



VYUŽITÍ STÁTNÍ MAPY 1:5 000 - ODVOZENÉ V PROJEKTU NAKI

Darina Kratochvílová

1. ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra Geomatiky, Praha 166 29,
Thákurova 7/2077, darina.kratochvilova@fsv.cvut.cz

ABSTRAKT

Státní mapa 1:5 000 – odvozená (SMO-5) je dnes již archivní státní mapové dílo, které bylo vytvářeno a vydáváno od roku 1950. Původně se mělo jednat o prozatímní mapové dílo, nakonec bylo vydáváno až do roku 2001 a jednalo se o jeden z uživatelsky nejžádanějších mapových produktů. Mapa byla využívána zejména pro plánování a projektovou přípravu, jako podklad pro tvorbu a vydávání tematických map, pro tvorbu a obnovu bodového pole a pro záměry kompletních pozemkových úprav.

V současné době může být toto mapové dílo pro nás cenným zdrojem prostorových dat o dnes už zaniklých či vlivem přírody nebo zásahem člověka pozměněných územích. Nespornou výhodou je, že mapové listy SMO-5 pokrývají celé území České republiky v jednotném kladu a byly vytvořeny podle jednotných zásad. Lze ho tedy s výhodou použít i při analýzách a rekonstrukcích rozsáhlých území. V článku je popsáno konkrétní využití této mapy v rámci projektu Ministerstva kultury NAKI "Vltava – proměny historické krajiny v důsledku povodní, stavby přehrad a změn ve využití území s vazbami na kulturní a společenské aktivity v okolí řeky". Kombinací automatické a ruční vektorizace zde byla výškopisná složka naskenovaných mapových listů SMO-5 (vrstevnice a výškové kóty) převedena do vektorového formátu. Vektorový výškopis byl posléze použit jako podklad pro tvorbu 3D modelu historického údolí Vltavy.

KLÍČOVÁ SLOVA

SMO-5, Vltava, výškopis, automatická vektorizace

ÚVOD

Při zkoumání dnes již zaniklých, či v průběhu doby výrazně pozměněných, území lze pro získání prostorových dat s velkou výhodou využít staré mapy, plány, letecké snímky či fotografie, které zachycují území před sledovanou změnou. Za pomoci těchto zdrojových dat a s využitím dnešních moderních technologií je možné vytvářet digitální, případně fyzické 3D modely těchto území, přenést jejich dřívější podobu do virtuální reality či modelovat jejich postupnou proměnu v čase. Jaká zdrojová data budou použita ovlivňuje mnoho faktorů (období, které nás zajímá, rozsah zájmového území, zkoumané parametry a s tím související měřítko mapových podkladů, poloha, dostupnost konkrétních podkladů pro dané území atd.).

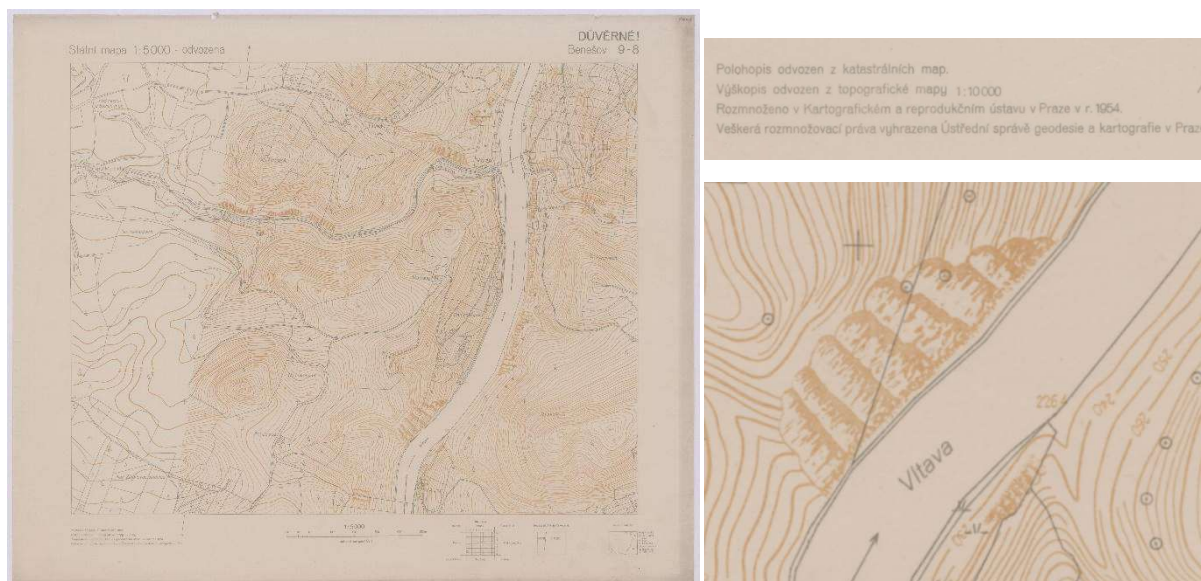
SMO-5 jako archivní mapový podklad byla využita v rámci projektu Ministerstva kultury NAKI "Vltava – proměny historické krajiny v důsledku povodní, stavby přehrad a změn ve využití



území s vazbami na kulturní a společenské aktivity v okolí řeky". Tento projekt byl zahájen na jaře roku 2018 a během následujících 4 let by měl díky němu vzniknout ucelený informační systém naší patrně nejznámější řeky. V rámci projektu bude zpracováno, sjednoceno a vyhodnoceno velké množství archivních materiálů (historické dokumenty, mapy, plány, fotografie), které k tématu Vltavy existují a které jsou nyní spravovány různými institucemi a dostupné na různých místech. [1] Jedním z výstupů projektu bude 3D model historického údolí Vltavy, vytvořený na podkladě vektorového výškopisu získaného z SMO-5, který poskytne spolu s ostatními výstupy jak odborné, tak laické veřejnosti, komplexní zdroj informací o proměnách řeky a okolní krajiny, změnách její funkce a využití.

METODIKA

S ohledem na rozsah zpracovávaného území – jedná se o horní a střední tok Vltavy (od pramene až po soutok s Beroučkou), bylo nutné zvolit takový mapový podklad, který bude jednotný do obsahu i formy na celém zájmovém území, bude zobrazovat potřebná data, bude mít odpovídající měřítko s ohledem na potřeby výzkumu a svojí dobou vzniku bude předcházet zkoumaným změnám území (zejména výstavbě tzv. Vltavské kaskády). Vyjmenované parametry splňuje státní mapové dílo velkého měřítka SMO-5 ve svém prvním vydání (Obrázek 1).



Obr. 1: Vlevo mapový list prvního vydání SMO-5 použitý v projektu NAKI, vpravo nahoře detail tiráže, vpravo dole ukázka znázornění výškopisu na mapě SMO-5

Charakteristika SMO-5 pro potřeby projektu

V roce 1950 bylo z důvodu nedostatečně rychlé tvorby Státní mapy 1:5 000, která vznikala novým měřením, rozhodnuto o vytvoření prozatímního mapového díla tzv. Státní mapy 1:5 000 – odvozené (SMO-5), které bude vznikat odvozením ze stávajících mapových podkladů. Rozhodlo tak tehdejší Ministerstvo techniky po dohodě se Státním úřadem plánovacím a současně Ministerstvo techniky vydalo pro zajištění jednotnosti díla „Návod k vyhotovení Státní mapy 1:5 000 – odvozené.“ [2]

SMO-5 byla pořízena pro celé území státu, vyjma území, která již byla zobrazena na Státní mapě ČSR 1:5 000, a prostorů, pro které nebyly mapové podklady. Celkem bylo vyhotoveno přes 16 000 mapových listů. Mapové dílo je v Křovákově zobrazení (obecné konformní



kuželové zobrazení na Besselově elipsoidu) se souřadnicovým systémem JTSK a výškovém systému baltském po vyrovnání. Mapový list obsahuje polohopis, výškopis, popis a mimorámové údaje. Polohopis a popis je vytištěn v šedé barvě, zcela výjimečně jsou modře vytištěny vodní plochy a toky a zelenou barvou lesy. Výškopis je znázorněn hnědě a zahrnuje vrstevnice (interval 1 m až 20 m v závislosti na použitých podkladech), výškové kóty, technické a topografické šrafy a kresbu skal. [3]

Polohopis SMO-5 v prvním vydání byl převzat z katastrálních map a mírně generalizován vzhledem k měřítku. Chyby v polohopisu nepřesahují, vzhledem k jednotné síti, v nejnepříznivějších případech tři metry uvnitř území a pět metrů na hranicích území. Nicméně velkým nedostatkem byl stav polohopisu na katastrálních mapách v době tvorby prvního vydání SMO-5, kdy katastrální mapy nebyly v té době náležitě doplňovány a mnohé skutečnosti zde nebyly vůbec zakresleny. U výškopisných podkladů pro první vydání SMO-5 byla situace složitější. Jen velmi malá část území měla terén zaměřený v mapách velkých měřítek. Ve většině případů proto musel být výškopis přebírán z topografických map v měřítkách nejčastěji 1:10 000 či 1:25 000, v případě nezbytnosti i z topografických sekcí 3. vojenského mapování. Vrstevnice na mapě SMO-5 mají proto především informativní funkci, nelze se spoléhat na jejich geometrickou správnost, zvláště v těch případech, kdy docházelo k přebírání výškopisu z map topografických. Ve většině případů však přesnost výškopisu na SMO-5 poslouží účelu, pro který byla tato mapa vytvořena. [2]

SMO-5 patřila mezi uživatelsky nejžádanější produkt, což dokládá skutečnost, že bylo prodáno přes 70 tisíc mapových listů. Až do roku 1990 tyto mapy nebyly určeny veřejnosti, ale směly se používat pouze pro vnitřní potřebu státních orgánů a socialistických organizací. Od roku 2001 byla SMO-5 postupně nahrazována digitální Státní mapou 1:5 000 (SM5). Naskenované výtisky SMO-5 je možné v současné době prohlédnout a následně objednat přes aplikaci Archivní mapy na Geoportálu ČÚZK [4].

Automatická vektorizace vrstevnic z SMO-5

Naskenované mapové listy byly nejprve převedeny do souřadnicového systému JTSK. Rohy mapového pole byly využity jako 4 nutné identické body pro projektivní transformaci, která se často využívá právě při georeferencování starých map.

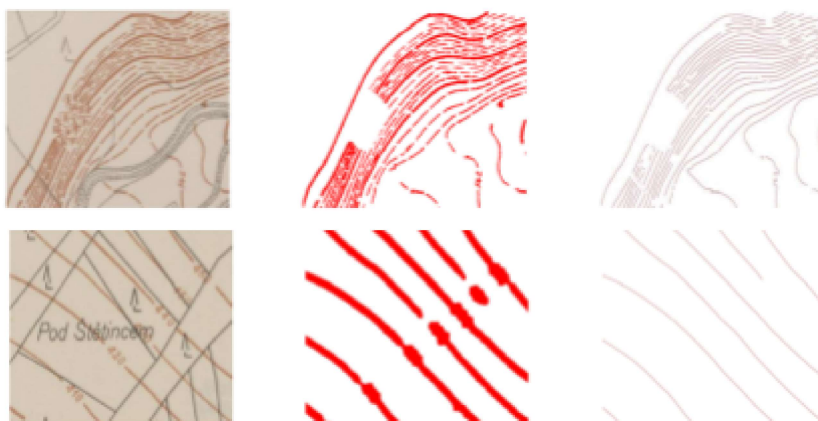
S ohledem na rozsah území a s tím související velké množství zpracovávaných dat byla zvolena kombinace automatické a ruční vektorizace vrstevnic. Pro automatický převod vrstevnic z jednotlivých georeferencovaných mapových listů SMO-5 do vektorové podoby byla použita nadstavba ArcScan programu ArcGIS 10.5. Ruční vektorizace výškových kót, editace automaticky vektorizovaných vrstevnic a doplnění atributu nadmořské výšky k jednotlivým vrstevnicím probíhaly v aplikaci ArcMap. ArcScan vyžaduje jako vstupní data binární rastrové soubory. [5] Georeferencované mapové listy SMO-5 bylo tedy nutné upravit z původních 16,7 mil. barev na výsledný dvoubarevný rastr (jedna barva – vrstevnice, druhá barva – pozadí), který mohl být zpracován v ArcScan. Nad upravenými rastrovými daty byla v ArcScan metodou centerline (výsledný vektor je generován na středu spojených rastrových buněk popředí) provedena automatická vektorizace všech vrstevnic ze zpracovávaného území. [6] Jednotlivé dílčí kroky celého postupu úprav rastrových dat a jejich vektorizace znázorňuje následující Obrázek 2.





Obr. 2: Postup zpracování výškopisu z SMO-5 v rámci projektu

Množství následné ruční editace automaticky vektorizovaných vrstevnic bylo ovlivněno kvalitou vstupních rastrových dat, zákresem vrstevnic (plná nebo přerušovaná čára), intervalem vrstevnic a typem terénu. Na Obrázku 3 můžeme v horním řádku vidět výsledek automatické vektorizace ve strmém území s malým intervalem vrstevnic, které už v podkladových datech na některých místech splývaly, a navíc byly z části zakreslené přerušovanou čárou. Zde získaná vektorová data vyžadovaly nemalou ruční editaci. Naopak na spodním řádku je situace, kde se výsledek automatické vektorizace obešel bez následné ruční editace, podařilo se automaticky eliminovat popisy vrstevnic a bylo třeba pouze doplnit jejich nadmořskou výšku jako atribut.



Obr. 3: Ukázky zpracování výškopisu z SMO-5 metodou automatické vektorizace (rastrový soubor 256 barev, binární rastrový soubor po úpravě v ArcScan, vektorový soubor z ArcScan před ruční editací) [6]

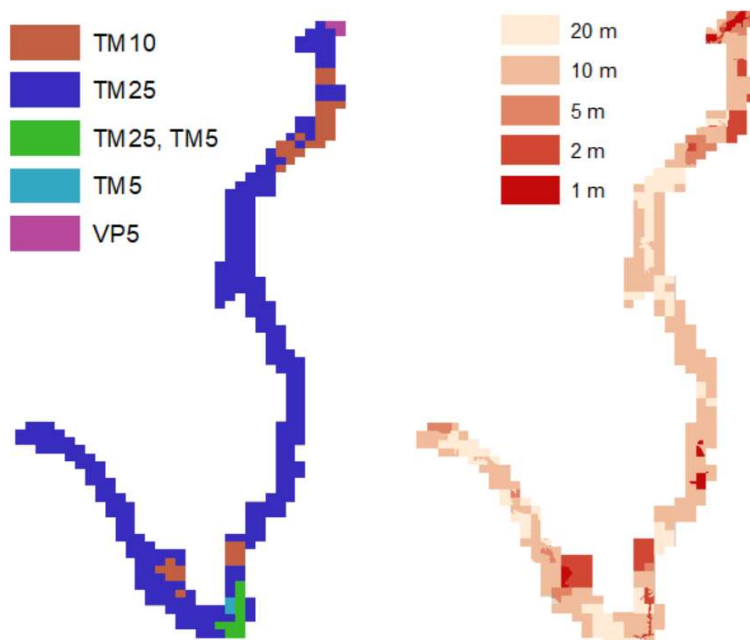
VÝSLEDKY

Z georeferencovaných mapových listů byla pro celé zájmové území vytvořena pomocí nástrojů ArcMap bezešvá mozaika (Obrázek 4 vlevo). Tato mozaika je v současné době podkladem pro ruční vektorizaci polohopisné složky, jejíž výstupem budou vektorová data poskytující informace o využití území v polovině 20. století a která budou sloužit k dalším analýzám a ke zhodnocení proměn tohoto území v čase.

V prostřední části Obrázku 4 je zachyceno, jaké podklady byly dle informací uvedených v tiráži mapových listů použity pro výškopis na zpracovaných listech SMO-5. V našem případě byl výškopis odvozen převážně z topografických map v měřítku 1:25 000, v menší míře potom z topografických map 1:10 000. Na okraji území v blízkosti Prahy to byl



výškopisný plán Prahy 1:5 000 a v části horního toku se ještě objevuje jako podklad topografická mapa 1:5 000.



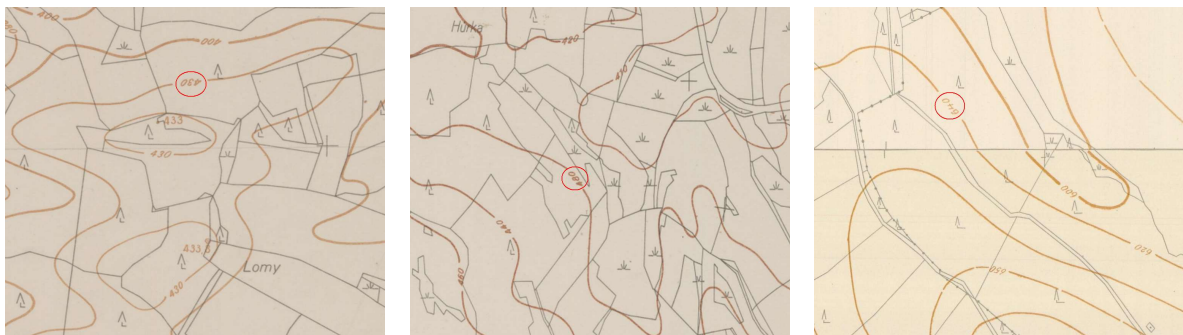
Obr. 4: Vlevo bezešvá mozaika georeferencovaných mapových listů SMO-5, uprostřed zdroj vrstevnic z SMO-5 v zájmovém území (TM 10 - topografická mapa 1:10 000, VP5 – Výškopisný plán Prahy 1:5 000), vpravo intervaly vrstevnic v zájmovém území

S použitými podklady pro výškopis úzce souvisí i interval vrstevnic, který se objevuje na zpracovávaných mapových listech a který byl velmi nehomogenní, v některých případech i v rámci jednoho mapového listu. Na pravé části Obrázku 4 je vidět rozložení jednotlivých intervalů, které nabývaly hodnot od 1 m do 20 m. Konkrétní procentuální hodnoty zastoupení jednotlivých intervalů uvádí následující Tabulka 1. Na 60 % zájmového území byl interval vrstevnic 10 m a ve čtvrtině 20 m, což samozřejmě v některých místech nebylo ideální pro zobrazení výškových poměrů.

Tab. 1: Intervaly vrstevnic na mapových listech SMO-5 ve zpracovaném území

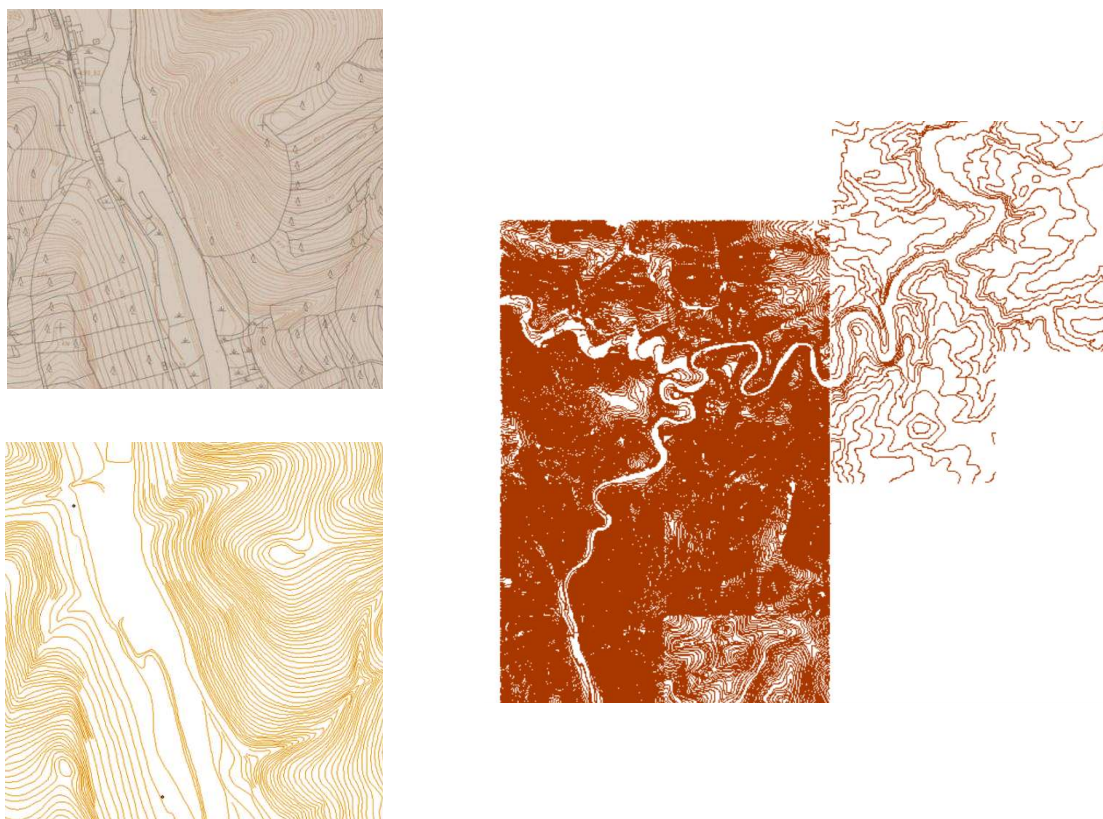
Interval vrstevnic	Zastoupení
1 m	2,7 % území
2 m	8,2 % území
5 m	5,7 % území
10 m	59,8 % území
20 m	23,6 % území

Během doplňování nadmořských výšek k vektorizovaným vrstevnicím byly objeveny i některé chyby v podkladových datech, zejména se jednalo o popisy vrstevnic, jak ukazuje Obrázek 5, či špatnou návaznost vrstevnic na styku mapových listů. Tyto chyby byly samozřejmě během vektorizace odstraněny.



Obr. 5: Příklady chybných popisů vrstevnic v podkladových datech

V rámci projektu bylo kombinací automatické a ruční vektorizace zpracováno 334 naskenovaných mapových listů prvního vydání SMO-5, kopírujících horní a střední tok Vltavy. Celkově bylo vektorizováno přes 26 000 km vrstevnic a přes 3700 výškových kót. Vektorový výškopis byl výchozím zdrojem dat pro následnou tvorbu 3D modelu historického údolí Vltavy.



Obr. 6: Vlevo podkladová data SMO-5 a výsledný vektorový výškopis, vpravo výsledný vektorový výškopis části historického údolí Vltavy zachycující nesourodost intervalů vrstevnic

ZÁVĚR



Přesto, že původně byla SMO-5 navržena jako prozatímní mapové dílo, stala se během půl století nepostradatelným a jedním z nejžádanějších mapových produktů své doby pro mnoho odvětví vyžadujících mapové podklady pro svoji činnost. Nespornou výhodou je, že mapové listy SMO-5 pokrývají celé území České republiky v jednotném kladu a podle jednotných zásad. Během své padesátileté historie doznala také řady změn a úprav v obsahu, formě či technologii zpracování.

Využití SMO-5 v rámci výše zmíněného projektu NAKI dokládá, že svoji hodnotu a nemalý význam má toto mapové dílo i v současnosti, jako archiválie a zdroj cenných prostorových dat o dnes už zaniklých či vlivem přírody nebo zásahem člověka pozměněných územích. K největším přednostem patří skutečnost, že mapové listy SMO-5 pokrývají celé území České republiky v jednotném kladu a byly vytvořeny podle jednotných zásad, a lze je tedy s výhodou použít i při analýzách a rekonstrukcích rozsáhlých území, jak je ukázáno na příkladu tohoto projektu. Při následném zpracování, jak polohopisné, tak výškopisné složky těchto map, je třeba vzít v potaz skutečnost, že se jedná o mapu odvozenou. Výškopis byl na těchto mapových listech často odvozen z map menších měřítek, a proto má spíše informativní funkci a nelze se příliš spolehnout na geometrickou správnost zákresu vrstevnic. Zároveň v některých lokalitách nabývá interval vrstevnic hodnot 20 m, což vede k nedostatečnému zobrazení výškových poměrů. Vždy je tedy nezbytné zhodnotit, zda bude pro ten daný účel využití SMO-5 vhodné s ohledem na přesnost, ať výškopisné či polohopisné složky.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla podpořena grantem Studentské grantové soutěže ČVUT č. SGS20/053/OHK1/1T/11.

REFERENCE

- [1] CAJTHAML J., KRATOCHVÍLOVÁ D., JANATA T., 2019. 3D Model of Historical Vltava River Valley: Combination of Sources. *Proceedings of the ICA* (2):1-5. ISSN 2570-2092. doi:10.5194/ica-proc-2-14-2019
- [2] PTÁK J., 1952. Vznik a účel Státní mapy 1:5000 odvozené. *Zeměměřictví* (10):146-148. <https://archivnimapy.cuzk.cz/zemvest/texty/Rok1952.pdf>.
- [3] KOSTKOVÁ P., ŘÍMALOVÁ J. (2015b). Státní mapa ČSR 1:5000 - odvozená. ČÚZK. Ústřední archiv zeměměřictví a katastru. Dostupné z: <http://archivnimapy.cuzk.cz/ISAR/Data/Popisy/D6/D6-7.htm>
- [4] Geoportál ČÚZK [online]. ČÚZK: ©2010. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz>
- [5] SANCHEZ P., 2004. Using ArcScan for ArcGIS: ArcGIS 9 (Redlands: Esri Press)
- [6] KRATOCHVÍLOVÁ, D., CAJTHAML J., 2020. Using the Automatic Vectorization Method in Generating the Vector Altimetry of the Historical Vltava River Valley. *Acta Polytechnica* 60(4): 303-312. ISSN 1805-2363. doi:10.14311/AP.2020.60.0303