

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY

GPS A JEHO VYUŽITÍ V HODINÁCH MATEMATIKY
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Hana Reháková

Učitelství pro základní školy, oborová kombinace Ma-Ge

Vedoucí práce: Mgr. Martina Kašparová, Ph.D.

Plzeň, 2016

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 6. dubna 2016

.....
Hana Reháková

Děkuji vedoucí diplomové práce Mgr. Martině Kašparové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, připomínky a za čas, který mi věnovala.

Děkuji také Mgr. Pavlu Červenému za zapůjčení GPS přijímačů a Mgr. Zdeňce Špinlerové za možnost realizovat terénní výuku na Základní škole Hostouň.

Obsah

ÚVOD.....	6
1 SYSTÉM GPS	7
1.1 PRINCIP URČOVÁNÍ POLOHY.....	8
1.2 PŘESNOST GPS	8
1.3 TYPY GPS PŘIJÍMAČŮ A JEJICH ZÁKLADNÍ FUNKCE.....	9
1.4 GPS PŘIJÍMAČ GARMIN DAKOTA 20.....	10
2 MOŽNOSTI VYUŽITÍ GPS NAVIGACÍ VE VÝUCE	12
2.1 ZASAZENÍ DO RVP.....	12
2.2 VYUŽITÍ GPS V MATEMATICE.....	13
2.3 HRY S GPS VE VÝUCE.....	14
2.3.1 <i>Geocaching</i>	14
2.3.2 <i>Wherigo</i>	15
3 PRAKTICKÁ ČÁST	18
3.1 TERÉNNÍ VÝUKA NA ZŠ HOSTOUŇ.....	18
3.1.1 <i>Charakteristika školy a třídy</i>	18
3.1.2 <i>Příprava výuky</i>	19
3.1.3 <i>Úkoly pro práci žáků v terénu</i>	21
3.1.4 <i>Průběh výuky</i>	30
3.1.5 <i>Reflexe realizované výuky</i>	31
3.1.6 <i>Teoretický pohled na zadané úlohy</i>	33
3.2 TERÉNNÍ VÝUKA NA ZŠ ŠTĚNOVICE.....	39
3.2.1 <i>Charakteristika školy</i>	39
3.2.2 <i>Příprava výuky</i>	39
3.2.3 <i>Průběh výuky</i>	41
3.2.4 <i>Reflexe realizované výuky</i>	41
3.3 NÁVRHY DALŠÍCH AKTIVIT DO VÝUKY.....	42
3.3.1 <i>Měření rychlostí, vzdáleností a výšek</i>	43
3.3.2 <i>Geocaching</i>	45
3.3.3 <i>Wherigo cartrige</i>	46
ZÁVĚR	50
RESUMÉ	51
POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ.....	52
SEZNAM OBRÁZKŮ A PŘÍLOH.....	55
PŘÍLOHY	I

Úvod

V současné době se ve školní výuce klade důraz na využívání moderních technologií. Většinou se jedná o práci s počítači, tablety či interaktivní tabulí. Málokterá škola ale pro výuku používá i další technologie jako jsou například GPS přijímače. Přitom GPS navigace mají ve výuce velice široké využití. Dají se využít téměř ve všech předmětech k procvičování právě probírané látky, k zopakování většího tematického celku i jako pojítka mezi jednotlivými předměty v rámci mezipředmětových projektů nebo různých projektových dnů. Žáci si tak zábavnou a zajímavou formou procvičí dané učivo, ale kromě toho se také budou učit používat nové přístroje, učit se pracovat ve skupině, efektivně spolupracovat na řešení problémů a navíc při výuce opustí školní lavice a budou se pohybovat v terénu.

V matematice se učitelé často setkávají s problémem motivace žáků a s vysvětlením, k čemu je matematika dobrá v běžném životě. Zde se nachází prostor k využití moderních pomůcek a propojení matematických znalostí a dovedností s problémy reálného světa. V praktické části diplomové práce jsem se tedy snažila vymyslet takové úkoly, které se týkají běžného života a žáci si tak jejich řešením mohou uvědomit reálné využití matematiky.

Cílem diplomové práce je představit GPS přijímače jako vhodnou pomůcku při výuce matematiky na 2. stupni základních škol, uvést některé možnosti využití přístrojů ve výuce a navrhnout konkrétní úkoly pro práci s navigacemi.

První část práce bude věnována stručnému představení systému GPS, kde bude popsán princip jeho fungování, typy GPS navigací a jejich základní funkce. Ve druhé části diplomové práce budou nastíněny možnosti využití přijímačů ve výuce (nejen matematiky, ale i dalších předmětů). Poslední, praktická, část práce se bude věnovat návrhům konkrétních aktivit, z nichž budou detailněji popsány ty, které budou realizovány na základních školách.

1 Systém GPS

GPS neboli Global Positioning System je americký navigační systém, který původně sloužil pouze pro vojenské účely. V 90. letech minulého století bylo umožněno jeho bezplatné využití pro civilní účely, ale kvůli bezpečnosti Spojených států amerických byla uměle zavedena odchylka, která přesnost navigace snižovala. V roce 2000 byla tato odchylka odstraněna a dnes lze určit zeměpisné souřadnice jakéhokoliv místa na Zemi. Nepřesnost zaměření se přitom pohybuje pouze v rozmezí několika metrů. [11]

Tento navigační systém se dělí na tři segmenty: **kosmický, řídicí a uživatelský segment**. Kosmický segment se skládá z družic, které obíhají kolem Země po střední oběžné dráze ve výšce asi 20 200 km. Radiový signál vysílá vždy alespoň 24 GPS družic, i když jich je na oběžné dráze ve skutečnosti více.

Řídicí systém tvoří síť pozemních monitorovacích zařízení, která sledují GPS družice, posílají jednotlivým družicím aktualizovaná data, synchronizují čas a provádějí různé analýzy. Hlavní řídicí stanice se nachází v Coloradu a další monitorovací zařízení jsou rozmístěna po celém světě.

Uživatelský segment představují GPS přijímače různých uživatelů. V současné době využívají systém GPS stovky aplikací, které lidé potřebují v každodenním životě. GPS technologie najdeme v mobilních telefonech, chytrých hodinkách, přístrojích pro monitorování zemětřesení nebo třeba v námořních lodích. Možnosti využití GPS jsou tak v současné době nepředstavitelně široké. [8]

Kromě amerického systému GPS existují také jiné navigační systémy, například ruský GLONASS nebo plánovaný evropský systém GALILEO. Vojenský navigační systém GLONASS, který je provozovaný ruskou armádou, je využíván také pro civilní účely, ale s omezenou přesností navigace. Systém GALILEO by měl být obdobou amerického a ruského navigačního systému. Bude řízený civilní správou a jeho přesnost by měla být lepší než jeden metr. V současné době se ale datum jeho spuštění stále posouvá a nyní je naplánováno na rok 2018. [11]

1.1 Princip určování polohy

Princip určení polohy je podle [14] založen na výpočtu vzdálenosti mezi družicí a uživatelem, který přijímá signál vyslaný z družice pomocí GPS přijímače. K tomuto výpočtu dochází na základě určení doby, která uplynula od vyslání signálu družicí do přijetí signálu přijímačem. K tomu je zapotřebí znalosti přesného času, a proto jsou družice vybaveny velice přesnými atomovými hodinami. Hodiny v GPS přijímači se po každém příjmu signálu synchronizují na čas těchto atomových hodin.

K určení polohy uživatele na Zemi je tak zapotřebí přijímat signál od minimálně tří družic (k určení zeměpisné délky, zeměpisné šířky a přesného času). Pokud navíc GPS přijímač uvádí hodnotu nadmořské výšky, musí přijímat signál ze čtvrté družice. To je pouze minimální počet družic, které potřebuje přijímač registrovat. Platí totiž, že s rostoucím počtem přijatých signálů se zvyšuje přesnost navigace.

Přijímání signálu pomocí GPS přístroje je možné nepřetržitě. „Frekvence signálu GPS (L1: 1,575 GHz) je volena tak, aby signál byl nezávislý jak na denní či roční době, tak i na počasí.“ [14, str. 10]

1.2 Přesnost GPS

Hlavní nevýhodou určování polohy pomocí GPS je nutnost přímé viditelnosti přijímače na oblohu. To znemožňuje měření například v budovách, tunelech nebo podzemních prostorech. [9] Ale i v případě, že je přístroji umožněn výhled na oblohu, je nutné počítat s určitou nepřesností v určení polohy.

Pokud hovoříme o přesnosti GPS přijímačů, musíme rozlišovat mezi přesností určení polohy a výšky. Běžně bývá přesnost určení nadmořské výšky dvakrát horší než zaměření polohy. [14] Neplatí to ale u přijímačů, jejichž součástí je barometrický výškoměr.

V současné době se běžná přesnost GPS přijímačů pohybuje mezi 5 – 10 metry. Jak bylo nastíněno v úvodu kapitoly 1, ještě před rokem 2000 se tato odchylka pohybovala kolem 100 metrů z důvodu bezpečnosti USA. Nyní závisí přesnost přístrojů především na dostatečném výhledu na oblohu, na počtu družic, ze kterých je přijímán signál a také na kvalitě samotného GPS přijímače. Například speciální geodetické přístroje umí určit

polohu s přesností na milimetry. Tyto přístroje ale využívají další speciální technologie. I u běžných přijímačů lze dosáhnout jistého zpřesnění měření, a to pomocí podpůrných systémů pro korekci GPS signálu (DGPS, WAAS, EGNOS). Pro potřeby této diplomové práce nejsou korekce podstatné a čtenář se o nich může více dozvědět např. v [14].

Největší nepřesnosti v měření pomocí GPS vznikají v ionosféře, kdy tato část atmosféry způsobí zakřivení dráhy signálu. Odchylku dále způsobuje nepřesnost v chodu hodin, aktuální stav troposféry, odraz signálu od okolních ploch (budov, stromů, překážek). To znamená, že větší přesnosti než ve městě nebo v lese dosáhne uživatel na otevřeném prostranství. Větší nepřesnost nastane také v případě, že je GPS přijímač spuštěn po delší době nebo v místě vzdáleném více než 100 km od místa předchozího spuštění.

1.3 Typy GPS přijímačů a jejich základní funkce

GPS přijímače můžeme dělit na tři kategorie: navigační, geodetické a přijímače určené pro časovou synchronizaci. Nejrozšířenější jsou **přístroje navigační**, které mohou sloužit pro vojenské i civilní účely. Vojenské přijímače umí na rozdíl od civilních zachytávat a zpracovávat také zakódované informace. GPS přijímače pro civilní použití můžeme dále dělit podle oblasti využití na:

- turistické,
- námořní,
- letecké,
- automobilové,
- přijímače, které jsou součástí jiného přístroje (např. mobilních telefonů, hodinek).

Všechny tyto přístroje mají většinou stejné základní funkce, kterými jsou určení polohy a nadmořské výšky přijímače, určení přesného času, změření rychlosti pohybu (průměrné i okamžité), možnost zadat cíl trasy a následně sledovat směr a vzdálenost k cíli, určení doby dojezdu (příchodu) do cíle apod. Kromě těchto základních funkcí mohou přístroje disponovat speciálními funkcemi typickými pro jednotlivé oblasti využití. Mezi ně patří například funkce varovných bodů typická pro námořní navigace, funkce upozornění na oblasti s omezeným letovým provozem u leteckých navigací atd. [14]

Všechny typy GPS přijímačů nabízí několik základních stránek, mezi které patří (upraveno podle [2]):

- **Mapová stránka** – zobrazuje aktuální pozici uživatele v mapě. Dále se v mapě zobrazují uložené trasové body nebo prošlé trasy. V nemapových přijímačích se mapová stránka také zobrazuje, ale uživatel vidí pouze „prázdnou mapu“ s vyznačenou pozicí, uloženými body a prošlou trasou.
- **Satelitní stránka** – zobrazuje počet družic, ze kterých je přijímán signál, sílu signálu a většinou také aktuální přesnost určení polohy.
- **Navigační stránka** – má podobu digitálního kompasu, který určuje směr pohybu a orientaci vzhledem ke světovým stranám. V kompasu se rovněž zobrazuje směr k cíli, je-li cíl zadán. U některých zařízení je možnost přepnout GPS kompas na kompas elektromagnetický, který se chová jako běžný kompas.
- **Stránka s nastavením funkcí**

Kromě těchto běžných stránek jsou u některých přijímačů k dispozici i další stránky, například stránka s navigační dálnicí, která je obdobou navigační stránky a umožňuje trojrozměrný pohled na trasu, nebo stránka s barometrickým výškoměrem, která umožňuje sledovat výškový profil trasy.

1.4 GPS přijímač Garmin Dakota 20

K realizaci praktické části diplomové práce máme k dispozici GPS přijímače značky Garmin, konkrétně se jedná o typ Dakota 20. Výrobce [5] uvádí, že tento přístroj už se v současné době nevyrábí. Na našem trhu je ale stále dostupný.

Jedná se o turistickou mapovou navigaci s barevným dotykovým displejem a velmi citlivým GPS přijímačem, který umožňuje lepší navigaci v terénu se špatným výhledem na oblohu (např. v lese, ve městě). Displej má rozměry 2,6" a je dobře čitelný i na přímém slunci. V ceně navigace bývá většinou turistická mapa České republiky a další mapy lze do vnitřní paměti navigace nahrát. Paměť se dá rozšířit pomocí slotu na microSD kartu. Rozměry navigace jsou přizpůsobeny tak, aby se přístroj pohodlně vešel do dlaně. Lze jej využívat při turistice, cyklistice i při dalších aktivitách. [5]

Přístroj má vestavěný barometrický výškoměr a elektromagnetický kompas. Lze tedy určovat orientaci vzhledem ke světovým stranám i v případě, kdy uživatel není v pohybu (to u přístrojů bez elektromagnetického kompasu nelze). Zároveň může uživatel během pohybu v terénu sledovat výškový profil prošlé trasy. Další zajímavou funkcí je výpočet plochy, pomocí které přístroj určí obsah obrazce, jehož obvod uživatel obejde. Navigace Dakota 20 podporuje hru Geocaching, kdy lze do paměti přístroje pomocí datového kabelu přenést informace o skrýších používaných v této hře.

Jednou z aktivit navrhovaných pro výuku matematiky pomocí GPS navigace bude v rámci této diplomové práce také hra Wherigo. Proto by bylo výhodné, kdyby přístroj podporoval přehrávání herních souborů Wherigo. To bohužel přístroj Dakota 20 neumožňuje. Kromě GPS navigací, které tuto hru podporují, ji lze v současné době spustit i na většině „chytrých“ mobilních telefonech. Stačí mít pouze nainstalovanou aplikaci, která umožňuje herní soubory interpretovat.

2 Možnosti využití GPS navigací ve výuce

System GPS nabízí ve výuce mnoho možností jeho využití. Lze jej využít například v hodinách zeměpisu (či geografie) v souvislosti s výukou zeměpisných souřadnic a určování polohy na Zemi, v oblasti informační a komunikační technologie jako ukázkou nových moderních zařízení nebo v hodinách matematiky a fyziky jako měřicí přístroj k získávání dat. GPS přijímače lze ale použít pro zpestření výuky většiny předmětů. Při používání navigací se učivo zmiňovaných předmětů navzájem prolíná a uplatňují se tak mezipředmětové vazby. GPS navigace se tak dají dobře využít například v rámci projektových dnů a různých mezipředmětových terénních cvičení (viz kapitola 3.2). Protože k používání GPS přijímače je nutností mít přímý výhled na oblohu, omezuje se možnost jejich využití ve výuce pouze na venkovní aktivity.

2.1 Zasazení do RVP

Podle Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání [13] by mělo vzdělávání na základní škole vést především k tomu, aby žáci získali a osvojili si klíčové kompetence, které budou rozvíjet a využívat po zbytek života. Klíčové kompetence jsou rozděleny na několik kategorií: kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanské a pracovní. Používání moderních technologií, jako jsou například GPS přijímače, ve výuce napomáhá k naplňování těchto klíčových kompetencí.

Žáci během práce s navigací získávají určité informace, které musí správně interpretovat nebo je v některých případech využít pro řešení zadaného problému. Měřicí úlohy s GPS navigacemi rozvíjí také odhad žáků a kritičnost jejich myšlení - žáci musí zhodnotit správnost naměřených údajů. U žáků se tak prohlubují kompetence k učení.

Navazuje také rozvoj kompetencí k řešení problémů. Pokud jsou měřicí úlohy zadány jako problémové, musí se žáci rozhodnout, jaký postup řešení zvolí, zda jsou výsledky správné, popřípadě musí zkusit úlohu řešit jiným způsobem.

Většinou nebude mít vyučující k dispozici pro každého žáka vlastní GPS navigaci, proto budou žáci spolupracovat ve skupinách. Při řešení úkolů se budou doplňovat, vzájemně si radit a pomáhat. Zároveň se žáci budou setkávat s vyplňováním pracovních listů. Musí se

tak orientovat v textu, pracovat s grafy a tabulkami. Rozvíjí se tedy také kompetence komunikativní, sociální a personální.

Pracovní kompetence se rozvíjí především v souvislosti s používáním poměrně drahých přístrojů, kdy si žáci uvědomují, jak s takovými předměty zacházet.

Protože se GPS přijímače dají používat pouze v terénu, je pravděpodobné, že se žáci dostanou během výuky do přírody, kde budou moci rozvíjet své environmentální myšlení. V rámci aktivit se tedy velice dobře uplatní zařazení průřezových témat, především **environmentální výchovy** a **osobnostní a sociální výchovy**. Lze ale zařadit i úkoly z jiných průřezových témat.

2.2 Využití GPS v matematice

Ve vzdělávací oblasti matematika a její aplikace lze GPS navigace využít hned několika způsoby.

Prvním způsobem je využití navigací jako měřicího přístroje pro řešení úloh přímo v terénu. Žáci mohou pomocí navigace řešit například následující úkoly (upraveno podle [9]):

- Dostat se na dané místo podle zeměpisných souřadnic, zjistit zeměpisné souřadnice daného místa.
- Určit azimut, dostat se na dané místo podle azimutu a vzdálenosti.
- Měřit vzdálenost mezi dvěma body.
- Měřit vzdálenost mezi dvěma body ze třetího místa.
- Vymezit v terénu mnohoúhelník. Určit obvod a obsah obrazce.
- Sledovat aktuální rychlost, určovat průměrnou rychlost podle doby pohybu a ušlé vzdálenosti.
- Načrtnout a analyzovat výškový profil trasy.
- Odhadovat výšku stromů nebo budov.
- Určovat nadmořskou výšku.

Návrhy konkrétních aktivit, v rámci kterých je navigační přístroj používán pro měření a počítání přímo v terénu, jsou uvedeny v kapitolách 3.1 a 3.3.1.

Druhou možností pro použití přijímačů je sběr dat v terénu. Od předchozího případu se tento liší tím, že žáci v terénu neřeší žádné problémy nebo matematické úlohy. Získaná data poté využívají ve výuce ve školním prostředí. Ke zpracování naměřených údajů je někdy možné využít vhodný počítačový software. Uvedme dva příklady:

- K procvičování čtení informací z grafu je vhodné využít zobrazení výškového profilu prošlé trasy a grafu rychlosti pohybu v programu Google Earth. [9]
- K analýze tvaru vymezeného danými body v terénu a řešení dalších úloh týkajících se tohoto útvaru je možné využít matematický software GeoGebra. [10]

Další možností je využít práci s GPS navigací jako motivační činitel při hrách jako je Geocaching nebo Wherigo. Žáci v tomto případě řeší matematické úlohy s cílem získat potřebné údaje pro hraní dané hry. Úkoly mohou být zadány čistě matematické nebo lze propojit více předmětů v rámci hraní jedné hry. Obě hry budou blíže představeny v následujících kapitolách.

2.3 Hry s GPS ve výuce

2.3.1 Geocaching

„Geocaching je hra na pomezí sportu a turistiky, při které se hledají ukryté schránky pomocí zeměpisných souřadnic. Skrytá schránka neboli poklad se nazývá cache (keš).“ [1] K hledání schránek se nejčastěji používají turistické GPS přijímače, ale v poslední době je v oblibě využití tzv. chytrých telefonů. Hráči zaregistrovaní na oficiálním webu hry (www.geocaching.com), který provozuje společnost Groundspeak, zde zjistí zeměpisné souřadnice pokladu a mohou se vydat hledat keš do terénu. V souladu s hlavní myšlenkou hry by se měly keše nacházet na zajímavých místech, ať už v přírodě nebo ve městě.

Hra vznikla v USA v roce 2000 bezprostředně po tom, co byla odstraněna odchylka, která snižovala přesnost navigačního systému GPS. Její zakladatel Dave Ulmer založil první keš 2. května 2000 a již o den později měla keš svého prvního nálezce. Do České republiky se hra rozšířila o rok později a první keš u nás byla založena v červnu roku 2001. Dodnes je aktivní a nachází se v přírodní rezervaci u Štramberku. [7] V současné době je na světě aktivních více než 2,7 milionů keší a registrováno je přes 15 milionů hráčů. [6]

Geocaching ve výuce

Princip hry Geocaching se dá využít ve výuce tak, že žáci hledají ukrytý poklad podle zeměpisných souřadnic s pomocí GPS navigace. Souřadnice ale musí nejprve získat plněním různých úkolů. Takto lze ozvláštnit nejen výuku matematiky ale i jiných předmětů. Úkoly mohou žáci plnit buď ve třídě, kdy pouze vyřeší dané úlohy a na základě správného řešení získají potřebné údaje, nebo lze úkoly plnit přímo v terénu, kdy bezprostředně po jejich vyřešení následuje hledání „keše“. Tímto způsobem lze propojit i výuku více předmětů. Tak tomu například bylo v rámci terénní výuky zeměpisu na ZŠ Štěnovice, kterou jsme realizovali společně se spolužáky oboru Učitelství geografie pro základní školu (kapitola 3.2).

2.3.2 Wherigo

Wherigo je další hra společnosti Groundspeak, která se do světa rozšířila na počátku roku 2008. Podle české encyklopedie Geocachingu [7] je to „projekt pro vytváření a hraní dobrodružných her (adventur) s využitím GPS přímo v reálném světě“. Spočívá v propojení informace o aktuální poloze GPS přijímače s naprogramovanou hrou uloženou v přijímači. Odlišností (a možná také výhodou) hraní takové hry oproti hře počítačové nebo deskové je nutnost pohybovat se při hraní v terénu. Pokud se hráč nachází v předem definovaném místě, zobrazí se na displeji přijímače úkol nebo hádanka, které musí vyřešit k tomu, aby mohl ve hře pokračovat, nebo se třeba objeví jen informace o daném místě a instrukce, kam pokračovat dál. Hra tedy může mít různé podoby, vše záleží na autorovi tzv. cartridge (označení pro soubor s naprogramovanou hrou). Cartridge může být vytvořena doslova jako hra (s nějakou herní postavou, akční zápletkou, napínavým příběhem) nebo může představovat průvodce po zajímavém místě. Příkladem takového průvodce je projekt „Vysočinou bez mapy – GPS průvodce po zajímavostech kraje“, jehož cílem je seznámit návštěvníky kraje Vysočina se zajímavostmi, které kraj nabízí. [16]

Ke hraní Wherigo je nutné vlastnit přístroj, který podporuje herní soubory. Podporují je některé outdoorové GPS navigace (od výrobce Garmin), PDA s navigačním modulem a programem *Wherigo player* (dostupný zdarma na oficiálních stránkách hry www.wherigo.com) a v současné době je na výběr také několik aplikací (například

WhereYouGo), které umožní přehrávat tyto soubory v moderních „chytrých“ telefonech. Zde je podmínkou, aby mobilní telefon měl zabudovaný navigační modul. [4]

Dále je potřeba uložit do přístroje herní soubor, tzv. cartridge. Soubory lze po bezplatném zaregistrování stáhnout na webových stránkách hry. Nyní lze v České republice hrát přibližně 350 her dostupných na www.wherigo.com. Cartridge si také může uživatel sám vytvořit (naprogramovat). K tomu jsou určeny programy *Wherigo Builder* (oficiální program od společnosti Groundspeak) nebo český program *URWIGO*.

Wherigo ve výuce

Wherigo lze ve výuce využít podobně jako Geocaching, nejlépe pro opakování probrané látky a pro větší motivaci žáků v daném předmětu. Výhodou této hry je, že se úkoly žákům objevují na GPS přijímači nebo mobilním telefonu postupně a žáci tedy musí nejdříve splnit aktuální úkol, aby mohli pokračovat k dalšímu. Nevýhodou je především časová náročnost vytvoření hry (hlavně pro delší a propracovanější hry). Jednoduchou hru se dvěma stanovišti lze podle [4] vytvořit za 30 minut. Jsou ale potřeba základní zkušenosti vyučujícího s programováním v programu k tomu určeném.

Nejlépe se Wherigo uplatní v předmětech, jako jsou přírodopis, zeměpis nebo dějepis, kde mohou být úkoly vztaženy přímo k místům, kde se žáci nachází. V rámci **přírodopisu** mohou žáci určovat na jednotlivých stanovištích zadané rostliny, popisovat ekosystémy, ve kterých se nacházejí apod. V hodinách **zeměpisu** lze tímto způsobem trénovat orientaci v terénu, určování světových stran, čtení z mapy včetně práce s měřítkem mapy atd. V **dějepisě** se může hra týkat významných budov ve městě, kdy by úkolem žáků bylo zjistit informace, které s budovami souvisí (např. stavební sloh). Také v **matematice** lze vymyslet úlohy tak, aby žáci museli pracovat s okolním terénem. Můžou třeba odhadovat výšku stromu nebo budovy, odhadovat nebo měřit vzdálenost mezi dvěma body (ať už mezi dostupnými nebo nedostupnými), určovat obsah a obvod náměstí. V těchto případech ale musí být hráči povolena určitá tolerance při zadávání výsledných hodnot, protože měření nikdy nebude zcela přesné.

V dalších případech už se zřejmě úlohy nebudou týkat přímo situací v terénu, ale žáci budou řešit úkoly pouze s využitím svých znalostí. I tak se ale bude určitě jednat

o zajímavé a zábavné zpestření výuky. Konkrétnější návrhy na tvorbu herních příběhů do výuky fyziky, přírodopisu a českého jazyka lze najít v [4, str. 45].

Mnou vytvořená kompletní hra, určená k zařazení do výuky matematiky, je k dispozici na přiloženém CD a podrobně je popsána v kapitole 3.3.3.

3 Praktická část

Cílem diplomové práce není jen podat přehled možností pro využití navigačních technologií ve výuce matematiky, ale také některé konkrétní aktivity ve výuce vyzkoušet, zhodnotit jejich přínos pro žáky, případně navrhnout obměny těchto aktivit pro lepší výsledky při příští realizaci.

Následující část práce obsahuje popis dvou vyučovacích bloků, které byly realizovány s žáky základních škol. V prvním případě se jedná o terénní výuku matematiky v 8. ročníku na základní škole v Hostouni, při které byly přístroje GPS využity přímo k měření údajů potřebných k řešení matematických úloh. Ve druhém případě jde o terénní výuku zeměpisu v 9. ročníku, doplněnou řešením matematických úloh, kde GPS navigace sloužily nejen k navigačním účelům, ale představovaly také motivační prostředek (hledání ukrytého pokladu). Tato výuka proběhla na základní škole ve Štěnovicích. Fotografie z průběhu obou projektů najde čtenář v příloze 3.

3.1 Terénní výuka na ZŠ Hostouň

3.1.1 Charakteristika školy a třídy

Jak již bylo uvedeno, terénní výuka matematiky byla realizována na ZŠ Hostouň, která se nachází ve stejnojmenné obci nedaleko Horšovského Týna. Tuto školu jsem na provedení praktického cvičení vybrala z důvodu dobré znalosti okolního terénu. Škola se nachází na okraji obce, kde se hned za školním areálem rozprostírají pole a louky, tedy ideální terén pro vykonávání měřicích úloh.

Jedná se o úplnou základní školu, která zajišťuje výuku v běžných třídách od 1. do 9. ročníku. V každém ročníku je v tomto školním roce (2015/2016) otevřena pouze jedna třída. V současné době navštěvuje školu 148 žáků, z toho 89 dětí je na prvním stupni a 59 dětí navštěvuje druhý stupeň.

Součástí školy je školní jídelna, která o velké přestávce funguje také jako školní bufet, a školní družina, která má v současné době jedno oddělení. V areálu školy se nachází nově zrekonstruovaná tělocvična a venkovní hřiště. Většina tříd je nyní vybavena počítačem a projektorem.

Škola zajišťuje pro žáky výuku plavání v plaveckém bazénu v Domažlicích. Kromě toho nabízí žákům možnosti mimoškolních aktivit – ve školním roce 2015/2016 je otevřen zdravotnický kroužek, florbal, výuka psaní všemi deseti a kroužky zaměřené na výtvarnou výchovu. Žáci mohou také využívat služby školní knihovny.

Do osmé třídy, ve které se výuka uskutečnila, chodí celkem 16 žáků, z toho 8 dívek a 8 chlapců. Z pohledu matematiky se jedná o třídu s horším prospěchem, průměrná známka z matematiky za první pololetí školního roku 2015/2016 byla přibližně 3,6. Matematika není u žáků osmé třídy příliš oblíbená a je zde všeobecně problémem žáky dostatečně motivovat.

3.1.2 Příprava výuky

Před samotnou praktickou výukou bylo nutné stanovit si cíle aktivit a očekávané výstupy, dále vymyslet úkoly, které budou žáci plnit, vypracovat pracovní listy a na základě požadovaných znalostí vybrat vhodný ročník a školu, na které se cvičení uskuteční.

Výběr školy byl již popsán výše. S paní ředitelkou Mgr. Zdeňkou Špinlerovou, která je zároveň učitelkou matematiky v 8. třídě, jsem se domluvila na termínu terénní výuky a na časové dotaci, která byla k měření zapotřebí. Domluvily jsme se také na tom, že výuku povedu celou sama a paní ředitelka ani jiní pedagogičtí pracovníci školy nebudou ani u jedné části přítomni. Výuka se uskutečnila v pátek 2. října 2015, kdy bylo ještě vhodné počasí pro práci v terénu. Tento termín byl vybrán také s ohledem na mé časové možnosti, protože se základní škola nachází mimo místo studia, tedy mimo Plzeň.

GPS navigace základní škola v Hostouni k dispozici nemá a bylo tak zapotřebí si je půjčit. Přístroje za účelem provedení terénního cvičení zapůjčil Mgr. Pavel Červený z 11. základní školy Plzeň. Tímto bych mu chtěla ještě jednou poděkovat.

Cíl aktivity a očekávané výstupy

Cílem navrhované aktivity bylo vyzkoušet možnosti využití GPS přijímače při měření v terénu, vhodně využít výsledky měření k řešení matematických úloh, které procvičují představivost a týkají se reálného života. Cílem bylo dále ukázat žákům možnost netradičního vyučování matematiky v přírodě.

Pro tuto aktivitu jsem stanovila následující očekávané výstupy:

- Žáci chápou princip fungování GPS navigace a využívají základní funkce přístroje k provádění měření v terénu.
- Žáci řeší samostatně matematické úlohy týkající se běžného života.
- Žáci kriticky zhodnotí výsledky měření v souvislosti s přesností GPS přijímače.
- Žáci efektivně spolupracují na řešení úlohy ve skupině.

Požadované znalosti

K efektivnímu využití GPS přijímače a pochopení principu určování polohy je nutná znalost zeměpisných souřadnic. K vyřešení připravených úkolů jsou za potřeby následující znalosti a dovednosti:

- pochopení souvislosti mezi velikostí úhlu a azimutem, určování azimutu,
- určování hodnoty výrazu, dosazování do vzorečku,
- určování obvodu a obsahu lichoběžníku, čtverce,
- orientace a čtení v grafu, sestavení jednoduchého grafu.

Na základě potřebných znalostí a dovedností byla aktivita realizována v osmém ročníku.

Použité metody a organizace výuky

Výuka byla rozdělena do dvou částí. První část probíhala ve školní třídě a výuka byla vedena frontální formou s využitím slovních a názorně-demonstračních metod: rozhovoru, krátkého výkladu a instruktáže.

Druhá část výuky byla praktická, kdy byly úkoly plněny formou skupinové práce. Zde se prolínaly metody slovní, dovednostně-praktické a aktivizující. Konkrétně šlo především o práci s textem, metodu řešení problémů, manipulování a experimentování.

Celková časová náročnost byla odhadována na tři vyučovací hodiny, tzn. 3 × 45 minut.

3.1.3 Úkoly pro práci žáků v terénu

V následujících odstavcích jsou stručně a přehledně popsány úkoly, které byly žákům zadány prostřednictvím pracovních listů. Všechny pracovní listy, včetně jejich krátké charakteristiky, jsou také uvedeny níže.

Úkol č. 1 – Sklon cesty

Jsou zadány souřadnice dvou bodů na cestě. Úkolem žáků je zjistit nadmořskou výšku obou bodů, změřit vzdálenost mezi dvěma body a ze zjištěných údajů vypočítat sklon cesty.

Úkol č. 2 – Obsah a obvod mnohoúhelníku

Jsou zadány souřadnice bodů v terénu. Úkolem žáků je podle navigace projít zadanou trasu. Během toho žáci zjistí a zapíší údaje o délce jednotlivých stran mnohoúhelníku. Následně žáci určí podle mapy v GPS přijímači geometrický obrazec, který vymezili. Celou trasu projdou znovu se zapnutou funkcí výpočtu velikosti plochy. Ze zjištěných údajů vypočítají obvod a obsah obrazce. Obsah porovnájí s naměřeným údajem o velikosti plochy.

Úkol č. 3 – Vymezení čtverce

Úkolem žáků je vymežit pomocí azimutu v terénu čtverec s danou velikostí plochy. Do přístroje GPS zadají souřadnice všech vrcholů čtverce. Trasu projdou ještě jednou se zapnutou funkcí výpočtu velikosti plochy a naměřenou hodnotu porovnájí s velikostí plochy v zadání úkolu.

Úkol č. 4 – Výškový profil trasy

Jsou určeny souřadnice několika bodů v terénu. Žáci projdou podle navigace zadanou trasu a v předem určeném intervalu budou do tabulky zapisovat aktuální nadmořskou výšku. Úkolem je načrtnout výškový profil prošlé trasy a porovnat ho s grafem nadmořské výšky v GPS.

Pracovní listy

Pracovní listy jsou rozděleny do tří částí. První část obsahuje motivační text, většinou doplněný obrázkem, ve kterém žáci najdou úlohu, již je potřeba vyřešit. V další části je podrobně popsán postup manipulace s GPS přijímačem. Pokud by žáci s navigací pracovali pravidelně a měli s jejím používáním zkušenosti, mohla by být tato část pracovního listu stručnější. Protože realizace aktivity probíhala ve třídě, kde žáci s přístrojem pracovali poprvé, bylo nutné postup přesně popsat. Poslední částí pracovních listů jsou již předpřipravené náčrtky, do kterých žáci doplňují naměřené informace, nebo vyznačená místa, kam sami náčrtky doplňují, kde provádějí výpočty, případně odpovídají na položené otázky. Kompletní pracovní listy najde čtenář na následujících stranách.

Pracovní list č. 1 – Sklon cesty

Práce s GPS navigací v hodinách matematiky

Výchozí souřadnice: N 49° 33.638' E 012° 45.843'

Znáte dopravní značku na obrázku? Tato značka upozorňuje řidiče na nebezpečné stoupání vozovky. Jako nebezpečný se označuje sklon silnice větší než 10 %. Myslíte si, že by na místě, kde právě stojíte, měla být umístěna tato dopravní značka? **Jaký je sklon této cesty?**



Obrázek 1: Značka

- Pomocí GPS navigace zjistěte nadmořskou výšku místa, kde stojíte. Všechny naměřené údaje zapisujte do obrázku níže.

Údaje o nadmořské výšce najdete na stránce Kompas – Nadm. výška

- Zadejte do navigace trasový bod „Bod1“, který určuje nejvyšší bod vaší trasy:

N 49° 33.675' E 012° 45.810'

Označit tras. bod >> Uložit a upravit >> Změnit název, Změnit pozici >> ✕

- Zjistěte vzdálenost tohoto bodu od místa, kde se nacházíte.

Kam vést? >> Trasové body >> Bod1 >> Jet >> ✕ >> Kompas

- Podle navigace dojděte na zadané místo a zjistěte jeho nadmořskou výšku.
- Z naměřených údajů vypočítejte sklon cesty v procentech.

Nápověda: $\frac{a}{b} \cdot 100$

Sklon cesty je .

Měla by se na tomto místě nacházet dopravní značka „Nebezpečné stoupání“?

Pracovní list č. 2 – Obsah a obvod mnohoúhelníku

Práce s GPS navigací v hodinách matematiky

Výchozí souřadnice: N 49° 33.791' E 012° 45.528'

Představte si, že chcete postavit dům. První důležitou věcí, kterou budete muset udělat, je koupit si stavební pozemek. Cena takového pozemku je v okolí Hostouně průměrně **110 Kč/m²**. Ke koupi pozemku tedy musíte znát jeho rozlohu. Tu snadno zjistíte, má-li pozemek tvar čtverce nebo obdélníku. Mají ale pozemky vždy tento tvar? Podívejte se na následující mapu:



Obrázek 2: Katastrální mapa obce Hostouň

Váš pozemek je určen následujícími souřadnicemi:

V1: N 49° 33.791' E 012° 45.472'	V2: N 49° 33.808' E 012° 45.472'
V3: N 49° 33.808' E 012° 45.501'	V4: N 49° 33.791' E 012° 45.528'

Jaký má tvar a kolik Kč byste za něj zaplatili?

- Vytvořte v GPS navigaci trasové body **V1**, **V2**, **V3** a **V4**, které odpovídají zadaným souřadnicím.

Označit tras. bod >> Uložit a upravit >> Změnit název, Změnit pozici >> ☒

- Vymažte v navigaci aktuální prošlou trasu.

Nastavení >> Vymazat >> Vymazat akt. trasu >> Ano

- Zapněte navigování a dojděte **postupně** na všechna místa označená trasovými body. Zároveň zapisujte údaje o vzdálenostech do následující tabulky. Snažte se co nejpresněji dodržet směr, který vám ukazuje šipka. V místě každého trasového bodu zůstane vždy jeden z vás stát.

Kam vést? >> Trasové body >> V1 (V2, V3, V4) >> Jet >> ☒ >> Kompas

	Výchozí bod – V1	V1 – V2	V2 – V3	V3 – V4
Vzdálenost				

- Po příchodu na **poslední** bod zjistěte pohledem na mapu v navigaci, jaký tvar má vámi vymezený pozemek. **Obrazec načrtněte.**
- V navigaci zapněte funkci výpočtu plochy.

Výpočet plochy >> Start

- Trasu projděte znovu. Orientujte se podle spolužáků stojících na jednotlivých vrcholech mnohoúhelníku.
- Po příchodu ke **třetímu** vrcholu (spolužákovi) vypněte funkci měření plochy.
- Do náčrtku doplňte délky stran mnohoúhelníku, které zjistíte v tabulce. **Vypočítejte obvod a obsah obrazce.** Obsah porovnejte s hodnotou naměřenou pomocí GPS.

Místo pro náčrtek:

Obvod pozemku je a jeho obsah je .

Pomocí GPS navigace jsme naměřili obsah .

- Odpovězte na otázku v zadání a zamyslete se nad tím, kde mohly při měření vzniknout nepřesnosti.

Pracovní list č. 3 – Vymezení čtverce

Práce s GPS navigací v hodinách matematiky

Výchozí souřadnice: N 49° 33.783' E 012° 45.562'

Načrtněte čtverec, jehož obsah je 1 cm^2 :

To bylo snadné, že? Ve škole možná rýsujete i čtverec s obsahem 100 cm^2 , takže si ho také dokážete představit. Ale co čtverec, jehož obsah je $2\,500 \text{ m}^2$? Umíte si představit, jak bude velký? Podívejte se na pole kolem vás a zkuste si představit, kam až bude takový čtverec zasahovat. **Nebo si ho pojdte rovnou vymežit.**

- Rozmyslete si postup vymezení čtverce, načrtněte obrázek a určete délku strany čtverce. Znázorněte do náčrtku, pod jakými **azimuty** se budete pohybovat.

Nápověda: Vyjděte pod azimutem 180° a v každém vrcholu čtverce se otočte o 90° .

Místo pro náčrtek:

- Vymažte v GPS navigaci aktuální prošlou trasu.

Nastavení >> Vymazat >> Vymazat akt. trasu >> Ano

- Začněte vymezovat čtverec. (Jděte po jeho obvodu a snažte se co nejpřesněji dodržovat směr chůze pod daným azimutem.)

Azimut najdete na stránce Kompas – Směr pohybu

- Na každém vrcholu pomyslného čtverce se **zastavte a uložte** do navigace jeho souřadnice. Zároveň na každém vrcholu zůstane stát jeden z vás.

Označit tras. bod >> Uložit

- Zpět na **výchozích souřadnicích** zkontrolujte pohledem na mapu v navigaci, zda jste opravdu vymezili čtverec a uložte prošlou trasu.

Správce tras >> Současná trasa >> Uložit prošlou trasu >> ✓ >> Ne >> ✗

- Zapněte v navigaci výpočet plochy. Projděte trasu ještě jednou. Jděte vždy přímo ke spolužákovi stojícímu u vrcholu čtverce.

Výpočet plochy >> Start

- Po příchodu ke **třetímu** vrcholu (spolužákovi) vypněte výpočet plochy a zkontrolujte, zda výsledný údaj souhlasí se zadáním.

Pomocí GPS navigace jsme naměřili obsah .

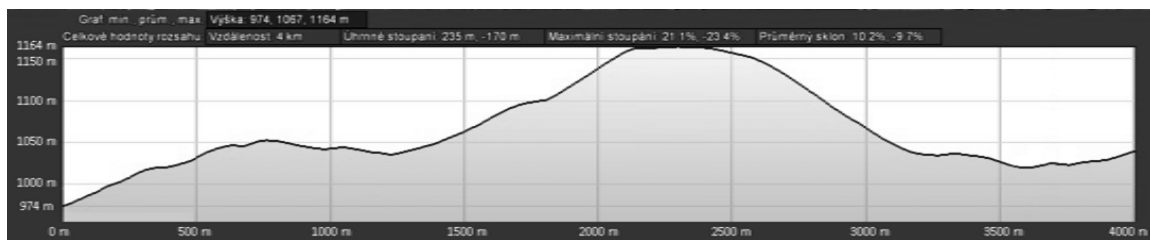
- Co mohlo způsobit případnou odchylku? Je vámi vymezený čtverec větší nebo menší, než jste si představovali?

Pracovní list č. 4 – Výškový profil trasy

Práce s GPS navigací v hodinách matematiky

Výchozí souřadnice: N 49° 33.828' E 012° 45.451'

Honza s Jirkou se hádají, kdo z nich byl o víkendu na náročnějším výletě. Honza říká: „My jsme vyšli až na kopec s nadmořskou výškou 1 164 m n. m.“ Jirka odpovídá: „To my jsme byli ve výšce 1 299 m n. m., takže nám dala cesta určitě víc zabrat.“ Můžeme rozhodnout, jestli má Jirka pravdu? Podívejte se na následující grafy:



Obrázek 3: Výškový profil Honzova výletu



Obrázek 4: Výškový profil Jirkova výletu

Který ze dvou výletů byl náročnější a proč?

Pojďme vytvořit výškový profil vlastní trasy.

- Zadejte do GPS navigace následující trasové body:

T1: N 49° 33.834' E 012° 45.410'	T2: N 49° 33.780' E 012° 45.400'	T3: N 49° 33.770' E 012° 45.361'
T4: N 49° 33.793' E 012° 45.338'	T5: N 49° 33.828' E 012° 45.451'	

Označit tras. bod >> Uložit a upravit >> Změnit název, Změnit pozici >> ✕

- Vymažte v navigaci aktuální prošlou trasu.

Nastavení >> Vymazat >> Vymazat akt. trasu >> Ano

- Postupně nastavujte navigování na jednotlivé trasové body a dojděte až k poslednímu z nich.

Kam vést? >> Trasové body >> T1 (T2, T3, ...) >> Jet >> ✕ >> Kompas

- Po každých 50 metrech, které ujdete, запиште do tabulky nadmořskou výšku, ve které se nacházíte.

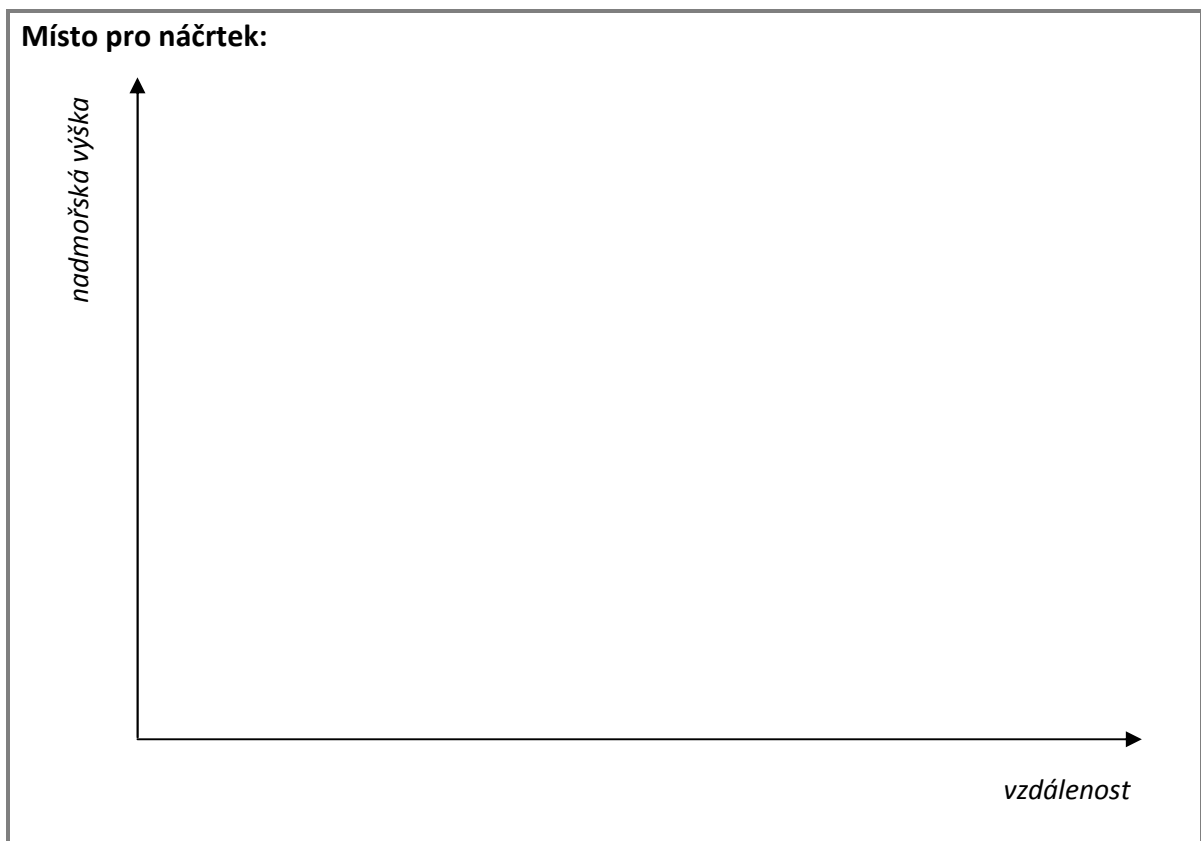
Údaj o nadmořské výšce zjistíte na stránce Kompas – Nadm. výška

Vzdálenost	0 m	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m
Nadmořská výška									

- Uložte prošlou trasu po příchodu k poslednímu bodu vaší trasy.

Správce tras >> Současná trasa >> Uložit prošlou trasu >> ✓ >> Ano

- Načrtněte výškový profil vámi prošlé trasy.



- Porovnejte vámi vytvořený výškový profil s profilem, který najdete v GPS navigaci.

Správce tras >> Vámi uložená trasa >> Graf nadm. výšky

3.1.4 Průběh výuky

Výuka byla rozdělena do dvou částí. První část probíhala ve třídě, kde byli žáci nejprve seznámeni s náplní aktivity. Přítomno bylo všech 16 žáků, kteří se sami rozdělili do čtyř stejně početných skupin. Žáci vytvořili z pohledu pohlaví homogenní skupiny, tedy dvě skupiny dívek a dvě skupiny chlapců. Pro lepší orientaci v následujícím textu označme skupiny následovně: *Dívky 1* – řeší úlohu č. 1 – Sklon cesty, *Dívky 2* – řeší úlohu č. 2 – Obvod a obsah mnohoúhelníku, *Chlapci 1* – řeší úlohu č. 3 – Vymezení čtverce a *Chlapci 2* – řeší úlohu č. 4 – Výškový profil trasy.

V úvodu byly žákům představeny GPS přijímače, každá skupina obdržela jednu navigaci a vysvětlen byl také princip jejich fungování. Žáci sami uváděli, kde se s navigacemi setkali nebo kde by se s nimi setkat mohli, a připomněli si znalosti o zeměpisných souřadnicích. Poté byly vysvětleny některé základní funkce GPS navigací, např. zjištění zeměpisných souřadnic daného místa, zadání souřadnic do přístroje a následná navigace k tomuto místu nebo měření vzdálenosti. Za pomoci instruktáže si žáci základní manipulaci s GPS přijímačem ve třídě vyzkoušeli. Tato teoretická část trvala 30 minut.

Druhá část výuky již probíhala v terénu. Protože je přesnost navigace závislá na síle satelitních signálů, museli žáci před školou počkat na příjem těchto signálů. Následně se již mohli nechat přístrojem navigovat na předem určené místo. To se nacházelo ve vzdálenosti cca 450 m od školy a žáci se během chůze k němu seznamovali s dalšími funkcemi, které nabízí hlavní menu přístroje (mapa, měření nadmořské výšky nebo rychlosti pohybu atd.). Po příchodu na určené místo měli žáci za úkol zadat do GPS přijímače výchozí souřadnice jednotlivých úkolů, které našli v pracovním listě. Pracovní listy žáci obdrželi již ve škole a zde měli ještě možnost si je pročíst a případně se zeptat na cokoliv, co by jim nebylo jasné. Poté už plnila každá skupina svůj úkol podle postupu uvedeného v pracovním listě.

Po dokončení úkolů proběhlo na místě krátké zhodnocení aktivity. Žákům bylo vysvětleno, kde při měření nebo zakreslování do grafu udělali chyby, a prodiskutována byla nepřesnost navigace a možné chyby v měření způsobené právě touto skutečností. Žáci také sami zhodnotili atraktivitu výuky matematiky v terénu s použitím moderních technologií.

3.1.5 Reflexe realizované výuky

V rámci realizace navrhovaných aktivit plnila každá skupina žáků jiný úkol, což se nakonec ukázalo jako méně vhodné. Žákům bylo zapotřebí upřesnit při měření některé postupy nebo prodiskutovat výsledné hodnoty a to bylo pro mne jako vyučujícího poměrně náročné, přestože se jednotlivá stanoviště nacházela nedaleko od sebe. Tento postup byl zvolen z důvodu potřeby vyzkoušet více aktivit během jedné terénní výuky. Vhodnější by bylo zvolit například pouze dva úkoly s tím, že by se jednotlivé skupiny na stanovišti postupně vystřídalaly.

Skupina *Dívky 1* – Sklon cesty

Úkol týkající se určování sklonu cesty nebyl pro žáky příliš obtížný. Manipulace s navigací zde byla ve srovnání s ostatními úkoly jednoduchá a dívky měly pro výpočet k dispozici vzorec, do kterého pouze dosazovaly naměřené hodnoty. Je zde tedy prostor pro zvýšení náročnosti úkolu tím, že v pracovním listě nebude uvedený vzoreček a žáci budou muset postup řešení vymyslet sami. Problém nastal s nepřesností měření. Žákyně musely měření provést dvakrát. Po diskuzi prvního výsledku jsme společně usoudily, že výsledný sklon je nereálný a je potřeba údaje změřit znovu. Druhý výsledek se již více přiblížil realitě, ale bohužel také nebyl zcela přesný. Důvodem byl zřejmě příliš krátký úsek měření, na kterém se více projevila nepřesnost GPS přijímače.

Očekávané výstupy byly v tomto případě naplněny pouze částečně, protože dívky musely být upozorněny na nesmyslný výsledek prvního měření a ani skupinová práce zde příliš nefungovala. Řešení úkolu se ujala jedna ze čtyř dívek, ostatní pouze přihlížely.

Skupina *Dívky 2* – Obsah a obvod mnohoúhelníku

Žákyně ve druhé skupině neměly s plněním úkolu žádné problémy a měřily poměrně přesně. Pouze jeden rozměr se výrazněji odchýlil od předem zjištěné hodnoty. Také dívky v této skupině musely měření provést dvakrát, protože si při prvním pokusu zapoměly zaznamenávat naměřené hodnoty. Nebyl to ale podstatný problém a druhé měření probíhalo velice plynule. Ani v průběhu řešení matematické úlohy nenastaly žádné potíže. Naopak se po vyřešení úkolu rozpoutala diskuze o tom, že je vymezený pozemek mnohem

menší, než žákyně očekávaly, a že částka, kterou by měly za pozemek zaplatit, je příliš vysoká.

Očekávané výstupy byly zcela naplněny. Dívky neměly problémy s měřením, všechny se do měření aktivně zapojovaly, vzájemně diskutovaly, pochopily využití matematického aparátu v běžném životě a s řešením úlohy si poradily zcela samostatně.

Skupina *Chlapci 1* – Vymezení čtverce

Úkol vymežit v terénu čtverec s daným obsahem se ukázal jako nejobtížnější. Žáci velice dlouho přemýšleli nad způsobem řešení úkolu a ani po malé nápovědě si s určováním azimutu nevěděli rady. Postup vymezení jim tedy musel být vysvětlen krok po kroku. Po kontrole výsledného vymezeného tvaru na mapové stránce GPS navigace bylo zjištěno, že se o čtverec nejedná. Žáci správně obešli dvě strany čtverce, ale při třetí již udělali chybu v určení potřebného azimutu (obrázek 5). Chyba vznikla nejspíše při střídání žáků během manipulace s GPS navigací. Na opakované vymezení již žákům nezbyl čas, což bylo způsobeno dlouhým přemýšlením nad způsobem řešení problému. Bylo by tedy vhodné ještě před samotnou terénní výukou s žáky zopakovat látku týkající se azimutů a souvislosti mezi azimutem a velikostí úhlu.



Obrázek 5: Žáky vymezený útvar

Chlapci spolupracovali ve skupině, všichni se při měření vystřídali. Funkce GPS navigace využívali efektivně, ale až po důkladném vysvětlení postupu měření. Úkol tedy neplnili samostatně a bohužel ani výsledky nesplňovaly zadání. Je zde vidět, že žáci chápou učivo

zeměpisu (azimuty) a matematiky (úhly) odděleně a chybí vzájemné propojení. Očekávané výstupy tak byly opět naplněny jen zčásti.

Skupina *Chlapci 2* – Výškový profil trasy

Poslední úkol opět nebyl pro žáky obtížný z hlediska měření a manipulace s GPS přijímačem. Žáci nejdříve plnili úvodní motivační úlohu, následně se pustili do zadávání všech trasových bodů do navigace, což bylo časově trochu náročnější než u ostatních skupin. Samotné navigování a měření nadmořské výšky nečinilo žákům obtíže a naměřené hodnoty se podstatně nelišily od předem zjištěných údajů. Obtížnější bylo pro chlapce v této skupině načrtnout graf výškového profilu. Chybně zvolili počátek soustavy souřadnic a také hodnoty na osu y zakreslili nevhodně. Výsledný graf tedy nebyl příliš přehledný (viz příloha 1). Všechny chyby byly se žáky prodiskutovány a postup tvorby grafu byl zkráceně vysvětlen.

Stejně tak jako ve skupině *Dívky 1*, se i zde našel „vedoucí člen“ skupiny, který se podílel na plnění úkolu výrazněji než ostatní chlapci. Přesto si ale manipulaci s navigací vyzkoušeli všichni ze skupiny. Chlapci sice úkol splnili, ale z výsledného grafu nešlo vyčíst moc informací. To ale žákům zjevně nevadilo. Nedokázali tak kriticky zhodnotit výsledky své práce.

Žáci celkově hodnotili terénní výuku jako zajímavou. Členové některých skupin o problému i po vyřešení diskutovali, jiní pouze splnili úkol a dál nad ním nepřemýšleli. Osobně si myslím, že žáky nejvíce zaujala práce s GPS navigací, kdy měření prováděli s viditelným nadšením. Následující řešení úloh s využitím naměřených údajů už pro ně většinou byla pouze nezbytnost k dokončení úkolu. Myslím si, že je to dáno především skutečností, že ve třídě je více slabších žáků, kteří nemají k matematice příliš kladný vztah. V takovémto případě by možná bylo lepší, aby v terénu probíhal pouze sběr dat a získaná data by se následně mohla využít v další hodině matematiky (už ve školním prostředí).

3.1.6 Teoretický pohled na zadané úlohy

Následující kapitola podá přehled o matematickém aparátu, který žáci potřebují k řešení uvedených úloh. Uvedeme, do jakých ročníků je vhodné úlohy zařadit a jaké doplňující úkoly lze přidat. Zařazení učiva do konkrétních ročníků vychází z [12].

Úkol č. 1 – Sklon cesty

Úkol, tak jak je zadaný, je možné zařadit již do **6. ročníku**, protože žáci musí pouze dosadit zjištěné hodnoty do uvedeného výrazu. Učivo *Výrazy s proměnnými* je sice zařazeno až do 8. ročníku, ale žáci se s dosazováním do vzorců setkávají dříve (i v průběhu zmíněného 6. ročníku) a neměli by tedy mít s vyřešením úkolu problém.

Úkol lze modifikovat pro zařazení do **9. ročníku**. Bude to v případě, že budeme sklon cesty počítat v procentech i ve stupních. Zde by pro výpočet sklonu cesty žáci nejdříve využili goniometrické funkce a vypočítali úhel stoupání ve stupních. Následně by mohl být uveden postup výpočtu v procentech. Cílem by tak bylo dojít ke zjištění, že 100% sklon odpovídá úhlu 45° .

Celou úlohu lze ještě doplnit příklady rozdílného pojetí nebezpečného stoupání a klesání u různých druhů dopravy. Zatímco u silniční dopravy je za nebezpečné považováno stoupání větší než 10 %, u železniční dopravy je největší povolený sklon tratě 40 ‰. Tím žáci získají představu o tom, kde se v reálném světě setkají s jednotkou promile a jak spolu procenta a promile souvisí.

Úkol č. 2 – Obsah a obvod mnohoúhelníku

Z pohledu matematiky zde mají žáci za úkol vypočítat obvod a obsah pravoúhlého lichoběžníku. Učivo *Čtyřúhelníky*, resp. *Lichoběžníky* je zařazeno do **7. ročníku**. Pravoúhlý lichoběžník jsem zvolila z toho důvodu, aby žáci nemuseli navíc měřit výšku lichoběžníku. Pokud by žáci vymezili jiný než pravoúhlý lichoběžník, byla by úloha časově náročnější. Mohla by být ale zajímavější, pokud by žáky napadla otázka, proč GPS navigace nepotřebuje pro výpočet plochy obrazce znát výšku lichoběžníku.

V geodézii se běžně používá metoda výpočtu obsahu n-úhelníku (výměry pozemku) pomocí souřadnic jeho vrcholů. Principem tohoto výpočtu je rozdělení útvaru na několik pravoúhlých lichoběžníků v pravoúhlé soustavě souřadnic, jejichž obsahy se navzájem sčítají a odčítají. Vysvětleme to na výpočtu obsahu trojúhelníku (postup je upraven podle [15]).

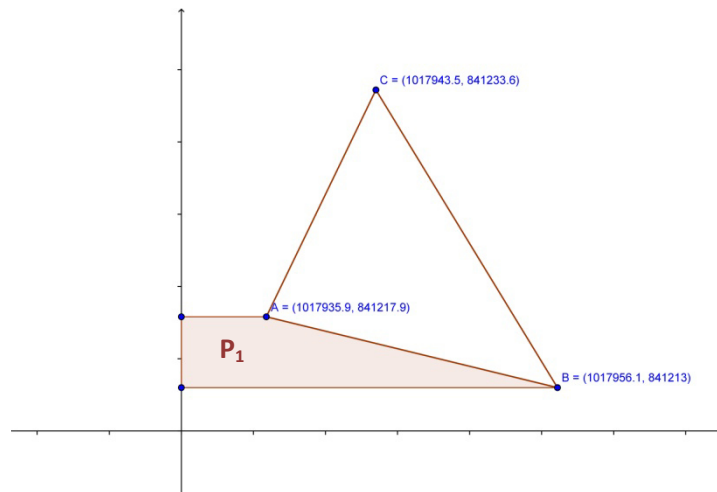
Trojúhelník je v terénu vymezen následujícími zeměpisnými souřadnicemi, které převedeme na pravoúhlé souřadnice v systému S-JTSK:

A: N 50° 10.89787', E 13° 0.49553' → $X_1 = 1017935,9$ $Y_1 = 841217,9$

B: N 50° 10.88752', E 13° 0.50228' → $X_2 = 1017956,1$ $Y_2 = 841213$

C: N 50° 10.89250', E 13° 0.48353' → $X_3 = 1017943,5$ $Y_3 = 841233,6$

Postup výpočtu tedy spočívá v tom, že vymezíme několik lichoběžníků a vypočítáme jejich obsah. Nejprve vypočítáme obsah P_1 lichoběžníku na obrázku 6.

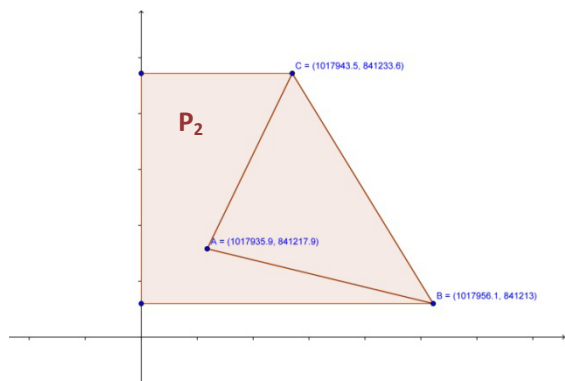


Obrázek 6: Lichoběžník č. 1

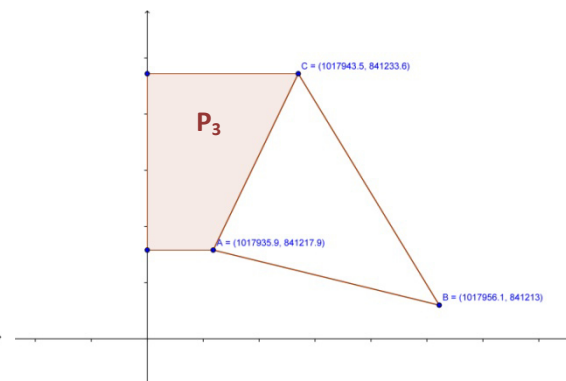
$$P_1 = \frac{(x_1 + x_2) \cdot (y_1 - y_2)}{2} = \frac{(1\,017\,935,9 + 1\,017\,956,1) \cdot (841\,217,9 - 841\,213)}{2}$$

$$P_1 = 4\,987\,935,4 \text{ m}^2$$

Podobně vypočítáme obsahy P_2 a P_3 .



Obrázek 7: Lichoběžník č. 2



Obrázek 8: Lichoběžník č. 3

$$P_2 = \frac{(x_3 + x_2) \cdot (y_3 - y_2)}{2} = \frac{(1\,017\,943,5 + 1\,017\,956,1) \cdot (841\,233,6 - 841\,213)}{2}$$

$$P_2 = 20\,969\,765,88 \text{ m}^2$$

$$P_3 = \frac{(x_3 + x_1) \cdot (y_3 - y_1)}{2} = \frac{(1\,017\,943,5 + 1\,017\,935,9) \cdot (841\,233,6 - 841\,217,9)}{2}$$

$$P_3 = 15\,981\,653,29 \text{ m}^2$$

Pokud nyní od obsahu P_2 odečteme obsahy P_1 a P_3 , získáme výsledný obsah vymezeného trojúhelníku.

$$P = 20\,969\,765,88 - 4\,987\,935,4 - 15\,981\,653,29$$

$$P = 177,19 \text{ m}^2$$

Plocha v terénu vymezeného trojúhelníku je $177,19 \text{ m}^2$.

Pokud provedeme výpočet obecně, získáme pro obsah trojúhelníku vztah

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \cdot [(x_3 + x_2) \cdot (y_3 - y_2) - (x_1 + x_2) \cdot (y_1 - y_2) - (x_3 + x_1) \cdot (y_3 - y_1)] = \\ &= \frac{1}{2} \cdot [x_1 y_2 - x_1 y_3 - x_2 y_1 + x_2 y_3 + x_3 y_1 - x_3 y_2], \quad (*) \end{aligned}$$

který lze upravit na tvar

$$P = \frac{1}{2} \cdot [x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2)] \quad (1)$$

nebo na tvar

$$P = \frac{1}{2} \cdot [y_1(x_3 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_1)]. \quad (2)$$

Předpis (1), resp. (2) představuje tzv. l'Huilierův vzorec pro výpočet obsahu plochy vzhledem k ose x , resp. vzhledem k ose y . Pro obecný n -úhelník můžeme vyvodit vzorce $P = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \cdot [x_i(y_{i+1} - y_{i-1})]$ vzhledem k ose x , resp. $P = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \cdot [y_i(x_{i-1} - x_{i+1})]$ vzhledem k ose y , přičemž n je počet vrcholů n -úhelníku a $[x_i, y_i]$ jsou souřadnice daného vrcholu. Aby bylo možné vzorce použít, musí být vrcholy očíslovány ve směru nebo naopak proti směru hodinových ručiček.

Pro uvedený postup výpočtu je důležité mít k dispozici správné souřadnice vrcholů. Systém GPS pracuje se souřadnicovým systémem WGS-84, který není vhodný pro výpočet velikosti plochy. Souřadnice je nutno převést do jiného souřadnicového systému. Pro území České republiky se nejčastěji používá souřadnicový systém S-JTSK.

Všimněme si, že souřadnice vrcholů n -úhelníku jsou v praxi většinou „velká čísla“. Obsah útvaru se ale nezmění, pokud libovolně posuneme souřadnicové osy. Můžeme tedy žáky vyzvat, aby vymysleli postup, jak se dostat ke správnému výsledku a přitom počítat s mnohem menšími čísly. Místo souřadnic $[1\ 017\ 935,9; 841\ 217,9]$, $[1\ 017\ 956,1; 841\ 213]$, $[1\ 017\ 943,5; 841\ 233,6]$ bodů A, B, C lze při výpočtu obsahu plochy pracovat například se souřadnicemi $[0; 4,9]$, $[20,2; 0]$, $[7,6; 20,6]$ bodů A', B', C'.

S žáky je tedy možné vyzkoušet i tento způsob výpočtu, je ale nutné dát žákům k dispozici souřadnice převedené do potřebného formátu. Pro šikovnější žáky nebo pro žáky gymnázií to může být zajímavé zpestření výuky a další propojení teorie s praxí. Pro slabší žáky bude nejspíš princip tohoto výpočtu poměrně složitý. Učitel tímto cvičením zařazuje do výuky tematický okruh ***Nestandardní aplikační úlohy a problémy***, který je stanoven v RVP. Vyvození předpisu (*) pro výpočet obsahu trojúhelníku ze souřadnic jeho vrcholů nebo vzorců (1), (2) může být užitečným cvičením pro žáky **8. ročníku**, kteří se učí pracovat s výrazy.

Úkol č. 3 – Vymezení čtverce

Žáci musí pro řešení tohoto úkolu znát vlastnosti čtverce, musí umět vypočítat obsah čtverce, z vhodně zadaného obsahu vypočítat délku strany čtverce a musí mít základní znalosti o úhlech. Všechny tyto předpoklady splňují žáci **6. ročníku**. Dalším důležitým předpokladem je znalost pojmu azimut a pochopení souvislosti azimutu a úhlu. S azimuty se žáci v zeměpise setkávají také v 6. ročníku, proto by jim propojení učiva nemělo dělat potíže. Při realizaci projektu se ale stalo, že žáci 8. ročníku nedokázali souvislost najít. Z tohoto pohledu by bylo vhodné věnovat se v hodinách matematiky také orientovaným úhlům a procvičovat učivo s využitím znalostí z jiných předmětů, v našem případě ze zeměpisu.

Úloha byla zadána tak, že žáci museli pro výpočet délky strany čtverce použít odmocňování. Učivo *Mocniny a odmocniny* je sice zařazeno až do 8. ročníku, ale pokud bude obsah čtverce vhodně zvolen (číslo bude z oboru násobilky, např. 25, 36, 49 atd., nebo bude jeho stonásobkem – 2 500, 3 600 apod.), neměli by mít mladší žáci problém délku strany určit.

Úkol č. 4 – Výškový profil trasy

Poslední úloha spadá podle RVP do tematické oblasti *Závislosti, vztahy a práce s daty*. K řešení tohoto úkolu se žáci musí umět orientovat v tabulce, doplnit údaje do tabulky, orientovat se v grafu a jednoduchý graf sestrojít. Největší pozornost se této oblasti věnuje v 8. a 9. ročníku, ale poprvé se žáci s grafy podrobněji setkávají v 7. ročníku v rámci učiva *Přímá a nepřímá úměrnost*. Učí se zakreslovat body do pravoúhlé soustavy souřadnic, sestrojít graf i vhodně zvolit délku jednotky na každé ose. Úkol je tedy možné zařadit již do **7. ročníku** a žáci by s jeho vypracováním neměli mít problémy.

Úkol je možné doplnit otázkami, díky kterým budou žáci procvičovat čtení z grafu (buď z jimi vytvořeného, nebo lze prošlou trasu stáhnout do počítače a profil zobrazit např. v programu Google Earth). Dotazovat se můžeme na maximální, resp. minimální nadmořskou výšku dosaženou během celé trasy nebo např. jen ve druhé třetině trasy. Dále se můžeme ptát, po kolika metrech bylo této výšky dosaženo. Žáci mohou též počítat převýšení trasy nebo průměrnou nadmořskou výšku.

3.2 Terénní výuka na ZŠ Štěnovice

3.2.1 Charakteristika školy

Základní škola Štěnovice se nachází asi 10 km jižně od Plzně v blízkosti krásné přírody. To je také jeden z důvodů, proč školu navštěvuje, kromě dětí ze spádových oblastí, mnoho žáků z Plzně a okolí. Škola je úplná a v současné době zajišťuje výuku v 19 běžných třídách. Ve školním roce 2014/2015 navštěvovalo základní školu 367 žáků. [17]

Škola se skládá ze čtyř pavilonů. Součástí školy je školní družina, která čítá pět oddělení, školní jídelna s kapacitou až 450 strážníků, nová aula s kapacitou 214 posluchačů, dvě tělocvičny a rozsáhlý venkovní sportovní areál.

K hlavním pilířům školy patří kvalitní výuka cizích jazyků, důraz na využívání informačních a komunikačních technologií a moderních pomůcek při výuce. Velká je také nabídka mimoškolních aktivit. [17]

3.2.2 Příprava výuky

Jak už bylo uvedeno v kapitole 2.3.1, projekt jsme realizovali se spolužáky v rámci výuky didaktiky zeměpisu. Naším úkolem bylo realizovat terénní výuku zeměpisu pro žáky **9. tříd** s časovou dotací 3 vyučovací hodiny. Projekt byl tedy primárně zaměřen na výuku zeměpisu, kdy se žáci na pěti stanovištích seznamovali s metodami fyzicko-geografického výzkumu. Na jednotlivých stanovištích se žáci učili používat půdní sondu, měřili průtok potoka, trénovali pohyb v terénu s buzolou, seznamovali se s laserovým měřičem vzdálenosti a s přístrojem Vernier, pomocí kterého určovali pH několika vzorků vody pocházejících z různých vodních toků a nádrží.

Já jsem se při přípravě projektu zaměřila na tvorbu pracovního listu, do kterého jsem zařadila matematické úkoly, aby si žáci během výuky zopakovali i učivo z jiných předmětů. Zároveň jsem pro zvýšení motivace zasadila celou výuku do podoby Geocachingu, kdy mohli žáci po splnění všech úkolů najít ukrytý „poklad“.

Pracovní listy

Úlohy v pracovním listě byly zaměřeny na procvičování matematických znalostí a dovedností. Žáci si zopakovali počítání s procenty, řešení rovnic, použití Pythagorovy věty a určování obsahů rovinných útvarů. Po vyřešení všech úloh v pracovním listě mohli žáci dopočítat zeměpisné souřadnice ukryté odměny. Ukázka pracovního listu je v příloze 2.

Protože úkoly, které žáci plnili na jednotlivých „zeměpisných“ stanovištích, byly časově náročnější, musely být úlohy v pracovním listě voleny tak, aby jejich řešení netrvalo žákům příliš dlouho a aby se tedy příliš dlouho nezdržovali při přechodu na další stanoviště. Zároveň ale bylo jejich cílem zopakovat různou látku z předešlých ročníků.

Na příslušném „zeměpisném“ stanovišti obdrželi žáci po splnění úkolu hodnotu **X**, kterou následně využili pro výpočet matematické úlohy v pracovním listě. Na každém stanovišti tedy žáci plnili hned dva úkoly – zeměpisný a matematický. Zadání všech matematických úloh jsou uvedena níže:

- 1. Jestliže jste správně splnili úkol na stanovišti, získali jste číslo **X**. Abyste získali jednu z hodnot do vzorečku v rámečku, musíte ještě vyřešit jednoduchou úlohu. Vypočítejte obsah čtverce se stranou délky **X** cm. Vypočítaný obsah se rovná hodnotě **A**. (Hodnota, kterou žáci obdrželi, byla $X = 11$.)*
- 2. Po obdržení čísla **X** na tomto stanovišti vypočítejte 20 % z jeho hodnoty. Tím získáte hodnotu **B**. ($X = 205$)*
- 3. Získáte-li zde hodnotu **X**, budete umět určit výšku rovnoramenného trojúhelníku, jehož obsah je $X \text{ cm}^2$ a délka základny je **X** cm. Výška trojúhelníku na základnu určuje číslo **C**. ($X = 1$)*
- 4. Zde jste získali hodnoty **X** a **Y**, které jsou délkami dvou odvěsen pravoúhlého trojúhelníku. Vypočítáním délky přepony získáte hodnotu **D**. ($X = 5, Y = 12$)*
- 5. Získanou hodnotu **X** dosadte do rovnice a vypočítejte hodnotu **E**. ($X = 4$)*

$$E + X = \frac{E}{3} + 10$$

Žáci měli v pracovním listě dále k dispozici následující „zašifrované“ souřadnice, k jejichž rozluštění bylo zapotřebí správně určit hodnoty A – E z předchozích úloh. Na základě správného dosazení hodnot do vzorců bylo možné určit souřadnice místa s ukrytou odměnou.

$$N 49^{\circ} 40. (\sqrt{A} - 9) 0 (A - B - 80)$$

$$E 013^{\circ} 2(C^3 - 2^2) \cdot \left(\frac{B-C}{D} + 1^{15}\right) 2 \left(\frac{A-E^2}{\sqrt{100}} + 0^{999}\right)$$

3.2.3 Průběh výuky

Výuky se zúčastnilo celkem 27 žáků. Ti byli rozděleni do pěti skupin a každé z nich byl přidělen pedagogický doprovod (z řad vyučujících i studentů). Jednu skupinu jsem doprovázela já, abych mohla zhodnotit, jak si žáci poradili s vypracováním úkolů v pracovních listech. V aule školy obdržely skupiny pracovní listy, GPS navigace a mapku Štěnovic a okolí. V tomto případě už někteří žáci měli předchozí zkušenosti s používáním GPS přístrojů, proto stačilo vysvětlit princip jejich použití pouze stručně. Poté se již každá skupina vydala plnit úkoly na jednotlivá stanoviště do terénu.

Žáci se na místa stanovišť navigovali pomocí GPS navigací. V pracovním listě byly uvedeny zeměpisné souřadnice těchto míst a žáci je navštěvovali v předem určeném pořadí (pro každou skupinu bylo pořadí úkolů jiné). Po splnění zeměpisného úkolu na stanovišti žáci získali zmíněnou hodnotu **X**, kterou následně využili při řešení matematických úloh v pracovním listě.

Po navštívení všech pěti stanovišť, vyřešení úloh v pracovním listě, správném dosazení do výrazů ve finálních souřadnicích a určení jejich hodnot, mohli žáci zadat souřadnice finálního stanoviště do GPS přijímače. Po příchodu na toto místo měli žáci za úkol najít schovanou krabičku a k jejímu otevření použít jedno z čísel zjištěných v pracovním listě.

3.2.4 Reflexe realizované výuky

Jak již bylo uvedeno výše, většina žáků měla s používáním GPS navigace předchozí zkušenosti. Proto manipulace s přístrojem nedělala žádné ze skupin potíže. Žáci se v navigování aktivně střídali, všichni si zkusili zadat do přijímače souřadnice dalšího

stanoviště, navigovali se pomocí kompasové i mapové stránky. Jak bylo vidět, práce s navigací žáky bavila.

Přestože žáci věděli, že se účastní zeměpisného projektu, nepřekvapilo je, že úkoly v pracovním listě se týkaly matematiky. Úlohy začali řešit bez námitek a připomínek. Při řešení nepotřebovali větší pomoc od vyučujícího, pouze v některých případech se objevily problémy s nepochopením zadání nebo s neznalostí příslušného vzorce.

Jednu z úloh (č. 3) žáci nemuseli v podstatě vůbec řešit, protože hodnotu C bylo možno určit přímo ze vzorce finálních souřadnic. Žáci na tuto možnost ale nepřišli, což bylo jistě způsobeno tím, že si na začátku výuky vzoreček pouze prohlédli a vrátili se k němu až v době, kdy měli všechny potřebné hodnoty vypočítány. Pak již hodnoty do vzorce pouze dosadili a nad dalšími způsoby výpočtu souřadnic nepřemýšleli. Pokud by žáci tuto možnost objevili, prokázali by tím své schopnosti logického myšlení.

Dosazování hodnot do výrazů ve finálních souřadnicích nedělalo žákům problém. I když se zpočátku zdál být výpočet složitý, po dosazení nalezených čísel žáci snadno hodnoty výrazů dopočítali. Menší problém měli s pochopením toho, že hodnoty barevně odlišených výrazů představují vždy jednu číslici v daném formátu zeměpisných souřadnic. Žáci ale nejasnosti konzultovali s doprovodem a krabičku s pokladem našly nakonec všechny skupiny. Na žácích byla vidět radost z nálezů.

Myslím si, že zasazení celého projektu do kontextu hledání pokladu a propojení učiva více předmětů napomohlo tomu, že žáci řešili matematické úlohy automaticky a s chutí.

3.3 Návrhy dalších aktivit do výuky

Následující kapitola nabízí několik dalších návrhů na práci s GPS při hodinách matematiky, které nebyly v souvislosti s touto diplomovou prací realizovány ve výuce. Jistě ale mohou i tyto návrhy sloužit pro inspiraci k oživení hodin matematiky.

3.3.1 Měření rychlostí, vzdáleností a výšek

1. Měření a určování rychlosti pohybu

GPS navigace poskytují uživateli informace o aktuální a průměrné rychlosti. Toho lze využít k zadání různých úloh. Uvedme několik příkladů:

- Jsou zadány souřadnice dvou bodů v terénu. Úkolem žáků je přejít, přeběhnout, doskákat apod. od jednoho bodu k druhému. Při tomto pohybu žáci měří čas potřebný k překonání vzdálenosti (jednou z funkcí většiny GPS přijímačů jsou stopky). Vzdálenost bodů určí žáci také pomocí GPS přijímače. S pomocí vzorce pro výpočet rychlosti určí žáci průměrnou rychlost pohybu. Zkontrolovat správnost výpočtu mohou pomocí navigace, která poskytuje údaj o průměrné rychlosti (v tomto případě je nutné před začátkem měření vymazat v přístroji data o předchozím pohybu).

Tuto úlohu lze různě modifikovat. Pro zvýšení obtížnosti ji lze zadat následovně:

- Jsou zadány souřadnice dvou bodů v terénu. Úkolem žáků je přejít od jednoho bodu k druhému tak, aby byla dosažena zadaná průměrná rychlost. Nejdříve žáci zjistí pomocí GPS vzdálenost obou bodů a určí čas, za který je třeba trasu projít. Správnost provedení ověří pomocí GPS.

Další možnost zadání úlohy týkající se měření rychlosti je převzata z [3]:

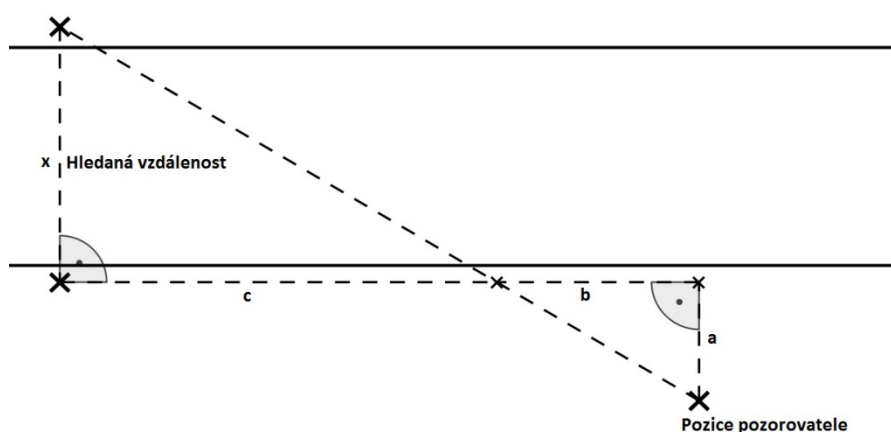
- Žáci mají za úkol změřit rychlost toku potoka nebo řeky. První způsob měření je pomocí plováku (kůry, pomeranče, klacíku apod.), kdy žáci vytyčí vhodný úsek řeky a změří pomocí GPS jeho délku. Dále změří čas, který potřebuje plovák k překonání vymezeného úseku, a dopočítají výslednou rychlost. Druhé měření provedou tak, že se pohybují s GPS přístrojem podél řeky souběžně s plovákem a rychlost toku vyčtou z údajů v navigaci. Zde se opět nesmí opomenout počáteční nastavení přijímače.

Pro řešení předchozích úkolů jsou zapotřebí znalosti vztahů mezi rychlostí, časem a dráhou, které by měli žáci získat v **6. nebo 7. ročníku**. Podle ŠVP příslušné školy je vhodné zařadit tyto úlohy do příslušných ročníků.

2. Odhadování a měření nedostupných vzdáleností

GPS přijímače se dají využít i v úlohách, kde jejich použití není nezbytně nutné, ale řešení úloh značně ulehčí. Jde o úlohy, v nichž se měří větší vzdálenosti v terénu většinou s pomocí pásma nebo odkrokování. Pomocí GPS je toto měření značně jednodušší. V úlohách, kde je úkolem změřit vzdálenost nepřístupných míst, se musí v terénu měřit i úhly, což nám GPS navigace také umožňuje.

- Na základní škole lze měřit například šířku řeky nebo pole. Takovou úlohu budou žáci řešit na základě podobnosti trojúhelníků (obrázek 9). Úlohu lze zadat jako problémovou, kdy budou žáci muset zkoušet a vymýšlet různé způsoby měření, nebo lze žákům poskytnout náčrtek, podle kterého měření provedou. Veškerá měření vzdáleností a vytyčování pravých úhlů provedou žáci pomocí GPS přijímače.



Obrázek 9: Měření nedostupné vzdálenosti

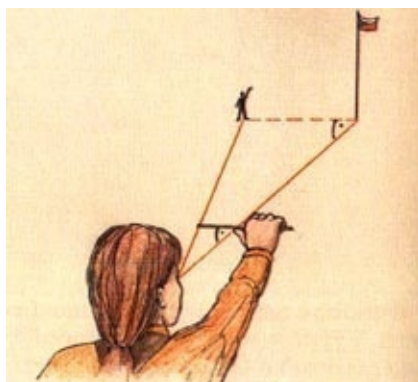
Uvedený úkol předpokládá znalosti o podobnosti trojúhelníků a úlohu je tedy možné zadat pouze žákům **9. ročníku**. Měření podle náčrtku by zvládli i žáci mladší, ale chyběl by jim teoretický aparát k pochopení principu měření. Pro studenty středních škol lze úlohu různými způsoby modifikovat a měřit se může i vzdálenost jakýchkoliv dvou nepřístupných bodů v terénu. V tomto případě je již nutná znalost trigonometrie, konkrétně sinové věty.

3. Odhadování výšek objektů

Také úkoly tohoto typu lze řešit bez pomoci GPS, ale jejich použití může někdy měření usnadnit a žáci si vyzkouší práci s moderními přístroji. Žáci mají tedy za úkol odhadnout

a přibližně změřit výšku stromu, sloupu, stožáru nebo budovy. Nabízí se několik způsobů měření. Pro měření pomocí délky stínu nebo pohledem přes svislou tyč známé délky se GPS přijímač využije pouze pro měření vzdáleností.

Pokud budou žáci výšku odhadovat „položením“ objektu, použijí přijímač i k vytyčení pravého úhlu. Žáky může napadnout, že by se výška měřila lépe, kdyby strom pokáceli (sloup položili apod.) a mohli ho změřit na zemi. Tato metoda jim to opticky umožní. Stačí, aby drželi tužku (nebo klacík) v natažené ruce tak, aby přes palec viděli patu měřeného objektu a přes konec tužky vršek objektu. Tužku následně sklopí o 90° . Pokud půjde spolužák od měřeného objektu kolmo k úsečce „objekt – pozorovatel“ a zastaví se v místě, kde ho pozorovatel uvidí přes konec tužky, stačí pro odhad výšky změřit jeho vzdálenost od objektu (obrázek 10).



Obrázek 10: Odhadování výšky objektu

Většina způsobů vychází opět z podobnosti trojúhelníků a měření je vhodné zařadit do **9. ročníku**. Opět ale platí, že podle náčrtků nebo návodu zvládnou úkoly řešit i mladší žáci.

3.3.2 Geocaching

Princip hry Geocaching lze využít nejen způsobem uvedeným v kapitole 3.2, kde žáci přímo v terénu vypracovávají úkoly v pracovním listě a z nich následně získají souřadnice „keše“. Dalším možným provedením hry může být založení „školních keší“, které budou ukryty v okolí školy. Souřadnice těchto pokladů mohou být zašifrovány v matematických úlohách, které budou žáci řešit doma ve svém volném čase. Může to být nenásilná metoda opakování probírané látky, která bude alternativou povinných domácích úkolů. K posílení motivace pro hledání pokladů je možné zohlednit jeho výsledky ve školním

hodnocení. Předpokladem k realizaci takového projektu je samozřejmě možnost zapůjčit si ve škole GPS přijímače, pokud by žáci neměli vlastní zařízení.

3.3.3 Wherigo cartridge

O možnostech zařazení hry Wherigo do výuky již pojednávala kapitola 2.3.2. Protože si myslím, že její využití k opakování a upevňování učiva může být pro žáky velmi zajímavé, vytvořila jsem konkrétní herní cartridge, kterou lze ve výuce použít. V této kapitole bude vytvořená hra představena včetně popisu jednotlivých úkolů či způsobu zadání a hraní hry. Na přiloženém CD je k dispozici herní soubor, který stačí stáhnout do zařízení podporujícího jeho spuštění. Nevýhodou hry je lokalizace na konkrétní místo, čímž se možnost jejího použití zužuje na poměrně malý okruh uživatelů. Se základní zkušeností s programem pro tvorbu cartridge lze ale hru jednoduše upravit pro použití na jiném místě. Na CD je tedy k dispozici také soubor s projektem v programu Urwigo, aby si každý mohl hru upravit podle svých potřeb. Vytvořená hra byla testována na mobilních telefonech s operačním systémem Android prostřednictvím aplikace WhereYouGo.

Hra je lokalizována do Borského parku v Plzni a má podobu procházky po parku s cílem najít po cestě skryté úkoly a jejich vyřešením dosáhnout co nejvyššího bodového skóre. Trasa má 6 stanovišť, tzv. zón. V pěti zónách na žáky čeká připravená matematická úloha, která se vždy nějakým způsobem týká místa, na kterém ji žáci objeví. Plněním úkolů získávají žáci body, které se jim přičítají do celkového skóre. V poslední šesté zóně je situován cíl trasy, kam mají žáci za úkol dorazit a kde se dozví, jak si během hry vedli.

Jednotlivé slovní úlohy mají buď otevřenou odpověď, nebo mají žáci na výběr ze čtyř nabízených možností. Pokud žáci odpoví na první pokus správně, přičte se jim ke skóre 10 bodů. Pokud odpoví špatně, mají možnost zkusit odpovídat znovu, nebo úkol vzdát. Pokud odpoví správně na jeden z dalších pokusů, získají 5 bodů, je-li odpověď otevřená, resp. 3 body, je-li k dispozici výběr z možností. Pokud úkol vzdají, nedostanou žádný bod, ale mohou pokračovat k další zóně.

Úlohy se týkají učiva 6. a 7. ročníku, takže hru je možné hrát v **7. ročníku** po probrání potřebné látky nebo v **8. ročníku** v rámci opakování. Konkrétně jde o učivo dělitelnost přirozených čísel a poměr z tematického okruhu *Číslo a proměnná, nepřímá úměrnost*

z okruhu *Závislosti, vztahy a práce s daty*, objem kvádrů z tematického okruhu *Geometrie v rovině a v prostoru* a z okruhu *Nestandardní aplikační úlohy a problémy* je zařazena jednoduchá kombinatorická úloha.

Jak již bylo řečeno, slovní úloha se vždy týká toho místa, kde se žákům zobrazí. První úloha je situována do centrální části parku, kde se nachází travnaté prostranství. Zadání úlohy je následující:

Volné prostranství, kde se právě nacházíte, má přibližně tvar obdélníku s rozměry 190 m a 110 m. Kolik metrů krychlových sněhu se zde v zimě nachází, pokud napadne vrstva vysoká 15 cm?

Druhý úkol se žákům zobrazí u jedné z alejí Borského parku:

Nacházíte se u jedné z alejí Borského parku. Představte si, že chcete vysázet vlastní alej tak, aby mezi prvním a posledním stromem byla vzdálenost 150 m. Jak daleko od sebe můžete stromy sázet, pokud chcete, aby rozestupy mezi nimi byly stejně dlouhé? Vyberte ze 4 možností tu správnou.

a) 8 metrů b) 4 metry c) 6 metrů d) 12 metrů

Třetí úloha se týká poměru mezi listnatými a jehličnatými stromy v parku. Je tedy umístěna tak, aby se žáci nacházeli v prostředí připomínajícím les.

Kolik by v parku rostlo jehličnanů, kdyby celkový počet stromů činil 9 632 a poměr listnatých a jehličnatých stromů by byl 11 : 5?

Další úkol zavede žáky na dětské hřiště. Kromě zadání úlohy mají žáci k dispozici ilustrační obrázek, aby si situaci dokázali lépe představit (obrázek 11). Zadání zní následovně:

Jednou z atrakcí na dětském hřišti by mohla být lokomotiva s jedním vagonem. Strana vagonu je složena ze sedmi prken. Tři prkna chceme natřít modrou barvou. Kolika způsoby to můžeme udělat tak, aby nikdy nebyla dvě modrá prkna vedle sebe? Vyberte ze 4 možností tu správnou.



Obrázek 11: Ukázka ze hry - Dětské hřiště

a) 10

b) 11

c) 8

d) 9

Poslední úkol se týká laviček v parku a je umístěn u jedné z nich.

Lavičky v parku potřebují natřít. Tři dělníci by natřeli všechny lavičky za 39 hodin. Za kolik hodin by lavičky natřelo sedm dělníků? Výsledek zaokrouhlete na celé hodiny.

V úlohách s otevřenou odpovědí musí být zadávaná hodnota číselná. Pokud žáci připiší za číslo například jednotky, vyhodnotí aplikace chybu. Žáci budou na tuto skutečnost upozorněni a budou mít další možnost zadání odpovědi. Tato chyba nemá žádný vliv na bodový zisk.

Před samotným začátkem hry je nutné ještě zdůraznit několik skutečností:

- Žáci budou ke složitějším výpočtům nejspíše potřebovat **psací potřeby a papír**, resp. sešit, kam si budou své výpočty zapisovat.
- Žákům by mělo být zdůrazněno, že **nezáleží na rychlosti** plnění úkolů a čase potřebném k absolvování trasy, ale na celkovém počtu bodů. Měli by tedy zvážit, jestli úkol vzdají nebo se ho pokusí vyřešit znovu.
- Aplikace, které umožňují spuštění hry, nepodporují diakritiku. Proto je veškerý text, který se žákům zobrazí, psán bez háčeků a čárek. Myslím si, že v dnešní době tato skutečnost nebude žákům způsobovat žádné problémy s porozuměním textu, ale přesto bychom na ni měli žáky předem upozornit.
- Důležité je také upozornit žáky na skutečnost, že po splnění úkolu, resp. po kliknutí na tlačítko **Vzdát již není možné se k danému úkolu vrátit**. Žáci si tedy musí dát pozor na to, aby nezvolili nějakou možnost dříve, než se rozmyslí.
- Žáci mohou během hry kontrolovat průběžný stav skóre, což jim umožňuje položka *Skóre* v tzv. inventáři hráče. Není to ale nutné, konečné skóre se vždy zobrazí v cílové zóně.
- Hra se **automaticky ukládá** po každém úkolu. Kdyby došlo k nějaké chybě v aplikaci a vypnutí hry, nemusí se žáci vracet na začátek, ale mohou pokračovat od uložené pozice.

- Podle mého názoru je vhodné, aby jednotlivé skupiny žáků začínaly hru s určitým časovým rozestupem.
- Odhadovaná časová náročnost aktivity je jedna vyučovací hodina, tzn. **45 minut**.

V příloze 4 nalezne čtenář pro lepší představu několik obrázků z průběhu hry.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo představit systém GPS a navigační přístroje jako vhodné pomůcky při výuce matematiky a navrhnout konkrétní aktivity do výuky s využitím této technologie. V první kapitole se čtenář mohl seznámit s principem fungování systému GPS, byly představeny základní funkce GPS přijímačů a podrobněji byl představen přijímač Garmin Dakota 20, který měli k dispozici žáci, se kterými byla realizována terénní výuka. Ve druhé kapitole byly stručně nastíněny možnosti využití přijímačů ve výuce, a to nejen v hodinách matematiky ale i dalších předmětů. Ve třetí kapitole našel čtenář návrhy konkrétních aktivit do výuky. Některé z nich byly přímo vyzkoušeny na základních školách. Součástí popisu těchto aktivit je také reflexe realizované výuky.

Práce s GPS navigacemi je možná pouze v terénu. Proto si myslím, že jejich využití při výuce bude pro žáky netradiční a zajímavé. Netradiční aktivity mohou pomoci žáky více motivovat ke studiu matematiky a zlepšit jejich vztah k tomuto často neoblíbenému předmětu.

Doufám, že učitelé matematiky najdou v této diplomové práci inspiraci k obohacení a zpestření běžné výuky. Jednotlivé úkoly jsem se snažila podrobně popsat z teoretického i metodického pohledu, do práce jsem zařadila návrhy pracovních listů k těmto úkolům a nastínila jsem možné úpravy úkolů v návaznosti na reakce žáků při jejich plnění. Učitelé tak mohou ušetřit čas potřebný k přípravě těchto činností.

V práci je několikrát zmíněno, že GPS přijímače je možno efektivně využít při realizaci různých projektů, kde se klade důraz na vzájemnou propojenost jednotlivých předmětů. Také při zařazování průřezových témat do výuky může použití navigací pomoci. V neposlední řadě je využití GPS přijímačů vhodnou cestou k rozvíjení klíčových kompetencí u žáků, tak jak je to doporučeno rámcovými vzdělávacími programy.

S využitím GPS přijímačů tak mohou žáci během jednoho cvičení pracovat s moderními technologiemi, pohybovat se na čerstvém vzduchu, zopakovat a procvičit si probranou látku a v některých případech si i zahrát zajímavou hru.

Resumé

This thesis focuses on a GPS navigation system and presents possible uses of this system in an education. Furthermore, this thesis investigates the use of this system in a second grade of primary school.

In the first part is briefly described the functionality of the navigation system and the main functions of the GPS receiver are introduced as well. The second part focuses on uses of the GPS receivers and looks at them from the educational point of view. Furthermore, this part reveals how these GPS receivers help with the key competences. These activities include for example games which pupils can use while studying. This part also discusses another basic use of these navigations in mathematical lessons.

The third part follows the second part and discusses the particular mathematical exercises which can be solved by pupils with the use of the GPS navigation system. Some of these exercises have been already examined in the real life scenario in the primary school environment and, therefore, the procedure is described in details with a reflection. Each exercise further explains the right thematic scope and is related to the right educational level where these exercises can be used. The reader can also find work sheets which can motivate pupils and make the work easier for them.

Použitá literatura a zdroje informací

- [1] Co je to Geocaching? CZ *Geocaching* [online]. Geocaching - kesky.cz, 2016 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <http://kesky.cz/zaciname-s-geocachingem/co-je-to-geocaching/>
- [2] ČÁBELKA, Miroslav. *Úvod do GPS* [online]. Praha, 2008 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps/>
- [3] ČESÁKOVÁ, Jana a KŘÍŽOVÁ, Michaela. *Metodická příručka pro práci s přístrojem GPS* [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: http://hsh.uhk.cz/files/vystupy/ka5/Metodick%C3%A9%20pokyny%20pro%20tvorbu%20tras/Metodick%C3%A9_pokyny_pro_tvorbu_tras_s_pomoc%C3%AD_GPS.pdf
- [4] DVOŘÁK, Ladislav. Wherigo aneb další využití GPS přijímače ve výuce. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 15: Sborník z konference* [online]. Praha, 2010, s. 41 - 46 [cit. 2016-02-16]. ISBN 978-80-7196-417-9. Dostupné z: http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/pdf/15-04-Dvorak_L.pdf
- [5] Garmin. Dakota 20. *GARMIN* [online]. 2013 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <http://www.garmin.cz/produkty/mapy-a-ostatni/jiz-nevyrabene/jiz-nevyrabene-pristroje/nevyrabene-outdoor/dakota-20.html>
- [6] *Geocaching* [online]. Groundspeak, 2016 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <https://www.geocaching.com/play>
- [7] *GeoWiki* [online]. 2014 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: http://wiki.geocaching.cz/wiki/Hlavn%C3%AD_strana
- [8] GPS Overview. *GPS.gov* [online]. 2014 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.gps.gov/systems/gps/>
- [9] GUBO, Štefan. Navigačné přístroje vo vyučovaní matematiky. *Učitel matematiky*. Praha: JČMF, 2013, 21(2), 76 - 82. ISSN 1210-9037.

- [10] HAVRENT, Štefan a SOVIČOVÁ, Miroslava. *Matematika v přírodě pomocí GPS* [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z:
http://www.dm.unipi.it/~georgiev/club/projects/DYNAMAT/PUBLIC/D9_EBook/PDF_Translation/SK_SK_6_Math_in_nature_SK.pdf
- [11] Odbor ITS, kosmických aktivit a VaVal. GNSS - Global Navigation Satellite System. *Český kosmický portál: Informační stránky Koordinační rady ministra dopravy pro kosmické aktivity* [online]. Odbor ITS, kosmických aktivit a VaVal, 2015 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/>
- [12] ODVÁRKO, Oldřich a KADLEČEK, Jiří. *Knižka pro učitele ke školním vzdělávacím programům na druhém stupni ZŠ: Matematika a její aplikace*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2006. Učebnice pro základní školy. ISBN 80-719-6333-X.
- [13] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT, 2016 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf
- [14] STEINER, Ivo a ČERNÝ, Jiří. *GPS od A do Z*. 3. vyd. Praha: eNAV, 2004. ISBN 80-239-3314-0.
- [15] Výpočet plochy pomocí L'Huillierových vzorců. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2012 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDpo%C4%8Det_plochy_pomoc%C3%AD_L%C2%B4Huillierov%C3%BDch_vzorc%C5%AF
- [16] *Vysočinou bez mapy: GPS průvodce po zajímavostech kraje* [online]. Katedra geoinformatiky, 2009 [cit. 2016-02-16]. Dostupné z:
<http://gps-vysocina.upol.cz/projekt.html>
- [17] ZŠ Štěnovice. *Informace o škole. Základní škola Štěnovice* [online]. ZŠ Štěnovice, 2016 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.zsstenovice.cz/?strana=informace-o-skole>

Zdroje obrázků

[18] *Geoportál GEPRO Standard* [online]. [cit. 2016-04-03]. Dostupné z:
<http://geoportal.gepro.cz/OBCE/553689#/>

[19] Odhad vzdálenosti a měření v přírodě. *Junák Rovensko* [online]. [cit. 2016-04-03].
Dostupné z: <http://www.junakrovensko.websnadno.cz/Odhad-vzdalenosti-a-mereni.html>

Seznam obrázků a příloh

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: ZNAČKA	23
OBRÁZEK 2: KATASTRÁLNÍ MAPA OBCE HOSTOUŇ, PŘEVZATO Z [18]	24
OBRÁZEK 3: VÝŠKOVÝ PROFIL HONZOVA VÝLETU, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ V PROGRAMU GOOGLE EARTH	28
OBRÁZEK 4: VÝŠKOVÝ PROFIL JIRKOVA VÝLETU, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ V PROGRAMU GOOGLE EARTH	28
OBRÁZEK 5: ŽÁKY VYMEZENÝ ÚTVAR, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ V PROGRAMU GOOGLE EARTH	32
OBRÁZEK 6: LICHOBĚŽNÍK Č. 1, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ V PROGRAMU GEOGEBRA.....	35
OBRÁZEK 7: LICHOBĚŽNÍK Č. 2, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ V PROGRAMU GEOGEBRA.....	35
OBRÁZEK 8: LICHOBĚŽNÍK Č. 3, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ V PROGRAMU GEOGEBRA.....	35
OBRÁZEK 9: MĚŘENÍ NEDOSTUPNÉ VZDÁLENOSTI, UPRAVENO DLE [19] V PROGRAMU GEOGEBRA	44
OBRÁZEK 10: ODHADOVÁNÍ VÝŠKY OBJEKTU, PŘEVZATO Z [19]	45
OBRÁZEK 11: UKÁZKA ZE HRY - DĚTSKÉ HŘIŠTĚ, VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ V PROGRAMU URWIGO.....	47

Seznam příloh

PŘÍLOHA 1: UKÁZKA VYPLNĚNÝCH PRACOVNÍCH LISTŮ ZE ZŠ HOSTOUŇ	I
PŘÍLOHA 2: PRACOVNÍ LIST POUŽITÝ PŘI VÝUCE NA ZŠ ŠTĚNOVICE	III
PŘÍLOHA 3: FOTOGRAFIE Z TERÉNNÍ VÝUKY NA ZÁKLADNÍCH ŠKOLÁCH.....	V
PŘÍLOHA 4: UKÁZKY Z VYTVOŘENÉ HRY WHERIGO	VII

Přílohy

Příloha 1: Ukázka vyplněných pracovních listů ze ZŠ Hostouň

- Po každých 50 metrech, které ujdete, запиšte do tabulky nadmořskou výšku, ve které se nacházíte.

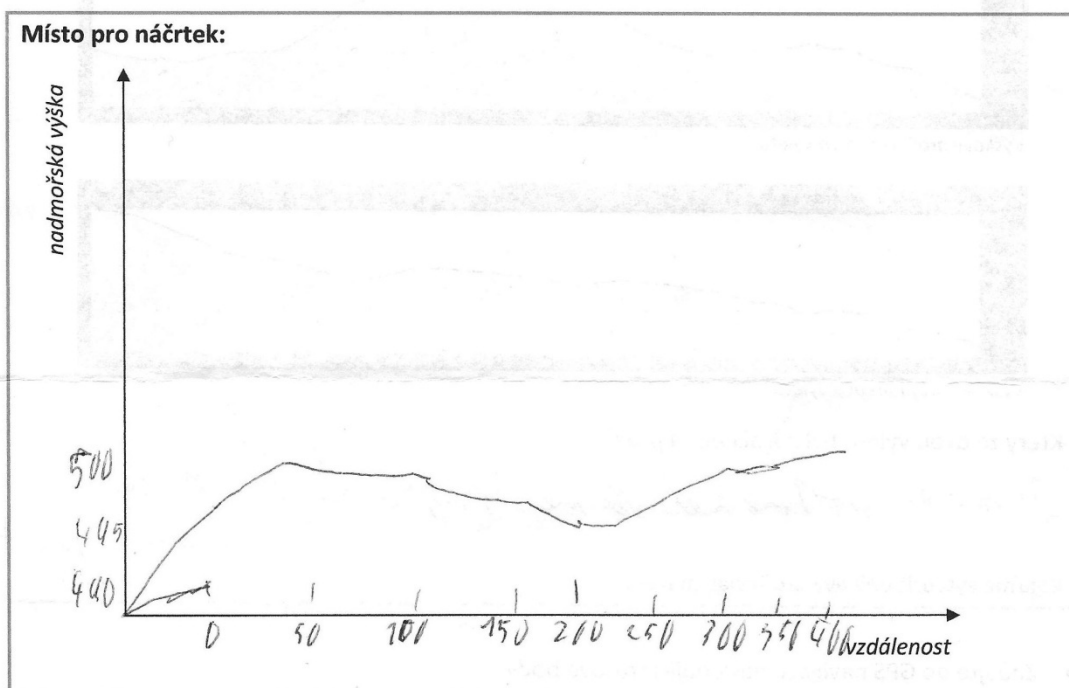
Údaj o nadmořské výšce zjistíte na stránce Kompas – Nadm. výška

Vzdálenost	0 m	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m
Nadmořská výška	449	506m	497m	493m	497m	495m	497m	497m	499

- Uložte prošlou trasu po příchodu k poslednímu bodu vaší trasy.

Správce tras >> Současná trasa >> Uložit prošlou trasu >> ✓ >> Ano

- Náčrtněte výškový profil vámi prošlé trasy.



- Porovnejte vámi vytvořený výškový profil s profilem, který najdete v GPS navigaci.

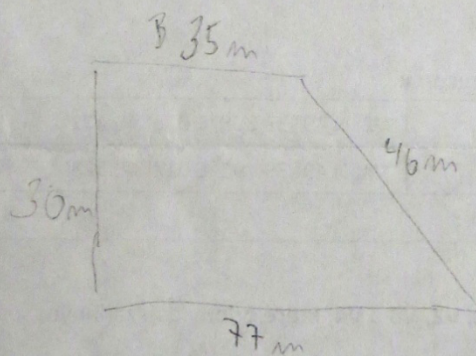
Správce tras >> Vámi uložená trasa >> Graf nadm. výšky

Část pracovního listu skupiny *Chlapci 2*

	Výchozí bod – V1	V1 – V2	V2 – V3	V3 – V4
Vzdálenost	77 m	30 m	35 m	46 m

- Do náčrtku doplňte délky stran mnohoúhelníku, které zjistíte v tabulce. **Vypočítejte obvod a obsah obrazce.** Obsah porovnejte s hodnotou naměřenou pomocí GPS.

Místo pro náčrtek:



$$\sigma = a + b + c + d$$

$$\sigma = 77 + 30 + 35 + 46$$

$$\sigma = 188 \text{ m}$$

$$S = \left[\frac{77 + 35}{2} \cdot 30 \right]$$

$$S = 1680 \text{ m}^2$$

Obvod pozemku je a jeho obsah je .

Pomocí GPS navigace jsme naměřili obsah .

- Odpovězte na otázku v zadání a zamyslete se nad tím, kde mohly při měření vzniknout nepřesnosti.

$1680 \times 110 = \underline{184800 \text{ Kč}}$ požadujeme 184800 Kč.

Části pracovního listu skupiny *Dívky 2*

Příloha 2: Pracovní list použitý při výuce na ZŠ Štěnovice

Milí žáci,

znáte hru Geocaching? Ne? Těm z vás, kteří nevědí, v čem tato hra spočívá, ji krátce představíme.

Geocaching je dobrodružství, které vás dostane na místa, na kterých jste možná ještě nikdy nebyli. Podstatou Geocachingu je hledání pokladů, tzv. kešek, které jsou schované všude kolem vás, aniž byste o tom věděli. Na celém světě je schováno přes 2,5 milionů takových pokladů.

K tomu, abyste poklad našli, si na internetu musíte zjistit zeměpisné souřadnice, na kterých je poklad ukryt. Tyto souřadnice zadáte do GPS navigace a pak už se jen stačí navigovat na místo, na které Vás navigace vede. Tam většinou najdete krabičku se zápisníkem a drobnými dárky k výměně.

Zjištění souřadnic ale nemusí být vždy úplně jednoduché. Způsobů jakými se dají zjistit je opravdu velké množství a my si dnes jeden z nich vyzkoušíme. A kdoví, třeba i na vás na konci nějaké to překvapení čeká :-)
Jdeme tedy na to!

My jsme pro vás něco schovali na tyto souřadnice:

$$N 49^{\circ} 40. (\sqrt{A} - 9) 0 (A - B - 80)$$

$$E 013^{\circ} 2(C^3 - 2^2) \cdot \left(\frac{B-C}{D} + 1^{15}\right) 2 \left(\frac{A-E^2}{\sqrt{100}} + 0^{999}\right)$$

Abyste souřadnice získali, je potřeba splnit pár úkolů, které na vás čekají cestou. Po splnění každého úkolu získáte hodnoty A – E, které dosadíte na správná místa ve vzorečku v rámečku a dopočítejte finální souřadnice s pokladem.

Pak už se jen nechte navigovat a až dorazíte na finální místo, tak trochu hledejte :-)

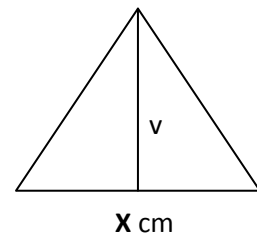
P. S. Hodnota A se vám bude ještě určitě hodit.

1. úkol najdete na souřadnicích: **N 49°40.242'** **E 013°23.975'**

Jestliže jste správně splnili úkol na stanovišti, získali jste číslo **X**. Abyste získali jednu z hodnot do vzorečku v rámečku, musíte ještě vyřešit jednoduchou úlohu. Vypočítejte obsah čtverce se stranou délky **X** cm. Vypočítaný obsah se rovná hodnotě **A**.

Nyní se vydejte na druhé stanoviště, které najdete zde: **N 49°40.378'** **E 013°24.339'**

Získáte-li i zde hodnotu **X**, budete umět určit výšku rovnoramenného trojúhelníku, jehož obsah je **X** cm² a délka základny je **X** cm. Výška trojúhelníku na základnu určuje číslo **C**.



Vaše další cesta vede na tyto souřadnice: **N 49°40.473'** **E 013°24.651'**

Získanou hodnotu **X** dosadíte do rovnice a vypočítejte hodnotu **E**.

$$E + X = \frac{E}{3} + 10$$

Další stanoviště očekávejte na souřadnicích: **N 49°40.474'** **E 013°24.586'**

Zde jste získali hodnoty **X** a **Y**, které jsou délkami dvou odvěsen pravoúhlého trojúhelníku. Vypočítáním délky přepony získáte hodnotu **D**.

Dále jděte ke stanovišti na souřadnicích: **N 49°40.330'** **E 013°23.914'**

Po obdržení čísla **X** na tomto stanovišti vypočítejte 20% z jeho hodnoty. Tím získáte hodnotu **B**.

Příloha 3: Fotografie z terénní výuky na základních školách



Žáci základní školy v Hostouni při plnění úkolu v terénu



Žáci základní školy v Hostouni při práci s GPS navigací



Žákyně základní školy ve Štěnovicích při plnění úkolů v pracovním listě

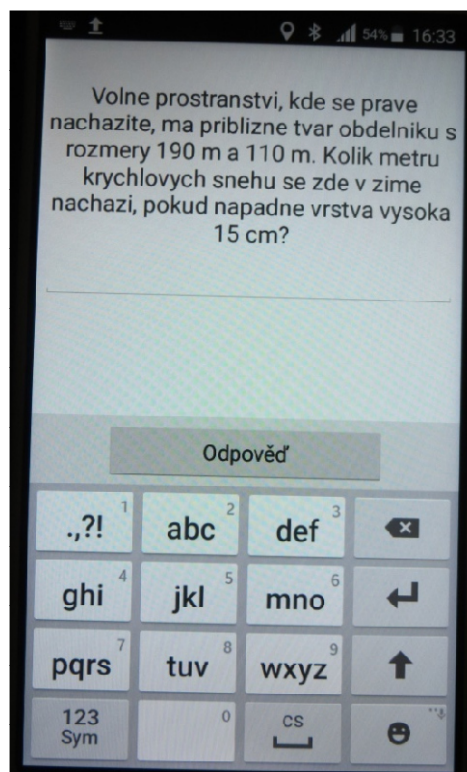
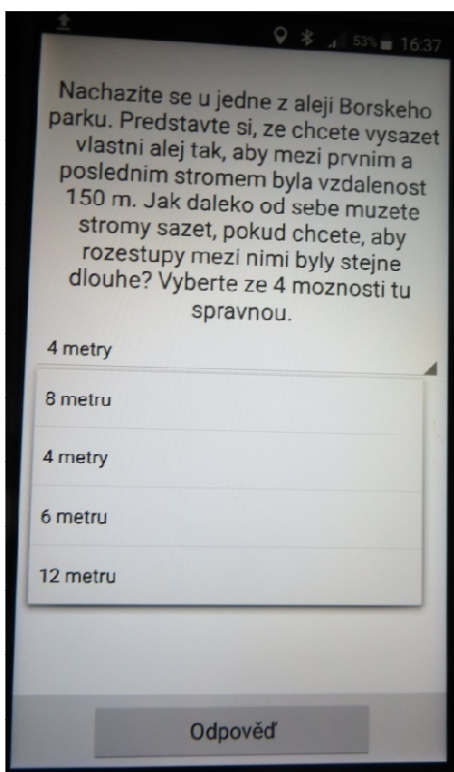


Radost z nalezení „keše“ žáků ZŠ Štěnovice (autor fotografie: J. Frank)

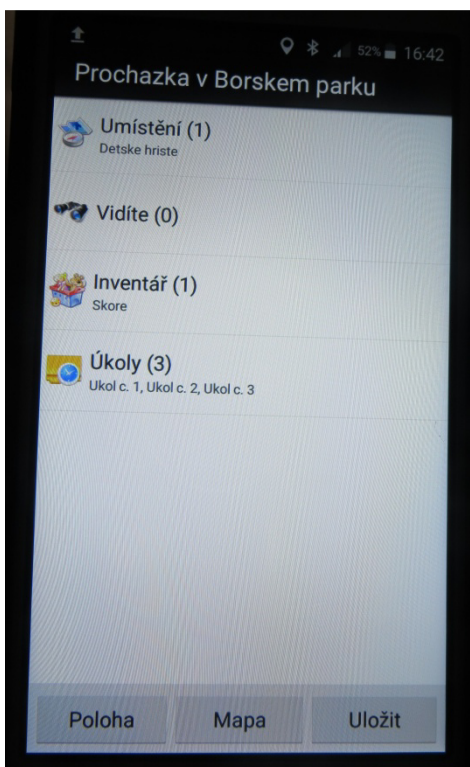
Příloha 4: Ukázky z vytvořené hry Wherigo



Zobrazení dalšího stanoviště, na které se mají žáci navigovat



Ukázky zobrazení slovních úloh s výběrem možností i otevřenou odpovědí



Zobrazení hlavní nabídky – v záložce *Inventář* mohou žáci kontrolovat průběžný stav skóre, v záložce *Umístění* najdou zónu, na kterou se mají aktuálně navigovat



Záložka *Úkoly* slouží k ověření toho, které úlohy žáci splnili a které vzdali