

Technologie mobilního mapování využívané v pracích studentů českých vysokých škol

Bc. Oldřich Rypl,
katedra geoinformatiky,
Přírodovědecká fakulta
Univerzity Palackého v Olomouci

Abstrakt

Terénní mapování objektů v krajině je z hlediska GIS jedním z mnoha způsobů získávání dat a zpravidla předchází tvorbě jakéhokoliv produktu – ať už se jedná o prostorovou databázi, model nebo mapu. Cílem příspěvku je provést analýzu možných technologií získávání geodat uvedených v závěrečných pracích studentů českých vysokých škol a konfrontovat je se zkušenostmi autora. Zvláštní pozornost je věnována využívání mobilního telefonu jako moderního mapovacího prostředku. Technologie byly vzájemně komparovány a staly se podkladem pro srovnávací analýzu. Ta poukázala na skutečnosti příznivě i nepříznivě ovlivňující celý proces mapování, na základě nichž byla provedena reflexe chyb a navržena potenciální inovace analyzovaných postupů.

Mobile Mapping Technologies Used in the Theses of the Czech Universities Students

Abstract

From the point of view of GIS, field mapping of objects in the landscape is one of many ways of obtaining data and usually precedes the creation of any product – whether it is a spatial database, model or map. The aim of the paper is to analyse possible technologies for geodata obtaining mentioned in the theses of students of Czech universities and to confront it with the author's experience. Special attention is paid to the use of mobile phone as a modern mapping tool. The technologies were compared with each other and became the basis for comparative analysis. The analysis pointed out the facts favourably and unfavourably affecting the whole mapping process. Based on this, a reflection of errors was performed and a potential innovation of the analysed procedures was suggested.

Keywords: mapping technology, mobile mapping, data acquisition, smart device, geodata

1. Úvod

S technologickým vývojem a zejména s příchodem chytrých mobilních zařízení dosáhlo tematické mapování nových rozměrů. Tradiční postupy (např. ruční zakreslování do mapy) jsou nahrazovány snadnějšími, rychlejšími, efektivnějšími technikami a opírají se o moderní trendy. Dlouhá léta byly s termínem „mobilní mapování“ spjaty především pohybující se dopravní prostředky (automobily či letadla) osazené objemnými senzory. V současnosti se však „mobilním prostředkem“ stává i člověk, využívající ke sběru dat v terénu přenosná smart zařízení („chytré“ telefony, tablety, kamery, náramky, brýle, helmy aj.) a aplikace na nich běžící.

Cílem příspěvku je vyhodnotit technologie získávání geodat s využitím „chytrých“ mobilních zařízení. Na základě rešerše a analýzy možných technologií pro získávání geodat uvedených primárně v závěrečných pracích studentů českých vysokých škol, je čtenář uveden do obecné problematiky mapování, kdy je seznámen s mobilními zařízeními jako moderními technickými prostředky sběru dat v terénu. Následně jsou zdokumentovány vlastní zkušenosti autora s technologiemi sběru prostorových dat, které byly navrženy a uplatněny při mapování objektů v krajině, v letech 2014–2019, jako součásti výuky geografie na Fakultě přírodovědně-humanitní a pedagogické Technické univerzity v Liberci. Uvedené technologické postupy jsou vzájemně konfrontovány a staly se podkladem pro srovnávací analýzu. Zásadní zjištění, reflexe chyb a potenciální inovace analyzovaných postupů jako způsob lepšího využívání technologií, technických a programových prostředků jsou shrnuty v závěru.

2. Metody a postup zpracování

Záměr porovnat technologie pro mapování objektů v krajině byl realizován prostřednictvím srovnávací analýzy, vzájemně konfrontující postupy autora uplatněné při mapování bodů zájmu a vertikálního dopravního značení s postupy českých autorů – zpravidla studentů.

Referenční technologický postup autora [1] byl nejprve (příznivě i nepříznivě) charakterizován vymezením 13 parametrů, jimiž jsou:

- P1 – pěší mapování,
- P2 – „chytrý“ mobilní telefon jako primární technický prostředek,
- P3 – nepřesnost lokalizace,
- P4 – vliv počasí,
- P5 – výdrž baterie,
- P6 – plánování trasy před mapováním,
- P7 – využívání doplňkových map (analogových i digitálních),
- P8 – nedostatečná kapacita uložště,
- P9 – offline mapování,
- P10 – pořizování multimediálního záznamu (fotografie),
- P11 – pořizování GPS stopy,
- P12 – programový prostředek Collector for ArcGIS,
- P13 – programový prostředek ODK Collect.

Studium literatury úzce pojednávající o metodikách mapování objektů v krajině identifikovalo autory, předměty mapování a využití technologie mapování (viz **tab. 1**). Publikace obecně pojednávající o dostupných technologiích mapování jsou, v případě shodných či podobných postupů, zmíněny pouze v kontextu s analyzovanými technologiemi.

Tab. 1 Přehled autorů, jejich mapování a využitých technologií (upraveno podle Rypla [1])

Autor	Předmět mapování	Využitá technologie	
		Technické prostředky	Programové prostředky
Brodský [5]	městský mobiliář	tablet se systémem Android (Samsung Galaxy Tab 2)	Collector for ArcGIS
Chmelař [18]	body zájmu, informace o dopravní infrastruktuře (vč. GPS stopy; automobilem)	GNSS moduly (U-blox EVK-6T, U-blox EVK-6R), antény, kamery, videorekordéry, notebooky	GPSMapEdit
Jarcovják [21]	parkovací kapacita	zařízení na platformě Android	GIS Cloud
Kachlík [17]	urbánní termální prostředí (automobilem)	termální kamera (FLIR T440bx), zařízení na platformě Android/iOS	FLIR Tools Mobile
Koblížek [16]	cykloturistika, vinařské stezky	GNSS přijímač (Topcon GRS-1)	ArcPad 10
Leško [19]	dopravní značení (automobilem)	mobilní telefon se systémem iOS (iPhone 5)	Record my GPS position, vlastní návrh aplikace
Pacina [25]	geoekologie (stožáry, silnice, el. vedení, rybníky, lesy, pole apod.)	kapesní GPS přijímač (Trimble Juno SB)	Terra Sync Professional
Pilchová [22]	veřejná zeleň	kapesní GPS přijímač (Mio DigiWalker P560)	ArcPad
Plachý [12]	městský park	mobilní telefon se systémem Android (LG Nexus 5)	mGISmobile (vlastní návrh)
Poskerová [20]	drobné památky	mobilní telefon se systémem Android	Collector for ArcGIS
Procházková [26]	krajina	kapesní GPS přijímač (Trimble Juno SC a GeoExplorer)	TerraSync Professional
Sedláčková [27]	invazní rostliny	zařízení na platformě Android	Collector for ArcGIS
Uhrová [24]	břehové linie, profily koryta řeky	totální stanice (Pentax V227N), nivelační přístroj (South NL - 20), GNSS přijímač (GPSmap 60CSx, Topcon Legacy E, HiPer II)	–
Váchová [23]	krajina	kapesní počítač (ASUS A639)	OziExplorer

Technologická řešení autorů (uvedených v tab. 1) byla analyzována a hodnocena v souladu s vymezenými parametry P1–P13. V případě podobnosti s referenčním postupem byl parametr nastaven na hodnotu „1“, v opačném případě „0“. V případě referenčního postupu je každý z parametrů roven jedné. Ukazatelem podobnosti je hodnota součtu parametrů (suma). Pokud tato hodnota roste, zvyšuje se i stupeň podobnosti komparovaného řešení.

Výstupní tabulka analýzy (uvedená v části 5) porovnává jak alternativní postupy vzhledem k postupu referenčnímu, tak i postupy vzájemně, na úrovni vymezených parametrů.

3. Současný stav problematiky mobilního mapování

Escalera, Radeva [2] definují mobilní mapování jako techniku získávání prostorových dat prostřednictvím mobilního přístroje. S rozvojem moderních technologií lze mobilním přístrojem označit tzv. „smart zařízení“. Pro účely příspěvku proto mobilním mapováním rozumíme technologii pro získávání prostorových dat v terénu, s využitím „smart“ zařízení (například mobilních telefonů) a jejich programového vybavení (aplikací), fungující na bázi mobilního GIS.

Hlavním důvodem narůstajícího využití mobilního GIS je podle Bílové [3] „snadné pořízení dat, jejich aktualizace

a orientace v terénu". Konstatuje, že „díky propojení s GPS, dostupné funkcionalitě GIS (např. posun, přiblížení a oddálení mapy, vyhledávání) a aktuálnosti podkladových dat je možné snadno aktualizovat data v reálném čase". Výhodu spatřuje mimo jiné v úspoře času vynaloženého na cestování „v případě, že je podporována možnost centrálního řízení prací, sledování jejich průběhu v terénu pomocí bezdrátových komunikačních technologií a připojení na internet".

Kněžínek [4] k technologiím mobilních geografických informačních systémů uvádí, že „představují možnost, jak získat aktuální a cenově dostupná data, zejména v zastavených oblastech podléhajících velmi častým změnám, které není možné klasickými mapovacími metodami zachytit". Pojmy mobilní GIS nebo též mobilní mapování se v současnosti podle něho objevují v souvislosti se sběrem geografických dat přímo v terénu pomocí mobilních zařízení – jako jsou například kapesní počítače, multimediální zařízení a v neposlední řadě také GPS přijímače. I Brodský [5] v souvislosti s PDA, tablety a mobilními telefony, jakožto prostředky mobilního sběru dat, zmiňuje, že „mají společné využití i větší část funkcionality, neboť umožňují rychlý a efektivní sběr dat v terénu a disponují především GPS přijímačem, dále pak dotykovou obrazovkou s možností jednoduchého ovládání a práce s daty a v neposlední řadě rovněž zpravidla několika možnostmi připojení k dalším zařízením, které se využívají hlavně pro převod pořízených dat do počítače k pokročilejšímu zpracování". Mezi další součásti, kterými mohou být zařízení vybavena, lze podle něj zařadit například fotoaparát. Stejně tak je možno provozovat zařízení s připojením k internetu nebo bez něj.

Klečková [6] zmiňuje, že „nasbíraná geografická data se někdy doplňují o další multimediální záznam, nejčastěji digitální fotografie". To podle ní umožňuje získat lepší představu o charakteru mapované oblasti a zpětnou kontrolu získaných dat. V uvedené souvislosti Kněžínek [7] hovoří o formátu EXIF, v němž mohou být obsaženy informace o značce/modelu fotoaparátu, datu a času pořízení fotografie, informace o místě pořízení fotografie (tedy souřadnice GPS) i informace týkající se nastavení fotoaparátu (clona, citlivost, ohnisková vzdálenost apod.). Označuje jej za „nejvýznamnější metadatový formát v oblasti digitální fotografie".

Van Doorn [8] zdůrazňuje rostoucí roli mobilních zařízení (chytré telefony a tablety) v korporacích, jejichž oblastí je mapování a GIS. Podle autora tento druh zařízení umožňuje podnikům pracovat chytřeji a efektivněji. V této souvislosti zmiňuje trend BYOD (Bring your own device), spočívající v tom, že zaměstnanci ve firmách využívají k pracovním účelům vlastní zařízení (např. chytré telefony, tablety a notebooky). K uvedené technologii Tajovský [9] namítá, že vlastní přístroje zaměstnanců často nesplňují hardwarové požadavky. Data jsou podle něj „méně přesná, přístroje nejsou dostatečně odolné, nemají ochranu proti vlhkosti, nevydrží celý pracovní den na jedno nabití, a nejen tyto problémy způsobují nepřesnosti při sběru prostorových dat". Dále poukazuje na „velkou roli výrobců mobilních telefonů a tabletů (jako např. Samsung, Apple, LG, Huawei, ASUS, Acer, Lenovo, Sony, HTC, Microsoft), kteří vytvářejí přístroje s různorodou hardwarovou i softwarovou výbavou". Velkou výhodou těchto přístrojů je „podpora mobilních sítí (telefonních i datových), díky čemuž mohou konkurovat dražším přístrojům pro sběr dat do GIS". Dále uvádí, že služby založené na získávání polohy jsou součástí každého „smart" telefonu a tabletu, tudíž podle něj „vytvářejí nové možnosti pro sběr prostorových dat".

Schaefer a Woodyerová [10] upozorňují na nastupující trend vybavovat rekreační přijímače a mobilní telefony kombinací GPS a GLONASS modulů. Oba polohové systémy se podle nich při určování polohy vzájemně doplňují, čímž dochází ke zvýšení přesnosti měření.

Bílová et al. [3] rozlišuje dvě základní kategorie sběru dat na bázi mobilního GIS, a to: „mobilní GIS" (ve smyslu propojení systémů GIS a GPS) a „mobilní GIS bez předem připravených formulářů". U metodického postupu mapování rozlišuje fázi přípravy (zahrnující seznámení se s mapovaným územím, odhad časové náročnosti terénních prací, volbu dopravního prostředku pro mapování či vhodného období pro mapování), sběr dat a fázi kancelářských prací po návratu z mapování.

Podobné postupy nacházíme popsane u více autorů. Například Burian [11] v „procesu mapování" rozlišuje fáze přípravy, mapování a postprocesingu. Plachý [12] popisuje tři hlavní (na sebe navazující) etapy „příprava a plánování, samotné mapování a zpracování údajů". Voženílek [13] využil příkladu geomorfologického mapování k sestavení podrobnější osnovy mapování, obsahující kroky: „studium zájmového území, příprava prostorových databází, přípravné analýzy, nastavení GPS parametrů, kalibrace a plánování GPS měření, vlastní geomorfologické mapování s GPS, převod GPS dat do formátu prostorových databází, navazující analýzy, tvorba počítačové geomorfologické mapy".

Konečný, Kubíček [14] popisují tři odvozená řešení sběru geodat v mobilním prostředí. Prvním z nich je offline řešení, které „je představováno aplikací pro sběr dat běžící na mobilním počítači". Ten po dobu práce „není žádným způsobem napojen na centrální počítač", přičemž „data jsou předávána v obou směrech dávkově". Veškerá potřebná data jsou uložena v paměti mobilního počítače. Druhým řešením je on-line řešení, kdy „na mobilním počítači neběží žádná speciální aplikace, uživatel komunikuje přes internetový prohlížeč s aplikací na serveru uvnitř organizace pomocí mobilního přenosu dat". Dále uvádějí, že „veškeré aplikace a veškerá data jsou uložena na centrálním serveru". „Veškerá sebraná data jsou okamžitě přenášena na server, podkladová data nutná pro sběr dat jsou mobilně přenášena na mobilní terminál", dodávají závěrem. Poslední možností je kombinace předchozích dvou řešení, kterou autoři nazývají jako „řešení podporující transakční zpracování dat". Popisují jej takto: „Na mobilním terminálu běží aplikace, která pomocí mobilního připojení s využitím webových služeb komunikuje s centrálním serverem. Potřebná data mohou být v době, kdy nefunguje spojení s centrálním serverem, uložena na mobilním terminálu, většina dat je ale uložena na serveru. Při vhodné konfiguraci systému jsou data na serveru ukládána automaticky, ve chvílích, kdy funguje spojení".

Sestava mobilního GIS podle Bílové et al. [3] „obsahuje PDA se zabudovanou nebo externě připojenou GPS anténou, popř. záložní baterií". Software pro práci s geodaty představuje zpravidla „odlehčený GIS produkt nebo lze využít řady softwarů určených primárně pro GPS navigaci (včetně možnosti pořízení pokladových map různého měřítka)". Sběr dat prostřednictvím nastíněné technologie popisuje takto: „Na obrazovce PDA je vykreslena digitální mapa území, centrována dle aktuální polohy přijímače, kdy po zadání grafické entity (bod, linie, polygon) se mohou ihned vyplňovat popisné údaje (atributy) do předem připravených formulářů (zpravidla ve formě rolovacích nabídek v rámci každého mapovaného parametru). Propojení geometrické a atributové složky dat probíhá přímo v PDA."

Někteří autoři navíc popisují, že data lze kromě terénního sběru získávat i prostřednictvím internetu. Například Karasová [15] uvádí „vytěžování pomocí skriptu, transformace dat nebo také manuální (ruční) přepis dat“. Upozorňuje však, že ne všechny zmíněné možnosti jsou vhodné pro laickou veřejnost. Koblížek [16] hovoří o získávání dat pomocí internetu v případech, kdy nebylo možné zaznamenat příslušnou informaci přímo v terénu. Jednalo se podle něj „především o některé atributy služeb, jako jsou kontakty, e-mailové adresy, webové stránky“.

Bílová et al. [3] popisuje „mobilní GIS bez předem připravených formulářů“ jako alternativu ke sběru dat pomocí formulářů. Definuje jej jako systém kódů (viz **obr. 1**), respektive textový řetězec přiřazený každému mapovanému prvku. Podle autorky se může jednat o rychlý způsob v případě, že „se nepřepisují opakující se atributy, ale pouze jejich změny“. Dále označuje tento systém za ideální pro práci na kole.

Uplatnění však podle ní najde zejména tehdy, když „není k dispozici dotykový displej, tedy při použití turistických GPS, které zároveň umožňují zadat alespoň 10místný textový řetězec (v tomto případě zmiňovaný kód) v rámci nejčastěji dostupného pole Comment/Poznámka“. Možné úskalí Bílová et al. [3] vidí v nutnosti vyvinout promyšlený a významově jednoduchý systém kódů. Při větším množství dat (řádově stovky záznamů) upozorňuje na zdoluhavou práci v případech, kdy „se převod kódu do atributové tabulky GIS neautomatizuje např. pomocí skriptů v libovolném programovacím jazyce“.

4. Několikaleté zkušenosti s mapováním geodat

V letech 2014 až 2019 bylo na katedře geografie, Fakultě přírodovědně-humanitní a pedagogické Technické univerzity v Liberci ve spolupráci s firmou HERE v rámci praktické

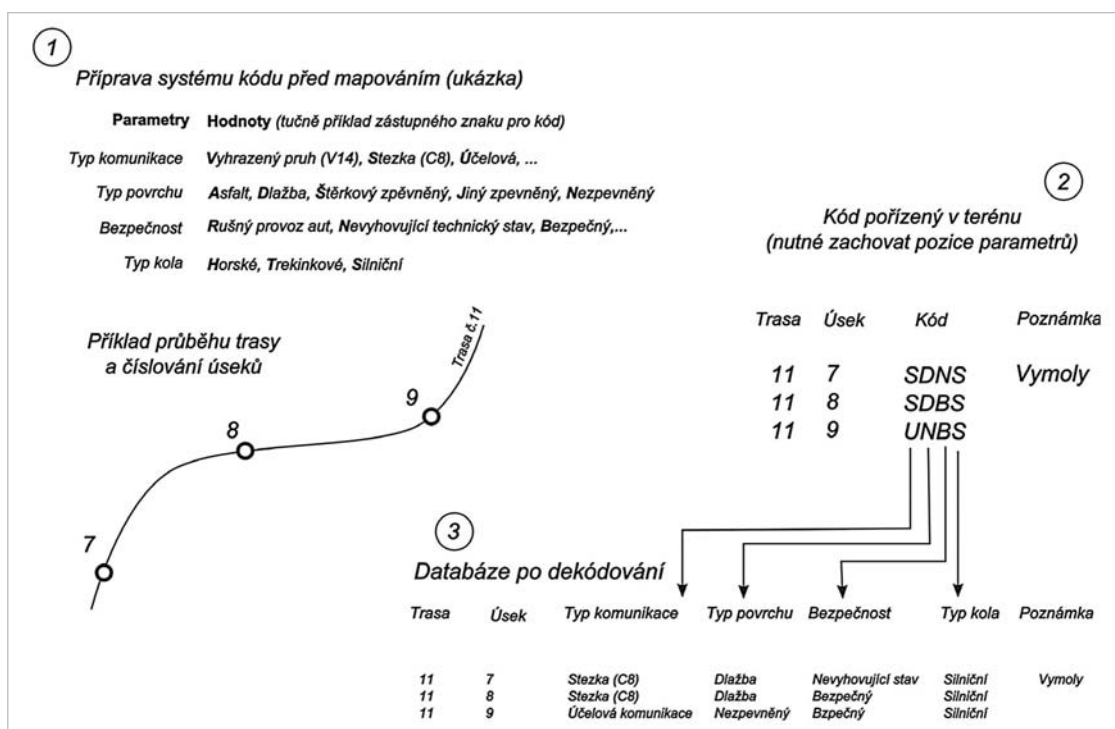
výuky v terénu rozvíjeno mapování objektů v krajině. Tematicky bylo mapování zaměřeno zejména na body zájmu (POI). Součástí této spolupráce studentů, akademických pracovníků a zástupce soukromého sektoru bylo i mapování silnic, chodníků, cest a vertikálního dopravního značení. Technologický postup sběru dat se podle získaných zkušeností postupně upravoval či inovoval. Technickým prostředkem byl tablet s operačním systémem Android (Lenovo TAB S8-50L), který v pozdější fázi nahradila „chytrá“ mobilní zařízení studentů, zpravidla fungující na téže platformě. Mezi programovými prostředky převážily aplikace Collector for ArcGIS a ODK Collect.

Sběr dat byl doprovázen **dlouhotrvající a občas méně přesnou lokalizací**, zejména u okamžitého určení polohy zařízení, tedy bez možnosti zakreslování do mapy. Obvyklá přesnost lokalizace se pohybovala v mezích 10–15 metrů. Časový interval potřebný k lokalizaci činil 5–8 minut. S cílem zrychlit a zpřesnit lokalizaci proto byly místo tabletů nasazeny „chytré“ mobilní telefony studentů, jež navzdory různorodé hardwarové skladbě dosahovaly přesnosti v průměru 3–5 metrů. Přesto čas potřebný k lokalizaci poklesl o více než polovinu. V tomto ohledu zmiňovaný trend BYOD aplikovaný v geografickém praktiku zásadně přispěl k zefektivnění celého mapovacího procesu.

Dalším omezením byla **nedostatečná výdrž baterie** mobilního zařízení, jež měla za následek zkrácení pracovní doby (pobytu v terénu). Zamýšleným řešením bylo nasazení externích baterií (tzv. powerbanky).

Do mapování se rovněž promítl **vliv počasí**, který měl za následek nečitelnost displeje zařízení ve slunečných dnech, v případě deště a v zimě ztížené ovládání. Výhodiskem pro zlepšení čitelnosti displeje byla regulace jasu, u mobilních telefonů studentů jsme se setkali s autoregulačními zařízeními dle aktuálních světelných podmínek.

Fotografování mapovaných objektů (zejména při mapování POI) občas doprovázela nepříznivá reakce občanů, setrvávajících na mapovaném místě. Situace byla řešena



Obr. 1 Příprava a návrh systému kódů pro mobilní mapování podle Bílové et al. [3]

čekáním, až se od daného místa vzdálí, případně byl pořízen záběr místa z delší vzdálenosti od místa mapování. Při mapování dopravního značení se fotografie staly nosiči informace o geografické poloze, za využití metadatového formátu EXIF.

Vyzdvihnout lze i **využívání analogových map** jako (alternativní) orientační pomůcky, které navíc sloužily pro vyznačování již zmapovaných/prozkoumaných úseků či pro zapisování poznámek souvisejících s terénním sběrem dat. Někteří studenti alternativně při sběru POI (databáze zájmových bodů) využívali offline mapy v nainstalovaných aplikacích HERE WeGo nebo Mapy.cz.

Proces mapování do jisté míry omezovala **nedostatečná kapacita paměti pro ukládání dat** (především fotografií mapovaných míst). Zejména se jednalo o omezenou kapacitu cloudového úložiště Google Drive (při mapování s využitím ODK Collect), což bylo řešeno přesunem dat na univerzitní účet na téže platformě, kde již (teoreticky) není kapacita omezena. V případě nedostatečné interní paměti mobilního zařízení studentů bylo v některých případech přistoupeno ke snížení kvality fotografie (jednotky případů).

Závěrem je příhodné zmínit občasná pády aplikací, zapříčiňující ztrátu informací o vytvářeném objektu (bodu) – dělo se tak při mapování prostřednictvím tabletu (zařízení fungovala od samého zahájení praktika – roku 2014 – prakticky bez údržby systému). Za důvod takového pádu lze označit nedostatečný výkon zařízení, který by mohl být částečně zlepšen jeho optimalizací (omezení aplikací běžících na pozadí, případně tovární nastavení systému). Na základě zkušeností nabytých v průběhu trvání popisovaného praktika byla sestavena kritéria pro výběr technického i programového prostředku pro mapování. Za technický prostředek pro sběr dat v terénu lze považovat „chytré“ zařízení, které:

- je vybaveno integrovaným, případně externím, GNSS přijímačem (GPS, Galileo, případně kombinací těchto s GLONASS) a je s to v kratším časovém úseku a s patřičnou přesností určit polohu,
- disponuje interním úložištěm pro ukládání nasbíraných dat, s dostatečně velkou kapacitou,
- je schopno fungovat dostatečně dlouho na jedno nabití, respektive je vybaveno baterií s dostatečnou kapacitou a dlouhodobou životností,
- umožňuje připojení k internetu (Wi-Fi, datové připojení), např. za účelem ukládání dat do cloudového úložiště,
- poskytuje vyšší stupeň krytí, tedy je odolné proti nežádoucím jevům a situacím (jako např. deštivé počasí, nechtěný pád zařízení), se kterými se při práci v terénu můžeme setkat, respektive nastávají (odolnost zařízení proti vodě a vlhkosti, proti pádu apod.),
- disponuje dobře čitelným (podsvíceným) dotykovým displejem přiměřené velikosti, v případě dalších ovládacích prvků je důraz kladen na zajištění optimální ovladatelnosti v terénu (dostatečná velikost, zabránění nechtěného stisknutí),
- neomezuje mapera při práci, tedy je stabilní (nedochází k jeho samovolnému vypínání) a neděje se zamrznutí/zasekávání obrazu displeje,
- je vybaveno fotoaparát (pokud je to pro konkrétní účel mapování žádoucí),
- je doplněno stylusem pro snazší přesné zakreslování geometrie sbíraných geodat (což je výhodné zejména u ploch a linií).

V souvislosti s GNSS přijímačem je zásadní zopakovat, že při mapování v terénu je naprosto stěžejní doba, za kte-

rou je zařízení schopno určit polohu, a přesnost určení polohy. V případě, že zaměřování a určování polohy trvá nevykykle dlouho, může být celý proces sběru dat výrazně zpomalen, což se v konečném důsledku projeví i na celkově nízkém počtu nasbíraných dat. Fotoaparát byl při mapování často využit k pořízení fotografie daného místa (objektu). Popsané požadavky kladené na technické prostředky pro sběr dat je nutné chápat jako optimální stav. Při volbě zařízení je nezbytné posuzovat zařízení z hlediska konkrétního účelu mapování.

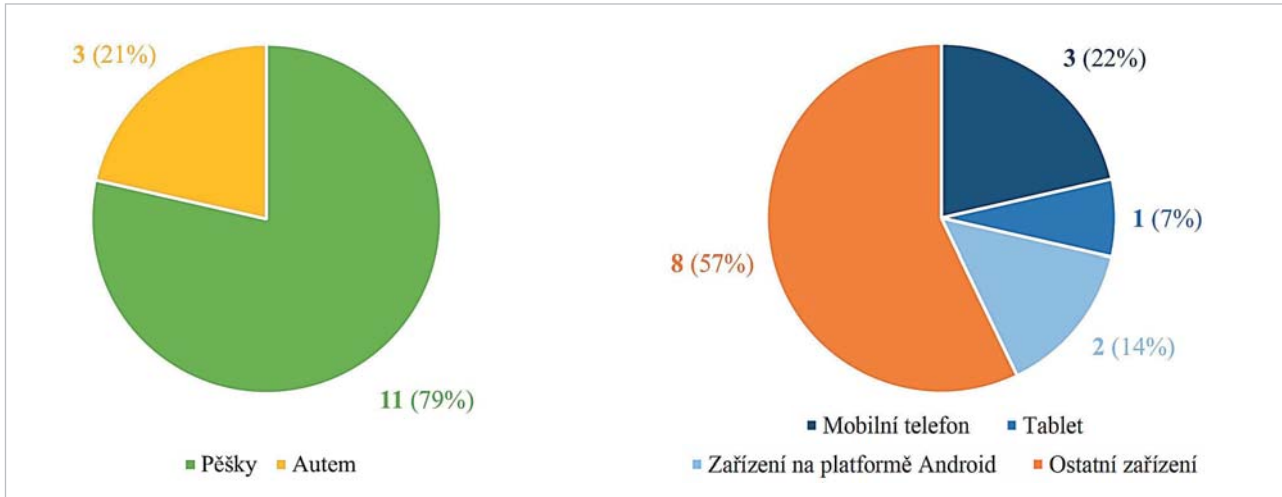
- Ideální aplikace pro sběr dat by z tohoto pohledu měla:
- být stažitelná, instalovatelná a spustitelná na zařízeních s operačním systémem Android nebo iOS,
 - umožňovat mapování tří základních prvků (bodů, linií a ploch),
 - být stabilní (nemělo by docházet k neočekávaným chybám a pádům při vlastním mapování),
 - být dobře nastavitelná a přizpůsobitelná konkrétnímu účelu mapování (např. rozložení formuláře, podmíněná viditelnost pole),
 - mít ovládací prvky (jako jsou tlačítka, pole, rozbalovací nabídky, navigační prvky) uzpůsobené pro práci v terénu, dostatečné velikosti a ovladatelné za nepříznivých podmínek,
 - kromě ukládání dat do paměti zařízení disponovat také možností ukládání dat do cloudového úložiště,
 - mít možnost obohatit klasické databázové údaje o fotografií mapovaného místa, která může být dobrým pomocníkem (nejen) při dodatečném doplňování atributů u záznamů v databázi a opravě chybně zadaných polí a překlepů.

5. Srovnávací analýza

Na základě srovnávací analýzy bylo zjištěno, že většina z analyzovaných autorů provádí terénní **sběr dat pěší formou (P1)**, přičemž ve třech případech za pomoci automobilu – Kachlík [17], Chmelař [18] a Leško [19] – znázorněno na **obr. 2** vlevo.

Z technických prostředků mírně převažují nad mobilními telefony a tablety ostatní zařízení (např. PDA, totální stanice apod.), nicméně nastupující trend „chytrých“ mobilních zařízení je i tak patrný – méně než polovinu tvoří **mobilní telefony (P2)**, tablety či nespécifikovaná zařízení na platformě Android (viz **obr. 2** vpravo). Na základě analýzy tedy lze rozlišit etapu kapesních GPS přijímačů a PDA (zpravidla období před rokem 2015 včetně) a navazující etapu chytrých mobilních zařízení (po roce 2015, reflektující současnost, v grafu odstíny modré). Mobilní telefony z analyzovaných autorů explicitně uvádějí Leško [19], Plachý [12] a Poskerová [20].

Nepřesnosti lokalizace (P3) se věnovalo 6 ze 14 autorů, což je bezmála polovina. Tajovský [9] zmiňuje vliv terénu (svahy, skály, stromy) bránící výhledu na oblohu na přesnost určení polohy. V nejlepších podmínkách podle něj, „smart“ přístroje umožňovaly, měřit linie a hranice ploch s odchylkou do 3 metrů, ve špatném terénu pak do 6 metrů. Dále uvádí, že „třímínutová měření bodových prvků v nejlepším terénu vykazují odchylku 5–15 metrů, ve svažitějším či skalnatém terénu se zákrytem oblohy pak kolem 30–40 metrů“. Podle autora je fixace polohy „smart“ zařízení ve srovnání s geodetickými GNSS přístroji vždy méně přesná. Jarcovják [21] rovněž hovoří o „nepřesnosti mobilního GPS zařízení a zejména špatných podmínkách



Obr. 2 Podíl způsobů mapování (vlevo) a primárních technických prostředků (vpravo) v analyzovaných technologiích

pro zaznamenání polohy ve městě a v husté zástavbě. Podobné zkušenosti popisují i Pilchová [22] a Brodský [5]. Pilchová [22] se při „zanášení naměřených bodů autolokací GPS“ setkala s „vysokou nepřesností“, projevující se odchylkou cca 10 metrů. Jako alternativu uvádí určovat geografickou polohu „zákresem přímo do mapy“. Brodský [5] doplňuje, že „ruční vkládání polohy bodů může celou práci výrazně urychlit, pokud sběratel dat disponuje dobrými orientačními schopnostmi“. Problém s nepřesností GPS polohy zmiňuje i Poskerová [20], když popisuje, že „v místech, ve kterých se nacházejí záchytné body (jako jsou domy či křižovatky), lze přesnou polohu upravit ručně“. Problémem však „zůstávají lesní oblasti, ve kterých je kvalita signálu GPS horší a nelze přesnou polohu upravit podle nějakého bodu“.

Autoři nepřesnost zmiňují přímo v souvislosti s mobilním telefonem (Poskerová [20]) či tabletem (Brodský [5]). Přesnost lokalizace se odvíjí dle hardwarové výbavy takových zařízení, která je spíše různorodá (co výrobce, to typ – a co typ, to specifická přesnost). V našem případě přechod z tabletu k mobilním telefonům přesnost zvýšil a lokalizaci zrychlil, u některých autorů se však tak přesnému měření nedostalo (i s přihlédnutím k roku vydání práce). Můžeme však odhadovat, že s vývojem technologií můžeme očekávat zvyšující se přesnost.

Podle Brodského [5] lze polohovou přesnost dat zařadit mezi nevýhody i výhody, přičemž „záleží na schopnostech sběratele dat určit přesné místo lokalizace vkládaného bodu na mapě, která je k dispozici v jeho zařízení“. Bílová [3] nepřímo poukazuje na možnou (ne)přesnost určení polohy, když zahrnuje možnost „externě připojené GPS antény“ do sestavy mobilního GIS. Jako možnost zvýšení přesnosti určení polohy uvádí metodu DGPS.

Tajovský [9] uvádí, že „rozdíl mezi mobilním telefonem podporujícím pouze GPS a tabletem s GPS a GLONASS byl v jeho případě vždy viditelný“. Výstupy GPS modulu (např. tabletu) lze podle Brodského [5] zpřesnit pomocí mobilní sítě.

Vliv počasí (P4) na mapování zmiňuje Brodský [5]. Za omezující faktor autor považuje „měnící se délku dne a s tím spojené změny doby trvání vhodných světelných podmínek pro pořizování fotografií mapovaných objektů“. Obdobně jako my upozorňuje na „drobnou komplikaci“ v případě lesklého displeje, když varuje před ztíženým rozpo-

znáváním zobrazovaného obsahu ve slunečných letních dnech. Řeší jej nastavením světlosti displeje na vyšší úroveň. Za deštivého počasí Brodský [5] příliš nedoporučuje manipulaci s elektronickým zařízením a poukazuje na problém mokrého displeje, nereagujícího správně na dotykové pokyny uživatele.

Výdrž baterie (P5) a její vlivy na proces mapování zmiňuje celkem 5 autorů ze 14 celkových. Podle Bílové et al. [3] je častým problémem elektronických zařízení napájení, přičemž opakovaně upozorňuje na vysoké energetické nároky u sběru dat prostřednictvím PDA s integrovanou GPS. Set mobilního GIS podle autorky „zpravidla vydrží 3–4 hodiny, proto je nutno dobře plánovat měření a mít k dispozici záložní akumulátory“. Jako nouzové řešení uvádí solární nabíjení. I Váchová [23] uvádí „malou výdrž PDA“ jako jednu z jejich výhod a taktéž radí nosit s sebou náhradní baterii. Poskerová [20] hovoří o „vysokých nárocích zařízení na využívání baterie“ i na její malou životnost. Jako řešení navrhuje využívat powerbanky (což je ve shodě s naším doporučením). Brodský [5] považuje vyšší spotřebu energie z baterie, její rychlejší vybití a tím pádem „zkrácenou pracovní dobu za nedostatečné využití pracovního dne“ jako příčinu nastavování nadměrně úrovně jasu displeje.

Kromě návrhu technického a programového zabezpečení mapování je důležitá **plánovací část přípravy (P6)**. Podle Brodského [5] hraje velkou roli „způsob rozvržení mapování jednotlivých mapovaných oblastí ve zpracovávaném území“. Urychlení celého procesu mapování je podle autora možné dosáhnout „zapojením většího počtu osob sbírajících data v terénu“. Brodský [5] je názoru, že „použití tabletu v kombinaci s pěší chůzí se vyznačuje velkou prostorovou flexibilitou“. Jarcovják [21] rovněž zmiňuje nutnost „naplánovat trasu a navrhnout průběh denního mapování“ před započítáním terénních prací. Trasy mapování autor plánoval tak, aby „se prošly všechny ulice v dané lokalitě a aby se jedna ulice nemusela procházet vícekrát“. Posléze ale dodává, že „ve skutečnosti to bylo téměř neproveditelné, proto byly trasy plánovány alespoň tak, aby mapování bylo provedeno v nejkratším možném čase“. Podobnou přípravu dále prováděli Kachlík [17], Pilchová [22], Chmelař [18], Plachý [12] a Uhrová [24]. Plánování trasy a vyznačení oblastí je patrné i z pracovního listu Paciny [25]. Celkem se jedná o polovinu z analyzovaných autorů. Plánování před terénním sběrem dat podle

Bílové et al. [3] vyžaduje „promyslet celý postup prací až do nejmenších detailů, neboť cílem je efektivní sběr dat během co nejkratší doby“.

Doplňkové (analogové i digitální) mapy při mapování (P7) kromě nás využívali i Brodský [5], Jarcovjác [21], Pacina [25] a Procházková [26]. Někteří autoři navíc analogové mapy kombinovali s internetovými mapami a street-view, případně se omezili pouze na ně (kupříkladu Pilchová [22]). I přes přítomnost podkladových dat v přístroji v podobě ortofotomapy Procházková [26] při přípravných i terénních pracích přistoupila i k využívání mapy tištěné, neboť se domnívá, že „tištěná mapa poskytuje komplexnější pohled na krajinu, což je důležité pro vnímání orientace v terénu“. Jarcovjác [21] při pracích v terénu využil mobilní aplikace Google Maps a Mapy.cz spolu s analogovými mapami, které mimo jiné sloužily pro „rychlé poznámky v terénu“. Brodský [5] pro úsporu času potřebného k pěší návštěvě a kontrole mapovaných míst využil možnost jejich prohlídky prostřednictvím Google StreetView, případně Panorama na portálu Mapy.cz. Taktéž byl vybaven „materiály v podobě map velké měřítka se značenými body a tabulkami obsahující údaje o počtech mapovaných objektů. U Pilchové [22] jsme se setkali s využitím internetových map (Mapy.cz, Google Maps).

Žádný z autorů neřešil **nedostatečnou kapacitu úložiště (P8)**. Váchová [23] pouze zmiňuje, že počet map v zařízení je dán kapacitou paměti zařízení nebo paměťové karty.

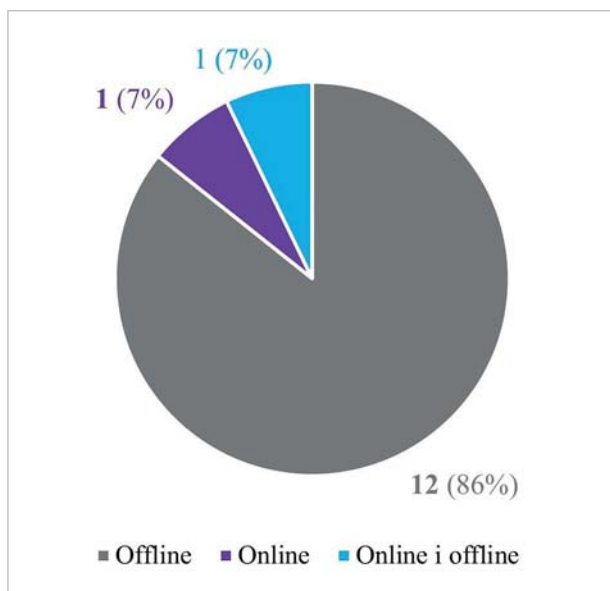
Dvanáct ze čtrnácti analyzovaných autorů využilo **offline řešení sběru dat (P9)**, které tak jednoznačně dominuje (viz diagram na obr. 3). Sedláčková [27] popisuje využití jak offline, tak online řešení. Pouze online sběr dat prováděl jeden z analyzovaných autorů.

Připojování multimediálního záznamu (fotografií) ke geodatům uvádí Brodský [5], Poskerová [20], Jarcovjác [21], Sedláčková [27], Koblížek [16]. V případě Chmelaře [18], Leška [19] a Kachlíka [17] se jedná o videozáznam. Parametr P10 tedy splňuje 8 ze 14 prací.

Záznam GPS stopy (P11) při mapování provádějí Chmelař [18] a Váchová [23]. První z autorů [18] GPS stopu mapovacího vozidla zaznamenává „souběžně na dva notebooky připojené přes rozhraní USB k GNSS modulům U-blox“. Váchová [23] hovoří o „záznamu Tracku (trasy pohybu)“ v souvislosti s aplikací OziExplorer. V referenčním postupu Rypla [1] byla využita aplikace GeoTracker pro zařízení na platformě Android.

Využívání **aplikace Collector for ArcGIS (P12)** bylo zjištěno u tří autorů – Brodského [5], Poskerové [20], Sedláčkové [27]. Druhá jmenovaná [20] při přípravných pracích aplikace Collector for ArcGIS rozlišovala kroky: založení geodatabáze, tvorba tříd prvků, definice domén, publikace na ArcGIS Online, tvorba podkladové mapy a nastavení aplikace. Krok tvorby webové mapy (zařaditelný mezi publikaci na ArcGIS Online a tvorbu podkladové mapy) popisuje jen zčásti. Tajovský [28] uvádí podobný postup jako Poskerová [20], přičemž jej obohacuje o definici vztahů mezi třídami (tzv. „Relationship Class“) a plně se věnuje i části práce v prostředí ArcGIS Online (tvorba mapy, volba podkladu, symbologie, uložení a sdílení). Využití datových domén při přípravě aplikace (respektive geodatabáze) zmiňuje například Sedláčková [27]. Uvádí, že domény „ocení i správce geodatabáze, jelikož se minimalizuje počet chyb při zadávání, kdy snadno napíšete nechtěnou mezeru před slovem nebo si nemůžete vzpomenout, zda hodnoty máte zadávat s diakritikou, nebo bez ní“, s čímž se lze plně ztotožnit.

Alternativní postup při přípravě aplikace Collector for ArcGIS aplikuje Vorlová [29], která na rozdíl od předcho-



Obr. 3 Podíl online a offline řešení analyzovaných technologií [1]

zích autorů (i Rypla [1]) pro tvorbu editovatelné vrstvy prvků využívá komerční nástroj ArcGIS for Developers a nahrazuje část přípravy v desktopovém GIS. Klíčovým rozdílem je samotné webové prostředí, které oproti počítačovému programu disponuje omezenými funkcemi, nicméně zejména pro vytváření vrstev s jednoduchou datovou strukturou může být tento postup rychlejší. Palčivým problémem uživatelů v minulosti bylo získání offline podkladových map pro své projekty v mobilních zařízeních (rozumějíme potíže při výběru pracovní oblasti a volby stupně podrobnosti). Na složitost přípravy mj. upozorňuje i Poskerová [20].

Nikdo z analyzovaných autorů naopak nevyužil pro sběr dat **aplikaci ODK Collect (P13)**. Jarcovjác [21] hovoří o sestavení formuláře prostřednictvím aplikace GIS Cloud. Aplikace ODK Collect je na obecné úrovni zmíněna v pracích autorů Broveliové, Minghiniho a Zamboniho (např. [30]). Kompletní výstup ze srovnávací analýzy je podán prostřednictvím tab. 2, zobrazující autory (respektive technologie mapování) a k nim vztažené hodnoty parametrů P1–P13. Je-li hodnota parametru rovna jedné, příslušná technologie mapování vykazuje v takovém parametru podobnost s referenčním postupem Rypla [1]. V opačném případě je hodnota parametru rovna nule.

Nejvyšší podobnost k referenčnímu postupu mapování geodat podle Rypla [1] vykazují autoři Brodský [5] a Poskerová [20], kterým bylo na základě srovnávací analýzy přiděleno 8, respektive 7 společných parametrů. Brodský [5] na rozdíl od Rypla [1] nemapuje prostřednictvím „chytrého“ mobilního telefonu a nemapoval v offline režimu. Poskerová [20] do metodiky nezařadila opatření řešící závislost počasí na mapovací proces, nezmiňuje ani plánování trasy při mapování a využívání doplňkových map. Téměř polovinou shodných parametrů jsou ohodnoceny technologie mapování Jarcovjáka [21], Kachlíka [17] a Pilchové [22].

Nejvyšší podobnosti napříč pracemi bylo dosaženo u parametru P9 (offline mapování), P1 (pěší mapování), P10 (pořizování multimediálního záznamu), P6 (plánování trasy při mapování).

Tab. 2 Výsledky srovnávací analýzy

Autor	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	Σ
	Pěší mapování	Chytrý mobilní telefon přímým prostředkem	Nepřesnost lokalizace	Vliv počasí	Výdrž baterie	Plánování trasy při mapování	Využívání doplňkových map	Nedostatečná kapacita uložiště	Offline mapování	Pořizování multimedialního záznamu (foto, video)	Pořizování GPS stopy	Využití aplikace Collector for ArcGIS	Využití aplikace ODK Collect	
Brodský [5]	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	8
Poskerová [20]	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	7
Jarcovják [21]	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	6
Kachlík [17]	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	6
Pilchová [22]	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	6
Procházková [26]	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	5
Váchová [23]	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	4
Chmelař [18]	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	4
Leško [19]	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4
Plachý [12]	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
Sedláčková [27]	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	4
Uhrová [24]	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4
Pacina [25]	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	4
Kobližek [16]	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Σ	11	3	6	4	5	8	6	0	13	8	2	3	0	69
Rypl [1]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13

6. Závěr

Při konfrontaci s realitou (analyzovanými pracemi) bylo zjištěno, že sběr dat se většinou realizuje pěší formou a bez využití dopravního prostředku. Dále bylo poukázáno na nastupující trend „chytrých“ mobilních zařízení (mobilních telefonů, tabletů, či blíže nespecifikovaných zařízení na platformě Android), k jejichž využívání se hlásí 6 ze 14 analyzovaných autorů (bezmála poloviční podíl prací). Nejvyšší podíl dohromady připadl ostatním zařízením různorodé skladby (jako jsou PDA, totální stanice apod.). Rovněž byla u analyzovaných autorů zjištěna drtivá převaha offline řešení, přičemž s online sběrem dat se setkali pouze dva autoři.

Nutno si uvědomit, že v širokém poli zkoumaných prací se promítá rychle plynoucí technologický vývoj v oblasti mobilních zařízení. Pohledem nad analyzovanými pracemi lze rozlišovat dvě etapy z hlediska využitých technických prostředků – etapu kapesních GPS přijímačů a PDA (zpravidla období před rokem 2015 včetně) a podstatně hardwarově i softwarově vyspělejší etapu chytrých mobilních

zařízení (po roce 2015). Můžeme se domnívat, že sjednocení dvou – do jisté míry – technologicky rozdílných etap může částečně ovlivňovat výsledky v části analýzy hodnotící použití technického prostředku sběru dat, nicméně je důležité konstatovat, že i přes to existují u zkoumaných parametrů napříč etapami podobnosti a jejich zahrnutí do analýzy přispělo k potvrzení či rozvinutí prezentovaných poznatků.

Porovnáme-li zmíněné dvě etapy z hlediska programového, zjistíme, že postupně dochází ke změně přístupu ve vývoji aplikací – namísto tradičních uzavřených systémů závislých na platformách se v současnosti preferují distribuované služby vyznačující se vysokou interoperabilitou. Dochází tak ke zjednodušování samotného procesu přípravy aplikace a zajištění jejího snadného nasazení v terénu, nebo ke slučování více aplikací pod jednu zastřešující (např. v případě ESRI je trojice aplikací Collector, Tracker a Explorer nahrazena ArcGIS Field Maps). Samozřejmostí je rovněž práce v online režimu, orientace na cloud a s tím spojená možnost sdílení geodat například na úrovni skupin uživatelů a jejich dostupnost kdykoliv a kdekoliv.

Ve vztahu k analyzovaným technologiím mapování lze hovořit o následujících poznatcích a doporučeních:

- Alternativou k určování polohy autolokací je ruční vkládání polohy bodů přímo do mapy, což může při dostatku orientačních schopností mapéra přispět k urychlení celého mapovacího procesu.
- V případě mapování objektů reprezentovaných plochami a liniemi lze hovořit o zakreslování jejich geometrií prostřednictvím stylusu.
- Reálnou možností zvýšení přesnosti polohy je využití DGPS nebo zpřesnění výstupu GPS modulu pomocí mobilní sítě. Ke zpřesnění a zrychlení měření může rovněž pomoci „správná volba chytrého mobilního zařízení“ (telefonu) z mozaiky prostředků s různorodým technickým i programovým vybavením.
- Při nevyhovujících světelných podmínkách a s tím spojené nečitelnosti displeje (například v letních slunečných dnech) je řešením zvýšit úroveň jasů displeje. Novější mobilní zařízení však disponují automatickou regulací jasů.
- Potížím s nedostatečnou kapacitou baterie lze zamezit využitím externích baterií (tzv. powerbank), případně vyzkoušet solární dobíjení.
- Urychlení celého procesu mapování je možné dosáhnout zapojením většího počtu osob sbírajících data v terénu.
- Vyzdvihnout lze i doplňující mapy jako alternativní pomůcky sloužící pro vyznačování zmapovaných/prozkoumaných úseků nebo pro zapisování poznámek souvisejících s terénním sběrem dat. Mimo to poskytují komplexní pohled na mapované území.
- Odolnost mobilního zařízení (proti nežádoucím pádům, proti vodě) lze zvyšovat pořízením přídatného krytu (pouzdra) či folie/temperovaného skla na plochu displeje.
- Stabilitu mobilního zařízení lze zlepšit optimalizací operačního systému, tedy omezením aplikací běžících na pozadí, obnovou do továrního nastavení nebo aktualizací na novější verzi systému.
- Moderní technologie přinesly i možnost ukládat data do cloudového úložiště.

Mobilní telefon, tak jako i jiná zařízení, má svoje přednosti i nevýhody. Jak bylo výše zdokumentováno, jedná se jen o dílčí prvek technologie, který je možné při mobilním mapování využít. Užitečnost „smart“ zařízení při terénním sběru dat je však nevyvratitelná. Do budoucna lze dále sledovat potenciál mobilních sítí a jejich využití při sběru dat – zmínit lze například technologii fúzování 5G signálu s GNSS zaručující přesnější lokalizaci (viz např. [31]).

Příspěvek vychází z bakalářské práce Oldřicha Rypla [1], vypracované pod vedením doc. RNDr. Branislava Nižnanského, CSc., na katedře geografie, Fakultě přírodovědně-humanitní a pedagogické Technické univerzity v Liberci, a obhájené v roce 2020.

LITERATURA:

- [1] RYPL, O.: Technologie pro mapování založena na využití dat pro navigaci. Liberec, 2020. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická.
- [2] ESCALERA, S.-RADEVA, P.: Fast Greyscale Road Sign Model Matching and Recognition. In: *Artificial Intelligence Research and Development*. IOS Press, 2004. ISBN 978-1-58603-560-0.
- [3] BÍLOVÁ, M. et al.: *Jednotná GIS databáze cyklistické infrastruktury ČR*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. ISBN 978-80-244-2062-2.
- [4] KNĚŽÍNEK, K.: *Využití fotografií k lokalizačním a kontrolním účelům v mobilním mapování* [online]. Brno, 2009. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. [vid. 14. 11. 2019]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/ry9rt/knezinek_diplomova_prace.pdf.
- [5] BRODSKÝ, J.: *Využití mobilního mapování ve městech* [online]. Brno, 2017. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. [vid. 19. 2. 2019]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/w8axl/DP_-_Jan_Brodsky.pdf.
- [6] KLEČKOVÁ, K.: Metody sběru dat pomocí mobilních GIS. In: RŮŽIČKA, J. ed. *Sborník konference GIS Ostrava 2002* [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2002. ISSN 1213-239X. Dostupné z: http://gisak.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2002/Sbornik/Referaty/kleckovar.htm.
- [7] KNĚŽÍNEK, K.: *Poziční zařízení fotodokumentace do geodatabáze* [online]. Brno, 2006. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. [vid. 14. 11. 2019]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/ka160/bakalarka.pdf>.
- [8] VAN DOORN, M.: Have Accuracy, Will Travel. In: *GPS World* [online]. 4. 10. 2015 [vid. 2. 3. 2020]. Dostupné z: <https://www.gpsworld.com/have-accuracy-will-travel/>.
- [9] TAJOVSKÝ, J.: *Možnosti sběru dat pro GIS pomocí mobilních prostředků* [online]. Brno, 2016. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. [vid. 19. 2. 2019]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/2ny68e/>.
- [10] SCHAEFER, M.-WOODYER, T.: Assessing absolute and relative accuracy of recreation grade and mobile phone GNSS devices: a method for informing device choice. *Area* [online]. 2015, roč. 47, č. 2, s. 185-196 [vid. 17. 1. 2020]. ISSN 0004-0894. Dostupné z: https://researchportal.port.ac.uk/portal/files/11612468/Assessing_absolute_and_relative_accuracy_post_print.pdf.
- [11] BURIAN, O.: *Postprocessing v mobilním mapování krajiny* [online]. Olomouc, 2009. Bakalářská práce. Univerzita Palackého. Přírodovědecká fakulta. [vid. 29. 3. 2020]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/burian09/>.
- [12] PLACHÝ, T.: *Implementace GIS nástroje pro mobilní počítačová zařízení* [online]. Brno, 2015. Diplomová práce. Vysoké učení technické. [vid. 28. 11. 2019]. Dostupné z: <https://dSPACE.vutbr.cz/handle/11012/52315>.
- [13] VOŽENÍLEK, V.: GPS v rukou geomorfologů. *GEOinfo*. 2000, roč. 7, č. 4, s. 14-15.
- [14] KONEČNÝ, M.-KUBÍČEK, P.: Mobilní sběr prostorových dat pro mapování v reálném čase. In: *Geografická data v informační společnosti*. Zdiaby: Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, 2007. ISBN 978-80-85881-28-8.
- [15] KARASOVÁ, L.: *Metodika pro doplňování bodů do databáze Smart Points of Interest* [online]. Plzeň, 2018. Diplomová práce. Západočeská univerzita. Fakulta aplikovaných věd. [vid. 28. 11. 2019]. Dostupné z: <https://dSPACE5.zcu.cz/handle/11025/31485>.
- [16] KOBILÍZEK, T.: *Cykloturistický GIS Moravských vinařských stezek* [online]. Brno, 2014. Diplomová práce. Vysoké učení technické. [vid. 28. 11. 2019]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30305243.pdf>.
- [17] KACHLÍK, P.: *Podpora tematického mapování prostřednictvím náčrtového vstupu na mobilních prostředcích* [online]. Brno, 2014. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. [vid. 12. 11. 2019]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/ub5rr/Diplomova_Prace_Kachlik.pdf.
- [18] CHMELAR, L.: *Tvorba silniční sítě v digitálních mapách pro autonavigaci* [online]. Praha, 2015. Bakalářská práce. České vysoké učení technické. [vid. 7. 2. 2019]. Dostupné z: <http://gama.fsv.cvut.cz/~cepek/proj/bp/2015/lukas-chmelar-bp-2015.pdf>.
- [19] LEŠKO, V.: *Mapování dopravního značení za pomoci metod zpracování obrazu* [online]. Brno, 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické. [vid. 28. 11. 2019]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=115168.
- [20] POSKEROVÁ, D.: *Dokumentace drobných památek pomocí mobilního mapování na území obce Morávka* [online]. Ostrava, 2016. Bakalářská práce. Ostravská univerzita. [vid. 14. 11. 2019]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/rvmhvo/>.
- [21] JARCOVJÁK, D.: *Mapování, analýza a vizualizace parkovací kapacity města Olomouce* [online]. Olomouc, 2016. Diplomová práce. Univerzita Palackého. [vid. 12. 8. 2019]. Dostupné z: https://theses.cz/id/izdq6e/jarcovjak_dp.pdf.

- [22] PILCHOVÁ, T.: *Mapování a vizualizace stavu veřejné zeleně* [online]. Brno, 2013. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. [vid. 14. 11. 2019]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/bebc3/BP_Pilchova.pdf.
- [23] VÁCHOVÁ, P.: *Mobilní mapování pomocí GPS, zpracování dat a jejich vizualizace v aplikaci OziExplorer* [online]. České Budějovice, 2009. Diplomová práce. Jihočeská univerzita. Pedagogická fakulta. [vid. 14. 11. 2019]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/rmtxvs/>.
- [24] UHROVÁ, H.: *Sběr terénních dat v morfologicky náročném terénu* [online]. Olomouc, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Palackého. [vid. 28. 11. 2019]. Dostupné z: https://theses.cz/id/dgxj0f/uhrova_BP.pdf.
- [25] PACINA, J.: *Pracovní sešit pro terénní mapování s GPS* [online]. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2014. Fakulta životního prostředí. [vid. 14. 11. 2019]. Dostupné z: http://envimod.fzp.ujep.cz/sites/default/files/skripta/61e_final_tisk.pdf.
- [26] PROCHÁZKOVÁ, A.: *Mobilní GIS v mapování krajiny* [online]. Praha, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. [vid. 14. 11. 2019]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/100692>.
- [27] SEDLÁČKOVÁ, O.: AOPK a terénní mapování s Collector for ArcGIS. *ArcRevue* [online]. 2016, č. 2, s. 18-19 [vid. 14. 11. 2019]. ISSN 1211-2135. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/zpravy-a-akce/publikace/arcrevue/archiv-arcrevue/arcrevue-2-2016>.
- [28] TAJOVSKÝ, J.: *Aplikace mobilních GIS pro tematické mapování* [online]. Brno, 2018. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. [vid. 19. 2. 2019]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/aefm9/Diplomova_prace_Jan_Tajovsky_1.pdf.
- [29] VORLOVÁ, S.: *Postup ke cvičení GIS v geologii v prostředí ArcGIS* [online]. [vid. 5. 4. 2020]. Dostupné z: <https://bit.ly/2RiOmSv>.
- [30] BROVELLI, M. A.-MINGHINI, M.-ZAMBONI, G.: Public participation in GIS via mobile applications. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* [online]. 2015, roč. 114, s. 306-315 [vid. 13. 11. 2019]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092427161500101X>.
- [31] DWIVEDI, S.-NYGREN, J.-MUNIER, F. et al.: 5G positioning: What you need to know. In: *Ericsson* [online]. 18. 12. 2020 [vid. 24. 8. 2021]. Dostupné z: <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/12/5g-positioning-what-you-need-to-know>.

Do redakce došlo: 10. 12. 2020

Lektoroval:
Mgr. Luděk Krtička,
katedra sociální geografie a regionálního rozvoje,
Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita