým okolím a historií. Mezipředmětové uchopení tras není omezeno na předchozí výčet, je vhodné jej provádět v tandemu s vyučujícím druhého předmětu.

V průběhu procházky účastníci počítají samostatně, nebo po skupinách, případně se dle předchozí domluvy mohou obrátit na vedoucího trasy. Dodržují předem stanovená pravidla o pohybu na trase.

Po skončení trasy je důležitá závěrečná reflexe a práce s výsledky. Tato část již může probíhat po návratu do učebny. Závěr by měl reflektovat, za jakým účelem byla procházka pořádána.

1. **Hodnocení** ověření znalostí. V aplikaci lze vidět, jak si která skupina vedla, případně vedoucí trasy vysbírá a opraví pracovní listy z trasy. Využít může i **sebehodnocení**, kdy s žáky projde řešení příkladů, ukáže jim výsledky a oni sami si projdou své výpočty a zjistí, kde dělali chyby. Tento proces je vhodné zaznamenávat odlišnou barvou do pracovních listů (metoda semafor).

2. **Reflexe evokace**. Vyučující s žáky projde, čeho se trasa týkala. V tuto chvíli je vhodné zařadit skupinovou diskuzi – jak se jednotlivé příklady řešily, ptát se žáků, jaké téma úlohy spojuje, co si o daném tématu pamatují, co jim dělalo problém.

3. **Opakování**. Stejně jako v předchozí odrážce můžeme žáky nechat sdílet své postupy a výpočty. Případně prozradit výsledky a dát žákům prostor, aby zjistili, jestli někde dělali chyby. Jelikož se jedná o opakování, je vhodné projít s žáky jednotlivé příklady (minimálně slovně) a správný postup. Je možné, že se jednotlivé žákovské postupy budou lišit. V takovém případě je důležité upozornit na náročnější výpočty v některých postupech, ale nezapomenout na jejich správnost.

4. **Mezipředmětové trasy**. Reflexe se liší podle zvoleného druhého předmětu vedle matematiky a podle vystavění trasy. Vzhledem k nepřebernému množství zde uvedu pouze jednu: Žáci měli v trase za úkol spočítat jaké procento ze stromů na ohraničeném prostoru mezi cestami v parku jsou kaštany. V reflexi probereme, kolik takových stromů tam rostlo, podle čeho je žáci rozlišili od ostatních stromů a jak spočítali jejich procentuální zastoupení.

Ukončení trasy je důležité nenechat bez závěru. Účastníci by měli být provedeni celou cestou až ke zjištění, zda byly jejich výpočty správné. Bez této části se zdá, jako by se procházka po vymezeném čase usekla, papíry s výpočty se zapomenou a účel nemusí být naplněn.

Průchod výpočty a postupy žáků je důležitý pro žáky, stejně jako je důležitá zpětná vazba pro tvůrce trasy či zadavatele matematické procházky – na základě uživatelských řešení lze upravit stanoviště, aby bylo obtížnější, či méně obtížné. Případně mohlo v průběhu aktivity dojít k nepochopení zadání, větším odchylkám od nastaveného řešení, či ke změně prostředí, tudíž je potřeba zadání přepsat, rozšířit interval nebo provést jiné změny.

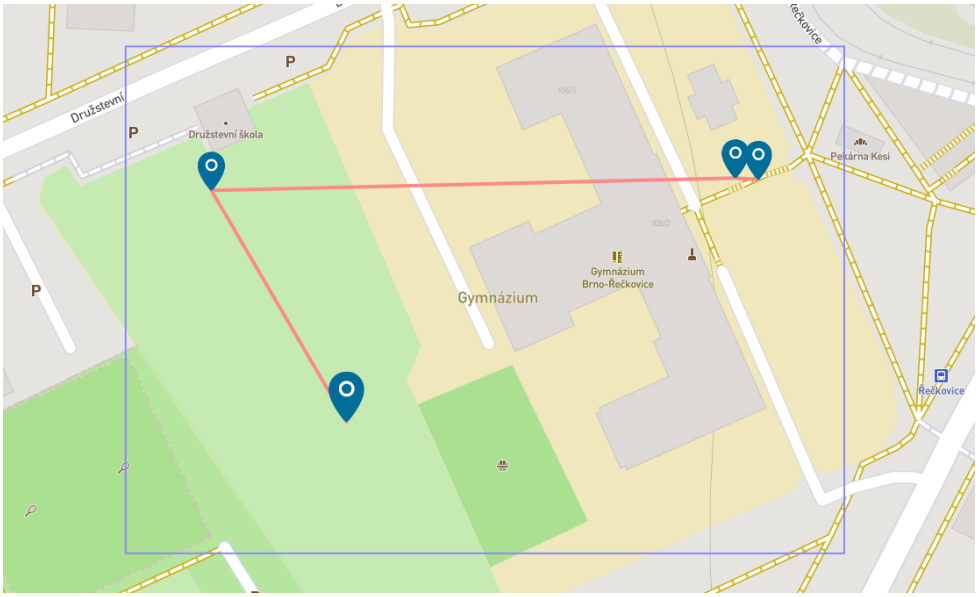
Kapitola 2

Trasy v Brně

V příloze této práce jsou k nalezení pracovní listy k trasám pro průchod bez aplikace.

2.1 Gymnázium Řečkovice

V areálu zahrady Gymnázia Řečkovice byla vytvořena čtyři stanoviště (minimální počet stanovišť, při kterém lze požádat o zveřejnění trasy), která jsou rozložena před i za budovou školy. Zaměřují se primárně na práci s poměrem.



Obrázek 2.1: Mapa trasy Gymnázium Řečkovice.

2.1.1 Zvětšení grafitu

Poznámka k tvorbě: Po prvním navštívení místa jsem tuto úlohu plánovala jinak. Nejprve jsem myslela, že bude na žácích, aby zjistili (buď pomocí vzdáleností mezi atomy, nebo z velikosti poloměru atomu), kolikrát byl grafit zvětšen pro tento model. Až na místě jsem

zjistila, že poměry zvětšení pro vzdálenosti mezi atomy a pro poloměr atomu jsou různé. Zadání této úlohy proto uvádí pouze původní vzdálenost atomů uhlíku. Zároveň jsem zůstala u své původní myšlenky, aby řešitelé zvětšovali kuličku, kterou mají před sebou, tolikrát, kolikrát byl zvětšen grafit do modelu.

V zadání se nachází výčet poloměrů planet sluneční soustavy. Je to z toho důvodu, že v aplikaci se při náhledu úlohy zobrazí i pole, kam uživatelé zadávají řešení úlohy. U této úlohy se jedná o výběr z možností. Řešitelé volí jednu z nerovností vypadajících následovně: *poloměř planety* $<$ *poloměr zvětšené kuličky* $<$ *poloměr planety*.



Obrázek 2.2: Model k úloze Zvětšení grafitu.

Zadání: U modelu grafitu zjistěte, kolikrát byl zvětšen pomocí vzdálenosti jednotlivých atomů uhlíku. Víte, že původní vzdálenost atomů uhlíku v grafitu ve vodorovné vrstvě je 141,5 pm. Vzdálenost dvou černých kuliček počítejte na celá čísla v centimetrech.

Stejně zvětšete černou kuličku K modelu, která symbolizuje atom uhlíku. Jak velká by kulička K byla? Průměr kuličky uvažujte v celých číslech v centimetrech.

Poloměry planet (v km):

- Merkur: 2 439,7
- Venuše: 6 051,8
- Země: 6 378
- Mars: 3 389,5
- Jupiter: 69 911
- Saturn: 58 232
- Uran: 25 362
- Neptun: 24 622

Nápovědy:

1. Ptám se: Kolikrát (x-krát) bylo potřeba zvětšit vzdálenost mezi atomy uhlíku, aby byla rovna naměřené hodnotě?
2. Průměr kuličky je v centimetrech prvočíslo.
3. Pozor na různé jednotky! Všechno je potřeba převést na stejnou. 1 pikometr je 10^{-12}.

Řešení: Naměřená vzdálenost mezi dvěma kuličkami ve vodorovné vrstvě modelu je 15 cm. Průměr kuličky k v modelu je d_k = 5 cm, její poloměr je 2,5 cm.

Vzdálenost mezi atomy uhlíku se zvětšila x-krát (Pozor na jednotky! Vzdálenost byla v pikometrech 1 pm= $1 \cdot 10^{-12}$ m).

$$x \cdot 141,5 \cdot 10^{-12} = 15 \cdot 10^{-2}$$
$$x = 1\ 060\ 070\ 671$$

Zvětšili jsme vzdálenost více než miliardkrát.

Poloměr původní kuličky je r_k = 2,5 cm (tedy 0,025 m). Spočítejme poloměr zvětšené kuličky K, označme jej r_K.

$$r_K = r_k \cdot x = 0,025 \cdot 1\ 060\ 070\ 671 = 26\ 501\ 766,78\,\text{m} \approx 26\ 501,8\,\text{km}$$

Teď už jen zbývá porovnat zjištěný poloměr zvětšené kuličky K s poloměry planet.

Správná odpověď: Uran < K < Saturn.

2.1.2 Střecha altánku

Poznámka k tvorbě: Původně jsem zamýšlela altánek využít na spočítání plochy střechy, či úhlu u hřebenu střechy. Po vytvoření úlohy jsem v zadání musela dělat úpravy, aby bylo jasné, že mi jde o počet celých prken, která budou spotřebována na střechu altánku (potřeba je 49 a půl prkna, takže jich celých potřebujeme 50).



Obrázek 2.3: Altánek v areálu Gymnázia Řečkovice.

V této úloze měli žáci problém uchopit výšku střechy. Nebyli si jistí, jestli ji měřit od trámů, na kterých je posazená, nebo od jejích konců přesahujících půdorys altánu. Z toho důvodu jsem přidávala třetí nápovědu.

Po testování v terénu s žáky jsem kvůli odchylkám v jejich výpočtech nastavovala jako odpověď ne přesnou hodnotu (původně 50), ale doplnění do textu (nyní „Škola potřebuje objednat **49/50/51** prken.“ – tímto způsobem aplikace uzná jednu ze tří zadaných hodnot).

Kdybych nechala odpověď ve formě intervalu od 49 do 51, nemusela by proběhnout myšlenka, kolik prken budou potřebovat, když jako výsledek bylo uznáno i jiné číslo než celé.

Zadání: Zjistěte, kolik celých prken o šířce 12 cm a délce stejné jako je délka altánku bude potřeba objednat na pokrytí střechy altánku. Zlom v nejvyšším bodě zanedbejte. Víte, že střecha končí 55 cm daleko od vnější strany trámů vymezujících vstup do altánku. Hřeben střechy je vzdálen 162 cm od roviny konců střechy.

Nápovědy:

1. Délka altánku je zanedbatelná.
2. Pythagoras radí jednou větou.
3. Výšku střechy a šířku střechy nepočítáme od trámů podpírajících střechu, ale od úplných konců střechy.

Řešení: Délku altánku neřešíme, potřebujeme spočítat šířku střechy. Víme, že čelo střechy tvoří rovnoramenný trojúhelník. Jeho výška je 162 cm. Délku základny spočítáme změřením šířky altánku a připočítáním hodnoty 55 cm ze zadání z pravé i z levé strany altánku. Základna má tedy 497 cm. Pythagorovou větou dopočítáme délku jednoho ramene (šířku poloviny střechy).

šířka poloviny střechy = $\sqrt{162^2 + 248,5^2}$
šířka celé střechy $\approx 593,3$
počet prken na střechu $= 593,3/12 \approx 49,5$
Celých prken na střechu potřebujeme 50.

2.1.3 Poměr kreslené mapy

Poznámka k tvorbě: V areálu se nachází více kreslených map, ikona stanoviště je umístěna u jedné z nich. Žákům jsem před průchodem sdělila, že mohou pracovat s libovolnou z map.

Původně jsem myslela, že bude úkolem na tomto stanovišti zjistit, v jakém poměru je mapa vytvořená. Při přeměřování různých vzdáleností jsem zjistila, že poměr není konstantní. Rozhodla jsem se tedy naměřit několik hodnot v zahradě školy, zjistit si dané vzdálenosti v mapě, vypočítat poměr pro jednotlivá místa. Až poté jsem se rozhodla, co bude cílem na stanovišti, a to když jsem ve výsledcích objevila dva velmi blízké poměry.



Obrázek 2.4: Mapa areálu Gymnázia Řečkovice.

Zadání: Zjistěte, které ze zadaných vzdáleností odpovídají poměru 150:1 s odchylkou ±0,2 cm v mapě.

Nabídka:

- šířka cesty podél školy (vpravo od schodiště směrem nahoru);
- délka stolu posezení (libovolného);
- šířka pergoly;
- délka ping-pongových stolů;
- vzdálenost plůtku jezírka a altánu;
- šířka ping-pongových stolů.

Nápovědy:

1. Poměr překládáme jako: kolik centimetrů ve skutečnosti odpovídá jednomu centimetru na mapě.
2. Zamyslete se: potřebujete změřit všechny objekty v areálu, než začnete pracovat s mapou?

Řešení: Úlohu lze řešit více způsoby.

Zjistíme ve skutečnosti údaje ze zadání (je lepší začínat s větší vzdáleností, dojde k menším odchylkám):

šířka cesty podél školy	. . . 400 cm
délka stolu posezení (libovolného)	. . . 170 cm
šířka pergoly	. . . 596 cm
délka ping-pongových stolů	. . . 274 cm
vzdálenost plůtku jezírka a altánu	. . . 629 cm
šířka ping-pongových stolů	. . . 152,5 cm

Využijeme trojčlenku (vycházíme ze zadaného poměru):

$$\begin{array}{c} x \text{ v cm } \ldots a = \text{skutečná vzdálenost v cm} \\ 1\,\text{cm} \ldots 150 \text{ skutečných cm} \\ \hline x = \dfrac{a}{150} \end{array}$$

Naměřené skutečné velikosti převedeme pomocí zjištěného vzorce na cm na mapě (zaokrouhlujeme na 1 desetinné místo):

šířka cesty podél školy	…2,7 cm
délka stolu posezení (libovolného)	…1,3 cm
šířka pergoly	…4 cm
délka ping-pongových stolů	…1,8 cm
vzdálenost plůtku jezírka a altánu	…4,2 cm
šířka ping-pongových stolů	…1 cm

Při ověřování v mapě zjistíme, že zadanému poměru (v mezích odchylky) odpovídá šířka cesty podél školy a vzdálenost plůtku jezírka a altánu.

2.1.4 Šířka schodů

Poznámka k tvorbě: Tato úloha vznikla jako poslední. Šířku jednotlivých schodů jsem měřila již pro úkol s mapou, ale nakonec jsem ji nevyužila.

Již při měření jsem zjistila, že každý schod je jinak široký. Odtud zjišťování aritmetického průměru.



Obrázek 2.5: Schody před vstupem do Gymnázia Řečkovice.

Zadání: Druhé schodiště ve směru od branky školy k budově se skládá z šesti různě širokých schodů. Spočtěte průměrnou šířku jednoho schodu. Odpověď uveďte v milimetrech.

Nápovědy:

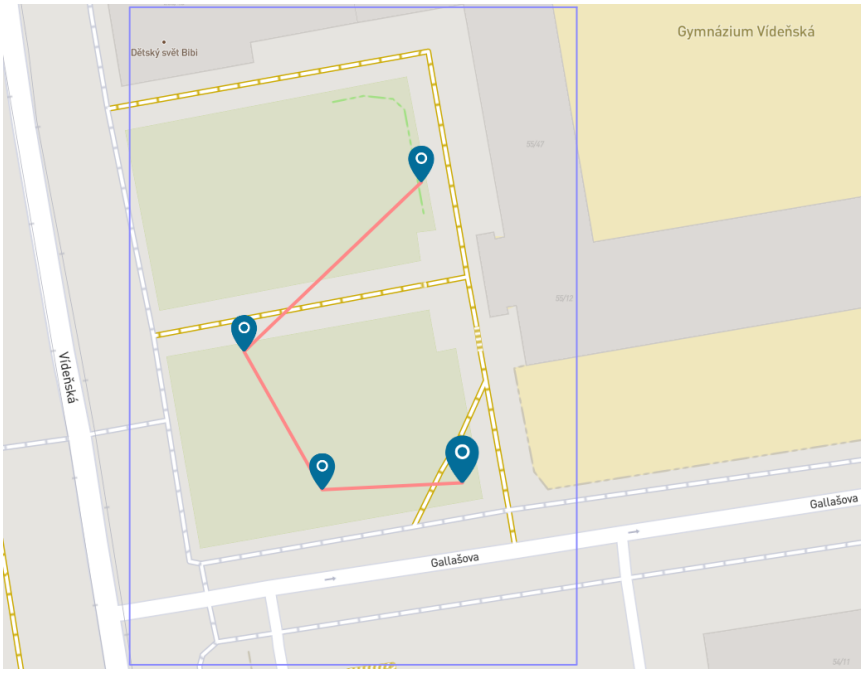
1. Šířka schodu se nepočítá od zábradlí po zábradlí.
2. Aritmetický průměr je podíl součtu všech hodnot a počtu daných hodnot.

Řešení: Změříme šířku jednotlivých schodů, šířky sečteme a vydělíme počtem schodů.

$$(340 + 305 + 320 + 315 + 315 + 315) : 6 \approx 318\,\text{mm}$$

2.2 Gymnázium Vídeňská

Trasa byla vytvořena po konzultaci s vyučujícím matematiky třídy, se kterou první testování probíhalo. Na trase jsou úlohy využívající podobnost trojúhelníků a počítání obsahů ploch.



Obrázek 2.6: Mapa trasy Gymnázium Vídeňská.

2.2.1 Stín a výška sochy

Poznámka k tvorbě: Využila jsem zadání z trasy Náměstí 28. října, kterou jsem vytvářela v rámci své bakalářské práce.

Rozdíl mezi úlohou na náměstí 28. října a touto byl, že zde jsem nedohledala nikde skutečnou výšku, takže vycházím pouze z výpočtu výšky pomocí podle stínů (jako v řešení úlohy) a přibližnému měření samotné sochy, které bylo nepřesné kvůli velké výšce sochy a nestabilitě měřicí pomůcky. Zadání úlohy se po testování nezměnilo, interval pro odpověď nebylo nutné nijak měnit.



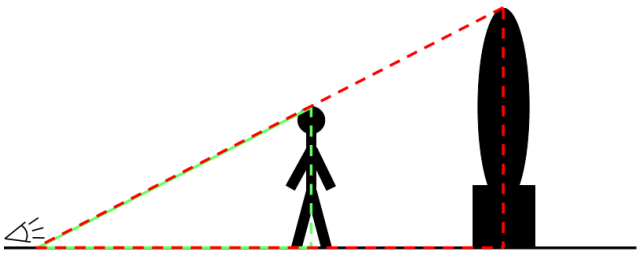
Obrázek 2.7: Socha před Gymnáziem Vídeňská.

Zadání: Z délky stínu sochy Loučení Krista s Marií určete její výšku (socha včetně podstavce). Odpověď uvažujte v celých číslech v centimetrech. Pokud stín změřit nejde, zkuste najít jiný způsob, jak výšku zjistit (kromě přímého měření výšky sochy).

Nápovědy:

1. Délka stínu sochy je přímo úměrná jeho výšce, stejně tak je délka vašeho stínu přímo úměrná vaší výšce.

2. Pokud nesvítí slunce, postupujte touto metodou.



Obrázek 2.8: Podobnost trojúhelníků při pohledu na sochu přes osobu.

3. Obě metody vycházejí z podobnosti trojúhelníků.

Řešení: V řešení využíváme přímou úměrnost ze závislosti délky stínu na výšce předmětu/osoby, jíž stín náleží.

Výška v_o osoby byla 174 cm, délka stínu osoby s_o byla 320 cm, délka stínu sochy s_s

byla v tu chvíli 730 cm. Výpočet výšky sochy v_s je následovný:

$$\begin{aligned} v_s \ldots s_s &= 730\,\text{cm} \\ v_o = 174\,\text{cm} \ldots s_o &= 320\,\text{cm} \\ \frac{v_s}{730} &= \frac{174}{320} \\ v_s &= \frac{174}{320} \cdot 730 \\ v_s &= \frac{12\,702}{32} \approx 396{,}9\,\text{cm} \approx 3{,}97\,\text{m} \end{aligned}$$

2.2.2 Nová fasáda

Poznámka k tvorbě: Tato úloha prošla mnoha změnami, proto uvádím i původní zadání pro srovnání.

Při vytváření úlohy (a zejména po jejím testování) jsem musela přidat celkem tři podúlohy kvůli většímu množství výpočtů a možným odchylkám v průběhu výpočtů. Tímto způsobem mohou uživatelé průběžně zjišťovat, zda jsou jejich výpočty správné, a zavčas odhalí chyby a odchylky.

Podúlohy jsou nastaveny v trase jako povinné k řešení. Uživatelé tedy nemohou řešit přímo celkovou úlohu, ale musí projít jejími jednotlivými částmi.

V podúloze o ploše fasády je nápověda týkající se délky budovy. Ačkoliv mají uživatelé pracovat s autentickými rozměry, uvedla jsem nápovědu k délce kvůli možným velkým odchylkám ve výsledcích.



Obrázek 2.9: Přízemí budovy Gymnázia Vídeňská – část, se kterou žáci v úloze počítají.

Původní zadání: Gymnázium Vídeňská bude natírat fasádu školy. Kolik peněz nejméně škola utratí za natření fasády přízemní části levého křídla budovy od vestibulu po roh (pouze přes osm pásů fasády)?

Zvolená barva:
Balení

- 1 litr za 345 Kč,
- 3 litry za 875 Kč,
- 10 litrů za 2139 Kč.

Hladký povrch 9–11 m^2/l v jedné vrstvě. Hrubý povrch 6–9 m^2/l v jedné vrstvě.
Při koupi tří a více balení jednoho druhu je množstevní sleva – částka se odečítá od každého zakoupeného balení daného druhu:

- litrová balení: 50 Kč/kus,
- 3litrová balení: 150 Kč/kus,
- 10litrová balení: 200 Kč/kus.

Povrch budovy je hrubý, bude se natírat dvakrát. Prohlubně mezi pruhy ve fasádě zanedbejte, pracujte s nimi jako se součástí plochy. Taktéž okap počítejte jako součást plochy. Délka budovy je celočíselný násobek 1000 cm.

Zadání: Gymnázium Vídeňská bude natírat fasádu školy. Kolik peněz nejméně škola utratí za natření fasády přízemní části levého křídla budovy od vestibulu po roh (pouze přes osm pásů fasády)?
Zvolená barva: Balení

- 1 litr za 345 Kč,
- 3 litry za 875 Kč,
- 10 litrů za 2139 Kč.

Hladký povrch 9–11 m^2/l v jedné vrstvě.
Hrubý povrch 6–9 m^2/l v jedné vrstvě.
Povrch budovy se bude natírat dvakrát. Prohlubně mezi pruhy ve fasádě zanedbejte, pracujte s nimi jako se součástí plochy.
Nejprve vyřešte podúlohy (support tasks).

Nápovědy:

1. Nejprve vyřešte podúkoly.
2. Škola chce utratit co nejméně peněz.
3. 1 litr barvy se rozetře na co největší plochu. Škola se natírá dvakrát.

Řešení: Různé části řešení odpovídají řešení podúloh u tohoto příkladu. Celkové řešení úlohy se nachází v portálu u hlavní části úlohy. Každá podúloha v portálu obsahuje své řešení.

Řešení podúlohy Plocha budovy: Výšku fasády lze spočítat pomocí výšky 8 pásů fasády.

Šířky pásů fasády v cm (od spodního):	$53, 39, 47, 51, 50$(na horní tři nedosáhnu)
Průměrná výška 1 pásu:	$(53+39+47+51+50) : 5 = 48\,\text{cm}$
Výška natírané zdi:	$8 \cdot 48 = 384\,\text{cm} = 3{,}84\,\text{m}$
Délka zdi:	$30\,\text{m} = 3000\,\text{cm}$
Plocha zdi:	$3{,}84 \cdot 30 = 115{,}2\,\text{m}^2$

Řešení podúlohy Plocha oken:

Plocha oken:

Okna mají výšku 5 pásů fasády, šířku 232 cm, celkem se jich v dané části nachází 10.

Plocha jednoho okna:	$5 \cdot 48 \cdot 232 = 55680\,\text{cm}^2 = 5{,}568\,\text{m}^2$
Plocha, kterou zabírají všechna okna:	$10 \cdot 5{,}568 = 55{,}68\,\text{m}^2$

Řešení podúlohy Množství barvy:

Kolik litrů barvy bude potřeba:

Maximální plocha hrubého povrchu, která lze pokrýt 1 litrem barvy, je $9\,\text{m}^2$.

Plocha, která se bude natírat:	$115{,}2 - 55{,}68 = 59{,}52\,\text{m}^2$
Jeden nátěr plochy:	$59{,}52 : 9 \approx 6{,}61\,\text{l}$
Plocha se bude natírat celkem 2x:	$2 \cdot 6{,}61 \approx 13{,}22\,\text{l}$
Bude potřeba koupit alespoň 14 litrů barvy:	$2139 + 875 + 345 = 3359\,\text{Kč}$

Za správné odpovědi je uznáno i 13 a 15 litrů barvy (tedy 3014 Kč a 3704 Kč).

Zadání podúlohy: (**Plocha budovy**) Spočtěte plochu přízemní části budovy, která se bude malovat (část levého křídla budovy od vestibulu po roh pouze přes osm pásů fasády). Počítejte celou plochu včetně oken a okapů. Výsledek uveďte v metrech čtverečních, zaokrouhlete na setiny.

Nápovědy:

1. Délka budovy v centimetrech je násobek 1000.
2. Výšku přízemního patra počítejte jako výšku několika pásů fasády. Pokud někam nedosáhnete, pomozte si průměrnou výškou jednoho pásu fasády.
3. U výpočtu plochy malované části fasády se jedná o výpočet obsahu obdélníku.

Zadání podúlohy: (**Plocha oken**) Spočtěte, jakou plochu fasády malované části zabírají okna (malovat se má přízemní část levého křídla budovy od vestibulu po roh pouze přes osm pásů fasády). Výsledek uveďte v metrech čtverečních, zaokrouhlete na setiny.

Nápovědy:

1. Výšku oken lze přepočítat na výšku několika pruhů fasády.
2. Plochu jednoho okna spočítáte jako plochu obdélníku.
3. Po zjištění plochy jednoho okna jednoduše spočítáte plochu všech oken prostým násobením.

Zadání podúlohy: (**Množství barvy**) Kolik litrů barvy bude potřeba objednat?
Hladký povrch 9–11 m^2/l v jedné vrstvě.
Hrubý povrch 6–9 m^2/l v jedné vrstvě.
Povrch budovy se bude natírat dvakrát.

Nápovědy:

1. Budova se má natírat dvakrát, pozor na zadání.
2. Sami posuďte povrch fasády: je hrubý nebo hladký?
3. Barvy se má objednat nejmenší možné množství, tedy chceme 1 litr barvy rozetřít na co největší plochu.

2.2.3 Výška lampy

Poznámka k tvorbě: Cvičení vymyšleno po konzultaci s vyučujícím matematiky dané třídy, se kterou jsem měla procházku absolvovat. Probírali podobnost trojúhelníků, snažila jsem se do procházky vymyslet více než jeden příklad na její aplikaci.

Úloha je náročnější na řešení než úloha Výška sochy.

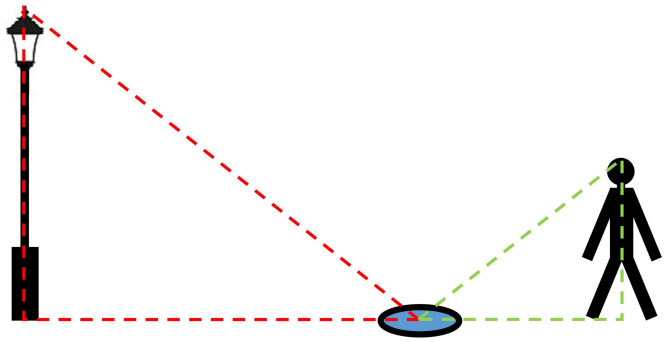


Obrázek 2.10: Lampa před budovou Gymnázia Vídeňská.

Zadání: Zjistěte s pomocí zrcátka, v jaké výšce nad zemí se nachází zelená cedulka na lampě, která stojí vedle cesty vedoucí od hlavní silnice k vestibulu školy. Výsledek uveďte v metrech, zaokrouhlete jej na desetiny.

Nápovědy:

1. Fyzika nám pomůže. Odraz a dopad obrazů do zrcátka. Zrcátko musíme někam položit. Tuto znalost spojíme s některou z vět o podobných trojúhelnících.
2. Vycházíme z podobnosti trojúhelníků. 2 pravoúhlé trojúhelníky – jednou odvěsnou jste vy, odpovídající odvěsnou druhého trojúhelníku je lampa. společný vrchol obou trojúhelníků je zrcátko na zemi. Víte, že tyto trojúhelníky mají 2 shodné úhly ten pravý a ty u zrcátka z předchozí nápovědy.
3. Obrázková nápověda (viz 2.11).



Obrázek 2.11: Náčrtek z nápovědy k úloze Výška lampy.

Řešení: Zrcátko položíme na zem ideálně 3 až 6 metrů od lampy (do vodorovné polohy, pohlídáme, aby pod ním nebyla žádná překážka – kamínky, větvičky, hrbolky).

Stoupneme si tak, že stojíme na přímce, která je spojnicí paty lampy se zrcátkem.

Vzdalujeme se či přibližujeme se zrcátku tak, abychom v něm viděli odraz zelené cedulky lampy.

V tuto chvíli změříme výšku v našich očí nad zemí, vzdálenost d nás od zrcátka, vzdálenost l lampy od zrcátka. Výšku, ve které se nachází zelená cedulka, označíme x.

Využíváme podobnost trojúhelníků: poměr délek stran je zachován. Námi naměřené hodnoty (v cm): $l = 385$, $v = 175$, $d = 145$.

$$\begin{aligned} \frac{x}{l} &= \frac{v}{d} \\ \frac{x}{385} &= \frac{175}{145} \\ x &= 385 \cdot 175/145 \\ x &\approx 464{,}655\,\text{cm} \approx 4{,}6\,\text{m} \end{aligned}$$

Zelená cedulka se nachází přibližně 4,6 metrů nad zemí.

2.2.4 Setba trávníku

Poznámka k tvorbě: Poslední vymýšlená úloha. Před školou byl vychozený úzký prostor v trávníku. Pokud by se rozšířil, či opravil v době po odevzdání této práce, dodávala jsem, které obrubníky se jako kraje vychozené cestičky počítají.

Také jsem počítala s nejistotou na straně žáků, kdyby úlohu řešili. Očekávala jsem, že by se v průběhu matematické procházky ptali, jak poznají kraj pěšinky. Tento způsob zadání není řešitelný z domova, ale dává jistotu na místě.

Pro tuto úlohu jsem si vyhledala konkrétní osiva a pracovala v zadání se zjištěnými údaji.

Týden před druhým zkoušením trasy jsem zjistila, že před školou opravy již proběhly a s nimi i nová setba trávníku. Pěšinka v travnaté ploše byla nahrazena chodníkem. Rozhodla jsem se proto změnit znění úlohy, ačkoliv by se dala spočítat podle zadaných obrubníků. Původní zadání je přiloženo níže.



(a) Původní prostředí zadané úlohy.



(b) Opravená pěšina.

Obrázek 2.12: Pro dokreslení zadání původní úlohy a nové úlohy – stav před opravami a po opravách.

Nové zadání stále počítá se setbou trávníku, ale na jinak vymezené ploše. Při vymýšlení náhrady mne napadla ještě jiná varianta této úlohy. Pěšinka byla nahrazena velkými dlaždicemi. Uživatelé by mohli počítat, kolik dlažebních kostek určitých rozměrů by bylo potřeba (pro takový úkol se ovšem musí počtíat s výsledkem v reálných číslech, pokud se budeme chtít přiblížit realitě, mohou uživatelé například počítat, kolik celých řad po x kostkách bude potřeba).

Původní zadání: Před školou je v travnaté ploše vychozená pěšinka. Vedení školy pověřilo školníka, aby vychozenou plochu znovu zatravnil.

Školník zjistil, že na 1 m^2 bude potřebovat 40 g osiva. Osévat bude plochu, kterou ohraničují 4 úsečky. Její kraje, které tvoří obrubníky chodníku, počítáme jako délku 9. a 10. obrubníku (směrem ke škole) a délku 10., 11. a 12. obrubníku směrem k soše (obrubníky počítejte včetně useknutých krajních). Předpokládáme, že chodník v rohu svírá přesně pravý úhel.

Kolik gramů osiva bude potřebovat celkem na danou plochu?

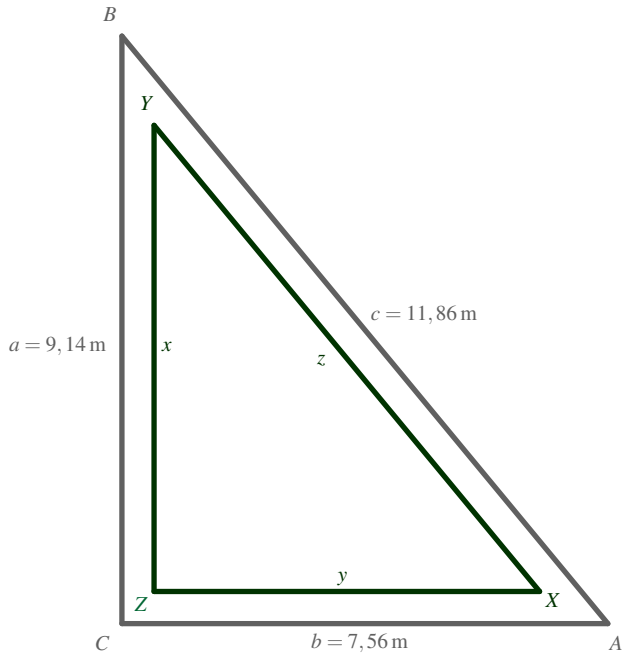
Zadání: Před školou je travnatý trojúhelník ohraničený cestami. Podél chodníku budou padesáticentimetrové pásy, které budou využity pro okrasný záhon (osévat se nebudou). Zbytek plochy trojúhelníku bude oset.

Kolik gramů osiva bude zapotřebí, jestliže na 1 m^2 je potřeba 40 g osiva?

Nápovědy:

1. Šířka padesáti centimetrů se měří na kolmici od kraje chodníku na všech třech stranách travnatého trojúhelníku.
2. Pro spočítání obsahu trojúhelníku pro osívání je potřeba znát délky 2 stran tvořících odvěsny pravoúhlého trojúhelníka.
3. Pomůže podobnost trojúhelníků podle věty uu.

Řešení:



Nejprve změříme rozměry trojúhelníku tvořícího okraj celé plochy (na obrázku trojúhelník ABC, nad stranou AB se ve skutečnosti nachází dlážděná pěšinka v travnaté ploše). Naměřené údaje: $a = 9,14\,\text{m}$, $b = 7,56\,\text{m}$.

Stranu c můžeme buď změřit, nebo dopočítat pomocí Pythagorovy věty.

$$c = \sqrt{9,14^2 + 7,56^2} = 11,86\,\text{m}$$

Plochu, která se bude osévat, tvoří trojúhelník XYZ. Jeho strany jsou rovnoběžné se stranami trojúhelníku ABC, tudíž svírají shodné úhly. Trojúhelník ABC je podobný trojúhelníku XYZ podle věty *uu*.

Pro osetí trojúhelníku XYZ potřebujeme znát jeho obsah. Jelikož se jedná o trojúhelník pravoúhlý, stačí nám znát délky odvěsen.

Délku odvěsny y lze zjistit měřením. Pomocí provázku nebo podobné pomůcky vyznačíme stranu z rovnoběžně se stranou c, aby mezi těmito rovnoběžkami byla vzdálenost 50 cm. Stejným způsobem si nad stranou b vyznačíme stranu y. Délku strany y měříme 50 cm od strany a až po průsečík vyznačených stran z a y. Délka y je 6 m.

Délku odvěsny x můžeme zjistit stejným způsobem. Nebo ze znalosti délky odvěsny y a podobnosti trojúhelníků spočteme koeficient podobnosti k a s jeho pomocí získáme délku odvěsny x.

$$\begin{aligned} k &= \frac{y}{b} \\ k &= \frac{x}{a} \\ x &= ka \\ x &= \frac{y}{b}a \\ x &= \frac{6}{7,56}9,14 \\ x &\approx 7,25\,\mathrm{m} \end{aligned}$$

Spočítáme obsah pravoúhlého trojúhelníku XYZ.

$$\begin{aligned} S &= \frac{xy}{2} \\ S &= \frac{7,25 \cdot 6}{2} \\ S &= 21,75\,\mathrm{m}^2 \end{aligned}$$

Na 1 m^2 je potřeba 40 g osiva. Celkové množství osiva označme m.

$$m = 21,75 \cdot 40 = 870\,\mathrm{g}$$

Bude potřeba 870 g osiva.

Kapitola 3

Testování tras

V průběhu tvorby této práce probíhalo několik testování jednotlivých vytvořených tras. Toto se dělo ze dvou důvodů. Jednak jsem zjišťovala řešitelnost a náročnost vytvořených úloh, jednak jsem sledovala rozdíl mezi prací bez aplikace MathCityMap a oproti tomu působení v digitální třídě.

V následujících odstavcích jsou popsány průchody jednotlivých tras, z nich pak vypozorovaná obtížná místa pro žáky a popsané změny, které jsem prováděla v příkladech. Některé překážky jsem v testování bez aplikace očekávala, některé mě v průchodech překvapily, ať už se jednalo o porozumění zadání či odlišný postup řešení.

3.1 Trasa Vídeňská – bez aplikace

Se třídou 2. F z šestiletého oboru Gymnázia Vídeňská jsem v pátek 28. března 2025 byla první dvě vyučovací hodiny. Od jejich třídního učitele jsem předem zjistila, co třída právě probírá v matematice. Trasa byla stavěna dle těchto informací na příklady s využitím podobnosti trojúhelníků a příklady na počítání plochy.

Třídu jsme rozdělili na 10 skupin po třech, každá skupina měla k dispozici alespoň jeden svinovací metr (žáci si je zajistili sami). Každá skupina také dostala papír se zadáním všech příkladů a papíry na výpočty a zápisy výsledků.

Skupiny měly přidělené počáteční stanoviště, dále postupovaly dle obsazenosti ostatních stanovišť.

Po spočítání příkladu si správnost výsledku chodili kontrolovat ke mně. Úlohy jsem hodnotila stejně, jako by je hodnotila aplikace (pokud se jednalo o interval, psali jsme k výsledku, jestli se trefili přesně – zelená, nebo téměř správně – žlutá).

3.1.1 Stín a výška sochy

Svítilo nám sluníčko, takže byl stín a žáci nemuseli vymýšlet, jak si poradit beze stínu. Ovšem i tak některé hned nenapadlo využít podobnosti trojúhelníků.

Některé skupiny si vyznačily jeden pravoúhlý trojúhelník, jehož odvěsnami byly výška sochy a délka stínu, a chtěli úlohu řešit pomocí funkce tangens. Tady narazili, jelikož neměli jak změřit zorný úhel od země.

Všechny skupiny došly ke správnému výsledku v rámci intervalu, který je nastaven v aplikaci.

3.1.2 Výška lampy

U této úlohy byl problém přijít na způsob, jakým se dá využít zrcátko. Žákům bylo vícekrát napovězeno nepřímo, snažili jsme se je dovést k pravidlu odrazu a dopadu z fyziky.

V průběhu procesu přicházení na způsob řešení některé skupiny zkoušely namířit paprsek slunce odrazem ze zrcátka na vrchol lampy, posléze chtěly měřit úhel, který daný paprsek svírá se zemí (sami žáci narazili, protože nevěděli, jak by to mohli změřit). Snažili se opět využít funkci tangens.

Jakmile našla způsob řešení jedna skupina, zbylé přítomné chvilku přemýšlely, proč to funguje.

Celkově mi z toho vyplynulo, že cvičení je těžší, protože si žáci museli spojit podobné trojúhelníky s pravidlem odrazu a dopadu z fyziky, a to jim zabralo nějaký čas.

Nakonec se žáci shodli, že úloha ve výsledku nebyla tak náročná, náročné bylo uvědomění si, jak funguje zrcátko a jak jej využít.

3.1.3 Nová fasáda

Velice problematická úloha. Při měření a výpočtech jsme hned několikrát narazili. Pracovali jsme v tuto chvíli s původním zadáním – jedinou úlohou nerozdělenou na podúlohy.

První problém byl, když si některé skupiny pořádně nepřečetly zadání, kde je uvedeno například, že délka budovy je celočíselný násobek 1 000 cm. Takže počítaly s jinými rozměry a došly k jiným výsledkům.

Druhým problémem jsou okna, která se nemalují. Žáci nevěděli, odkud mají rám okna měřit (kolem oken jsou různé výstupky a vnější parapet má ještě ozdoby přesahující rám okna).

Třetí problém byla kritéria zvolené barvy. V samotném zadání mají žáci uvedeno, že povrch budovy je hrubý (aby nedošlo k nedorozumění a dohadům na místě). U barvy jsem uvedla, zhruba kolik metrů čtverečních pokryje jeden litr barvy na hladkém povrchu a kolik na hrubém povrchu (obě rozmezí se liší). Také je uvedeno, že se budova bude natírat dvakrát. Žáci se se mnou v závěrečném kolečku dohadovali, že když budovu natřou poprvé, tak už bude mít hladký povrch, takže druhé malování bude probíhat podle jiných kritérií než první. Také byl problém s pochopením zadaného rozmezí. Někteří žáci pochopili údaje obráceně, nikoli jeden litr barvy na x až y metrů čtverečních, ale x až y litrů barvy na jeden metr čtvereční.

Čtvrtým problémem byla samotná otázka: „Kolik peněz nejméně škola utratí?“, kde dělalo problém slovo *nejméně*. Chce-li škola utratit co nejméně, musí se počítat s tím, že jeden litr barvy pokryje největší možnou plochu. Tuto skutečnost žáci často vynechávali a počítali s průměrným pokrytím plochy barvou.

V závěru to vedlo k naprosto odlišným výsledkům a na mé straně k uvědomění, že jako aplikační úloha by se toto do výuky matematiky dalo použít, ale s předem zadanými údaji, pokud chceme dojít ke stejnému výsledku, jak bylo zamýšleno v tomto případě. Venku je to dle mého zadání nemožné splnit. Potýkala jsem se s problémem, že aplikace potřebuje

buď nastavit rozmezí, nebo přesnou hodnotu, nebo výběr z hodnot. Žáci mohli mít správné postupy, ale odlišné rozměry, a proto jsem jim výsledek nemohla označit v té situaci jako *správný podle aplikace*.

Ve vybraných zadáních označily některé skupiny nadbytečné údaje za zbytečné (pokrytí hladkého/hrubého povrchu, cena balení barev, které nebyly využity).

Tato úloha musela být přeformulována, aby mohla být zařazena do trasy a aby mohla být kontrolována v aplikaci.

3.1.4 Setba trávníku

Nejjednodušší z úloh na této trase. V průběhu tohoto testování jsme pracovali s původním zadáním úlohy (osetí vyšlapané cesty).

S čím nastal problém, bylo počítání obrubníků. Jedna skupina se mě došla zeptat, jestli mají počítat i obrubníky v rohu cesty, které jsou useknuté. V zadání je napsáno, že obrubníky se počítají od prvního celého dané řady. Žádná další skupina se na tuto skutečnost neptala, ovšem z výsledků je vidět, že se s tím potýkalo více žáků.

Tuto úlohu vyřešily všechny skupiny, které se pokusily o její řešení. U 50 % spadalo řešení do žluté části intervalu. Z prozkoumání jejich výpočtů vyplývá, že pravděpodobně počítali obrubníky od rohu trávníku bez vynechání prvního useknutého.

Po testování bylo v původním zadání úlohy upraveno počítání obrubníků od rohu.

3.2 Trasa Gymnázium Řečkovice – bez aplikace

Žáci z tercie pracovali ve skupinách po třech až čtyřech, stejně jako při průchodu předchozí trasy zaznamenávali své odpovědi na přichystané pracovní listy, které mi po skončení aktivity odevzdali.

Účastníci si sami zajistili svinovací metry a kalkulačky (byly povoleny i mobilní telefony).

Hodnocení této procházky žáky bylo velmi různorodé, ve výsledku byl stejný poměr žáků, kterým se procházka líbila, a těch, kteří nebyli spokojení. Shodli jsme se, že to bylo způsobeno úrovní úloh, na které nebyli připraveni, zejména se jednalo o úlohu Zvětšení grafitu, na které se zaseklo několik skupin, čtyři již na začátku aktivity (s vyučující jsme těmto skupinám asistovaly a všichni byli informovaní, že pokud jim nějaká úloha nepůjde vyřešit, mohou se přesunout k počítání jiné).

3.2.1 Šířka schodů

Jedná se o nejjednodušší úlohu u Gymnázia Řečkovice. Kromě jednoho týmu, jehož odpověď spadala do žluté části intervalu, měly všechny ostatní odpovědi v zelené části intervalu. Ve výpočtech se chyby nenacházely, jednalo se pouze o odchylku v měření. Žáci k úloze neměli žádné dotazy, moje asistence nebyla nutná.

3.2.2 Poměr kreslené mapy

Úloha byla celá správně vypočítaná pouze na dvou odevzdaných arších, další dvě skupiny měly úlohu částečně správně. Jedna skupina měla příklad vypočítaný špatně. Zbylé skupiny nestihly příklad spočítat.

Úloha je časově náročná. Na seznamu je celkem šest položek, které musí žáci naměřit. Jedná se o různé objekty na dvoře školy. Každá skupina zvolila jiný postup, některé se na měření objektů rozdělily, některé se držely pohromadě (volba taktiky závisela také na počtu svinovacích metrů ve skupině).

V době před testováním proběhla výměna pingpongových stolů, o čemž jsem se dozvěděla až v průběhu aktivity.

Dále si uvědomuji po testovacím kole, že toto stanoviště je časově náročné, také proto zmenšuji počet míst, jejichž rozměry musí žáci srovnat s mapou.

V průběhu řešení se žáci pouze ujišťovali, že měří správné vzdálenosti.

3.2.3 Zvětšení grafitu

Na tomto stanovišti začalo mnoho skupin, prvním problémem byly pikometry. Žáci nebyli připraveni na počítání s 10^{-16}, tak malá čísla se jim pletla, docházelo k velkým odchylkám. Nejčastějšími chybami byly chybně převedené pikometry a nepozorné přepisování dlouhých čísel (vynechávali opakující se číslice). Zpočátku se mě skupiny ptaly, co jsou pikometry. Někteří vytáhli telefony a začali hledat, což jsem ocenila. Používání telefonů jsem nezakazovala. Příklad řešila většina skupin, ačkoliv ne všechny došly ke správnému výsledku (v důsledku chybných výpočtů), postupy byly v pořádku.

V příkladu v aplikaci je odpověď nastavená tak, že žáci vybírají, mezi kterými dvěma planetami by se kulička po zvětšení nacházela. Toto jsem zapomněla žákům do papíru se zadáním přepsat, čímž jsem se připravila o testování části příkladu.

3.2.4 Střecha altánku

Příklad byl vyřešen pěti skupinami. Jediná skupina správně uvedla odpověď 50 celých prken v tom smyslu, že pokud na střechu potřebuji kupříkladu $49,5$ prken, pracovat budu s 50 celými prkny. Se skupinami jsem vždy řešila, jak získají tu část prkna navíc. Šlo o rozdílné pochopení otázky: „Kolik celých prken bude potřeba na pokrytí střechy?“ Část skupin napsala celou část z čísla $49,5$, jedna skupina napsala nutný počet celých prken, ze kterých jsme schopni udělat $49,5$ prken.

Otázka byla přeformulována do podoby, kolik prken musí škola objednat, aby pokryla celou střechu altánku, pokud může kupovat pouze celá prkna.

3.3 Trasa Náměstí 28. října – bez aplikace

Tuto trasu jsem tvořila v rámci bakalářské práce, při průchodu jsem poprvé testovala úlohy s žáky a získávala data pro práci na trase bez aplikace.

Trasa byla testována s žáky třetího ročníku Technického lycea SŠPU Hodonín. Kvůli jejich omezenému času na výletu do Brna jsme prošli pouze čtyři stanoviště z celkových pěti, která se na trase nacházejí. Vynechali jsme Plochu pod sochou na Moravském náměstí.

Z průchodu stanovišť jinou třídou, která na trase byla v doprovodu Anety Fardové, mám zjištěno, že stanoviště Plocha pod sochou je nejjednodušší na trase a nejsou s ním problémy.

3.3.1 Plocha záhonu

Opět jsem se setkala se změnou prostředí. Květinový záhon byl změněn. Naštěstí se jedná o ANO/NE úlohu, jejíž odpověď je NE. V tomto případě jsem na místě předcházela následujícím úpravám záhonu a případným změnám v rozrůstání keřů v záhonu s nastavením odpovědi.

Každá skupina měla svůj postup, jak měřit poloměr záhonu. Někteří měřili přes záhon, někteří měřili vedle záhonu, někteří se natáhli do středu záhonu. V řešení úlohy nebyl žádný problém.

3.3.2 Mezikruží

V této úloze se značně lišily postupy řešení. V procesu je potřeba zjistit plochu záhonu, plochu cesty i se záhonem a následně z rozdílu zjistit plochu cesty samotné. Někteří počítali obrubníky kolem záhonu, někteří zjišťovali poloměr či průměr záhonu, další skupina pomocí metru zjišťovala obvod záhonu.

Jednotlivé výsledky se lišily, ale všechno spadalo buď do zelené nebo žluté linie intervalu, což značí úspěšné řešení.

U této a předchozí úlohy se zdálo být největším problémem vzpomenout si na výpočet obsahu kruhu.

3.3.3 Stín a výška sochy

Bohužel v den testování nesvítilo slunce. Mnoho žáků přemýšlelo nad využitím goniometrických funkcí, naráželi ovšem na problém neznámého úhlu. Nakonec jsem u sochy nechala ležet papír s obrázkovou nápovědou (kterou by si mohli otevřít v případě řešení s aplikací). Toto postrčení stačilo, dohadovali se ještě ve skupinách, co platí, ale brzy měli vyřešeno.

Jedna skupina odhadovala výšku sochy podle výšky spolužáka. Výsledek nebyl správný.

Skupiny, které úlohu řešily, měly řešení většinou v zelené části intervalu, méně ve žluté, jedna skupina měla řešení špatně.

3.3.4 Výška sochy

Problémová úloha. Chyběl obrázek z aplikace, žákům se hůř představovalo zadání. U tohoto stanoviště strávili nejdelší čas. Taktéž došlo k nedorozumění ohledně „horního rohu nádrže“, dvě skupiny toto braly jako vnější roh vyvýšené plochy těsně okolo nádrže. Zadání bylo rozšířeno o upřesnění „vnitřní horní roh nádrže“.

I na tomto stanovišti jsem skupinám ukazovala obrázek nápovědy z aplikace. Po nahlédnutí si žáci lépe představili zadané hodnoty a řešení se blížili více.

V aplikaci je zadán výběr z hodnot jako odpověď. Toto jsme nedělali. Odpovědi žáků se pohybovaly v rozmezí od 3 do 3,3 metrů, co se délky hrany krychle týče. Správná odpověď je 3,14, takto odpověděly pouze 2 skupiny. Stanoviště vyřešila správně pouze polovina skupin.

3.4 Trasa Gymnázium Vídeňská – s aplikací

Testování probíhalo se třídou 4. G z šestiletého oboru Gymnázia Vídeňská na záčátku září po domluvě s učitelkou matematiky.

V průběhu prázdnin proběhly před budovou úpravy zeleně, plocha se sochou byla ohraničená drátěným plotem. Před procházkou jsem vytvořila náhradní trasu pouze o třech úlohách zkrácenou o úlohu Stín a výška sochy.

Žáci byli seznámeni s fungováním aplikace. Následně bylo utvořeno devět skupin po třech žácích.

V tuto chvíli trasa nebyla zveřejněná, neprošla schvalovacím procesem. Žáci pracovali s úlohami Výška lampy s kratšími nápovědami, Setba trávníku v nové podobě a Nová fasáda pouze s jednou podúlohou. Po tomto průchodu trasy jsem úlohy ještě upravovala. Sledovala jsem primárně práci žáků s aplikací, nápovědami a fungování aplikace z pohledu vedoucího trasy.

3.4.1 Výška lampy

Čtyři týmy zde otevřely nápovědy. Úlohu vyřešilo šest týmů, tři týmy se o její řešení pokusily. S úlohou větší potíže nebyly, na základě měření žáků jsem po kontrolním měření upravovala nastavení intervalu správných odpovědí v aplikaci.

Jedna skupina žáků obešla řešení úlohy pomocí zrcátka. Na lampě objevili telefonní číslo na společnost zajišťující veřejné osvětlení, na dané číslo zavolali a doptali se na výšku daného modelu. Úlohu vyřešili, ovšem ne pomocí zrcátka. Tuto situaci uvádím spíše pro pobavení a upozornění, že žáci umí řešit příklady i jinak, než bychom čekali.

3.4.2 Nová fasáda

Úloha byla pro žáky jednodušší než pro skupinu bez aplikace. Nápovědy žáci využívali a pomáhaly jim. Skupinám na tomto stanovišti jsem nemusela pomáhat tolik jako při předchozím průchodu, i tak za mnou došlo pár skupin s dotazem, proč jim aplikace výsledky neuzná jako správné. Z jejich otázek jsem vycházela při úpravě úlohy na hlavní část a tři podúlohy se samostatnými nápovědami.

Náročnost stanoviště byla také snížena jedním podúkolem, jehož splnění bylo povinné. Žáci tedy při nesprávném výsledku nemuseli opakovat všechny výpočty znovu, do další části vstupovali s hodnotou, která byla v aplikaci uznána za správnou. Doba splnění stanoviště byla přibližně 20 minut, stále se jednalo o časově nejnáročnější úlohu.

Správně splněno měly čtyři skupiny z celkových devíti, další dva týmy vyřešily správně podúlohu, zbylé týmy úlohu otevřely.

3.4.3 Setba trávníku

Úlohu vyřešily tři týmy, další se o řešení pokusily. Po tomto průchodu byla úloha ještě jednou upravena. V průběhu řešení se vyskytl problém s chybným údajem v zadání, využila jsem možnosti poslání hromadné zprávy z pozice vedoucího trasy a žákům ve zprávě sdělila svůj omyl a napsala správný údaj pro toto stanoviště.

3.5 Trasa Gymnázium Řečkovice – s aplikací

Testování probíhalo dvakrát v týž den se sextou. Byly utvořeny skupiny po dvou a třech členech, V obou polovinách třídy bylo utvořeno po pěti skupinách.

Žáci byli seznámeni s fungováním aplikace. Testování (včetně úvodního slova) probíhalo jednu vyučovací hodinu, což je čas nedostatečný na splnění všech stanovišť plnohodnotně. O tomto faktu byli žáci předem informováni.

Se druhou polovinou třídy jsme úvodní vysvětlování zvládli rychleji, na trasu proto měli o pár minut více času.

3.5.1 Zvětšení grafitu

Úloha dělala problém žákům i při průchodu s aplikací, hlavně počítání s pikometry pro ně bylo obtížné. V nápovědách však měli ověření pro své určení převodu pikomentrů na metry.

Úlohu v první skupině vyřešil jeden tým, další se o řešení pokoušel i s použitím tří nápověd. Druhá skupina byla úspěšnější, tři týmy úlohu vyřešily, dva z nich s plným počtem bodů, další odpověděl správně až napotřetí.

3.5.2 Střecha altánku

Žákům stále dělaly problémy rozměry střechy – odkud měří výšku střechy a kam až sahá její šířka. Po jejich průchodu byla tato informace přidána do nápovědy.

V první skupině vyřešily úlohu dva týmy, jeden se odpovídat pokoušel celkem osmkrát, ale neúspěšně. Dva z týmů využily nápovědy.

Všech pět skupin z druhé poloviny vyřešilo úlohu úspěšně, tři týmy se ziskem sta bodů, jeden tým odpověděl správně napotřetí, poslední tým zadal správnou odpověď až jako sedmou, získal tak pouze 25 bodů.

Kvůli jejich výpočtům a odchylkám jsem zvážila rozšíření uznatelných hodnot.

3.5.3 Poměr kreslené mapy

I s omezeným časem se podařilo jednomu týmu vyřešit tuto úlohu, další tři týmy se o řešení pokusily, nápovědy využily skoro všechny týmy.

V dalším průběhu otevřely úlohu tři týmy, jeden z nich četl všechny tři nápovědy, i tak se však nepokusil o odpověď kvůli nedostatku zbývajícího času. Zbylé dva na úlohu odpověděly správně na druhý pokus.

3.5.4 Šířka schodů

Žákům jsem kvůli nedostatku času na trasu předem sdělila, aby se soustředili na předchozí tři úlohy. Z tohoto důvodu úlohu neřešil žádný tým z první poloviny třídy. Ve druhém testování úlohu otevřel jeden tým a úspěšně ji vyřešil další tým se ziskem sta bodů.

3.6 Shrnutí

Trasy bez aplikace procházet lze, ale vyžaduje to větší asistenci učitele. Aby měl vyučující takový přehled, jako má s aplikací, musel by neustále obcházet všechny skupiny a zaznamenávat si jejich postup, dávat jim nápovědy a kontrolovat výsledky.

V průběhu našich průchodů měli u sebe žáci pouze zadání úloh (tak vypadá i vyexportovaný soubor z portálu MathCityMap). Pro nápovědu si chodili za vyučujícím a za mnou, výsledky si také kontrolovali u nás. Toto všechno zastane aplikace sama. V aplikaci se jim také může zobrazit správný postup řešení (pokud je to u trasy předem nastaveno), takže se dozvědí, kde dělali chyby.

Celkově se u procházení tras bez aplikace vyučující více naběhá mezi skupinami, pokud je chce kontrolovat a posouvat, aby se nezasekli zbytečně na jednom stanovišti. U procházení tras bez aplikace jsem se osobně více nachodila mezi skupinami při sledování jejich postupu, kontrolách a napovídání. Vždy bude záležet na uchopení aktivity.

V případě práce s aplikací může vyučující doporučit nápovědy a až v případě neúspěšného řešení s nápovědami se může zabývat skupinami bez správného řešení.

Pokud vyučující naučí žáky předem aplikaci používat, domluví se s nimi na hlavním kanálu komunikace přes chat v aplikaci a osobní asistenci až v případě nouze, ušetří si čas. Žáci mohou v těžké chvíli napsat vyučujícímu například, že otevřeli všechny nápovědy a nemohou si i tak poradit. Vyučující také vidí, jak na tom jsou ostatní skupiny, jestli mají splněno, a může zvážit učení se navzájem mezi žáky (pokud má vyhrazen dostatek času na aktivitu).

Aplikace usnadní celkové vedení aktivity, vyučující může čerpat ze zásoby již vytvořených úloh a tras, nebo z předchystaných šablon pro úlohy, proto je dobré ji využívat.

Hodnocení vlivu matematických procházek s aplikací MathCityMap na učení se žáků a jejich vliv na budování pozitivního vztahu s matematikou samotnou rozebírají autoři různých textů, zejména pak [4] a [5].

Nevýhodou aplikace je záložka Události, ať už v hlavním náhledu procházky, či v kartách skupin. Aby vedoucí trasy zjistil, jak si žáci vedli na jednotlivých stanovištích, má jedinou cestu, a to tuto záložku. Zde je bohužel přehled všech aktivit skupin či jedné vybrané skupiny, takže kromě všech zadaných odpovědí je zde i výpis otevírání mapy, otevírání a zavírání úloh, otevírání a zavírání nápověd atd.

Těžko se zde dohledává, kolik nápověd která skupina potřebovala (narozdíl od zadání správných a špatných odpovědí, jejichž výpis je označen červenou či zelenou barvou písma, otevření nápovědy splývá v černém textu). Přehlednou tabulku úspěšnosti a potřeby nápověd na jednotlivých stanovištích si vedoucí musí sestavit sám.

Také se v tomto výčtu občas nezobrazují celé odpovědi. Na každém řádku zobrazujícím zadanou odpověď (správnou či špatnou) se zobrazí pouze jistý počet znaků. Tedy pokud mají uživatelé za úkol například doplňovat údaje do textu, v Událostech je k nahlédnutí

pouze úvodní úsek textu (týž problém nastává, když žáci volí několik odpovědí z výběru, zobrazí se pouze část textu zvolené odpovědi, pokud se jedná o delší text).

V případě nesprávných odpovědí tedy vedoucí trasy nemá přístup k chybným údajům v nich, takže není možné ze zadaných údajů zjistit, kde dělali žáci chyby, viz obrázek 3.1. Pro získání těchto údajů jsou zapotřebí archy s výpočty a odpověďmi od skupin, což značně zvýší časovou náročnost získávání zpětné vazby.



Obrázek 3.1: Ukázka zobrazení části zvolené odpovědi z výběru v portálu.

3.7 Názory vyučujících

Po průchodu všemi trasami jsem položila několik otázek vyučujícím, kteří absolvovali trasy se mnou, a jedné vyučující, která trasu procházela sama s žáky bez digitální třídy pouze v aplikaci. V následujících odstavcích shrnuji základní body a myšlenky z těchto rozhovorů.

Většina vyučujících se s aplikací MathCityMap seznámila až díky mé práci, ovšem první setkání je zaujalo a dostala se ke mně pozitivní zpětná vazba, co se týče aplikace samotné i nápadu matematických procházek. Jedna z vyučujících se s aplikací seznámila díky mé bakalářské práci a sama s více různými třídami podnikla procházky na trase Náměstí 28. října, na kterých využila prvek digitální třídy, jehož využití hodnotí kladně.

Uskutečnění matematické procházky je náročné na přípravu, ale vyučující shodně hodnotí kladně připravené trasy Brnem v aplikaci MathCityMap. Všichni projevili zájem o uskutečnění nějaké matematické procházky s žáky či samostatně.

Dotazovaní hodnotili matematické procházky velmi pozitivně. Hlavní důvody byly dva, a to, že žáci vyjdou z učeben a setkají se s matematikou venku a mohou si vyzkoušet situace ze sešitů modelované na skutečných věcech. Dalším důvodem bylo rozvíjení dovednosti řešení problémů, pokud se na trase nacházejí úlohy z různých koutů matematiky. Žáci tak vyjdou ze zavedeného systému „učíme se dané téma, tedy úlohu řeším cestou, kterou jsme si ukazovali“. Žáci zkouší aplikovat získané vědomosti na skutečné objekty, hledají vztahy mezi jednotlivými veličinami a hodnotami a docházejí na řešení úlohy.

Setkala jsem se také s pozitivní zpětnou vazbou, co se organizace procházek týče, víceméně byli vyučující nakloněni samostatnému uskutečnění matematické procházky v budoucích hodinách matematiky. Ovšem vyjádřili i obavy ohledně časové dotace, nutností využití dvou hodin po sobě a časové tísni v některých ročnících. Všichni se však shodli, že se jedná o aktivitu, která by se měla uskutečnit alespoň jednou za rok, aby žáci viděli

matematiku venku. Zmínili také mezipředmětové využití matematických procházek, což jsem ocenila.

Souhlasím s výrokem, že důležité je žáky naučit pravidelnou organizací procházek (nejen matematických) řešení úloh ve skupinách. Žáci se musí seznámit s aplikací, zjistit, jak je vhodné fungovat při práci venku, zjišťování údajů a zapisování. Opakování této aktivity by celý proces usnadnilo.

Matematické procházky také sbližují třídní kolektiv, tvoří nové vazby mezi žáky a celkově trénují měkké dovednosti.

K zařazení matematických procházek do pořádku školního roku se vyjádřili všichni různě. Návrhy byly tyto: odměnit žáky matematickou procházkou na závěr školního roku; vydat se ven ze tříd v době letních veder; každý rok uspořádat alespoň jednu procházku pro oživení výuky a upevnění probíraného, pokud si vyučující vytvoří pro každý ročník jednu trasu, může je používat opakovaně s různými třídami.

Při rozhovorech s vyučujícími a studujícími učitelství jiných předmětů jsme narazili na téma procházek i jiných než matematických. Někteří z nich vyjádřili zájem o uskutečnění procházky v rámci své výuky a zajímali se, jestli existuje aplikace, ve které by mohli pracovat. V rámci svého průzkumu jsem v českých stránkách žádnou takovou aplikaci nenašla (existuje například aplikace Skryté příběhy, kde jsou již vytvořená stanoviště po Česku, Polsku a Španělsku, ovšem další trasy lze vytvářet pouze za poplatek).

Jedna možnost, která se zde nabízí pro tvorbu procházek jiných než matematických, je využít aplikaci MathCityMap a v ní si vytvořit novou trasu k jinému předmětu. Ovšem musí se počítat s tím, že nebude nikdy zveřejněna, jelikož není matematická. Druhou možností je vytvořit novou aplikaci, která by nabízela tvorbu procházek pro jiné předměty, ale do takového projektu se pustí málokdo.

Závěr

Tato práce se zabývala prvkem Digitální třídy v portálu MathCityMap, tvorbou dvou tras v Brně a testováním průběhu matematických procházek na těchto trasách. Cílem bylo vytvořit návod pro vyučující či další organizátory matematických procházek a prvek Digitální třídy vyzkoušet v praxi.

Samotný prvek Digitální třídy pomáhá vedoucímu trasy udržovat si přehled o postupu skupin a osvědčil se při průchodech se třídami jako významný pomocník s organizací. Celou aktivitu také usnadňuje systém pro tvoření úloh – uživatelé mají k dispozici vedle zadání až tři nápovědy a je na nich, jestli je využijí. Pokud však budou potřebovat pomoct, mohou nejprve využít nápovědy, až poté si vyžádat asistenci organizátora.

Při testování nastalo několik problémů a neočekávaných situací, které text reflektuje. Také je připojeno několik vlastních doporučení a upozornění, na co si dávat pozor při tvorbě tras a průběhu matematické procházky.

Trasy, které v rámci této práce vznikly v Brně, byly otestovány se skupinami žáků z různých škol a obě jsou veřejně přístupné v portálu i v aplikaci. Vyučující a další zájemci je mohou využít pro pořádání matematických procházek se skupinami, nebo si mohou jednu z tras projít sami v rámci procházky Brnem (trasa Gymnázium Vídeňská). Trasa u Gymnázia Řečkovice je zveřejněná, ale úlohy se nacházejí v areálu zahrady školy.

S vyučujícími tříd, se kterými byly trasy procházeny, bylo diskutováno téma matematických procházek a jejich pořádání. Vyučující nápad matematických procházek zaujal, každý s nimi měl různou zkušenost, ale všichni se shodují v pozitivním hodnocení jejich využití ve výuce matematiky.

Portál MathCityMap je dostupný komukoli a osvědčil se jako dobrý systém pro tvorbu matematických procházek. Digitální třída se při testování tras ukázala jako vhodný pomocník pro jednodušší organizaci matematické procházky se třídou.

Portál toho nabízí mnohem více, vedle Digitálních tříd je možné v portálu pracovat s funkcemi Žákovských skupin či Komunity. Další práce by mohla popisovat tyto prvky a zachytit jejich užití v praxi. Rovněž by mohla v rámci popularizace matematiky vzniknout v portálu MathCityMap trasa v areálu Přírodovědecké fakulty.

Přílohy

Návod – přihlášení do digitální třídy a práce v aplikaci MCM

1. Pro správné fungování aplikace mějte **připojení k internetu** (WiFi či data) a mějte v zařízení zapnuté služby **určování polohy**.

2. Přihlášení do digitální třídy provedete přes ikonu modrého plus v rámečku, **kód** pro digitální třídu začíná písmenem S a pokračuje kombinací čísel, pro všechny skupiny je stejný. Viz 1a a 1b.

3. Přijetí podmínek (aplikace bude odesílat vedoucímu trasy informace o vašem pokroku). Viz 1c.

4. Přidání jména skupiny a jmen jejích členů. Viz 2a.

5. Stažení trasy.

6. Spuštění trasy (před spuštěním si můžete přečíst informace o trase), do trasy vstoupíte pomocí modrého tlačítka **Začít trasu** na konci stránky. Viz 2b.

7. **Mapa s přehledem**. V horní části obrazovky vidíte **zbývající čas**, **bodový zisk** a postavení vůči jiným skupinám (pokud není nastaveno jinak). Na mapě jsou **modrými ikonami označená stanoviště**. Po splnění úlohy mají ikony barvu odpovídající správnosti vaší odpovědi (zelená, žlutá, červená), v případě přeskočení úlohy nabyde ikona šedou barvu. V pravém dolním rohu je **rozbalovací nabídka**. Ikona **textového pole** vede na chat s vedoucím trasy. **Oranžová ikona** vás odhlásí z digitální třídy (toto proveďte pouze v případě ukončení práce, jinak se nebudete moci vrátit ke svému aktuálnímu postupu). **Ikona vlajky** otevře seznam úloh na trase, můžete tak vybrat podle názvů stanovišť. Viz 2c.

8. **Zvolení úlohy** (v mapě či seznamu). Po zvolení v seznamu se vám zobrazí pozice stanoviště na mapě. Při výběru přímo z mapy se pouze zobrazí ve spodní části obrazovky okno s názvem a fotografií úlohy. Viz 3a a 3b.

9. Otevření úlohy tlačítkem **Přejít na úlohu**. Úlohu není nutné vyřešit okamžitě, je možné otevřít její zadání a poté jej opustit bez vyřešení oranžovým tlačítkem **Přeskočit**. Viz 3c.

10. Otevření **nápověd**. Po zadání špatných odpovědí se objeví vyskakovací okno, které vám nabídne otevřít nápovědy, ty však můžete otevřít kdykoliv v průběhu řešení úlohy. Ikony až **tří žlutých žárovek** lze použít postupně v předem určeném pořadí. Viz 4a.

11. **Zadání odpovědí**. Chybnou odpověď můžete zadat až osmkrát, za každou kromě první vám aplikace odečte 15 bodů z celkových 100, které můžete za úlohu získat. Způsoby odpovídání se mohou u jednotlivých úloh lišit (zadávání hodnot, výběr z možností, doplnění do textu atd.).

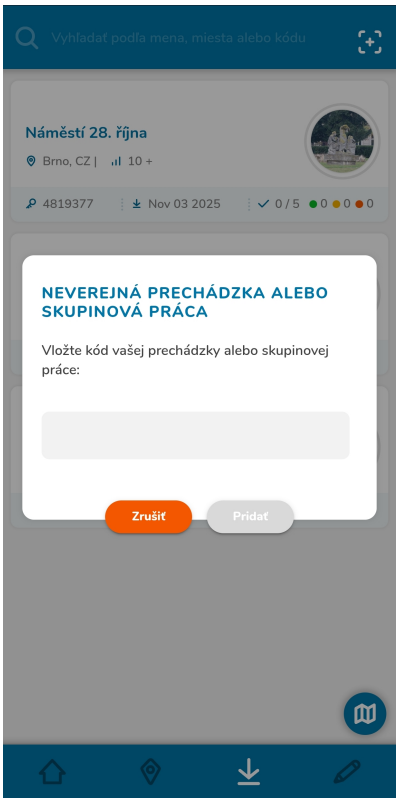
12. **Zpětná vazba** od aplikace. Pokud není nastaveno jinak, po vepsání odpovědi se vám zobrazí vyskakovací pole indikující správnost vaší odpovědi; aplikace vám ukáže **zelené** vyskakovací pole (viz 4b) v případě, že je vaše odpověď ve správných mezích, **červené** (viz 4c), pokud byla odpověď chybná, a **žluté**, pokud je odpověď s větší odchylkou ještě uznatelná, poslední z vyjmenovaných možností pouze u některých úloh.

13. **Komunikace přes chat** s vedoucím trasy. V průběhu procházky má vedoucí možnost komunikovat se všemi skupinami pomocí soukromých chatů, vaše zprávy se zobrazí pouze jemu, nikdo jiný k nim nemá přístup. Viz 5a.

14. V případě nechtěného **odchodu z aplikace**: aplikaci znovu otevřete a chvilku vyčkejte. Mělo by se vám objevit **vyskakovací okno** s nabídkou návratu do digitální třídy. Pokud se neobjeví, je možné se do digitální třídy dostat opětovným spuštěním trasy – na úvodní stránce aplikace otevřete Moje trasy (případně v přehledu tras v modré liště v dolní části obrazovky zvolte ikonu pro stažené trasy: šipka směrem dolů), dále vyberete název trasy, na které digitální třída probíhá. Pokud jste nějakým nedorozuměním digitální třídu úplně opustili a opětovné spuštění trasy vás do digitální třídy nevrátí, musíte znovu zadat kód, přijmout podmínky, zadat název týmu a jména jeho členů, do digitální třídy vstoupíte jako nový tým a váš předchozí postup se vám nezobrazí. V tuto chvíli doporučuji zadat stejné jméno týmu, případně také zadat předem zjištěné odpovědi u splněných úloh. Viz 5c.



(a) Úvodní strana aplikace.

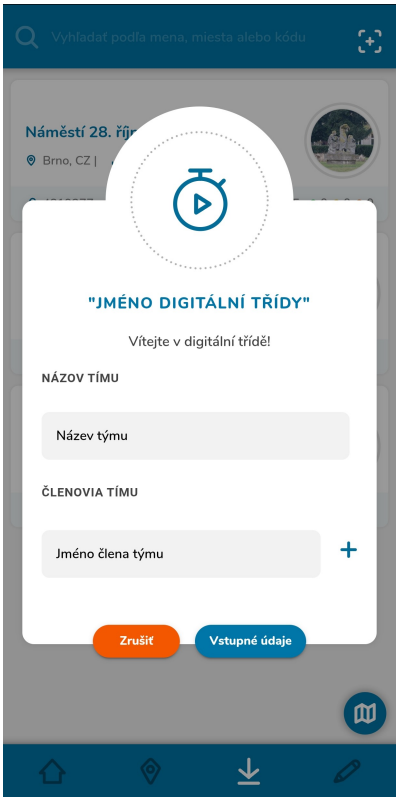


(b) Zadání kódu digitální třídy.

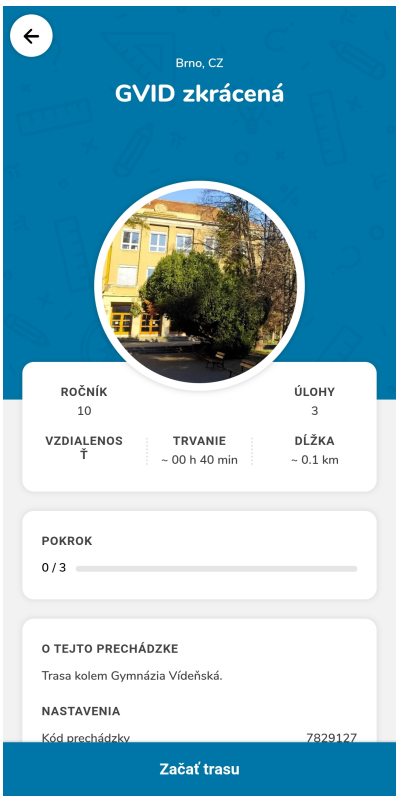


(c) Přijetí podmínek.

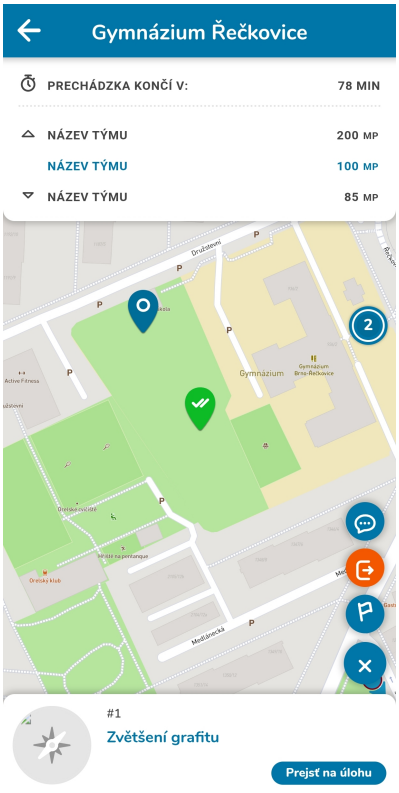
Obrázek 1: Přihlášení do digitální třídy.



(a) Vložení základních údajů.

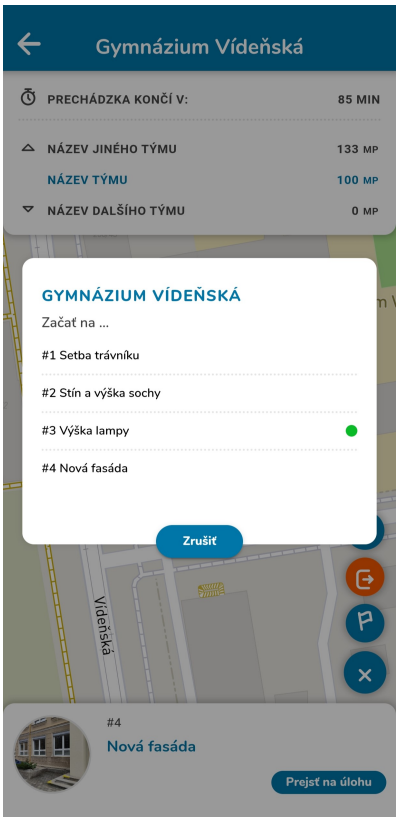


(b) Přehled trasy a vstup do ní.

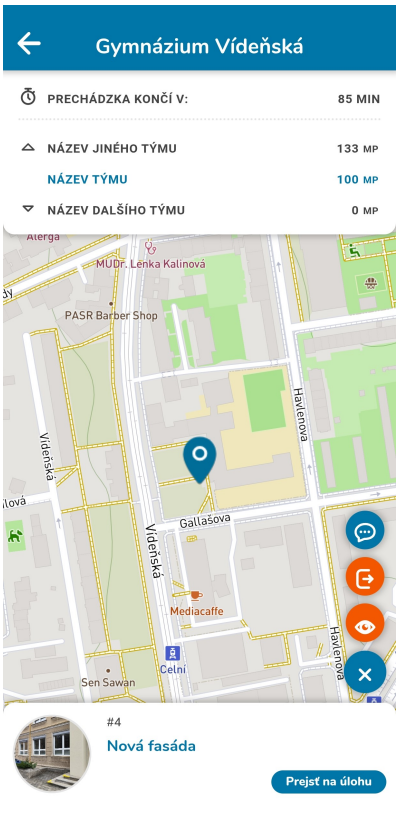


(c) Mapa procházky.

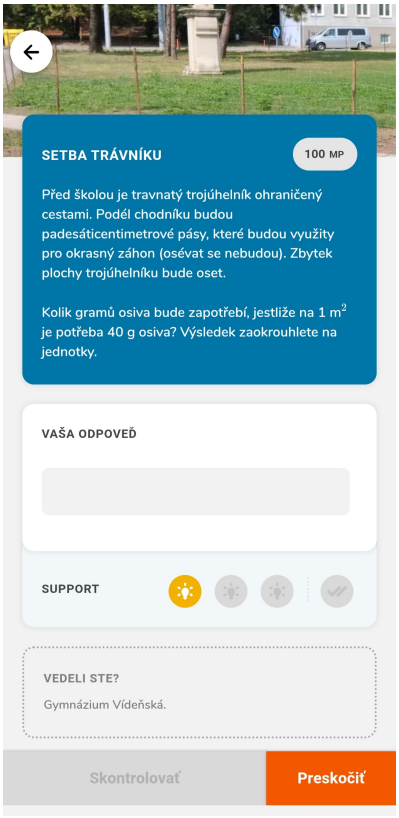
Obrázek 2: Vložení údajů o týmu a vstup do trasy.



(a) Zvolení úlohy v seznamu (otevírá se ikonou vlajky).

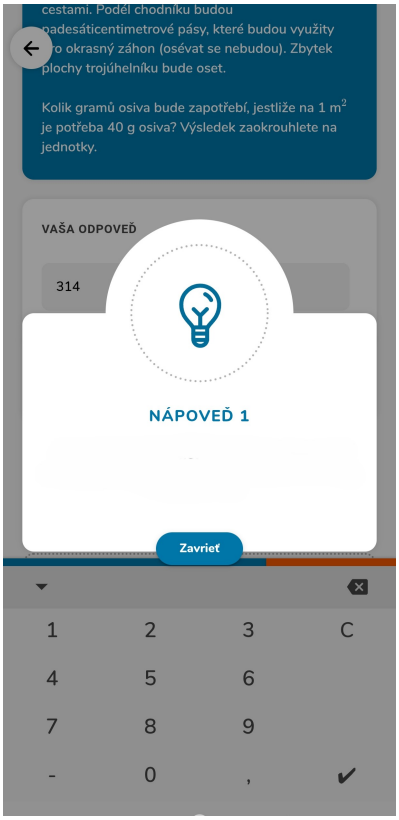


(b) Zobrazení úlohy vybrané ze seznamu na mapě.

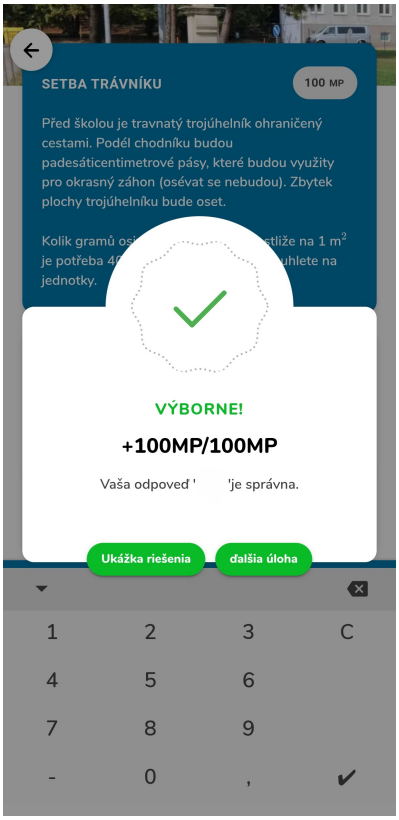


(c) Úloha: zadání, pole pro řešení, nápovědy.

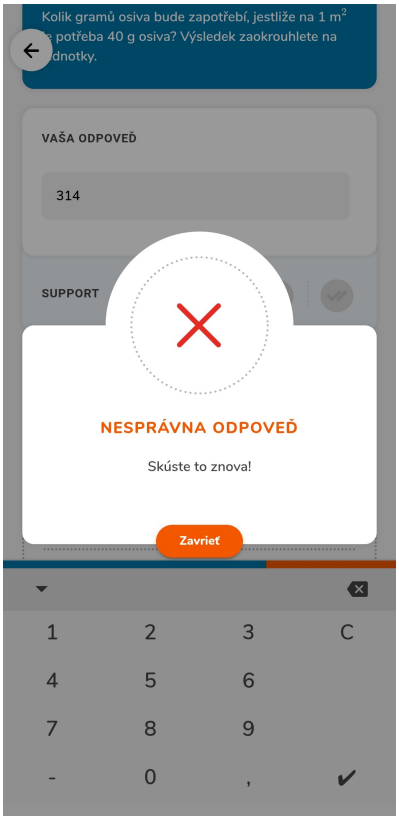
Obrázek 3: Zvolení úlohy.



(a) Otevřená nápověda.

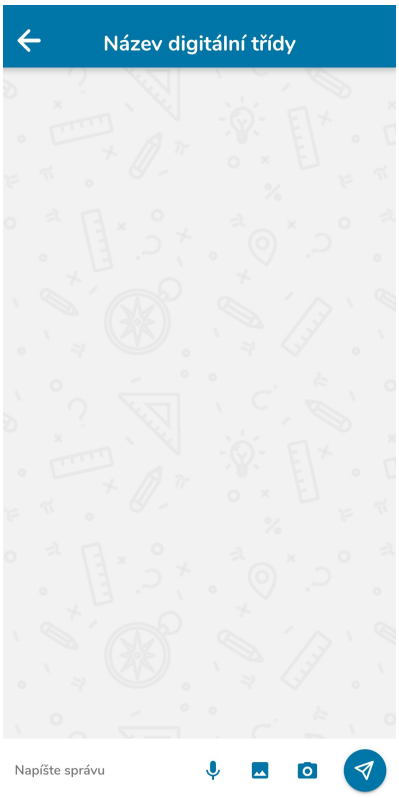


(b) Kontrola odpovědi – správně.

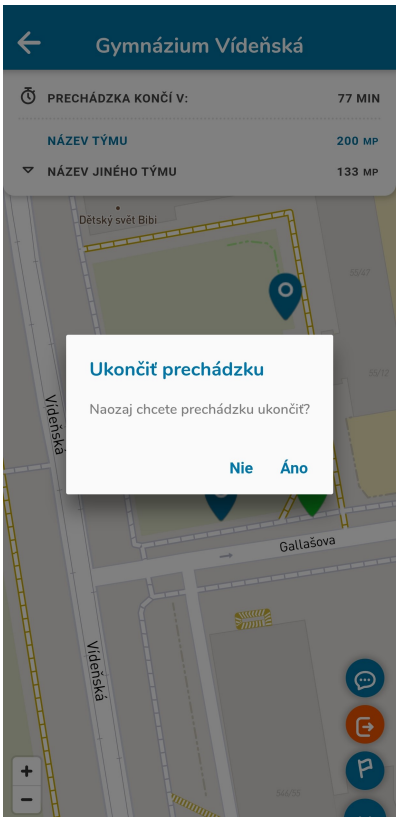


(c) Kontrola odpovědi – špatně.

Obrázek 4: Práce s úlohou.



(a) Chat s vedoucím trasy, vaše zprávy nevidí nikdo jiný.



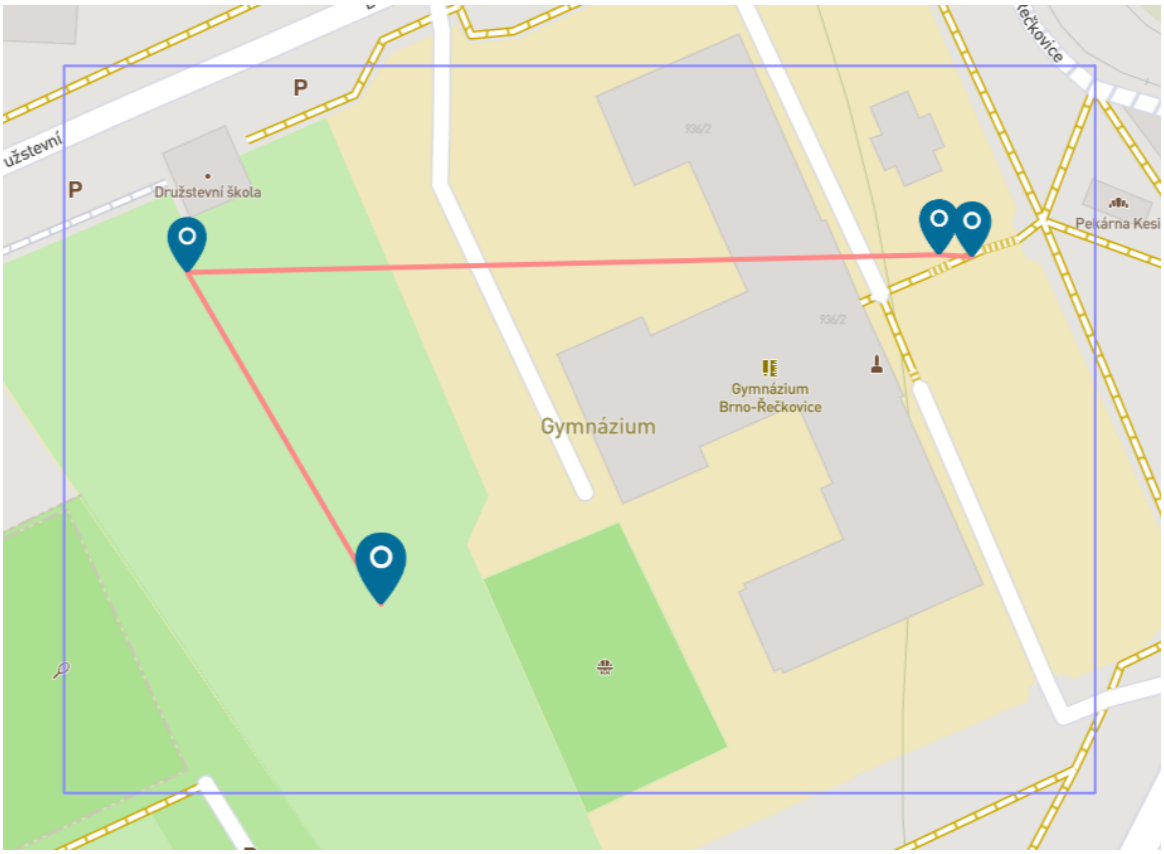
(b) Záměrné opuštění digitální třídy před skončením.



(c) Návrat do neukončené digitální třídy.

Obrázek 5: Další funkce.

Mapa trasy Gymnázium Řečkovice



Pořadí úloh na trase (na obrázku od největší ikony dole vlevo):

- Zvětšení grafitu
- Střecha altánku
- Poměr kreslené mapy
- Šířka schodů

Zvětšení grafitu

Zadání: U modelu grafitu zjistěte, kolikrát byl zvětšen pomocí vzdálenosti jednotlivých atomů uhlíku. Víte, že původní vzdálenost atomů uhlíku v grafitu ve vodorovné vrstvě je 141,5 pm. Vzdálenost dvou černých kuliček počítejte na celá čísla v centimetrech.

Stejně zvětšete černou kuličku K modelu, která symbolizuje atom uhlíku. Jak velká by kulička K byla? Průměr kuličky uvažujte v celých číslech v centimetrech.

Poloměry planet (v km):

- Merkur: 2 439,7
- Venuše: 6 051,8
- Země: 6 378
- Mars: 3 389,5
- Jupiter: 69 911
- Saturn: 58 232
- Uran: 25 362
- Neptun: 24 622

Správnou odpověď vyberte z následujících možností:

1. Merkur < K < Mars
2. Uran < K < Saturn
3. Venuše < K < Země
4. Saturn < K < Jupiter
5. Mars < K < Venuše
6. Neptun < K < Uran
7. Země < K < Neptun

Střecha altánku

Zadání: Zjistěte, kolik celých prken o šířce 12 cm a délce stejné jako je délka altánku bude potřeba objednat na pokrytí střechy altánku. Zlom v nejvyšším bodě zanedbejte. Víte, že střecha končí 55 cm daleko od vnější strany trámů vymezujících vstup do altánku. Hřeben střechy je vzdálen 162 cm od roviny konců střechy.

Poměr kreslené mapy

Zadání: Zjistěte, které ze zadaných vzdáleností odpovídají poměru 150:1 s odchylkou ±0,2 cm v mapě.
Nabídka:

1. šířka cesty podél školy (vpravo od schodiště směrem nahoru);
2. délka stolu posezení (libovolného);
3. šířka pergoly;
4. délka ping-pongových stolů;
5. vzdálenost plůtku jezírka a altánu;
6. šířka ping-pongových stolů.

Šířka schodů

Zadání: Druhé schodiště ve směru od branky školy k budově se skládá z šesti různě širokých schodů. Spočtěte průměrnou šířku jednoho schodu. Odpověď uveďte v milimetrech.

Zvětšení grafitu

Nápovědy:

1. Ptám se: Kolikrát (x-krát) bylo potřeba zvětšit vzdálenost mezi atomy uhlíku, aby byla rovna naměřené hodnotě?
2. Průměr kuličky je v centimetrech prvočíslo.
3. Pozor na různé jednotky! Všechno je potřeba převést na stejnou. 1 pikometr je 10^{-12}.

Střecha altánku

Nápovědy:

1. Délka altánku je zanedbatelná.
2. Pythagoras radí jednou větou.
3. Výšku střechy a šířku střechy nepočítáme od trámů podpírajících střechu, ale od úplných konců střechy.

Poměr kreslené mapy

Nápovědy:

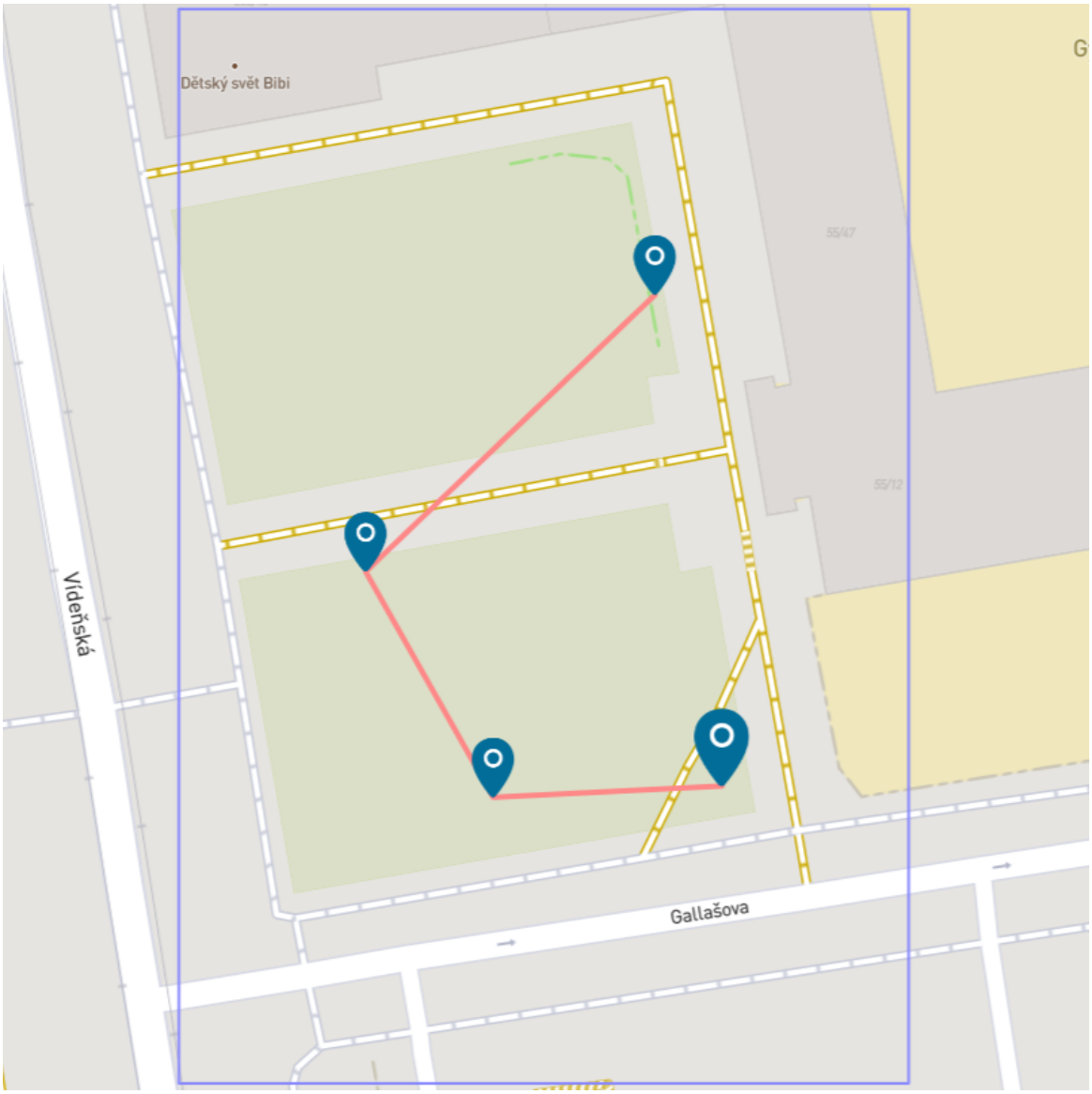
1. Poměr překládáme jako: kolik centimetrů ve skutečnosti odpovídá jednomu centimetru na mapě.
2. Zamyslete se: potřebujete změřit všechny objekty v areálu, než začnete pracovat s mapou?

Šířka schodů

Nápovědy:

1. Šířka schodu se nepočítá od zábradlí po zábradlí.
2. Aritmetický průměr je podíl součtu všech hodnot a počtu daných hodnot.

Mapa trasy Gymnázium Vídeňská



Pořadí úloh na trase (na obrázku od největší ikony vpravo dole):

- Setba trávníku
- Stín a výška sochy
- Výška lampy
- Nová fasáda

Setba trávníku

Zadání: Před školou je travnatý trojúhelník ohraničený cestami. Podél chodníku budou padesáticentimetrové pásy, které budou využity pro okrasný záhon (osévat se nebudou). Zbytek plochy trojúhelníku bude oset.

Kolik gramů osiva bude zapotřebí, jestliže na 1 m^2 je potřeba 40 g osiva?

Stín a výška sochy

Zadání: Z délky stínu sochy Loučení Krista s Marií určete její výšku (socha včetně podstavce). Odpověď uvažujte v celých číslech v centimetrech. Pokud stín změřit nejde, zkuste najít jiný způsob, jak výšku zjistit (kromě přímého měření výšky sochy).

Výška lampy

Zadání: Zjistěte s pomocí zrcátka, v jaké výšce nad zemí se nachází zelená cedulka na lampě, která stojí vedle cesty vedoucí od hlavní silnice k vestibulu školy. Výsledek uveďte v metrech, zaokrouhlete jej na desetiny.

Nová fasáda

Zadání: Gymnázium Vídeňská bude natírat fasádu školy. Kolik peněz nejméně škola utratí za natření fasády přízemní části levého křídla budovy od vestibulu po roh (pouze přes osm pásů fasády)?

Zvolená barva: Balení

- 1 litr za 345 Kč,
- 3 litry za 875 Kč,
- 10 litrů za 2139 Kč.

Hladký povrch 9–11 m^2/l v jedné vrstvě.

Hrubý povrch 6–9 m^2/l v jedné vrstvě.

Povrch budovy se bude natírat dvakrát. Prohlubně mezi pruhy ve fasádě zanedbejte, pracujte s nimi jako se součástí plochy.

Setba trávníku

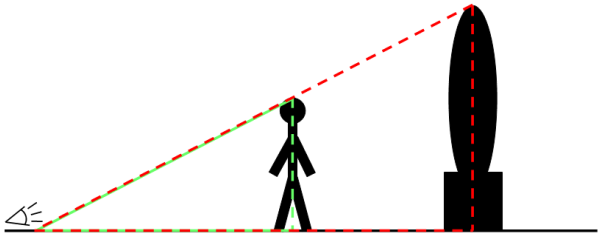
Nápovědy:

1. Šířka padesáti centimetrů se měří na kolmici od kraje chodníku na všech třech stranách travnatého trojúhelníku.
2. Pro spočítání obsahu trojúhelníku pro osívání je potřeba znát délky 2 stran tvořících odvěsny pravoúhlého trojúhelníka.
3. Pomůže podobnost trojúhelníků podle věty uu.

Stín a výška sochy

Nápovědy:

1. Délka stínu sochy je přímo úměrná jeho výšce, stejně tak je délka vašeho stínu přímo úměrná vaší výšce.
2. Pokud nesvítí slunce, postupujte touto metodou.

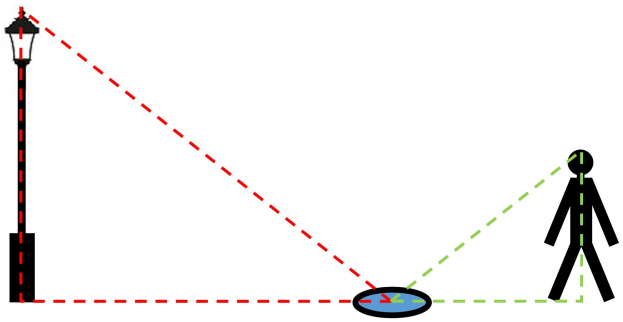


3. Obě metody vycházejí z podobnosti trojúhelníků.

Výška lampy

Nápovědy:

1. Fyzika nám pomůže. Odraz a dopad obrazů do zrcátka. Zrcátko musíme někam položit. Tuto znalost spojíme s některou z vět o podobných trojúhelnících.
2. Vycházíme z podobnosti trojúhelníků. 2 pravoúhlé trojúhelníky – jednou odvěsnou jste vy, odpovídající odvěsnou druhého trojúhelníku je lampa. společný vrchol obou trojúhelníků je zrcátko na zemi. Víte, že tyto trojúhelníky mají 2 shodné úhly ten pravý a ty u zrcátka z předchozí nápovědy.
3. Obrázková nápověda.



Nová fasáda

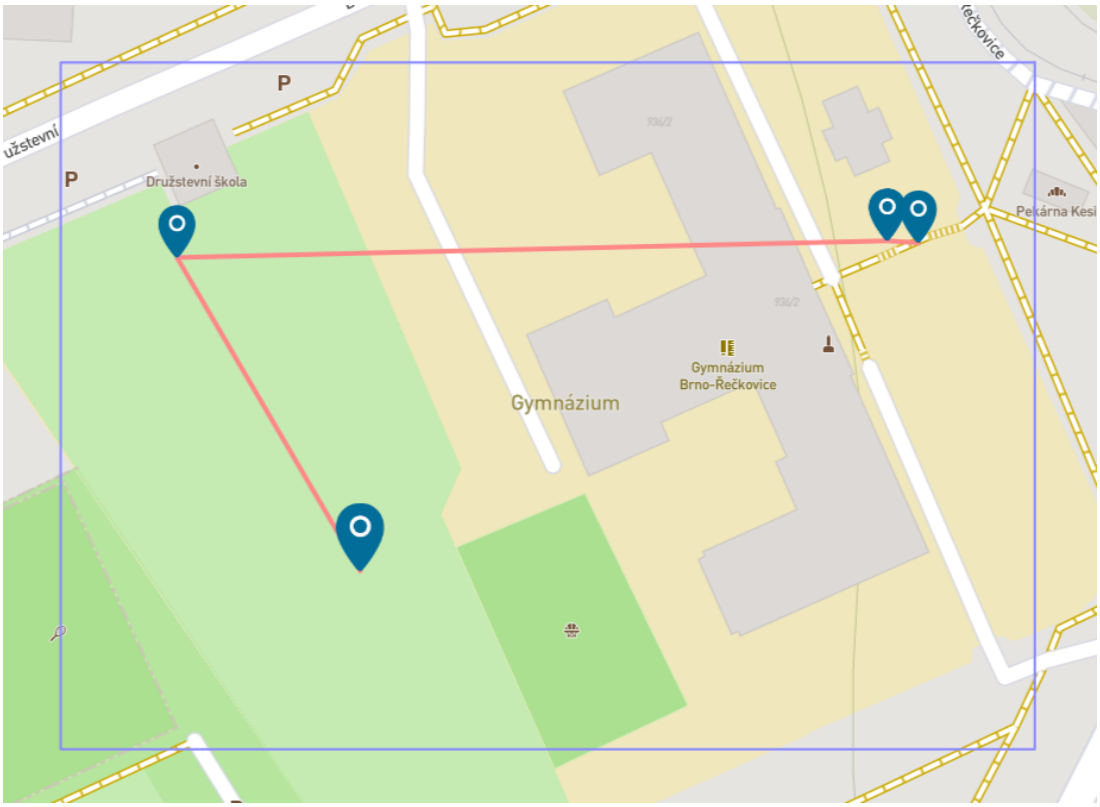
Nápovědy:

1. Délka budovy v centimetrech je násobek 1000.
2. Výšku přízemního patra počítejte jako výšku několika pásů fasády. Pokud někam nedosáhnete, pomozte si průměrnou výškou jednoho pásu fasády.
3. U výpočtu plochy malované části fasády se jedná o výpočet obsahu obdélníku.
4. Výšku oken lze přepočítat na výšku několika pruhů fasády.
5. Plochu jednoho okna spočítáte jako plochu obdélníku.
6. Po zjištění plochy jednoho okna jednoduše spočítáte plochu všech oken prostým násobením.
7. Budova se má natírat dvakrát, pozor na zadání.
8. Sami posuďte povrch fasády: je hrubý nebo hladký?
9. Barvy se má objednat nejmenší možné množství, tedy chceme 1 litr barvy rozetřít na co největší plochu.
10. Škola chce utratit co nejméně peněz.

Jméno skupiny: _____ Datum: _____

Členové skupiny: _____

Mapa trasy Gymnázium Řečkovice



Pořadí úloh na trase (na obrázku od největší ikony dole vlevo):

- Zvětšení grafitu
- Střecha altánku
- Poměr kreslené mapy
- Šířka schodů

Doporučené pomůcky:

- Svinovací metr
- Kalkulačka
- Psací potřeby
- Sešit nebo papír

Jméno skupiny: _____

Zvětšení grafitu



Zadání: U modelu grafitu zjistěte, kolikrát byl zvětšen pomocí vzdálenosti jednotlivých atomů uhlíku. Víte, že původní vzdálenost atomů uhlíku v grafitu ve vodorovné vrstvě je 141,5 pm. Vzdálenost dvou černých kuliček počítejte na celá čísla v centimetrech.

Stejně zvětšete černou kuličku K modelu, která symbolizuje atom uhlíku. Jak velká by kulička K byla? Průměr kuličky uvažujte vcelých číslech v centimetrech.

Poloměry planet (v km):

- Merkur: 2 439,7
- Venuše: 6 051,8
- Země: 6 378
- Mars: 3 389,5
- Jupiter: 69 911
- Saturn: 58 232
- Uran: 25 362
- Neptun: 24 622

Správnou odpověď vyberte z následujících možností:

1. Merkur < K < Mars
2. Uran < K < Saturn
3. Venuše < K < Země
4. Saturn < K < Jupiter
5. Mars < K < Venuše
6. Neptun < K < Uran
7. Země < K < Neptun

První odhad: _____

Výsledek: _____

Jméno skupiny: _____

Střecha altánku



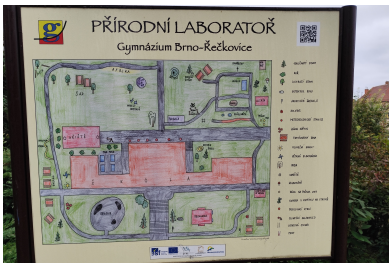
Zadání: Zjistěte, kolik celých prken o šířce 12 cm a délce stejné jako je délka altánku bude potřeba objednat na pokrytí střechy altánku. Zlom v nejvyšším bodě zanedbejte. Víte, že střecha končí 55 cm daleko od vnější strany trámů vymezujících vstup do altánku. Hřeben střechy je vzdálen 162 cm od roviny konců střechy.

První odhad: _____

Výsledek: _____

Jméno skupiny: _____

Poměr kreslené mapy



Zadání: Zjistěte, které ze zadaných vzdáleností odpovídají poměru 150:1 s odchylkou ±0,2 cm v mapě.

Nabídka:

- šířka cesty podél školy (vpravo od schodiště směrem nahoru);
- délka stolu posezení (libovolného);
- šířka pergoly;
- délka ping-pongových stolů;
- vzdálenost plůtku jezírka a altánu;
- šířka ping-pongových stolů.

První odhad: _____

Výsledek: _____

Jméno skupiny: _____

Šířka schodů



Zadání: Druhé schodiště ve směru od branky školy k budově se skládá z šesti různě širokých schodů. Spočtěte průměrnou šířku jednoho schodu. Odpověď uveďte v milimetrech.

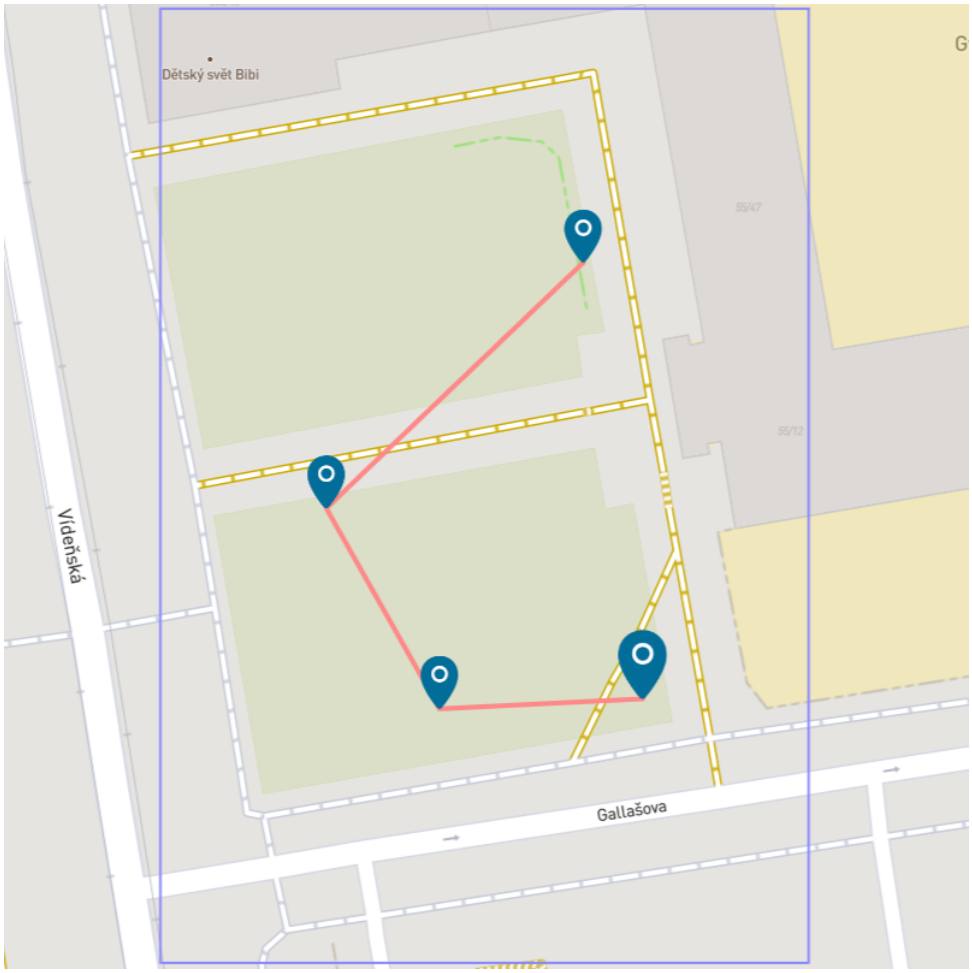
První odhad: _____

Výsledek: _____

Jméno skupiny: _____ Datum: _____

Členové skupiny: _____

Mapa trasy Gymnázium Vídeňská



Pořadí úloh na trase (na obrázku od největší ikony vpravo dole):

- Setba trávníku
- Stín a výška sochy
- Výška lampy
- Nová fasáda

Doporučené pomůcky:

- Svinovací metr
- Kalkulačka
- Psací potřeby
- Sešit nebo papír
- Pásmo

Jméno skupiny: _____

Setba trávníku



Zadání: Před školou je travnatý trojúhelník ohraničený cestami. Podél chodníku budou padesáticentimetrové pásy, které budou využity pro okrasný záhon (osévat se nebudou). Zbytek plochy trojúhelníku bude oset.

Kolik gramů osiva bude zapotřebí, jestliže na 1 m^2 je potřeba 40 g osiva?

První odhad: _____

Výsledek: _____

Jméno skupiny: _____

Stín a výška sochy



Zadání: Z délky stínu sochy Loučení Krista s Marií určete její výšku (socha včetně podstavce). Odpověď uvažujte v celých číslech v centimetrech. Pokud stín změřit nejde, zkuste najít jiný způsob, jak výšku zjistit (kromě přímého měření výšky sochy).

První odhad: _____

Výsledek: _____

Jméno skupiny: _____

Výška lampy



Zadání: Zjistěte s pomocí zrcátka, v jaké výšce nad zemí se nachází zelená cedulka na lampě, která stojí vedle cesty vedoucí od hlavní silnice k vestibulu školy. Výsledek uveďte v metrech, zaokrouhlete jej na desetiny.

První odhad: _____

Výsledek: _____

Jméno skupiny: _____

Nová fasáda



Zadání: Gymnázium Vídeňská bude natírat fasádu školy. Kolik peněz nejméně škola utratí za natření fasády přízemní části levého křídla budovy od vestibulu po roh (pouze přes osm pásů fasády)?

Zvolená barva: Balení

- 1 litr za 345 Kč,
- 3 litry za 875 Kč,
- 10 litrů za 2139 Kč.

Hladký povrch 9–11 m^2/l v jedné vrstvě.

Hrubý povrch 6–9 m^2/l v jedné vrstvě.

Povrch budovy se bude natírat dvakrát. Prohlubně mezi pruhy ve fasádě zanedbejte, pracujte s nimi jako se součástí plochy.

Nejprve vyřešte podúlohy.

První odhad: _____

Výsledek: _____

Nová fasáda – 1. podúloha Plocha budovy

Zadání podúlohy: Spočtěte plochu přízemní části budovy, která se bude malovat (část levého křídla budovy od vestibulu po roh pouze přes osm pásů fasády). Počítejte celou plochu včetně oken a okapů. Výsledek uveďte v metrech čtverečních, zaokrouhlete na setiny.

První odhad: _____

Výsledek: _____

Nová fasáda – 2. podúloha Plocha oken

Zadání podúlohy: Spočtěte, jakou plochu fasády malované části zabírají okna (malovat se má přízemní část levého křídla budovy od vestibulu po roh pouze přes osm pásů fasády). Výsledek uveďte v metrech čtverečních, zaokrouhlete na setiny.

První odhad: _____

Výsledek: _____

Nová fasáda – 1. podúloha Množství barvy

Zadání podúlohy: Kolik litrů barvy bude potřeba objednat?
Hladký povrch 9–11 m^2/l v jedné vrstvě.
Hrubý povrch 6–9 m^2/l v jedné vrstvě.
Povrch budovy se bude natírat dvakrát.

První odhad: _____

Výsledek: _____

Seznam použité literatury

[1] MCM Webový portál. Online. Dostupné z: https://mathcitymap.eu/sk/portal-sk/#!/. [cit. 2026-04-15].

[2] MathCityMap, 2025. Online. Dostupné z: https://mathcitymap.eu/sk/. [cit. 2026-04-02].

[3] BENOVIČOVÁ, Hana. *Matematické procházky*. Online. Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. 2024. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/wjysi/.

[4] LUDWIG, Matthias; JABLONSKI, Simone; CALDEIRA, Amélia a MOURA, Ana (ed.), 2020. Research on Outdoor STEM Education in the digiTal Age. Münster: WTM – Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien. ISBN 978-3-95987-144-0.

[5] BARLOVITS, Simon a LUDWIG, Matthias, 2023. Effective or not? The impact of mobile learning on students' interest, self-efficacy, and performance in outdoor mathematics education. In: Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13). Eötvös Loránd University of Budapest, Budapest, Hungary: Alfréd Rényi Institute of Mathematics, s. 2867–2874. ISBN 978-963-7031-04-5.

[6] POLÁK, Josef. Didaktika matematiky : jak učit matematiku zajímavě a užitečně. 1. vydání. Plzeň: Fraus, 2014, 431 stran. ISBN 9788072384495.