VYUŽITIE HISTORICKÝCH MÁP A HISTORICKÝCH LETECKÝCH SNÍMOK PRI ŠTÚDIU ZMIEN VODNÝCH NÁDRŽÍ V OKOLÍ BANSKEJ ŠTIAVNICE

Daniel Kubinský

Abstract

Historical maps belong to a particular category of geographic data. The paper discusses how to use two types of history of maps: maps for calculating cubature of water reservoirs from different period and historical aerial photographs from 1949 to study the changes in water reservoirs near Banská Štiavnica and their proximity - riparian zone and their own watershed. The results document their extensive applicability in analyzing the causes and consequences of erosion activity as an important environmental factor that significantly affects the water reservoirs. At last they can be used in description of changes in ecological characteristics and ecological stratification such as littoral, sublittoral and profundal zone.

Keywords: aerial photos, GIS, historical maps, land cover

Úvod

Banská Štiavnica je spolu s významnými technickými pamiatkami zapísaná na listine svetového dedičstva UNESCO.

Historické mapy predstavujú jedinečný zdroj geografických informácií o krajine či konkrétnych prvkoch krajiny. V mnohých prípadoch slúžia k pochopeniu zmien prebiehajúcich v krajine. Takto získané poznatky sú aplikovateľné pri rôznych typoch analýz, syntéz a poskytujú početné východiská pre ďalšie interpretácie.

Problematika využitia historických máp je aktuálna (Boltižiar, 2009, Boltižiar, Olah, 2008, Boltižiar, Olah, Petrovič, 2007, Boltižiar, Brúna, Křováková, 2008, Chrastina, 2004, Žigrai, 2001). O informačnej hodnote historických máp pri ekologickom výskume a ochrane krajiny pojednáva Olah (2009). Viaceré štúdie sa danej problematike venujú aj v zahraničí (Podobnikar, 2010). Výskum zameraný na analýzu vodných diel s použitím historických podkladov bol tiež spracovaný v Poľsku (Choiński, Ptak, 2009), v Amerike (Boddy, Ganske, 2005, Kansas Biological Survey, 2007). Dosiahnuté výsledky dokumentujú bohaté aplikačné možnosti týchto podkladov pre rôznorodé využitie v praxi. Historické mapy spomenuté v príspevku pochádzajú z Hlavného Komorskogrofskeho úradu v Banskej Štiavnici. Dnes sú dostupné v Štátnom ústrednom banskom archíve (ŠÚBA), jedinom špecializovanom banskom archíve na území bývalej Rakúsko-

uhorskej monarchie. Na všetkých plánoch sa nachádzala mierka, väčšinou znázornená aj graficky, okrem textovej informácie. Každá historická mapa výpočtu kubatúr objemu vody obsahovala názov a tabuľku objemu a vodnej plochy prislúchajúcej jednotlivým výškam. Jazykom týchto máp je maďarčina. Mnohé z nich sú umelecké výtvary, niektoré kolorované. Odzrkadľujú dokonalé meračské postupy, metódy a zariadenia vtedajších tvorcov. Ako meracie zariadenie sa používal teodolit - hlavný geodetický nástroj na meranie a vytyčovanie horizontálnych a vertikálnych uhlov. Pri teodolitoch platil princíp dvoch otočných osí kolmých na seba a kolmej zámernej priamky. Repetičné teodolity boli najbežnejšie.

Materiál a metódy

V štúdiu boli použité historické letecké snímky z roku 1949 (Topografický ústav) a historické plány pre výpočet kubatúr s detailným zakreslením reliéfu dna vrstevnicami (Štátny ústredný bankový archív). Obidva druhy podkladov slúžili ako báza pri analýze zmien objemu, plochy a využívania krajiny v okolí vodných nádrží v území Banskej Štiavnice, známych pod názvom tajchy. Historická mapová dokumentácia je dostupná v analógovej podobe.

Pre ďalšie spracovanie je potrebná digitalizácia a to skenovaním do minimálneho rozlíšenia 300 DPI do formátu TIFF, obr. 1.

Obr. 1: Historická mapa Richňavských nádrží (Kamenár, Muzsnai, 1888)

Figure 1: Historical map of the reservoirs of Richňava (Kamenár, Muzsnai, 1888)

Takto spracovaný formát je ďalej potrebné upraviť pre GIS prostredie umiestnením do známeho súradnicového systému. V podmienkach Slovenska ide o súradnicový systém S-JTSK. Vrstvy geografických údajov (v tomto prípade rastre), ktoré nie sú geograficky umiestnené, sú v mapovom okne zobrazené v

presne neurčenom a špecifikovanom priestore. Číselné hodnoty, ktoré predstavujú ich geografickú polohu, nezodpovedajú žiadnemu zobrazovaciemu systému. Georeferencovanie bolo spracované v prostredí ArcGis na základe spojenia dostatočného počtu jednoznačne identifikovateľných bodov na historickej mape a na súčasných mapách v kartografickom systéme (letecké snímky Eurosense, 2006).

S polohovo umiestneným rastrom je možné ďalej pracovať ako s plnohodnotným GIS podkladom. Pri historických mapách dokumentujúcich výpočet kubatúr boli vrstevnice vektorizované (ArcGIS) a ďalej spracované a vizualizované v softvéri Surfer 8. Keďže tieto mapy boli zamerané iba na priestor vodnej nádrže a blízkeho okolia, podklady boli ďalej napojené na jednotný vektorový podklad získaný z máp 1 : 10 000 (stav k roku 2006) a ďalšie modelovanie tak bralo do úvahy len zmeny povrchu prebiehajúce v priestore vodnej nádrže, nie v ich širšom okolí.

Výškové hodnoty odčítané z historického plánu boli opravené o rozdiel spôsobený zmenou používaného výškového systému, $H_{Bpv} = H_{Jadran} - 0,46 \text{ m}$ (Pravda, Kusendová, 2007). Historické letecké snímky boli ďalej spracované v prostredí ArcGis mapovaním kategórií druhej krajiny štruktúry a kategórií brehovej zóny.

Historické mapy výpočtu kubatúr

Detailné plány zvolených vodných nádrží obsahujú vrstevnicami zakreslený priebeh reliéfu dna v roku danom vznikom mapy. Vektorizáciou týchto údajov a ich numerickým modelovaním reliéfu sme získali dobové reliéfy a 3D modely zobrazujúce stav v minulosti.

Ukážkové modely na obr. 2 predstavujú Richňavské vodné nádrže. Ľavý model je vizualizácia projektovaných nádrží z obdobia vzniku (pol. 18 storočia), pravý model nádrží v roku 1888 s vizualizáciou Malej Richňavskej nádrže (naľavo) napustenou iba do polovice pre netesnosť hrádze.

Obr. 2: 3D modely Richňavských nádrží z 18. storočia (ľavý) a v roku 1888 (pravý)
Figure 2: 3D models of Richňava reservoirs from 18th century (left) and in 1888 (right)

Podobné 3D modely nám umožňujú lepšie pochopiť vývoj vodných nádrží a vizualizovať situáciu v minulosti. Navyše ich použitím je možné predpovedať trend v ďalšom období, ak hovoríme o akumulácii sedimentov a o postupnom zmenšovaní zásobného objemu.

Nasledujúce obrázky predstavujú historický reliéf dna Halčianskej a Belianskej nádrže. Model reliéfu dna Halčianskej nádrže v roku 1908 (obr. 3) je pomerne členitý, nepravidelný, nachádza sa tam niekoľko konkávných tvarov, orientácia reliéfu je veľmi variabilná, čo zodpovedá absencii terénnych úprav pri výstavbe nádrže. Z obr. 4 je zrejмый pravidelný rozostup v jednom smere od prítokovej časti daný pravdepodobne prirodzeným tvarom údolia. Vybudovaním zemitej hrádze a prehradením vznikla Belianska nádrž. Hlavný smer prúdenia prebieha stredom nádrže.

Obr. 3: Reliéf dna Halčianskej nádrže v roku 1908

Figure 3: Relief of the watershed bottom of the reservoir Halčianska in 1908

Detaily reliéfu dna z minulosti nám poskytujú bohaté dokumentačné údaje o historickom stave nádrží. Tieto údaje môžu slúžiť ako báza pre ďalšie porovnania, napr. so súčasným reliéfom. Údaje o súčasnom stave dna je možné získať viacerými spôsobmi, napr. niveláciou počas vyprázdenia alebo použitím moderných geodetických technológií (ultrazvukové zariadenie a GPS zariadenie pripevnené na člnu) priamo z vodnej hladiny (Kubinský, Weis, 2011, 2012).

Obr. 4: Reliéf dna Belianskej nádrže v roku 1855

Figure 4: Relief of the watershed bottom of the reservoir Belianska in 1855

Historické letecké snímky

Obr. 5 a obr. 6 predstavujú zmenu brehovej (ripariálnej) zóny Veľkej Kolpašskej nádrže z roku 1949 a 2013. Brehová zóna bola vyčlenená 20 metrov vzdialeným bufferom od zátópovej čiary, pričom brehovú zónu z minulosti bola vyčlenená na základe historických leteckých snímok, súčasná štruktúra brehovej zóny na základe leteckých snímok (Eurosense, 2006), upravená terénnymi pochôdzkami k súčasnému stavu, teda k roku 2013.

Časový horizont 64 rokov vývoja krajiny pokrývky skúmaného segmentu ukázkovej brehovej zóny Veľkej Kolpašskej nádrže naznačuje, že jej štruktúra a variabilita kritických premenných z hľadiska erózneho činnosti (plôch tried krajiny pokrývky) sa výrazne zmenila. Ide predovšetkým o nárast výmery kategórií silne podmienajúcich odnos sedimentov z bezprostrednej blízkosti nádrže, predovšetkým erodované brehy s nízkobylinným porastom a zastavané plochy (obr. 6). Negatívne antropogénne vplyvy na brehy vodnej nádrže nie je možné zabrániť. Za obdobie 64 rokov došlo k vystavaniu viacerých objektov, prevažne rekreačne využívaných chat. Mnohé sú postavené v tesnej blízkosti zátópovej čiary, kedy už samotná výstavba spôsobuje eróziu a obnažovanie brehov s prevažnou zložkou fluvialných sedimentov, stavebný materiál je následne splavovaný do priestoru nádrže. Porovnanie krajinných štruktúr brehov zón dokumentuje prebiehajúce zmeny v tejto oblasti a to najmä výstavbu a erodované brehy s nízkobylinnou pokrývkou. Brehová zóna ovplyvňuje brehovú eróziu a transport terestrického materiálu do priestoru nádrže. Brehová zóna je entita

interakcie akvatických a terestrických prírodných systémov, je preto dôležité jej poznávanie a manažment (Naiman, Décamps, McClain, 2005). Obdobne je možné porovnanie nielen brehovej zóny, ale aj celkového povodia danej nádrže.

Obr. 5: Brehová zóna Veľkej Kolpašskej vodnej nádrže v roku 1949

Figure 5: Riparian zone of Veľká Kolpašská reservoir in 1949

Obr. 6: Brehová zóna Veľkej Kolpašskej vodnej nádrže v roku 2013

Figure 6: Riparian zone of Veľká Kolpašská reservoir in 2013

Analýzou a syntézou týchto podporných výsledkov (zmeny reliéfu dna a zmeny v ripariálnej zóne najviac ovplyvňujúcej samotné ekologické faktory)

možné ďalej pristúpiť vyčleneniu a identifikovaniu zmien ekosystémov vodných nádrží. Ako príklad uvádzame nasledovné: ak v brehovej zóne došlo k nárastu drevín, je možné predpokladať väčšie zatienenie samotnej vodnej plochy ovplyvňujúce teplotný režim a množstvo dopadajúceho slnečného žiarenia. Plochy na exponovaných miestach opadom ihličia môžu vykazovať vyššie pH. Zmeny reliéfu dna a nánosy sedimentov môžu za dlhšie časové obdobie zmeniť ekologickú stratifikáciu nádrže (zmenšenie alebo zväčšenie plochy litorálnej, sublitorálnej časti). Pri intenzívnych erózo-akumulačných procesoch sa môžeme stretnúť so zánikom profundálnej časti, ktorá je nahrádzaná sublitorálom v dôsledku hromadenia sedimentov a zníženia hĺbky vodného stĺpca.

Záver

Výskum vývoja krajiny pokrývky, spôsobu využívania a ďalšia aplikácia historických mapových dokumentov v oblasti životného prostredia a riešenia environmentálnych úloh sa dostáva do popredia nielen u nás, ale aj v zahraničí. Predovšetkým z banských miest a obcí, medzi ktoré patrí aj Banská Štiavnica, sa zachovala početná mapová dokumentácia z najrôznejších období. Väčšina týchto archívnych dokumentov sa nachádza v Štátnom ústrednom banskom archíve. Výsledky výskumu, predstavujúce modely a detailné mapy, je možné ďalej aplikovať priamo v praxi. Ďalšími analýzami a syntézami týchto výsledkov je možné ich posunúť do environmentálnej roviny pri porovnávaní zmien teplotného a pH režimu nielen celej vodnej plochy, ale aj jej lokálnych častí v jednotke času. Detailné vrstevnicové zobrazenie reliéfu dna pre oba časové horizonty (minulosť daná rokom historickej mapy a súčasnosť) dávajú predpoklad k vizualizácii a k stanoveniu zmien ekologickej stratifikácie vodných nádrží (litorálna zóna, sublitorálna zóna, profundálna zóna). Vzhľadom na skutočnosť, že záujmové územie predstavujú vodné nádrže v okolí Banskej Štiavnice, ktoré sú spolu s mestom Banská Štiavnica v zozname UNESCO pod č. 400 „Banská Štiavnica a technické pamiatky v jej okolí“ ako súčasť svetového prírodného a kultúrneho dedičstva, je našou povinnosťou monitorovať ich stav a vývoj v čase. Keďže sa nejedná iba o technické pamiatky a každá nádrž predstavuje aj zložité, relatívne uzavreté spoločenstvo organizmov, poukazujeme aj na výrazné možnosti aplikácie výsledkov pre ďalší ekologický a environmentálny výskum.

Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu univerzitnej grantovej agentúry UGA I-11-005-08 Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici.

Literatúra

Boddy, N.N. – Ganske, L. 2005. Bathymetric Changes within Lake Zumbro of Olmsted County, Hydrologic Study of Produced by the Minnesota Pollution

Control Agency, p. 1-21

Boltížiar, M. 2009. Využitie historických máp a leteckých snímok pri hodnotení vplyvu človeka na krajinu. In "Ekofilozofia včera, dnes a zajtra" Nitra : UKF, 2009. ISBN 9788080946425, s. 24-40.

Boltížiar, M. – Olah, B. 2008. Potenciál historických máp a leteckých snímok pri štúdiu zmien krajiny. In Geografická revue, roč. 4, č. 2, Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela, 2008, s. 64-82. ISSN 1336-7072.

Boltížiar, M. – Olah, B. – Petrovič, F. 2007. Zmeny využitia krajiny vybranej časti BR Tatry v rokoch 1772-2003. In Geografické informácie 11. Problémy geografického výskumu Česka a Slovenska. Nitra : Katedra geografie a regionálneho rozvoja FPV UKF v Nitre, 2007, s. 239-256.

Boltížiar, M. – Brúna, V. – Křováková, K. 2008. Potential of antique maps and aerial photographs for landspace changes assessment – an example of High Tatras. In Ekológia (Bratislava), roč. 27, č. 1, 2008, s. 65-81.

Eurosense, 2006. Letecké meračské snímky poskytnuté Univerzitou Mateja Bela v Banskej Bystrici.

Choiński, A., Ptak, M., 2009. Lake Infill as the Main Factor Leading to Lake's Disappearance. Polish Journal of Environmental Studies; 2009, 18, 3, s. 347-352.

Chrastina, P. 2004. Vývoj krajiny ako fenomén environmentálnych dejín (na príklade Trenčianskej kotliny a jej horskej obruhy). In Šimůnek, R. (Ed.). Historická geografie 33. Praha : HiÚ AV ČR, 2004, s. 9-19.

Kamenár – Muzsnai, 1888. Mapa výpočtu kubatúry Malého a Veľkého richňavského jazera v Štiavnických Baniach – pôdorys, mapa v mierke 1 : 1000, kolorovaná.

Kansas Biological Survey. 2007. Bathymetric and Sedimentation Surveys of Mission Lake, Brown County, Kansas. Kansas Biological Survey Applied Science and Technology for Reservoir Assessment (ASTRA) December 2007.

Kružlic – Osvald, 1971. Bakomi rybník – Štiavnické Bane", mapa v mierke 1 : 500.

Kubinský, D. – Weis, K. 2011. Zmeny retenčného objemu v priestore Halčianskeho tajchu. In Acta hydrologica slovac, roč. 12, č. 1, 2011, s. 59-64, ISSN 1335-6291.

Kubinský, D. – Weis, K. 2012. Zmeny retenčného objemu v priestore Belianskej vodnej nádrže. In Acta Hydrologica Slovaca, roč. 13, č. 1, 2013, s. 108-115, ISSN 1335-6291.

Naiman, R. J. – Décamps, H. – McClain, M. E. 2005. Riparia - ecology, conservation, and management of streamside communities. London : Elsevier Academic Press.

Olah, B. 2009. Historical maps and their application in landscape ecological research. Ekológia (Bratislava) 2/2009, Vol. 28: 143-151 ISSN 1335-342X

Podobnikar, T. 2010. Historical maps of Ljubljana for GIS applications. In Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica, vol. 45, no. 1, pp. 80-88.

Pravda, J. – Kusendová, D. 2007. Aplikovaná kartografia. Bratislava : Geografika, 2007. 224 s. ISBN 978-80-89317-00-4.

Štátny ústredný banský archív, 1971. Evička Rybník – Štiavnické Bane, mapa v mierke 1 : 1000.

Štátny ústredný banský archív, 1889. Kolpašské jazero – Banský Studenec, mapa v mierke 1 : 1000.

Štátny ústredný banský archív, 1855. Kubatúra belianskeho rybníka v B. Belej, mapa v mierke 1 : 1000.

Štátny ústredný banský archív, 1908. Halčiansky rybník - Banská Belá – Banský Studenec, mapa v mierke 1 : 1 000.

Tirscher, J. 1897. Brenner tó köbözése, mapa v mierke 1 : 250.

Topografický ústav Banská Bystrica

Žigrai, F. 2001. Interpretácia historických máp pre štúdium využitia zeme a krajinnokoekologický výskum. In Historické mapy. Kováčová, M., Hájek, M. (Eds.). Bratislava: KS SR, 2001, s. 35-40.

USING HISTORICAL MAPS AND AERIAL PHOTOGRAPHS IN STUDY OF CHANGES IN WATER RESERVOIR NEAR BANSKÁ ŠTIAVNICA

Summary

Historical maps represent a unique source of geographic information on the landscape or specific elements of the landscape. In many cases are the source to understand the changes in the country, or a particular landscape features. In this study about use of the historical maps in the analysis of changes in water reservoirs near Banská Štiavnica described their extensive usability. Results obtained from historical maps are different. There are detailed contour maps relief reservoir bottom. They can be compared with the present and determine rate of sediment accumulation. Historical aerial photographs and their comparison with current aerial photos document the development of the country in the watersheds, or riparian zones. This progress can be further interpreted in finding sources of sediment. From these maps can be visualized using 3D modeling situation in reservoirs in the past. The outputs obtained from historical maps and their comparison with current data is base for further ecological research, focused on changes in ecosystems and ecological factors of reservoirs, or their parts.

RNDr. Daniel Kubinský, PhD.

Katedra biológie a ekológie FPV UMB Banská Bystrica

Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica

E-mail: posta@dkubinsky.sk