

# ANALÝZA VYUŽITIA ÚZEMIA Z HISTORICKÝCH MÁP NA POVODÍ MYJAVY

Marcela Maliariková

Cieľom tejto práce bola analýza využitia územia na povodí rieky Myjava po vodomernú stanicu Jablonica. Podstatnú časť tejto analýzy tvorili mapové podklady, resp. historické mapy pre časové horizonty 1764-1787 (I. vojenské mapovanie) a 1952-1957 (topografické mapovanie v mierke 1:25 000) a mapa súčasného využitia krajiny z roku 2010. Historické mapy v digitálnej forme boli spracovávané v prostredí ArcGIS, kde bola vykonaná ich vektorizácia. Tieto mapy sa následne po spracovaní a analýze porovnávajú so súčasným využitím krajiny. Zistené zmeny, ktoré nastali vo využití územia, boli prezentované grafickými i číselnými výstupmi. Vplyvom zmien využitia daného územia sa menia i odtokové pomery v krajine, resp. sa môžu tieto zmeny odzrkadliť na zmenách hydrologického režimu povodia. Z tohto dôvodu bol pre posúdenie vplyvu zmien využitia územia na odtok z povodia aplikovaný zrážkovo-odtokový model WetSpa. Pomocou neho bol pri simulácii odtoku z povodia v skúmaných obdobiach zistený rozsah a dopad zmien hydrologických pomerov na danú krajinu. Výsledky preukázali, že vybraná časť povodia rieky Myjava bola negatívne ovplyvnená najmä kopaničiarskou kolonizáciou spojenou s najväčším odlesňovaním územia. Modelovanie odtoku z povodia potvrdilo túto skutočnosť, a teda ukázalo sa, že najväčší dlhodobý priemerný ročný odtok bol simulovaný v rámci obdobia I. vojenského mapovania s rozsiahlymi plochami poľnohospodárskej pôdy a najmenším podielom zalesneného územia. Za najvhodnejší spôsob využitia územia sa na základe dosiahnutých výsledkov považuje súčasný land use s prihliadnutím na vhodnejšie priestorové členenie danej krajiny.

**KEÚČOVÉ SLOVÁ:** povodie Myjavy, využitie krajiny, vektorizácia historických máp, analýza využitia územia, zrážkovo - odtokový model WetSpa

**ANALYSIS OF LAND USE FROM THE HISTORICAL MAPS ON THE MYJAVA RIVER BASIN.** The goal of this study was to analyse the land use in the Myjava river basin to the water measuring station at Jablonica. A significant part of this analysis comprised of maps, specifically historic maps, from the periods 1764-1787 (First military mapping) and 1952-1957 (topographical mapping with a 1:25 000 scale) and the current land use maps from 2010. The digital versions of the historic maps were processed by ArcGIS, which was used to perform vectorisation. After processing and analysis, these maps were then compared to current land use. The changes in land use that were found were presented in graphical and numeric formats. The impact of the changes in the land use is changing the drainage conditions in the country; that is these changes may be reflected in changes to the hydrological system of the river basin. For this reason, the rainfall-runoff WetSpa model was used to assess the influences of changes in land use on drainage in the catchment area. With its help, by simulating runoff from the river basin in the period under review, the extent and effect of changes to the hydrological system of the country was established. The results showed that the selected area of the Myjava river basin was negatively affected in particular by the Kopanice colonisation and the large scale deforestation associated with it. Modelling the runoff from the river basin confirms this fact and shows that the largest long-term average annual runoff was simulated within the period of the first military mapping with great areas of agricultural land and the smallest ratio of forests. On the basis of the results obtained, we can conclude that the most appropriate system of land use is the current land use with attention given to better spatial division of the country.

**KEY WORDS:** the catchment area of Myjava, land use, vektorization of historical maps, land use change analysis, rainfall – runoff model WetSpa

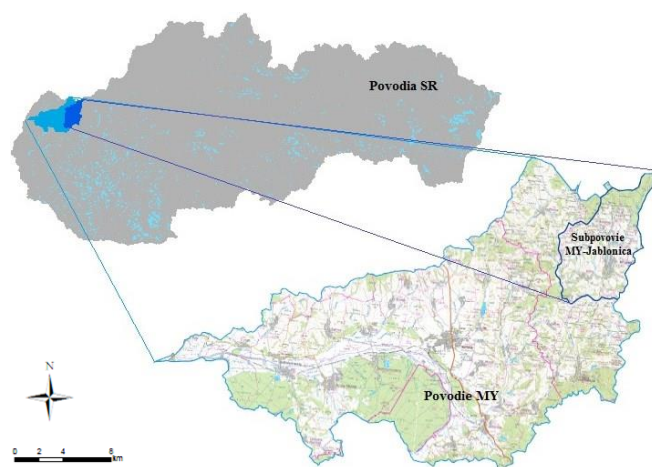
## Úvod

Našu krajinu, región, či len časť zeme na určitom území odnedávna ovplyvňujú rôzne činitele. Tieto, či už prírodného alebo antropogénneho charakteru, spôsobujú značné zmeny v krajine. Prevláda názor, že tým najvýraznejším činiteľom premeny a využívania krajiny je práve človek. Ten svojou neustálou činnosťou vplyva na jednotlivé krajinné prvky, a to predovšetkým výstavbou sídiel, ale i intenzívnym poľnohospodárstvom či lesným hospodárstvom. Tieto faktory pôsobia na krajinu už stáročia a vo veľkej miere ovplyvňujú celú krajinnú štruktúru. Okrem nich sa na zmene krajiny podieľajú aj vodné hospodárstvo, výstavba dopravných a komunikačných systémov, ale aj ťažba nerastných surovín (I. Belčáková, 2013). Povodie Myjavy, ktoré leží v oblasti Myjavskej pahorkatiny, je živým príkladom veľmi intenzívneho pretvárania človekom predtým prirodzenej zalesnenej krajiny. Najväčšie a najzásadnejšie zásahy do krajiny v danom povodí spôsobila kopaničiarska kolonizácia a neskôr kolektivizácia poľnohospodárstva. Vytváranie malých vidieckych sídiel, intenzívne odlesňovanie a vznik ornej pôdy a následné sceľovanie pozemkov a ešte väčší rozmach poľnohospodárstva prispeli k celkovej zmene súčasnej krajiny povodia Myjavy (M. Stankoviansky, 1997). Dnes patrí oblasť Myjavskej pahorkatiny medzi územia, ktoré sú charakteristické rýchlym odtokom a následnými bahennými povodňami. Odtok v povodí sa sústreďuje do hustej siete suchých údolí, čo spôsobuje tvorbu dočasných erózných rýh, strží a v najhoršom prípade i bahenných povodní. Z tohto dôvodu môžeme konštatovať, že spôsob využitia územia výrazným spôsobom ovplyvňuje odtokové procesy v krajine a skúmanie vplyvu zmeny využitia územia na odtok z povodia patrí medzi aktuálne témy súčasnosti. Najväčším problémom je však získanie spoľahlivých, dostatočne podrobných a presných informácií o vývoji využitia územia v minulosti.

Najcennejším zdrojom takéhoto druhu informácií sú historické mapové diela, ktoré do istej miery obsahujú aj informácie o spôsobe využitia územia a tiež krajinnom kryte (J. Cajthaml, J. Krejčí, 2008). Ich spracovaním pomocou vhodného programového vybavenia, môžeme zhodnotiť rozsah a vplyv týchto zmien. Okrem toho môžu získané informácie slúžiť ako vstup pre zrážkovo-odtokové modelovanie, ktoré nám poskytuje možnosť odhadnúť vplyv týchto zmien na odtok z povodia. V danej práci je analýza využitia územia realizovaná na povodí rieky Myjava so záverečným profilom určeným vodomernou stanicou Jablonica. Skúmané povodie a jeho zmeny v spôsobe využitia územia sú podmienené najmä historickým vývojom. Išlo o rôzne aspekty v rôznych časových horizontoch ako spôsob osídľovania, obhospodarovania pôdy, alebo vývoj a pokrok techniky. Takýto vývoj územia zobrazený na historických mapách (I. vojenské mapovanie z r. 1764-1787 a vojenskom topografickom mapovaní z r. 1952-1957) bol spracovaný programom ArcGIS a vzniknuté mapy využitia územia boli následne porovnávané so súčasným stavom (mapou využitia územia) z roku 2010. Následnou aplikáciou zrážkovo-odtokového modelu WetSpa na povodie s rozličným spôsobom využitia územia získaného z historických i súčasných mapových podkladov, môžeme sledovať vplyv zmeny využitia územia na odtokové procesy v povodí.

### Charakteristika záujmového územia

Územie, ktoré je predmetom nášho záujmu v predkladanej práci, tvorí povodie rieky Myjava so záverečným profilom v stanici Jablonica. Povodie sa nachádza v západnej časti SR v značne hornatej oblasti Myjavskej Pahorkatiny. Ide o pomerne členitý geomorfologický celok s najvyšším vrchom Veľká Javorina v nadmorskej výške 969,8 m n. m. Geologická stavba danej oblasti je relatívne pestrá. Z hydrologického hľadiska patrí takmer celá časť k povodiu Moravy a len veľmi malá časť prináleží k povodiu Váhu. Hlavným tokom riešeného územia je rieka Myjava s mnohými jej prítokmi. Povodie rieky Myjava s rozlohou 806 km<sup>2</sup> možno zaradiť medzi malé až stredne veľké povodia. Prevažná časť územia tohto povodia patrí do mierne teplej oblasti, pričom priemerná ročná teplota sa pohybuje okolo 10 °C. Na území prevláda severné až severozápadné prúdenie vetrov, pričom maximálna priemerná rýchlosť vetrov dosahuje 60 km.h<sup>-1</sup>. Priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje od 550 do 600 mm a v najsevernejšej časti Myjavskej pahorkatiny sa pohybuje od 900 až do 1000 mm. Čo sa týka vegetácie, tak na danom území tvoria prirodzenú vegetáciu najmä lesné spoločenstvá, ktoré sú prevažne zastúpené listnatými lesmi a v najvyšších častiach aj zmiešanými a ihličnatými lesmi (Žarnovičan, 2008).



Obr. 1 Povodie rieky Myjava

### Historický vývoj osídlenia a využitia zeme

Súčasný charakter krajiny je výsledkom intenzívneho osídľovania daného územia a rozličného spôsobu využívania krajiny v minulosti. Z historického hľadiska môžeme osídľovanie rozdeliť do dvoch časových horizontov. Prvú etapu ovplyvnilo vybudovanie Čachtického hradu v Malých Karpatoch v druhej polovici 13. storočia a s ním spojené založenie mnohých dedín v priľahlej, dovtedy nenarušenej krajine Myjavskej pahorkatiny. Boli vybudované v blízkom okolí hradu, najmä v stredných a dolných úsekoch dolín hlavných tokov a ich osídľovanie sprevádzalo intenzívne odlesňovanie, zakladanie polí, vznik lúk a pasienkov. Hlavnú etapu osídľovania Myjavy a priľahlej krajiny predstavovala kopaničiarska kolonizácia rozvíjajúca sa od začiatku 17. storočia až po koniec 18. storočia, kde dosiahla svoj vrchol. Na Slovensku je práve Myjavská pahorkatina územie s najstarším, a popritom najintenzívnejším kopaničiarskym osídlením (M. Stankovičský, 1997). Vznik kopanic súvisí s postupným obhospodarovaním ťažko dostupnej pôdy, ktorá sa získavala výrubom lesných

porastov a krovín, ako aj odvodňovaním či regulovaním zamokrených pôd. Na pohľad zdanlivo chaotický charakter kopaníc vytváral špecifický krajinný ráz kopaničiarskej krajiny s prihliadaním na prírodné pomery, výsledkom čoho bola pestrá a vyvážená štruktúra využitia územia." Pre takýto typ krajiny bolo charakteristické časté striedanie plôch trávinatej lúčno-pasienkarskej krajiny, enkláv oráčinovej krajiny, plôch lesa a zastavanej plochy samotných kopaničiarskych sídiel." (M. Heinrichová, 2012).



Obr. 2 Myjavská pahorkatina s charakteristickými črtami kopaničiarskej oblasti

### **Hospodársky vývoj územia**

Identifikačným prvkom krajiny Myjavskej pahorkatiny a jej okolia je už spomínaná mozaika úzkych políčok, kde sa prelínajú plochy ornej pôdy s lúkami, sadmi, pasienkami a lesmi. Od druhej polovice 13. storočia boli pôvodné lesné spoločenstvá veľmi intenzívne odlesňované a premieňané na poľnohospodársku pôdu. To viedlo v tejto oblasti koncom 18. storočia k opätovnému vysádzaniu lesných drevín. Predovšetkým išlo o stanovištne nepôvodné ihličnaté dreviny, ktoré sa vyznačovali relatívne rýchlou produkciou kvalitného dreva (H. Žarnovičan, 2008). Významným zásahom do využívania krajiny bolo v danej oblasti po roku 1948 sceľovanie pozemkov v období kolektivizácie poľnohospodárstva, ktoré v prebehlo v rokoch 1957-1961. Dôsledkom bol zánik krajinej mozaiky malých políčok a následne vznik veľkoplošných družstevných lánov ornej pôdy. Nastala intenzifikácia procesu združstevňovania a vznik JRD. To malo za následok rozorávanie medzí, poľných ciest, chodníkov a iných prirodzených hraníc medzi pôvodnými parcelami. Taktiež došlo k likvidácii stupňov pôvodných terasových polí, ktoré patrili k veľmi cenným krajinným prvkom a tak vytvárali charakteristický krajinný ráz. Vplyvom kolektivizácie poľnohospodárstva teda nastali výrazné zmeny vo využití krajiny a tým aj celkové zmeny krajinej štruktúry. Dôsledkom bol pokles výmery ornej pôdy vplyvom sceľovania pozemkov do veľkoblôkov a nárast plochy lesných porastov (M. Stankoviánsky, 1997).



Obr. 3 Krajinné prvky vytvorené hospodárskym vývojom územia

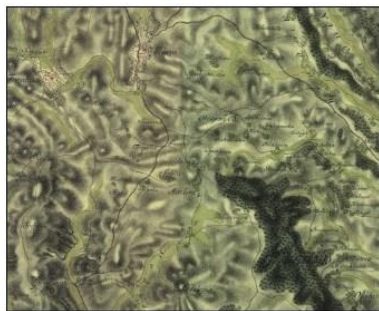
### **Mapovanie využitia územia**

Poznávaním krajiny a jej využitia sa prvotne zaoberal výskumný smer, známy ako mapovanie využitia krajiny, ktorý bol spojený s evidenciou a registráciou využitia pôdy. Za jeho začiatky sa považujú 30. roky minulého storočia vo Veľkej Británii a za zakladateľa sa pokladá Dudley L. Stamp. Jeho dosiahnuté výsledky boli podnetom pre rozvoj mapovania využitia krajiny v celosvetovom meradle (J. Oľáh, J. Feranec, 2006). Staré mapy sú cenným zdrojom informácií o vývoji krajiny v minulosti. Pokiaľ sú tieto mapy georeferencované, môžu byť efektívne použité vo výskume vývoja krajiny. Obsahujú informácie (dáta), ktoré ak sú dostatočne podrobné a presné, je možné medzi sebou navzájom porovnávať v rôznych časových obdobiach. Porovnávaním môžeme dokázať vývoj krajinných prvkov (vodné toky, lesné plochy) alebo antropogénnych prvkov (cestná sieť, osídlenia). Mapovanie krajiny na území dnešného Slovenska postupne napredovalo najmä tým, že v minulosti bolo toto územie súčasťou viacerých štátnych útvarov a ako vznik nových mapových diel, tak tiež realizácia niekoľkých štátnych mapovaní, postupne posunuli celý vývoj mapovania krajiny dopredu. Spočiatku vznikali prvé pozemkové katastre na území bývalého Československa, ktoré pozostávali z písomného operátu (parcelové protokoly, pozemkové hárky, zoznamy držiteľov, zoznamy domov) a meračského operátu (pôvodné mapy). Katastrálne mapy boli dôležité najmä z hľadiska poznania priestorového usporiadania krajiny. Obsahovali hranice všetkých pozemkov, parciel podľa parcelných čísiel, vlastníka, užívateľa, druhu pozemku a jeho využitia. Po druhej svetovej vojne sa zaviedla vlastná registrácia v evidenčných listoch a až od roku 1964 sa začala používať tzv. Jednotná evidencia pôdy. Skutočný stav sa však rozchádzal s tým právnym, a tak až

Kataster nehnuteľností (platný od roku 1993) bol návratom ku korektnej registrácii a evidencii pôdy na území Slovenska. Ďalší cenný zdroj predstavujú topografické mapy, tzv. vojenské topografické mapy z 1. vojenského mapovania (1764-1787), 2. vojenského mapovania v mierke 1:28 880 (1819-1858) a 3. vojenského mapovania v mierke 1:25 000 (1875-1883). Najaktuálnejšie súbory predstavujú posledné vydania TM Československej armády v mierkach 1:10 000-1:200 000. Rozvoj využívania krajiny a jej zmien výrazne ovplyvnil diaľkový prieskum Zeme (letecké a satelitné snímky). Letecké snímkovanie, ktoré sa intenzívne rozširovalo v období 1920-1930 a z neho získané snímky sa stali smerodajným zdrojom informácií o zmenách objektov krajiny. Tie nahradili dovtedy používané metódy mapovania alebo terénnych meraní. Predovšetkým satelitné snímkovanie v pravidelných intervaloch položilo základy nového operatívneho získavania vstupných dát o krajine (sledovanie aktuálneho stavu využívania krajiny a zmeny od globálnej až po lokálnu úroveň) a ich spracovania v GIS (J. Cajthaml, J. Krejčí, 2008). Pri analýze využitia územia v časti povodia rieky Myjavy boli použité historické mapy 1. vojenského mapovania a topografické mapy (TM25). Výber mapových podkladov bol podmienený rôznymi faktormi ako: dostupnosť (obmedzené možnosti získavania máp), kvalita zobrazenia (napr. mapy 3. VM boli zachované len ako čierno-biele kópie), ale i tým, že mapovanie súvisle nepokrývalo celé záujmové územie (napr. 2. VM). Okrem historických máp bola použitá aj mapa súčasného využitia krajiny pre dané povodie.

### ***I. vojenské mapovanie***

Na území Slovenska bolo v rokoch 1764-1787 (severná časť v roku 1769, južná časť v rokoch 1782-1784) uskutočnené 1. vojenské mapovanie v mierke 1:28 800, tzv. tereziánsko-jozefínske. Nariadila ho Mária Terézia ako nové podrobné mapovanie rakúsko-uhorskej monarchie, pričom dokončené bolo až za vlády jej syna Jozefa II. Bolo zrealizované na podnet aktuálneho nedostatku topografických podkladov pri bojových operáciách (M. Zeman, 2012). Mapovanie nevznikalo na pevných geodetických základoch, neexistovala ani sieť pevných bodov, reliéf a polohopis sa zakresľovali hrubým odhadom. Išlo teda o rukopisné mapy, ktoré vznikali mapovaním územia vojenskými dôstojníkmi od oka z konského sedla a vzdialenosti merali najmä podľa otáčok kolesa konského povozu. Mapa z 1. vojenského mapovania obsahovala všetky dôležité prvky polohopisu, výškopis bol znázornený nepravými sklonovými šrafovami a ich kartografické spracovanie z poľných pracovných náčrtov do obdĺžnikových mapových listov nalepených na plátno, prebiehalo v zimnom období. Súčasne s kresbou máp vznikali vojensko-geografické popisy mapovaného územia. Kvalita obsahu týchto máp bola degradovaná polohovými deformáciami a veľmi hrubou zemepisnou orientáciou, čo viedlo koncom 18. storočia k úplnému zmareniu zostavenia súvislej mapy celej monarchie (J. Cajthaml, J. Krejčí, 2008). Dnešné územie Slovenska sa nachádza na 210 mapových listoch z 1. vojenského mapovania (E. Machajdíkova, J. Ragačová, 2005).



*Obr. 4 Výrez mapy I. vojenského mapovania*

### ***Topografické mapy***

Koncom 2. svetovej vojny neexistovalo komplexné mapové dielo pokrývajúce celé naše územie, ktoré by spĺňalo vtedajšie vojenské požiadavky. Naďalej sa pokračovalo v reambulácii máp z 3. vojenského mapovania a paralelne s ňou sa začala postupne budovať československá astronomicko-geodetická sieť ako geodetické základy pre nové československé mapovanie. Zavedením zobrazenia v 6° pásoch, tzv. Gauss-Krügerovho, do ktorého bola JTSK transformovaná, došlo k zväčšeniu priestorovej využiteľnosti geodetických základov systému S-JTSK a aj k ich unifikácii so sovietskymi mapami. Touto transformáciou tak vznikol súradnicový systém S-46 na Besselovom elipsoide (referenčný elipsoid) so základným bodom Potsdam a Jadranským výškovým systémom. Neskôr bol systém JTSK transformovaný do sovietskeho systému na Krasovského elipsoide a označovaný ako S-52. Prvým mapovaním z rokov 1952-1957 boli vojenské topografické mapy v mierke 1:25 000 (TM25) v súradnicovom systéme S-52 a v Baltskom výškovom systéme. Základnou metódou pri mapovaní bola univerzálna fotogrametrická metóda, ktorou bolo zmapovaných okolo 70 % územia ČSR. Okrem základnej metódy sa používala revízia predchádzajúcich meraní, ďalej kombinovaná metóda (fotoplán,



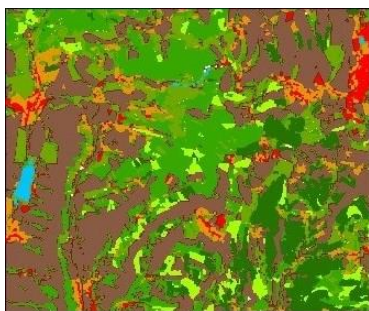
meračský stôl) a sčasti i stolová metóda. Mapovaním a následným kartografickým spracovaním TM25 v relatívne krátkom čase, bolo vyhotovené, v našich dejinách ojedinelé "moderné" mapové dielo, ktoré už spĺňalo svetové parametre v obsahu a presnosti. Vzniklo tak dielo, ktoré bolo využiteľné nielen pre vojenské účely, ale našlo svoje široké uplatnenie aj v národnom hospodárstve, vo vede, školstve a v štátnej správe. Po dokončení TM25 (1. vydanie) sa v období rokov 1957-1971 pristúpilo aj k topografickému mapovaniu v mierke 1:10 000 (TM10), avšak vzhľadom na daný vnútropolitický vývoj boli v roku 1971 mapovacie práce na TM 10 ukončené. Na základe TM25 boli vyhotovované aj iné odvodené mapy mierok 1:50 000 (TM50), 1:100 000 (TM100) a 1:200 000 (TM200) v súradnicovom systéme S-52, neskôr transformované do súradnicového systému S-42 (J. Jakubík, 2012; M. Zeman, 2012).



Obr. 5 Výrez topografickej mapy v mierke 1:25 000

### ***Súčasnité využitie krajiny (land use)***

Po oboznámení sa s najstaršími mapovými podkladmi až po tie, ktoré vznikli asi pred päťdesiatimi rokmi, je ešte potrebné poznať súčasný stav záujmového územia. Nejde však o klasickú fyzickú mapu zobrazujúcu polohopis a výškopis dnešného územia, ale o monotematickú mapu tzv. land use (využitie krajiny). Mapa súčasného využitia územia pre povodie Myjavy bola zhotovená a expertne upravená firmou ESPRIT v roku 2010. Vznikla kombináciou snímok CORINE land cover, doplnených údajmi z leteckých meračských snímok ZB GIS a údajmi NCL (národné lesnícke centrum) vo Zvolene. Letecké snímkovanie patrí medzi bežné metódy mapovania využitia krajiny kedy sa zo snímok ("fotiek"), vzniknutých zo snímkovania lietadla nad terénom (krajinou), vyhotovujú mapy. Takto vytvorené mapy z leteckého snímkovania boli následne spracované lesníkmi z NLC, ktorí mapy rozšírili a doplnili o svoje poznatky. Vznikol tak teda oveľa presnejší a podrobnejší land use, pričom jednotlivé prvky využitia územia sú rozdelené do sedemnástich kategórií, ktoré sú totožné s mapovaním CORINE land cover. Takýto land use, reprezentujúci súčasné využitie krajiny, je jeden z najdôležitejších podkladov pri spracovaní tejto práce. Využijeme ho pri analýze a porovnaní minulého a súčasného stavu využitia územia, ako aj pri samotnom modelovaní odtoku pri zmenených podmienkach.



Obr. 6 Výrez mapy súčasného využitia krajiny (land use)

### **Spracovanie**

#### ***Vektorizácie mapových podkladov***

V geografických informačných systémoch tvoria kľúčovú časť dáta. Tieto dáta s nárokmi na ich presnosť a aktuálnosť majú vysokú výpovednú hodnotu, ktorá je podložená značnou časovou náročnosťou procesu ich tvorby. Pre prácu v GIS sa vyžadujú podklady v rastrovej resp. vektorovej podobe (digitálne dáta), získané primárne z terénnych meraní alebo druhotne digitalizáciou topografických a tematických máp, leteckých a satelitných snímok. Niekedy sú však dostupné len analógové mapy (napr. papierové mapy, fotografie), ktoré je nutné digitalizovať. Je to proces, kedy získavame rastrové dáta naskenovaním papierovej mapy do digitálnej

podoby (tzv. rasterizácia), resp. digitalizáciou získavame vektorové dáta (tzv. vektorizácia) (T. Hlásny, 2007). Aj keď sa už väčšina máp v súčasnosti vytvára v digitálnej forme, a sú dostupné ako vektorové vrstvy, často sa pre určitý typ úloh vyžaduje vektorizácia naskenovaných analógových podkladov. Použité historické podklady (1VM, TM25) zobrazujúce riešené povodie boli dostupné ako georeferencované rastrové súbory vo formáte TIF. Avšak s takýmto typom súborov ešte nebolo možné vykonávať analýzy zmien využitia územia, pretože nemajú explicitne určené typy krajinných prvkov, a preto bolo potrebné ich prevedenie do vektorovej formy. Ide o prevod rastra na vektor, konkrétne v našom prípade išlo o tzv. prekreslenie rastrového obrazu pomocou grafických elementov (bod, línia, polygón) v prostredí programu ArcGIS, na obraz vektorový (M. Koreň, 2007). Proces vektorizácie môžeme vykonať poloautomaticky alebo manuálne. *Poloautomatická (automatická) vektorizácia* sa na prvý pohľad zdá ako lepšie riešenie vektorizácie máp, pretože pracuje automatizovane. Ale opak je pravdou, tento typ vektorizácie sa nedá použiť pri spracovaní historických máp. Ktorýkoľvek softvér (na základe určitého zadaného algoritmu), ktorým by sme automatickú vektorizáciu chceli vykonávať, nedokáže rozpoznať nejasné a neostré črty hraníc, resp. nevie od seba rozlíšiť hranice jednotlivých plôch využitia územia, ktoré nie sú ostro ohraničené. Na základe tejto skutočnosti sme použili *manuálnu vektorizáciu*. Je to pomerne zdĺhavý proces, keďže sa jednotlivou ručne edituje každá plocha na mapovom podklade. Editácia môže byť ešte viac problematická u starších máp, ktorých kvalita zobrazenia je poznačená ako časom, tak i spôsobom spracovania mapy. Pri rastrových podkladoch TM25 sú napr. hranice niektorých plôch lesa nejasné alebo dokonca chýbajú a pri vektorizácii môže dôjsť k chybnému zakresleniu hraníc. Podobný prípad sa vyskytuje i u vojenských máp, kde sú konkrétne plochy lesa označené mapovou značkou, okolo ktorej je nezreteľná farebná plocha s neohraničenými hranicami. Okrem týchto chýb, sa môžu vyskytnúť tiež chyby v topológii kresby. Chyby vznikajú priamo pri editácii plôch tým, že na seba susedné plochy polygónov nenadväzujú v uzlových bodoch a dokonca sa aj prekrývajú. Tieto chyby sa však dajú vyhľadať a následne opraviť buď manuálne v uzlových bodoch, alebo využitím kontroly topológie, pričom sa zadefinujú pravidlá (napr. presahy polygónov, medzery medzi susednými polygónmi a i.), na základe ktorých sa opravia nájdené chyby. Na záver môžeme skonštatovať, že proces manuálnej vektorizácie je relatívne zložitý spôsob spracovania mapových podkladov, keďže je časovo náročný a vyžaduje si dodržiavanie mnohých pravidiel, ale môžeme ním dosiahnuť pomerne presné spracovanie historických podkladových máp (M. Koreň, 2014).

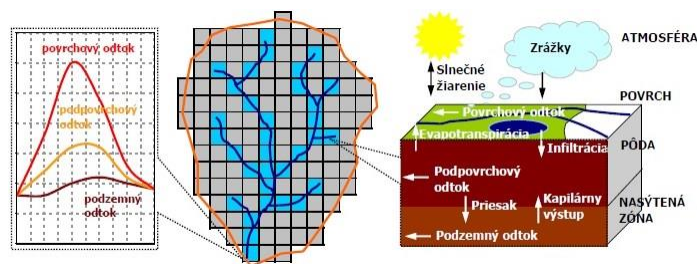
### ***Analýza typu využitia územia***

Pod analýzou typu, resp. spôsobu využitia územia, rozumieme výpočet jednotlivých plôch využitia územia v časti povodia Myjava - Jablonica, ide teda o matematické vyjadrenie a podloženie výsledkov vektorizácie. Výstupné mapy z vektorizácie a súčasnú mapu využitia krajiny vieme vizuálne porovnať. Je to však len subjektívny pohľad daného pozorovateľa. Až výpočtom percentuálneho zastúpenia jednotlivých typov využitia v danom povodí, dostávame relevantné výsledky v číselnej a grafickej podobe. Na základe takýchto výstupov, vieme urobiť vzájomné porovnanie všetkých skúmaných máp a ich prvkov a zhodnotiť tak stav krajiny v minulosti a dnes. V čiastkových analýzach vyhodnocujeme všetky prvky zobrazené na mape, i keď nie každý prvok je identifikovaný, resp. identifikovateľný na danej mape. Je to spôsobené tým, že každá z máp bola vyhotovená v inom čase (obdobie kolonizácie, povojnové obdobie a súčasnosť) a pomocou vtedy dostupnej techniky a metodiky. Pre nás dôležité informácie o spôsobe využitia krajiny (štruktúra krajiny) udávajú štyri prvky ako orná pôda, lesy, trávnaté spoločenstvá a urbanizované plochy. Ostatné typy sa rozvíjali postupom času vplyvom osídľovania, intenzifikácie poľnohospodárstva, spoločenských pomerov v krajine a rozvojom mapovacej a zobrazovacej techniky.

### ***Modelovanie odtoku zrážkovo – odtokovým modelom WetSpa***

Zmeny vo využití krajiny v danom povodí sú už od čias kopaničiarskej kolonizácie až po dnes spájané hlavne s intenzívnym poľnohospodárstvom a lesným hospodárstvom (výrub lesov, výsadba nepôvodných druhov). Využitie krajiny v značnej miere ovplyvňuje hydrologické procesy v krajine, avšak nevieme presne odhadnúť rozsah ich vplyvu. Práve preto sa v súčasnosti v oblasti vodného hospodárstva rozvíja matematické modelovanie týchto procesov pomocou zrážkovo - odtokových modelov. Ich cieľom je posúdenie vplyvu využitia krajiny na odtokové pomery v povodí a vývoj opatrení pred negatívnymi vplyvmi vody ako je: extrémny odtok z povodí, povodne, resp. bahenné povodne a s nimi spojená degradácia pôdy (P. Rončák, 2013). Modelovanie odtoku sme aplikovali na konkrétnu časť povodia Myjava - Jablonica, pre ktoré boli spracované mapy využitia územia. Keďže sme uvažovali, že sa odtok v povodí mení vplyvom zmeny využitia krajiny, použili sme zrážkovo-o dtokový model WetSpa s priestorovo rozčlenenými parametrami. Je to fyzikálne založený model vyvinutý na simuláciu a predpoveď prenosu vody a energie medzi pôdou, rastlinstvom a atmosférou. Môže sa použiť na simuláciu a predpoveď tvorby povodní, zrážkovo-o dtokových procesov, dokáže simulovať akumuláciu snehu a jeho topenie a používa sa aj na výpočet hydrologickej bilancie vyčlenených priestorových jednotiek, ktorá zahŕňa tekuté a tuhé zrážky, intercepciu, infiltráciu, reálnu evapotranspiráciu, povrchový odtok a podpovrchový

odtok v koreňovej zóne, pôdnu vlhkosť, priesak do podzemných vôd, podzemný odtok a tvorbu zásob podzemnej vody v zóne saturácie. V danom modeli je kľúčovým faktorom práve vlhkosť pôdy, ktorá riadi množstvo povrchového, podpovrchového a podzemného odtoku ako i doplňovanie zásob podzemnej vody (O. Horvát, R. Danihlík, L. Velčická, J. Szolgay, 2010).



Obr. 7 Schéma zrážkovo – odtokového modelu

Medzi základné dáta, ktoré vstupujú do zrážkovo-odtokového modelu, patria digitálne priestorové údaje, resp. *digitálny model terénu (DEM)*, *mapa pôdných druhov* a *mapa využitia krajiny (land use)*. Ďalšie vstupné dáta tvoria geografické údaje: lokalizácia zrážkomerných, klimatických a vodomerných staníc, rozvodnica a riečna sieť. Z troch základných vstupných máp sa priamo v prostredí ArcGis pomocou nadstavby *ESPRIT* odvádzajú ďalšie vrstvy, resp. sú základom pre odvodenie väčšiny priestorovo rozčlenených parametrov modelu (odvodené topografické parametre, odvodené parametre pôdy a odvodené parametre využitia krajiny). Tieto parametre sú vo fyzikálne orientovaných hydrologických modeloch definované ako veličiny, ktoré určujú dynamiku daných modelovaných procesov tvorby odtoku a v modeli sa nekalibrujú. S mapovými podkladmi v digitálnej forme vstupujú do modelu tiež dáta v textovej forme, predovšetkým hydrometeorologické údaje namerané v období rokov 1997-2010: priemerné denné úhrny zrážok [ $\text{mm.d}^{-1}$ ] z bodových meraní v staniciach, priemerné denné hodnoty teploty vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ] z meraní v klimatických staniciach a priemerné denné prietoky [ $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ] v záverečnom profile povodia. Okrem priestorovo rozčlenených fyzicko-geografických parametrov pracuje model aj s dvanástimi globálnymi parametrami. Sú to konštanty nemenné pre celé povodie, ktoré sú predmetom kalibrácie, pričom sa ich kalibrovaním zvyšuje presnosť simulácie (P. Rončák, 2013). Kalibrácia modelu bola vykonaná na mape súčasného využitia krajiny z roku 2010 (kalibračné obdobie 1997-2010 s denným krokom). Úlohou bolo nájsť sadu takých parametrov, ktoré zabezpečia čo najväčšiu zhodu medzi meranými a simulovanými priemernými dennými prietokmi. Ako kritérium zhody medzi pozorovanými a namodelovanými údajmi bol pri kalibrácii zvolený koeficient Nash – Sutcliffe. Optimalizácia dvanástich globálnych parametrov vstupujúcich do modelu je posledný krok pred spustením samotného modelovania.

## Výsledky

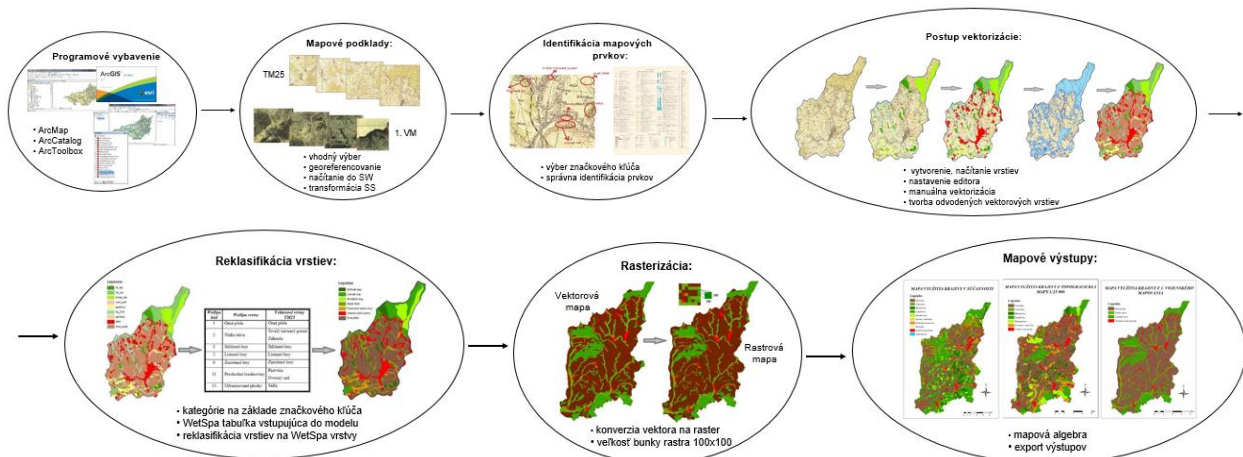
V práci bolo jednou zo základných úloh spracovanie historických mapových podkladov z rôznych období, ich následná analýza a porovnanie so stavom zobrazujúcim súčasný spôsob využitia krajiny. Vzhľadom na to, že sme sa zaoberali analýzou zmien, ktoré vznikali na základe zmien v spôsobe využitia krajiny, aplikovali sme nakoniec na toto povodie zrážkovo-odtokový model WetSpa. Výsledky z neho mali potvrdiť analýzu, prípadne ju doplniť o hydrologické poznatky a zistiť, či má spôsob využitia krajiny, a do akej miery, vplyv na odtokové pomery v povodí. Nato, aby sa podarilo splniť uvedené ciele práce, bolo nutné oboznámiť sa so záujmovým územím povodia, problematikou, mapami a mapovaniami na danom území, ako aj vhodným softvérovým vybavením. Predovšetkým však bolo potrebné zvoliť si určitú metodiku, na základe ktorej sa vykoná spracovanie historických i súčasných máp.

## Návrh metodického postupu vektorizácie historických máp

Spracovanie, resp. vektorizácia historických máp si, vzhľadom na pomernú náročnosť spracovania podkladov v prostredí ArcGIS, vyžadovala i znalosť použitého softvéru, jeho štruktúru a možnosti pri práci s ním. Okrem toho bolo potrebné priblížiť dostupné mapové podklady, spôsob ich spracovania, podrobnosť ako aj presnosť zobrazenia mapových prvkov. Preto bola celá časť digitalizácie spracovaná formou *metodického návrhu postupu vektorizácie historických máp*:

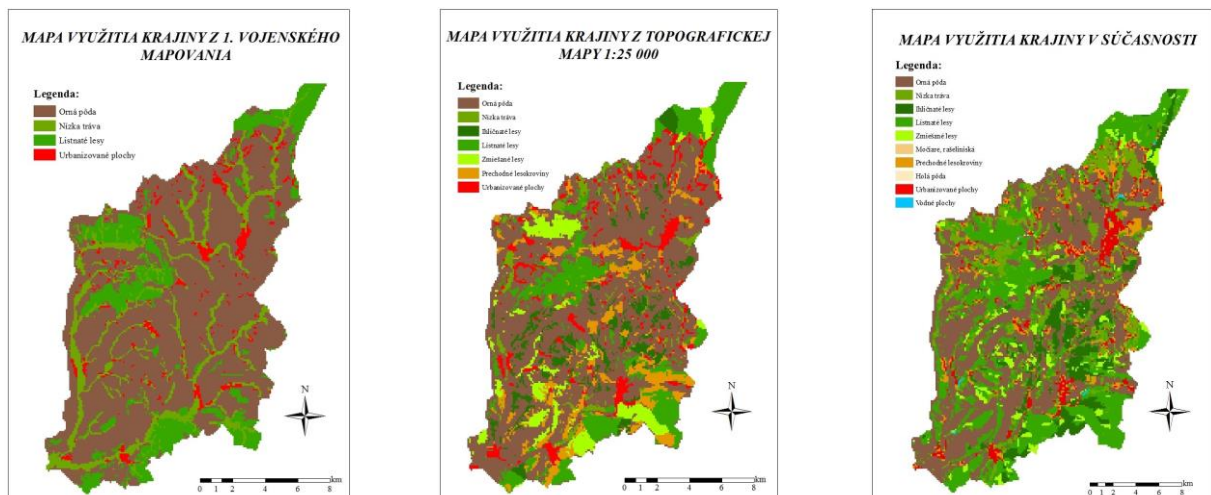
1. Programové vybavenie (ArcGIS 10.2)
2. Mapové podklady (výber, georeferencovanie, transformácia súradnicového systému, ...)
3. Identifikácia mapových prvkov (pomocou značkového kľúča)
4. Tvorba a editácia vrstiev (načítanie, nastavenie, vlastnosti, manuálna vektorizácia, ...)
5. Reklasifikácia vektorových vrstiev (pomocou WetSpa tabuľky)

6. Tvorba rastrových máp (konvertovanie vektora na raster)
7. Mapové výstupy (mapová kompozícia, veľkosť výkresu, export, ...)



Obr. 8 Grafická schéma postupu vektorizácie mapových podkladov

Na základe navrhovaného metodického postupu spracovania boli zvolené mapové podklady (1.VM, TM25), ktoré sme z rôznych hľadísk považovali za najvhodnejšie historické podklady pre digitalizáciu, resp. vektorizáciu. Na oboch mapách bolo, buď pomocou značkového kľúča, alebo inej zvolenej metodiky, identifikovaných niekoľko druhov krajinných prvkov. Počet týchto mapových prvkov sa pre jednotlivé mapové diela líšil, a to najmä z dôvodu, že detailnosť a kvalita spracovania diel boli na rôznej úrovni. Pri podkladoch z TM25 nebol problém s určovaním prvkov, pretože mapový kľúč bol totožný so zákresom v mape a identifikácia bola pomerne jednoduchá. Určených bolo deväť rôznych prvkov, resp. spôsobov využitia záujmového územia: ihličnatý les, listnatý les, zmiešaný les, ovocný sad, pastvina, trvalý trávnatý porast (lúka), záhrada, sídla a orná pôda. Na mapách z 1. VM je zjavná menšia detailnosť spracovania, keďže ide o najstaršie mapovanie na našom území a vôbec vo svete. Identifikovateľných je len pár základných plôch, ktoré sú zakreslené buď jednoduchými značkami, alebo len zmenou tónu farby. Preto boli prvky na vojenských mapách rozpoznávané skôr intuitívne. Na podkladoch vojenských máp boli rozpoznané štyri plochy využitia daného územia: plochy lesa (listnaté lesy), trvalého trávnatého porastu (nízka tráva), ornej pôdy a urbanizované plochy. Súčasná mapa využitia územia, ktorá slúži pre porovnanie súčasného a minulého stavu územia rozoznáva až desať prvkov na danom území: ihličnatý les, listnatý les, zmiešaný les, nízka tráva, orná pôda, močiare a rašeliniská, prechodné lesokroviny, holá pôda, urbanizované plochy a vodné plochy. Identifikované krajinné prvky boli manuálne vektorizované a následne z nich boli, pomocou rôznych analýz, vytvorené vektorové mapy. Mapy však bolo treba reklasifikovať na základe WetSpa tabuľky tak, aby vektorové vrstvy zodpovedali triedam použiteľným pri modelovaní v ďalšom kroku spracovania. Nakoniec, pre potreby modelovania odtoku z povodia, bolo nutné vytvoriť rastrové mapy. Z tohto dôvodu bolo nutné naskenované historické mapy vektorizovať a získať z nich informáciu o type využitia územia. Následným konvertovaním vektorových vrstiev do rastrových vznikla rastrová mapa využitia krajiny (land use), ktorá je jednou zo základných vstupných máp do zrážkovo-odtokového modelu WetSpa.



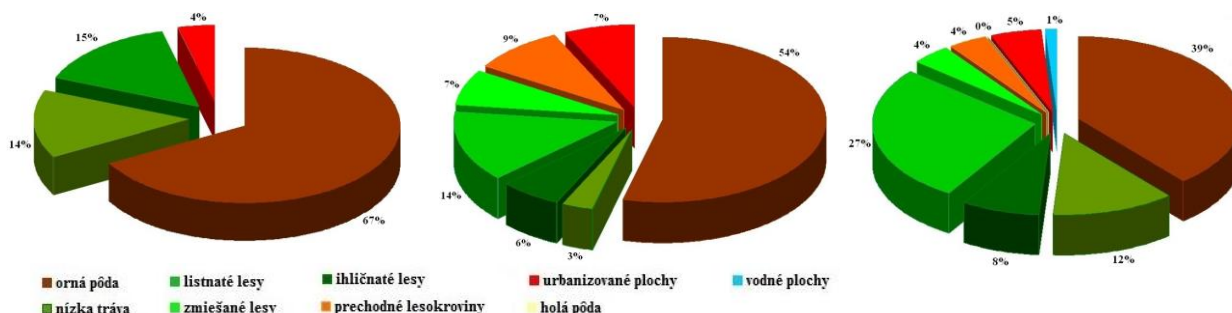


Obr. 9 Rastrové mapy využitia územia (1.VM, TM25, súčasný land use)

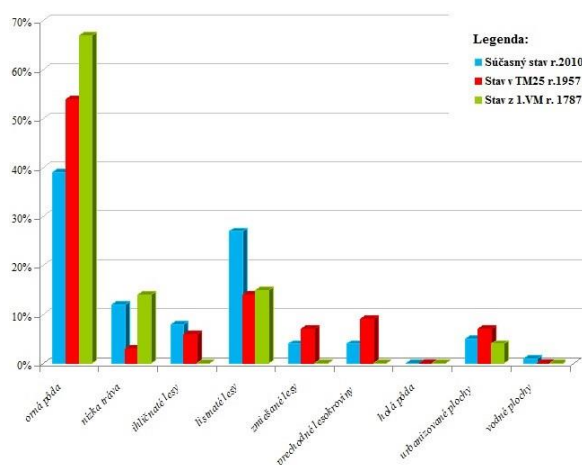
Výsledkom celého procesu spracovania mapových podkladov boli tri grafické výstupy v podobe rastrových máp spôsobu využitia krajiny pre riešené časové obdobia. Na nich sme mohli pozorovať značné zmeny medzi súčasným stavom a stavom z historických máp, najmä na plochách lesa a poľnohospodárskej pôdy. Na mape z 1. VM boli rozsiahle plochy ornej pôdy, pričom lesy pokrývali len malú časť tohto územia. Stav na mape odzrkadľoval skutočný stav ovplyvnený kopaničiarskou kolonizáciou. Spôsob využitia územia z TM25 reagoval na vtedajšie spoločenské zmeny, resp. socialistickú kolektivizáciu poľnohospodárstva. Sceleňovaním pozemkov ornej pôdy dochádzalo na ťažko dostupných miestach k opätovnej výsadbe lesov. Preto už na týchto mapách pokrývala poľnohospodárska pôda menšiu časť územia a narastali plochy lesov, pričom sa okrem pôvodných listnatých lesov vyskytovali už aj ihličnaté a zmiešané lesy. Súčasný landuse zobrazuje pomerne vyváženú krajinu, kde orná pôda a lesy pokrývajú zhruba rovnakú časť územia.

### Analýza spôsobu využitia územia

Okrem vizuálneho porovnania grafických výstupov, medzi súčasným využitím krajiny a stave na historických podkladoch, sme vykonali analýzu týchto máp. V podstate išlo o číselné, resp. percentuálne vyjadrenie daných druhov plôch, resp. zastúpenia jednotlivých typov využitia územia. Na mape z 1.VM zaberala orná pôda takmer 70 % celkovej plochy územia a lesy pokrývali len 15 %. Situácia sa po 2. svetovej sa zmenila a na mape z TM25 bol vidieť úbytok poľnohospodárskych plôch skoro o 20 % a nárast lesných porastov o viac ako 10 %. Či už vplyvom väčšej uvedomelosti človeka, alebo vplyvom rôznych organizácií na ochranu pôdy, krajiny či životného prostredia môžeme konštatovať, že spôsob využitia krajiny sa mení k lepšiemu. Dramatické zmeny v spôsobe rozmiestnenia a využívania územia nastali dávno predtým, hlavne vplyv kolonistov, intenzívneho obhospodarovania pôdy a neskôr vplyv kolektivizácie, ktoré narušili harmonickú štruktúru krajiny. Dnes, na základe súčasného využitia krajiny, dosiahli lesy oproti pôvodnému stavu (1.VM) nárast o viac ako polovicu a plochy ornej pôdy klesli približne o 30 %. Týmto sa pomer medzi poľnohospodárskou pôdou a lesom vyrovnal a takýto vyvážený spôsob využitia krajiny môže mať priaznivý vplyv i na odtokové pomery v danom povodí.



Obr. 10 Grafické znázornenie %-neho zastúpenia jednotlivých typov využitia krajiny (1.VM, TM25, súčasný land use)



Obr. 11 Grafické porovnanie %-neho zastúpenia jednotlivých typov využitia krajiny

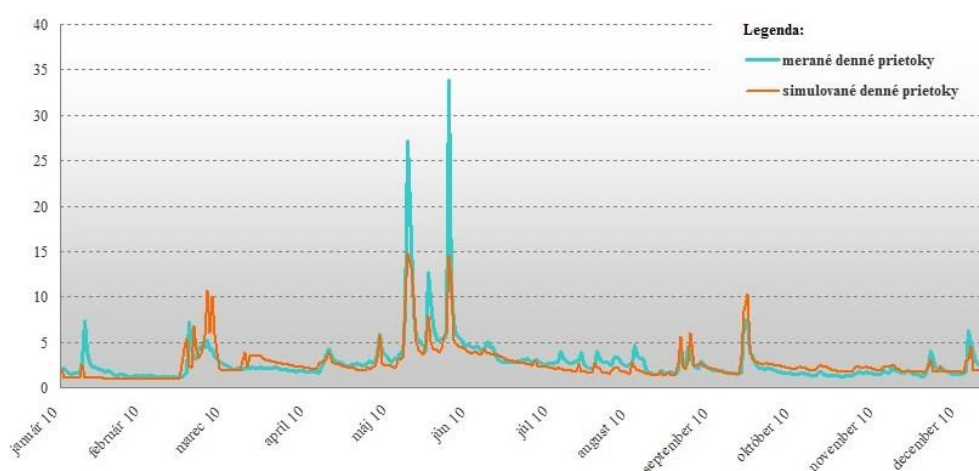
Tab.1 %-ne zastúpenie typov využitia krajiny

| Typy využitia krajiny (WetSpa) | %-ne zastúpenie 1.VM | %-ne zastúpenie TM25 | %-ne zastúpenie SUC |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Orná pôda                      | 67%                  | 54%                  | 39%                 |
| Nízka tráva                    | 14%                  | 3%                   | 12%                 |
| Ihličnaté lesy                 | -                    | 6%                   | 8%                  |
| Listnaté lesy                  | 15%                  | 14%                  | 27%                 |
| Zmiešané lesy                  | -                    | 7%                   | 4%                  |
| Prechodné lesokroviny          | -                    | 9%                   | 4%                  |
| Holá pôda                      | -                    | -                    | 0%                  |
| Urbanizované plochy            | 4%                   | 7%                   | 5%                  |
| Vodné plochy                   | -                    | -                    | 1%                  |

Analýzou týchto výstupných máp sa potvrdilo, čo bolo na pohľad zrejmé a to, že sa využitie krajiny v danom povodí mení. V minulosti, vplyvom vtedajšej doby, prevládala v značnej miere najmä poľnohospodárska pôda. Tá bola prelínaná najmä nízkymi trávami v podobe lúk a pasienkov a postupne narastajúcimi plochami lesných porastov. Dodnes klesla výmera ornej pôdy oproti minulosti skoro o 30 %, postupne narastajú plochy ihličnatých lesov, ale najmä počet listnatých lesov. Výstavbou vodných nádrží v lokalite pribúda i počet vodných plôch.

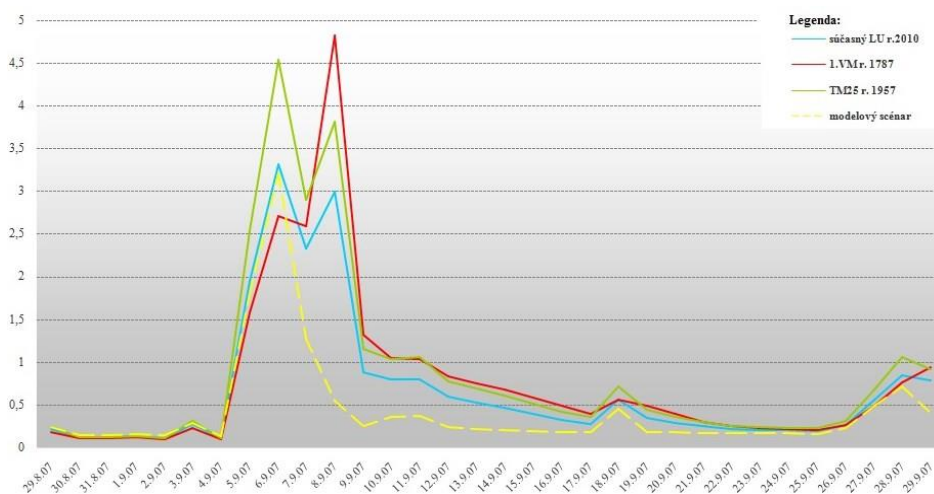
### Modelovanie odtoku z povodia

Výsledkom modelovania sú tri druhy výstupných hodnôt. Prvou z nich bolo stanovenie koeficientu Nash – Sutcliffe (NS) ako kritérium zhody medzi pozorovanými a namodelovanými údajmi. Zhoda je tým väčšia, čím je koeficient bližší k hodnote 1. V našom prípade dosahoval hodnotu 0,646, čo znamená, že model dosahuje viac ako priemernú presnosť výsledkov. Ďalej sme vypočítali priemerné denné prietoky pre celé riešené obdobie (1997-2010), ktoré sme následne spracovali vo forme grafov. V prvom grafe sme porovnali merané, resp. reálne a simulované hodnoty denných prietokov. Na základe spomínaného koeficientu NS vieme, že sa krivky denných prietokov vykreslili s viac ako 50 % -nou zhodou.



Obr.12 Grafické porovnanie meraných a simulovaných priemerných denných prietokov (rok 2010)

Druhý graf nám poskytuje pohľad na porovnanie hodnôt simulovaných denných prietokov navzájom medzi sebou (landuse, 1.VM, TM25 a alternatíva lesy + sídla). Porovnanie sme vykonali na jednom vybranom mesiaci (29.8.-29.9.) v roku 2007, kde boli dobre viditeľné odchýlky medzi jednotlivými priebehmi prietokov. Z grafu je zrejmé, že najnižšie hodnoty denných prietokov dosahuje modelové územie s prirodzenými lesnými porastmi, ale pomerne nízke denné prietoky dosahuje aj súčasné využitie územia. Najvyššie hodnoty priemerných denných prietokov vykazuje variant z 1.VM. Tento graf však zobrazuje zanedbateľnú časť z 13-tich rokov a celkovú hydrologickú bilanciú určujú až jej jednotlivé zložky, ktoré ovplyvňujú dané územie.



Obr.13 Grafické porovnanie priemerných denných prietokov všetkých variantov využitia územia

Tab. 2 Zložky hydrologickej bilancie a ich vzájomné porovnanie

| Riešené obdobia a navrhované varianty | Priemerná pôdna vlhkosť [mm] | Evapotranspirácia [mm] | Povrchový odtok [mm/rok] | Hypodermický odtok [mm/rok] | Podzemný odtok [mm/rok] | Celkový odtok [mm/rok] | Porovnanie so súčasným stavom | Celkový odtok [mm/rok] | Evapotranspirácia [mm] |
|---------------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| súčas. LU                             | 322,9                        | 548,0                  | 14,3                     | 46,4                        | 111,9                   | 172,4                  | súčas. LU                     | 172                    | 548                    |
| TM25                                  | 279,3                        | 545,7                  | 12,2                     | 47,6                        | 113,6                   | 173,4                  | TM25                          | - 1                    | - 2                    |
| 1.VM                                  | 286,0                        | 544,8                  | 17,6                     | 46,5                        | 115,6                   | 179,7                  | 1.VM                          | + 8                    | - 3                    |
| lesy+sídla                            | 483,9                        | 560,0                  | 12,0                     | 43,6                        | 104,1                   | 159,7                  | lesy+sídla                    | - 12                   | + 12                   |

Najväčší priemerný celkový odtok (za obd. 1997-2010) vykazuje spôsob využitia krajiny z 1.VM, čo potvrdzuje výsledky analýzy historických máp. Zapríčinené je to najmä tým, že z celkovej plochy územia zaberala skoro 70 % orná pôda a lesy, ktoré zachytávajú zrážky, pokrývajú len 15 %. V priamej závislosti s celkovým odtokom je hodnota evapotranspirácie. Čím je evapotranspirácia vyššia, tým je celkový odtok nižší a naopak. V našom prípade môžeme vidieť, že najnižšiu hodnotu evapotranspirácie dosahuje 1. VM pred TM25 len o 1 mm. Závisí to od toho, že ide o výpar nielen z rastlín ale aj z pôdy, a v tom prípade je plocha, z ktorej sa tvorí výpar väčšia pri 1. VM (orná pôda: 67 % + lesy: 15 % + tráva: 14 %) ako pri TM25 (orná pôda: 54 % + lesy: 27 % + tráva: 3 %). Preto, i keď je celkový odtok pri TM25 menší o 7 mm/rok, rozdiel hodnôt evapotranspirácie je minimálny. V prípade, ak by sa na danom území nachádzali iba prirodzené lesné porasty a urbanizované plochy, bol by celkový odtok najnižší práve tu. Evapotranspirácia by dosahovala maximálne hodnoty rovnako, ako pôdna vlhkosť, ktorú ovplyvňuje hĺbka koreňovej zóny a tá je u lesov najväčšia. Na základe dosiahnutých výsledkov sme zistili, že súčasný spôsob využitia krajiny sa javí ako najlepší prípad, napriek tomu modelovanie vykazuje rôzne anomálie. Tieto môžu potom do istej miery ovplyvniť výsledné výstupy. Napríklad, model nevie rozlíšiť malé mozaikovitě rozčlenené polička ornej pôdy od veľkoblokových lánov, pričom tento fakt môže v skutočnosti ovplyvňovať tvorbu erózných procesov.

## Záver

Tento príspevok sa venuje spracovaniu historických mapových podkladov (1.VM, TM25), ich následnej analýze a nakoniec posúdeniu vplyvu zmien využitia územia v rôznych časových obdobiach na odtok z povodia. Povodie rieky Myjava sme spracovávali po vodomernú stanicu Jablonica, ktoré bolo počas sledovaného obdobia ovplyvnené rôznymi zmenami. Digitálne mapové podklady boli na základe navrhnutého metodického postupu vektorizované a následnou analýzou bolo vyjadrené percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov využitia krajiny (orná pôda, sídla, lesy...). Najdramatickejšie zmeny pozorujeme počas kopaničiarskej kolonizácie (1.VM), kedy boli vyrúbané v sledovanej lokalite obrovské plochy lesov. Dnes, na základe súčasného využitia krajiny, dosiahli lesy oproti 1.VM nárast o viac ako polovicu a plochy ornej pôdy klesli o takmer 30 %. V ďalšom postupe sme na sledované územie aplikovali odtokový model WetSpa, ktorý nám potvrdil, že zmeny vo využití krajiny majú vplyv na odtokové procesy v povodí. Najvyšší celkový odtok vykazuje 1.VM, keďže v tomto období bolo vyrúbané veľké množstvo lesných plôch, ktoré boli nahradené ornou pôdou, čo negatívne vplýva na samotné hydrologické procesy v krajine. Z dosiahnutých výsledkov môžeme povedať, že aj keď je toto územie z hľadiska odtokových pomerov nevhodné, mozaiková štruktúra polí doplnená medzami a remízkami znižuje riziko vzniku erózných procesov na danom území. Tieto aspekty však v takomto hydrologickom modeli nevieme zohľadniť. Najlepšie reálne výsledky dosahujeme práve pri súčasnom využití krajiny. Evapotranspirácia pri súčasnom stave, v porovnaní s ostatnými, dosahuje najvyššie hodnoty, z čoho vyplýva, že krajina má pestrú a vyváženú štruktúru, kde je okrem ornej pôdy a lesov i množstvo iných plôch, z ktorých sa tvorí výpar. Napriek tomu, že celkový odtok z povodia nie je nebezpečný, je krajina ohrozená eróznymi procesmi. Tie vznikajú predovšetkým vplyvom sústredeného povrchového odtoku, ktorý sa vytvára na poľnohospodárskej pôde. Tento fakt je spôsobený zmenou obrábania pôdy vplyvom kolektívizácie v polovici 20. storočia, kedy sa mozaikovitá štruktúra polí scelovala do veľkých družstevných lánov, čím sa stala náchylnejšou na vznik erózných procesov. Na záver môžeme konštatovať, že zmeny vo využívaní krajiny majú vplyv na odtokové pomery. Súčasný land use je z tohto hľadiska najvhodnejší. Dnešné rozčlenenie ornej pôdy však upozorňuje na to, že môže dochádzať k tvorbe erózných procesov, ktoré môžu viesť k degradácii pôdy a v neposlednom rade k tvorbe bahenných povodní. Preto by bolo vhodné sa venovať problematike pôdy nielen z hľadiska jej ochrany pred eróziou, ale pokúsiť sa aj o jej lepšie priestorové členenie, a prípadne o doplnenie medzí, remízok, či protierózných lesných pásov.

## PodĎakovanie

*Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV- 0303-11, Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR v rámci projektu č. VEGA 1/0710/15 a Európskou komisiou v rámci projektu 7RP RECARE, kontrakt č. 603498.*

## Literatúra

Belčáková, I.: *Ochrana, tvorba a manažment krajiny*. Bratislava, Trio Publishing, s.r.o. 2013, ISBN 978-80-89552-37-5, 128s.

Stankoviansky, M.: *Antropogénne zmeny krajiny myjavskej kopaničiarskej oblasti*, Životné prostredie, Vol. 31, 1997/2, 6 s.

Cajthaml, J., Krejčí, J.: *Využití starých map pro výzkum krajiny*. Praha, Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 2008.

Žarnovičan, H.: *Lesné spoločenstvá východnej časti Myjavskej pahorkatiny*, Phytopedon, Bratislava, Vol. 7, 2008/2, s. 230–239.

Heinrichová, M.: *Spoločenský prejav a hodnoty historickej krajiny*. Bratislava, STU 2012, ISBN 978-80-227-3808-8, 152 s.

Oťaheľ, J., Feranec, J.: *Výskum a mapovanie využitia krajiny: minulosť a súčasnosť v kontexte Slovenska*. Bratislava, Geografický ústav SAV, „Geografický časopis“, 2006.

Zeman, M.: *Staré mapové diela na Slovensku a ich publikovanie na internete*. [online], Banská Bystrica, Slovenská agentúra životného prostredia, „Kartografické listy“, 2012, s. 55-61. Dostupné na internete: <http://gis.fns.uniba.sk/kartografickelisty/archiv/KL20/6.pdf>

Machajdíkova, E., Ragačová, J.: *Slovakia on maps from the 16th to 20th centuries*. [online], Bratislava, „Kartografické listy“, 2005, s. 83-91. Dostupné na internete: <http://gis.fns.uniba.sk/kartografickelisty/archiv/KL13/10.pdf>

Jakubík, J.: *Vývoj vojenskej kartografie na území Slovenska*. [online], Banská Bystrica, Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Katedra geografie, geológie a krajinnej ekológie, „Kartografické listy“, 2012, s. 28-38. Dostupné na internete: <http://gis.fns.uniba.sk/kartografickelisty/archiv/KL20/3.pdf>

Hlásny, T.: *Geografické informačné systémy- Priestorové analýzy*. Národné lesnícke centrum- ZEPHYROS, Lesnícky výskumný ústav, Zvolen, 2007, ISBN 978-80-8093-029-5, 160 s.

Koreň, M.: *Geografický informačný systém ArcGIS*. [online], Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, LF, KHÚLG, „Učebný text“, 2014, ISBN 978-80-228-2702-7, 120 s. Dostupné na internete: [http://gis.tuzvo.sk/tiki-download\\_file.php?fileId=437](http://gis.tuzvo.sk/tiki-download_file.php?fileId=437)

Koreň, M.: *Aplikácie GIS v lesníctve*. [online], Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, Slovenská asociácia pre geoinformatiku, 2007, ISBN 978-80-228-1816-2, 167 s.

Rončák, P.: *Parametrizácia zrážkovo-odtokových modelov pre modelovanie odtoku v podmienkach zmeny klímy*. Písomný projekt dizertačnej práce. Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Bratislava, 2013.

Rončák, P.: *Vplyv využitia krajiny v rôznych obdobiach na hydrologické procesy v povodí Hron*. Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Bratislava, 2013.

Horvát, O., Danihlík, R., Velčická, L., Szolgay, J.: *Využitie hydrologického distribuovaného modelu WetSpa v povodí Hornádu*. Stavebná fakulta STU, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Bratislava v spolupráci so: Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, 2010, 14s.