



MINISTERSTVO
KULTURY



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Rekonstrukce reliéfu v okolí původního koryta řeky Vltavy – podrobná studie

průvodní zpráva ke Specializované mapě s odborným obsahem

Mapa je zpracována v rámci projektu MK ČR NAKI DG18P02OVV037 "Vltava – proměny historické krajiny v důsledku povodní, stavby přehrad a změn ve využití území s vazbami na kulturní a společenské aktivity v okolí řeky".

Předkladatelem mapy je České vysoké učení technické v Praze.

Zpracovali: doc. Ing. Jan Pacina, Ph.D., doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D., Ing. Darina Kratochvílová

Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 2019

B (výsledek aplikovaný)

1. N_{map}

2. 2019

3. doc. Ing. Jan Pacina, Ph.D., doc. Ing. Jiří Cajthaml, Ph.D., Ing. Darina Kratochvílová

4. Rekonstrukce reliéfu v okolí původního koryta řeky Vltavy – podrobná studie

5. DG18P02OVV037

6. veřejně dostupná Image služba ArcGIS serveru

http://rytiny.fsv.cvut.cz/arcgis/rest/services/Vltava/DMR_1953/ImageServer

7. Fakulta stavební, ČVUT v Praze

1)

Předkládaná specializovaná mapa je výsledkem projektu **NAKI DG18P02OVV037 - Vltava – proměny historické krajiny v důsledku povodní, stavby přehrad a změn ve využití území s vazbami na kulturní a společenské aktivity v okolí řeky řešitele FSV ČVUT v Praze.**

2)

1) **Cílem** předkládaného výsledku je rekonstrukce reliéfu v okolí původního koryta řeky Vltavy, které je v současné době z velké části zatopeno v důsledku výstavby vltavské kaskády. Rekonstrukce původního reliéfu byla vyhotovena s využitím archivních map (1. vydání Státních map odvozených 1:5000 z roku 1953).

II) Popis specializované mapy

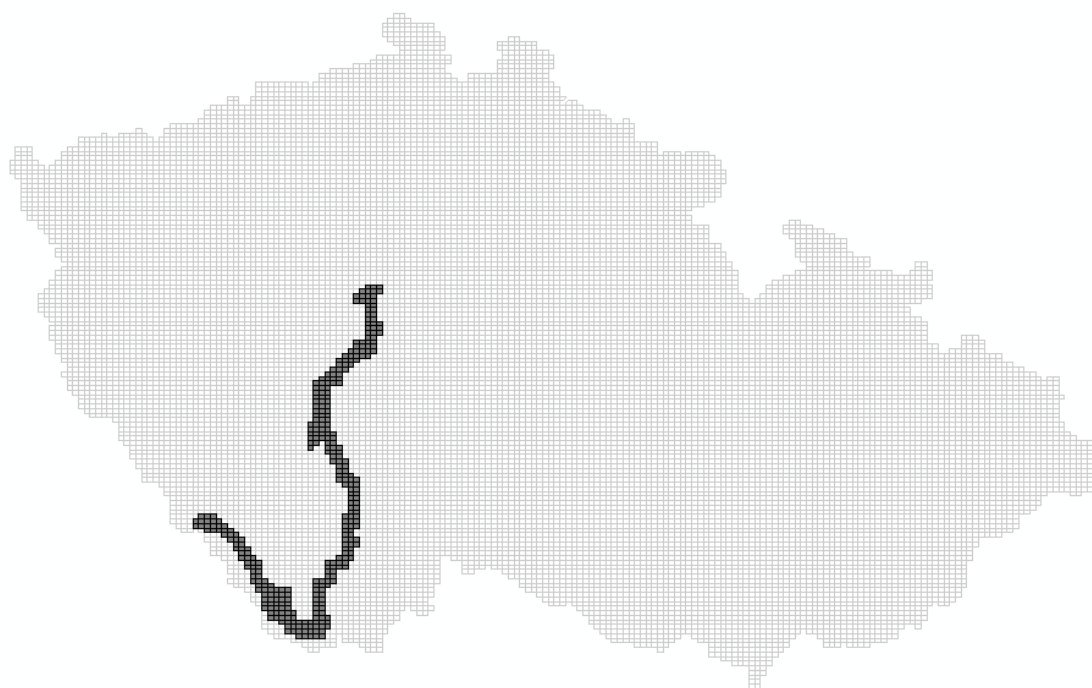
Řeka Vltava, naše nejdelší a patrně nejznámější řeka, představuje území, kde došlo ve 20. století vlivem výstavby tzv. vltavské kaskády k výrazným změnám říční krajiny. Vltavskou kaskádou se označuje soubor 9 přehrad vybudovaných na horním a středním toku řeky. Stavba první přehrad ve Vraném byla zahájena v roce 1930 a celá kaskáda byla dokončena na začátku 90. let 20. století. Výstavbou přehrad došlo k zániku mnoha obcí a historicky významných území (např. Svatojánské proudy). Cílem tohoto NAKI projektu je zachytit v komplexním pohledu změny krajiny na horním a středním toku Vltavy. Jedním z důležitých výstupů projektu je pak rekonstrukce reliéfu v okolí původního toku řeky Vltavy.

Základním zdrojem dat pro vytvoření modelu historického údolí Vltavy jsou staré mapy, které svým datem vzniku předcházejí období výstavby přehrad. S ohledem na rozsah území – zpracován je tok Vltavy od pramene až k Praze – je potřeba zvolit takové mapové dílo, které pokrývá celé zájmové území a obsahuje výškopisnou složku, potřebnou pro tvorbu modelu území. Tyto podmínky splňuje státní mapové dílo velkého měřítká Státní mapa 1:5 000 - odvozená (SMO-5) v prvním vydání.

Zájmovou oblast v našem případě tvoří 334 mapových listů prvního vydání SMO-5, kopírujících horní a střední tok Vltavy, jak znázorňuje Obr. 1.

Cílem této specializované mapy je tedy rekonstrukce původního reliéfu koryta řeky Vltavy (s nejbližším okolím) na základě dostupných archivních výškových dat. S ohledem na výškopisnou složku map SMO-5 byly použity vrstevnice (o různých intervalech – viz Tab. 1), výškové kóty a výškové body definující hranici původního koryta řeky Vltavy (v oblasti mezi Českými Budějovicemi a Štítkovským jezem v Praze).

Výsledný výškový model (digitální model reliéfu – DMR) je prezentován formou mapové knihy (součástí tohoto dokumentu) a v prostředí internetu pomocí Image služby (http://rytiny.fsv.cvut.cz/arcgis/rest/services/Vltava/DMR_1953/ImageServer).



Obr. 1 Znáznornění zpracovaných mapových listů na kladu SMO-5

Technický komentář:

Výškopis na zpracovávaných mapových listech byl dle mimorámových údajů mapy ve většině případů odvozen z topografických map měřítek 1:10 000 a 1:25 000. Intervaly vrstevnic, které se na vybraných mapových listech objevují, včetně jejich podílu na celkové ploše území, zobrazuje následující Tab. 1.

Tab. 1 Intervaly vrstevnic na zpracovaných mapových listech SMO-5

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

Vybrané mapové listy prvního vydání SMO-5 představují výchozí vstupní data pro vymodelování historického údolí Vltavy. Mapové listy byly digitalizovány do rastrové formy skenováním a následně georeferencovány do souřadnicového systému S-JTSK s využitím známých souřadnic rohů mapových listů. Pro vytvoření modelu je však nezbytný převod výškopisného obsahu mapových listů do vektorové podoby. Vektorizaci rastrových dat lze v obecné rovině provádět ručně, poloautomaticky či automaticky [2] Vhodný způsob je třeba zvolit s ohledem na typ, množství a kvalitu vstupních dat.

V tomto případě byl vzhledem k celkovému objemu vektorizovaných dat zvolen způsob automatické vektorizace s následným ručním doplněním atributů a případnou ruční editací. Automatická vektorizace byla provedena v nadstavbě ArcScan programu ArcGIS 10.5. Nadstavba ArcScan je součástí programu ArcGIS od verze 8.3 a umožňuje uživateli vektorizaci rastrového podkladu automatickou a poloautomatickou metodou, současně je možné provádět jednoduché editační úpravy rastru pro zlepšení kvality výsledného vektorového souboru [5]. Podmínkou zpracování rastru v ArcScan je binární (dvoubarevný) rastr. Převod rastrových dat na vektorové je podrobně popsán v [4].

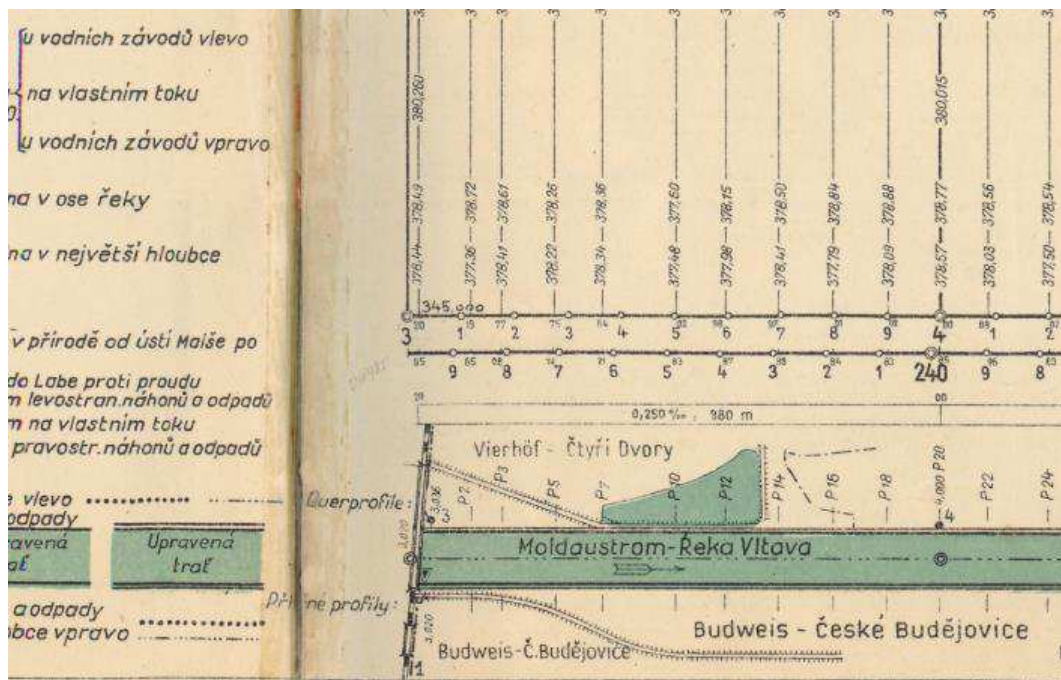


Obr. 2 Ukázka vrstevnic odvozených z map SMO-5

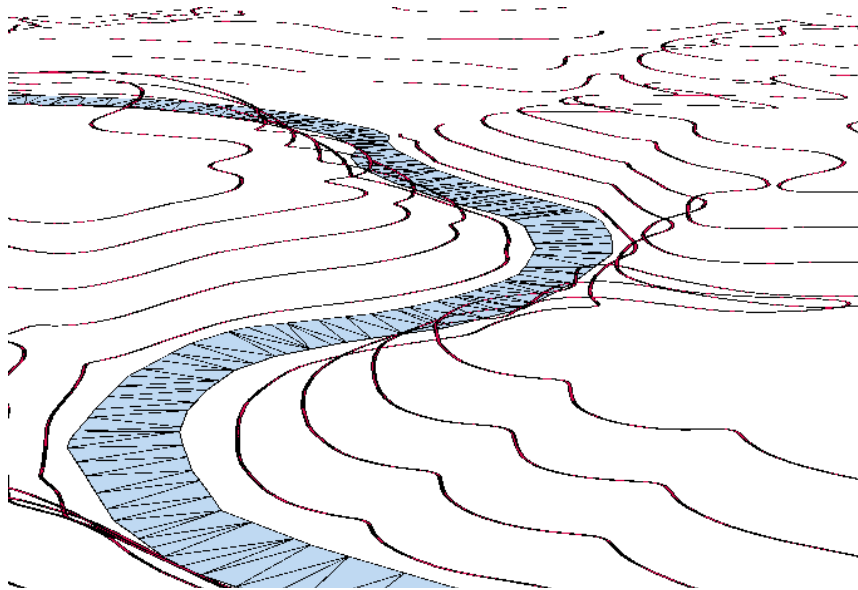
Důležitou součástí tvorby DMR údolí řeky Vltavy jsou výškové body podélného profilu řeky Vltavy. Pro vytvoření výškového bodového pole bylo zvoleno měření z roku 1940, které vytvořil Ústav hydrologický a hydrotechnický Praha Podbaba, ředitelství pro stavbu vodních cest Praha. Jedná se o podélný profil od železničního mostu v Českých Budějovicích k Šítkovskému jezu v Praze. Je rozdělen do dvou částí podrobného podélného profilu Vltavy IV A a IV B. Podrobné profily mají měřítko pro délky 1:10 000 pro výšky 1:200

Podélný podrobný profil Vltavy IV A se nachází v místech od železničního mostu v Českých Budějovicích k ústí Lišnického potoka. (3,020 – 99,625 km). Podélný podrobný profil Vltavy IV B se nachází v místech od ústí Lišnického potoka k Šítkovskému jezu v Praze. (99,625 – 190,555 km). V podélném profilu byla nadmořská výška hladiny toku, která bylo měřena po maximálně 1 km vzdálenosti. V horní části byly zobrazeny názvy přítoků, mlýnů, jezů, aby mohlo dojít k lepší identifikaci, kde se body nacházejí (ukázka na Obr. 3).

V horní části bylo identifikováno (a vloženo) celkem 840 bodů. Body byly od sebe vzdálené maximálně 1000 m. S využitím skriptovacího jazyka Python byly vytvořeny (interpolovány) mezilehlé body, které podélný výškový profil zahustily na požadovaný počet bodů, definující hranice koryta řeky. Ukázka zpracovaného 3D toku řeky Vltavy je na Obr. 4.



Obr. 3 Ukázka podélného profilu spodní části [3]



Obr. 4 Ukázka 3D toku s vrstevnicemi

Poslední fáze tvorby původního reliéfu údolí řeky Vltavy představuje interpolace získaných vektorových výškových dat do podoby DMR. Více o zpracování výškopisu z archivních dat v [1]. S ohledem k povaze vstupních dat, byly využity a následně zkombinovány dvě metody tvorby DMR:

1. Z vrstevnic a výškových kót byl v prostředí ArcGIS Pro vytvořen (s využitím funkce Topo to Raster) výškový rastr s prostorovým rozlišením 5 m.
2. V oblasti vodního toku (kombinace vrstevnic, výškových kót a výškových bodů podélného profilu), rozšířený o buffer 150 m, byl vytvořen TIN – jelikož přesně respektuje hranu vodního toku.

V následujícím kroku byl TIN převeden na rastr s prostorovým rozlišením 5 m a oříznut pouze na vodní tok rozšířený o 10 m buffer. Stejná oblast byla z výškového rastru, vytvořeném v bodě 1, vyříznuta. Následovalo spojení dvou takto vytvořených rastrů do jednoho souvislého výškového rastru.

Předkládaný soubor map prezentuje rekonstrukci původního reliéfu v okolí řeky Vltavy před výstavbou vltavské kaskády doplněný o vektorovou vrstvu původního toku řeky Vltavy. Pro názornost je mapa doplněna o mapy SMO-5 z roku 1953, které sloužili jako hlavní zdroj výškopisných údajů, aktuálním reliéfem prezentovaným s využitím Digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G) a Základní mapy 1:10 000.

Vytvořená data jsou prezentována v rámci mapové knihy, která je součástí tohoto dokumentu a také pomocí Image služby

(http://rytiny.fsv.cvut.cz/arcgis/rest/services/Vltava/DMR_1953/ImageServer).

Službu je možné prohlížet interaktivní prohlížečkou dostupnou na téže adrese.

III) Návrh využití

Vytvořená data poskytují unikátní datovou sadu rekonstrukce původního reliéfu údolí řeky Vltavy před výstavbou tzv. vltavské kaskády. Získaná data mohou být využita pro historické studie, 3D vizualizace a uchování obrazu zaniklé krajiny v digitální formě. Se změnou terénu a hydrografické sítě dochází i ke změně hydrologických poměrů v dané oblasti – získaná data mohou být použita pro hydrologické modelování změn v krajině a porozumění změn způsobených člověkem.

IV) Seznam použité související literatury:

- [1] BRŮNA, Vladimír, Jiří CAJTHAML, Jitka ELZNIČOVÁ, Jakub HAVLÍČEK, Arnošt MÜLLER, Jan PACINA a Růžena ZIMOVÁ. Paměť krajiny Ústeckého kraje ukrytá v mapových archivech: metody rekonstrukce a zpracování dat v oblastech zaniklých obcí. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2015. 103s. ISBN 978-80-7414-981-8.
- [2] CAJTHAML, Jiří. Analýza starých map v digitálním prostředí na příkladu Müllerových map Čech a Moravy. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2012. ISBN 978-80-01-05010-1.
- [3] Kolektiv, Podélný profil střední Vltavy, 1940, Ústav hydrologický a hydrotechnický Praha Podbaba, ředitelství pro stavbu vodních cest Praha.
- [4] KRATOCHVÍLOVÁ, Darina a Jiří CAJTHAML. Využití metody automatické vektorizace při tvorbě vektorového výškopisu historického údolí Vltavy. The Civil Engineering Journal, CTU Prague. In press.
- [5] TUČEK, Ján. Geografické informační systémy: principy a praxe. Praha: Computer Press, 1998. ISBN 80-722-6091-X

V) Seznam publikací, které předcházely výsledku typu Specializovaná mapa s odborným obsahem a byly publikovány (pokud existují), případně výstupy z originální práce.

KRATOCHVÍLOVÁ, Darina a Jiří CAJTHAML. Využití metody automatické vektorizace při tvorbě vektorového výškopisu historického údolí Vltavy. The Civil Engineering Journal, CTU Prague. In press.

BRŮNA, Vladimír, Jiří CAJTHAML, Jitka ELZNIČOVÁ, Jakub HAVLÍČEK, Arnošt MÜLLER, Jan PACINA a Růžena ZIMOVÁ. [Paměť krajiny Ústeckého kraje ukrytá v mapových archivech: případové studie](#). 1. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2015. 103 s. ISBN 978-80-7414-980-1.

PACINA, Jan, NOVÁK, Kamil a Jan POPELKA. *Georelief transfiguration in areas affected by open-cast mining*. Transactions in GIS. 2012. ISSN 1361-1682. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9671.2012.01339.x/abstract>

PACINA, Jan a Jiří CAJTHAML. [Historical Data Processing, Modelling, Reconstruction, Analysis and Visualization of Historical Landscape in the Region of North-West Bohemia](#). DOI: 10.1007/978-3-319-07926-4_36 In book: *Modern Trends in Cartography, Edition: Selected Papers of CARTOCON 2014*, Chapter: 477, Publisher: Springer International Publishing, Editors: Jan Brus, Alena Vondráková, Vít Voženílek, pp.477-488

Pacina, Jan, Novák, Kamil, Weiss, Lukáš. *3D modelling as a tool for landscape restoration and analysis*. In Environmental software systems: frameworks of Eenvironments. Heidelberg : Springer, 2011, s. 16.

JANATA, T. et al. Vltava – proměny historické krajiny v důsledku povodní, stavby přehrad a změn ve využití území s vazbami na kulturní a společenské aktivity v okolí. In: PAVELKA, K., ed. *Sborník SVK (workshop fotogrammetrie, DPZ a laserového skenování, Telč 2018)*. Workshop fotogrammetrie, DPZ a laserového skenování, Telč, 2018-11-12/2018-11-14. Praha: ČVUT FSv, Katedra geotechniky, 2018. ISBN 978-80-01-06512-9.

CAJTHAML, J., P. TOBIÁŠ a D. KRATOCHVÍLOVÁ. Creating of 3D model of the historical landscape from contour lines displayed on old maps: Vltava River valley. In: *ESaT 2018*. 3rd International Conference on Engineering Sciences and Technologies, Tatranské Matliare, 2018-09-12/2018-09-14. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, 2018. s. 1-4. ISBN 978-80-553-2982-6.

JANATA, T. a J. CAJTHAML. Vltava – transformation of historical landscape along with cultural and socioeconomic activities in the river neighbourhood. In: *Digital Approaches to Cartographic Heritage 2018*. Madrid, 2018-04-18/2018-04-20. Thessaloniki: AUTH CartoGeoLab, 2018. s. 246. ISSN 2459-3893.