

# HYDROLOGICKÁ BILANCIA V TRADIČNEJ POĽNOHOSPODÁRSKEJ KRAJINE (MODELOVÉ ÚZEMIE, LIPTOVSKÁ TEPLIČKA, SLOVENSKÁ REPUBLIKA)

## HYDROLOGICAL BALANCE IN TRADITIONAL AGRICULTURAL LANDSCAPE (MODEL AREA LIPTOVSKÁ TEPLIČKA SETTLEMENTS, SLOVAKIA)

Daniel KUBINSKÝ<sup>1</sup>, Zdena KRNÁČOVÁ<sup>2</sup>, Pavol KENDERESSY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Slovenská agentúra životného prostredia, Tajovského 28, 975 09 Banská Bystrica,  
e-mail: daniel.kubinsky@sazp.sk

<sup>2</sup>Ústav krajinnej ekológie SAV, Štefánikova 3, P. O. Box 254, 814 99 Bratislava  
e-mail: zdena.krnacova@savba.sk, pavol.kenderessy@savba.sk

**Abstract:** *Hydrological balance, or even the water regime, occurs relatively often in the solution of research in the field of ecology, environmental studies and especially hydrology. There are many ways and methodologies to determine it at your chosen location. Some are based on accurate landscape measurements in a given location and subsequent accurate mathematical modelling. (Antal, et al., 2002) Other procedures are based on existing data with the application of expert estimation to supplement and refine the selected parameters. In our study, they were based on relatively accurate measurements of climatic data, soil and landscape cover. The hydrological balance is always related to a certain time period (daily, monthly, annual, multiannual). The study was based on accurate year-round measurements of climate data.*

**Key words:** *hydrological balance, soil parameters, parameters of secondary landscape structures, climatic data, retention capacity in the landscape (LWRC), digitálny model reliéf*

### Úvod

Obdobie klimatických zmien a zmien v krajinej pokrývke predstavuje stále významnejší dôraz na výskum retenčnej schopnosti krajiny, kde sa v dôsledku uvedených zmien zvyšuje riziko voľného odtoku vody s následnými záplavami v inundačných územiach. Ide o územia priľahlé k vodnému toku, ktoré sú počas povodní zvyčajne zaplavované vodou vyliatou z koryta.

V roku 2010 bol vládou Slovenskej republiky schválený Program revitalizácie krajiny a Integrovaného manažmentu povodí (IMP) Slovenskej republiky (ďalej len Program revitalizácie krajiny). Človek pretváraním krajiny mení prírodnú krajinu na kultúrnu krajinu, čím napĺňa svoje potreby. Len v minimálnej miere však pri jej pretváraní napĺňa aj potreby zachovania ekosystémových funkcií krajiny. V dôsledku tohto konania, na tej istej

výmere územia, sa oslabuje plošná retenčná schopnosť krajiny, urýchľuje sa odvádzanie vôd z povodia. Dôležitým krokom pri riešení integrovaného manažmentu povodia je prijatie smernice 2000/60/ES. Jej účelom je vytvoriť integrovaný vodný rámec pre politiku EÚ s cieľom chrániť fyzickú a biologickú integritu vodných systémov a znížiť negatívny tlak na zdroje pitnej vody (smernica 2000/60/ES, 2000).

V súvislosti s jej retenciou bolo vypracovaných niekoľko adaptačných stratégií pre IMP (Lepeška, 2007a, 2001; Kravčík et al., 2007; Szolgay, 2010; Hlaváč et al., 2009), v ktorých sa spomínajú možnosti racionálneho nakladania s vodou a možnosti jej zadržania v krajine. Takisto sú uvedené aj možnosti jednotlivých odvetví na zmiernenie negatívnych účinkov globálnej zmeny na krajinu, ako aj na výrobný cyklus. Treba však spomenúť i množstvo publikácií, ktoré sa zaoberajú optimalizáciou využívania krajiny, udržateľným vývojom, ochranou pôdy a pôdnymi pomermi, hydrológiou tokov, charakteristikami lesnej i nelesnej krajiny, ochrany prírody a krajiny a všetkými prvkami a zložkami krajiny, s ktorými je voda ako integrujúci prvok prepojená a ktoré prinášajú základné analytické podklady pre IMP (Falkenmark, Rockström, 2010; Van Beek, 1981).

Odtok v nemalej miere priamo ovplyvňujú viaceré charakteristiky územia: sklon a orientácia, priepustnosť pôdy (zmitosť pôd), krajinná pokrývka (land cover) a ďalšie. Odtokové hodnoty sa dajú získať z existujúcich hydrologických modelov alebo si ich vieme expertne odvodiť z dostupných podkladov, ako sú digitálne modely reliéfu (DMR), priepustnosť pôd a charakter krajinej pokrývky, prípadne využiť vlastné merania. Celkový odtok sa delí na ďalšie tri kategórie. Pre prípad modelovania hydrologickej bilancie v oblasti riešenia environmentálnych úloh sa často počíta iba s prvou kategóriou – povrchový odtok  $Q_p$ . Práve povrchový odtok je časť vody, ktorá územie veľmi rýchlo opúšťa. Naopak podpovrchový odtok  $Q_h$  a základný odtok  $Q_b$  je množstvo vody, ktorá v území zostáva, pretože odteká veľmi pomaly. V nadväznosti na modelovanie zraniteľnosti podzemných vôd je práve táto časť odtoku transportné médium pre infiltráciu kontaminantov do prostredia podzemných vôd. Na výpočet množstva povrchového odtoku môžeme použiť napríklad metódu výpočtu podľa CN kriviek, prípadne existujúce toolsety pre GIS softvér.

## Metodické postupy

Metóda výpočtu podľa CN krivky je často používaná metóda na to, ako zistiť retenčné charakteristiky povodia a priamy povrchový odtok v ňom. Na základe priradenia jednotlivých pôd k hydrologickej skupine je možné stanoviť retenciu pôdneho povrchového odtoku a na jeho základe stanoviť objem povrchového odtoku v povodí. Metóda CN kriviek stanovuje výslednú hodnotu odtoku (povrchového a podpovrchového), ako množstvo spadnutých zrážok, ktoré prejdú záverom profilu povodia. Metóda CN vychádza z predpokladu, že pomer objemu odtoku k úhrnu zrážok je rovný objemu vody zadržanej pri odtoku k potenciálnemu objemu, ktorý môže byť zadržaný. Odtok zvyčajne začína až po určitej akumulácii zrážok a po prvotnej strate danej infiltráciou a povrchovou akumuláciou zrážok.

## Hydrologická bilancia v testovanom území

Hydrologická bilancia (water balance, water budget) tvorí vyhodnotenie prírastkov a úbytkov množstva vody a zmeny jej akumulácie vo vodnom útvaru za zvolený časový interval. Pri jej výpočte odpočítavame objem všetkých odtokov vody z vodného útvaru od objemu všetkých prítokov a vyhodnocujeme zmeny akumulácie vody v ňom so zvoleným výpočtovým krokom (napr. deň, mesiac, rok) spravidla za dlhšie obdobie (Antal a kol., 2002).

### Vstupné analytické dáta na výpočet hydrologickej bilancie

- hodnota rastra potenciálnej evapotranspirácie v mm vzhľadom na využívanie krajiny (všetky mesiace v priebehu roka 2018, v GIS-e otvoriteľnom rasti.) (Slovenská agentúra životného prostredia)
- súčasná krajinná štruktúra (prevažujúce prvky využitia krajiny) - Ortofotomapa © Geodis Slovakia, s. r. o, 2003; Letecké snímkovanie a digitálna ortofotomapa © Eurosense, s. r. o, 2003). Tieto boli verifikované rekognoskačným terénnym prieskumom v roku 2015-2017.
- rastrová reprezentácia: DMR s rozlíšením 10x10 m
- typy pôdno-substrátových jednotiek – vektorová dátábáza (NPPC, 2014), prevedená do hydrologických skupín
- databáza monitoringu klimatických údajov o zrážkach a teplotách vzduchu (miestna hydrometeorologická stanica, po mesiacoch za rok 2018)
- použitý softvér na vytvorenie údajovej vrstvy a jeho verzia: ArcGIS Desktop 10.6.1.

Základný vzorec na výpočet hydrologickej bilancie vyjadruje rozdiel vstupov a výstupov vody v území a výsledná hodnota je množstvo zásob vody napríklad v mm za určité obdobie, ktoré v území zostáva:

$$\Delta S = P - (E + T) - Q$$

Kde:

$\Delta S$  – zmeny v zásobách vody v území (hydrologická bilancia)

P – zrážky

E a T – evaporácia a transpirácia (označovaná tiež evapotranspirácia)

Q – celkový odtok

### Výpočet evapotranspirácie

Evapotranspirácia bola počítaná metódou Turc, (1961)

$$PET = 0.013 \times \left[ \frac{T}{(T + 15)} \right] \times (R + 50)$$

Kde:

PET – potenciálna mesačná evapotranspirácia (mm)

T – priemerná mesačná teplota vzduch (°C)

R – priemerná mesačná radiácia (cal/cm<sup>2</sup>)

Ak je priemerná mesačná teplota rovná alebo menšia ako 0 °C, potom PET = 0 mm. To platí predovšetkým v zimných mesiacoch.

### Výpočet odtoku metódou CN kriviek

Výpočet odtoku metódou CN kriviek je rozdelený na dva základné vstupy, a to priradenie pôd v území do hydrologickej skupiny a priradenie CN parametrov ku konkrétnemu využívaniu územia. Prekrytím mapy hydrologických skupín pôd s mapou využívania územia dostaneme jednotlivé plochy s číselným parametrom CN. Hydrologické skupiny pôd sa delia na 4 základné kategórie (A – pôdy s vysokou rýchlosťou infiltrácie; B – pôdy so stredne vysokou rýchlosťou infiltrácie; C – pôdy s nízkou rýchlosťou infiltrácie; D – pôdy s veľmi nízkou rýchlosťou infiltrácie). Využívanie územia má v danej hydrologickej skupine priradené číslo CN. Vysoké CN hodnoty (napríklad 95) indikujú miesta, kde väčšina zrážok tvorí aj odtok a pôda má nízku schopnosť zadržať vodu. Naopak, nízke hodnoty CN (napríklad 40) indikujú plochy, kde dochádza k vysokému zadržiavaniu zrážok (les na hlbokých pôdach). Metóda výpočtu odtoku prostredníctvom CN kriviek stanovuje výslednú hodnotu odtoku (povrchový a podpovrchový), ako množstvo spadnutých zrážok, ktoré prejdú záverom profilu povodia, <https://www.hydrocad.net/curvenumber.htm>.

Priamy odtok sa v zmysle tejto metodiky počíta ako:

$$H_o = \frac{(H_s - 0,2A)^2}{(H_s + 0,8A)}$$

Kde:

H<sub>o</sub> – priamy odtok [mm]

H<sub>s</sub> – úhrn zrážok [mm]

A – potenciálna retencia pôdy [mm] - na základe CN kriviek ju určíme vzorcom, ako:

$$A = 25,4 \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Prekrytím mapy hydrologických skupín pôd s mapou využívania územia a pôdy dostaneme jednotlivé plochy s parametrom CN. Existujú tabuľky s rôznymi číslami CN a so zaradením na základe predpokladaných podmienok. Súčasné využívanie územia môžeme získať z existujúcich databáz, vektorizáciou z dostupných leteckých snímok, prípadne použitím vrstvy krajiny pokrývky Corine Land Cover.

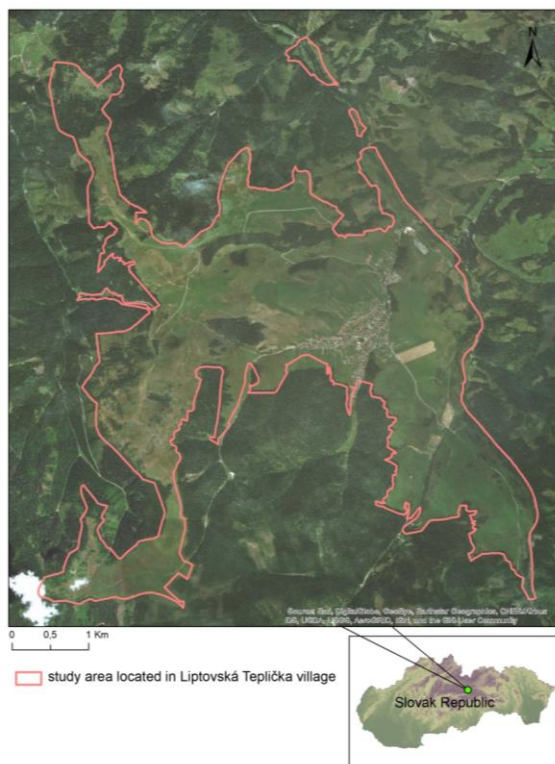
Výpočet odtoku bol realizovaný v prostredí ArcMap prostredníctvom rastrovej kalkulačky, pričom výsledný raster tvorili jednotlivé bunky nesúce informáciu o množstve odtoku v mm.

## Modelové územie

Krajina Liptovskej Tepličky predstavuje horský typ sídla v podmienkach reliéfu eróznodenučačnej brázdy predhoria Nizkých Tatier v povodí Čierneho Váhu. Podľa autorov Hreško, Petluš a kol., (2015) je územie situované do reprezentatívneho geoeosystému polygénnych pahorkatín a rozčlenených pedimentov pôvodne s jedľovo-smrekovými lesmi v rámci SV časti geologického regiónu Nízkyh Tatier. Celková rozloha katastrálneho územia podľa databázy Štatistického úradu Slovenskej republiky (ŠU SR) je 9845,8 ha. Na obrázku 1 prezentujeme geografickú polohu modelového územia.

Dominantnými znakmi modelovej krajiny horského sídla Liptovskej Tepličky je predovšetkým využitie vhodnej údolnej polohy na vznik a rozvoj sídiel v prostredí otvorenej eróznej brázdy v predpolí vysokohorskej krajiny Nízkyh Tatier. Druhou významnou črtou je spôsob využívania krajiny na báze úzkopásového systému poličok. Na mnohých lokalitách vytvoril sa tak systém svahovo stabilizačných a protieróznych opatrení, ktoré plnili aj ďalšie environmenálne a ekologické funkcie (obr. 1).

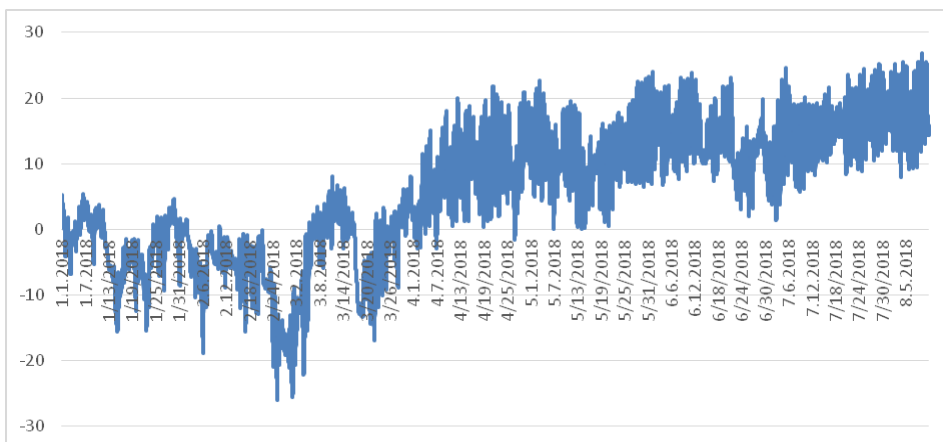
Obr. 1: Geografická poloha testovacieho územia Liptovskej Tepličky



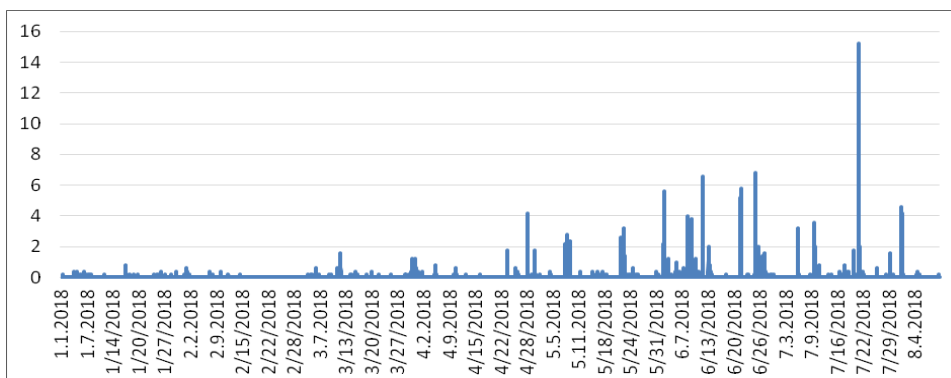
Celkovú krajinnú štruktúru možno vyjadriť najmä indikátormi kompozície (počtom rôznych typov krajinných prvkov) a konfigurácie a priestorových charakteristík prvkov (Bezák, Dobrovodská, 2019). V areáloch historických krajinných štruktúr (HŠPK) výrazne dominuje menšia fragmentácia krajiny a veľkosť jednotlivých plôšok krajinných prvkov v porovnaní s intenzívne využívanou agrárnou krajinou, trávnych porastov (TTP) a pôvodne obrábaných terasovaných políčkoch. Podstatná časť poľnohospodárskej pôdy je využívaná v súlade s prírodnými podmienkami tak aby sa zachoval jedinečný ráz tradične využívaných krajiny a priaznivý stav prvkov historickej krajinnéj štruktúry.

Prevažujúci spôsob využívania agrárnej krajiny je extenzívna a intenzívna lúčna a pasienkova forma. Územie patrí do dvoch klimatických okrskov (Atlas SR, 2002), a síce do chladného horského okrsku s priemernou teplotou v júli od 10 °C po < 12 °C a do mierneho chladného okrsku s klimatickými znakmi v júli od 12 °C po < 16 °C. Ročný priemerný úhrn zrážok je 800 až 1 000 mm, 120 až 140 dní v roku padajú zrážky 1 mm a viac (obr. 2, 3).

Obr. 2: Teplotné pomery (°C) z miestnej meteorologickej stanice (Liptovská Teplička)

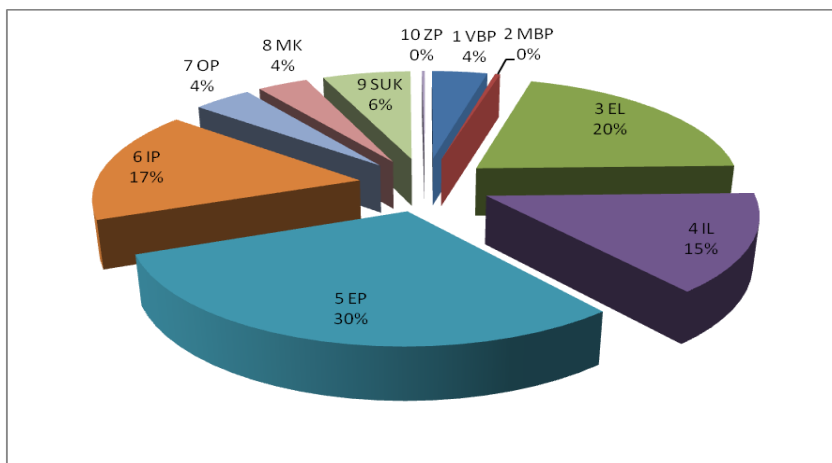


Obr. 3: Zrážkové pomery (mm) z miestnej meteorologickej stanice (Liptovská Teplička)



Tradičná poľnohospodárska krajiny Liptovskej Tepličky zahŕňa mozaiku menších políčk ornej pôdy, plochy kosených a inak obhospodarovaných lúk, spásaných a opustených pasienkov, ale tiež úhorov. Súčasťou krajiny sú aj rôzne typy poloprirodných a prírode blízkych biotopov, ktoré v krajine tvoria rôzne vegetačné formy. Okrem TTP ide často aj o nelesnú drevinnú vegetáciu (NDV), kam patria remízky, brehové porasty, sprievodné porasty, vysadené živé ploty, zasakovacie pásy, opustené územia zarastajúce solitérnymi stromami a krovinami. V súčasnom využívaní krajiny dominujú relatívne kompaktné prvky hospodárskych lesov, do ktorých sa vkladajú výbežky kvetnatých lúk a pasienkov. Mozaika prvkov drevinnej vegetácie sa formuje na okrajoch opúšťaných trvalých (Bezák, Dobrovodská, 2019), (obr. 4).

Obr. 4: Percentuálny prehľad hlavných typov krajiny v poľnohospodárskej časti testovacieho územia



Legenda: MBP – maloblokové polia, VBP – veľkoblokové polia, EL – extenzívne využívané lúky, IL – intenzívne využívané lúky, EP – extenzívne využívané pasienky, IP – intenzívne využívané pasienky, OP – opustené pasienky, MK – mozaiky ornej pôdy a TTP, ZP – zastavané plochy, SUK – sukcesné štádiá drevín (40 % – 80 % pokrývnosti plochy) na opustených plochách.

### Typy pôdno-substrátových pomerov

V rámci modelového územia nachádzame široké spektrum pôd, ktoré podmieňujú vysoká rôznorodosť geologického zloženia. V severnej časti prevažujú na výraznejších svahoch (12° - 15°) kambizeme kultizemné v komplexoch s rankrami kambizemnými plytkými na etralinách flyšových hornín, stredne skeletnaté. Na polygénnych pahorkatinách nachádzame prevažne kambizeme kultizemné s hlbším pôdnym profilom. V rámci modelového územia sa nachádzajú aj izolované lesné porasty, kde nachádzame kambizeme modálne. Na zvretralinách kryštalickej podkladov sa vyvinuli kambizeme



kultizemné (modálne) v komplexoch s rankrami kambizemnými. Prevažne južná časť územia je budovaná kompaktnými dolomitami a vápencami. Na výrazných svahoch ( $12^\circ - 15^\circ$ ) sa vyvinuli Rendziny kultizemné a modálne, stredne až silno skeletnaté, zväčša s plytkým pôdnym profilom. Na polygénnych pahorkatinách nachádzame rendziny kultizemné, stredne skeletnaté, s hlbším pôdnym horizontom. Pôdy sú zväčša stredne hlinité, čo sa týka kambizemí, rendzín, bývajú stredne ťažké až ťažké, spravidla s vysokým podielom skeletu. Na obr. 5 prezentujeme abiotické komplexy, ktoré sme získali syntézou vektorových vrstiev pôdných pomerov a ich druhov (1:10 000), geologických pomerov (1: 50 000), ďalej bol vypočítaný sklon svahu z digitálneho modelu reliéfu (DMR 10x10) a výškových vegetačných stupňov v počítačovom prostredí GIS v programe Arc/Map10. (obr.5, legenda k obr. 5)

Obr. 5: Abiotické komplexy (ABC)





Legenda k obr. 5



<b>Výškové vegetačné stupne (prejav klimatického faktora)</b>	
<b>1</b>	Ph – podhorský 745,58 – 1000 m.n.m.
<b>2</b>	H – horský 1000 – 1550 m.n.m.
<b>3</b>	Sa – subalpínsky – 1550 – 1767,1 m.n.m.

<b>Reliéf – sklon svahu</b>	
<b>1</b>	0 – 3°
<b>2</b>	3 – 7°
<b>3</b>	7 – 12°
<b>4</b>	12 – 17°
<b>5</b>	17 – 25°
<b>6</b>	25° a viac

<b>HPJ pôdny subtyp a pôdotvorný substrát</b>	
<b>12</b>	Fluvizeme kultizemné glejové na fluviálnych piesčitých štrkoch
<b>94</b>	Gleje kultizemné (modálne) na fluviálnych nivných hlinách
<b>78</b>	Kambizeme kultizemné (modálne) v komplexoch s rankrami kambizemnými, plytkými na zvetralinách flyšových hornín
<b>90</b>	Rendziny kultizemné (modálne) stredne hlboké až plytké na karbonatických horninách
<b>92</b>	Rendziny modálne na výrazných svahoch 12-25° na karbonatických horninách
<b>82</b>	Kambizeme modálne na výrazných svahoch 12-25° na zvetralinách flyšových hornín
<b>76</b>	Kambizeme kultizemné (modálne) v komplexoch s rankrami kambizemnými, plytké na zvetralinách kryštalických hornín

<b>Skeletnosť</b>	
<b>0</b>	Pôdy bez skeletu
<b>1</b>	Sľabo skeletovité pôdy
<b>2</b>	Stredne skeletovité pôdy
<b>3</b>	Silne skeletovité pôdy

<b>Pôdny druh</b>	
<b>1</b>	Piesočné a hlinitopiesočné pôdy
<b>2</b>	Hlinité pôdy
<b>5</b>	Piesočnatohlinité pôdy

## Výsledky

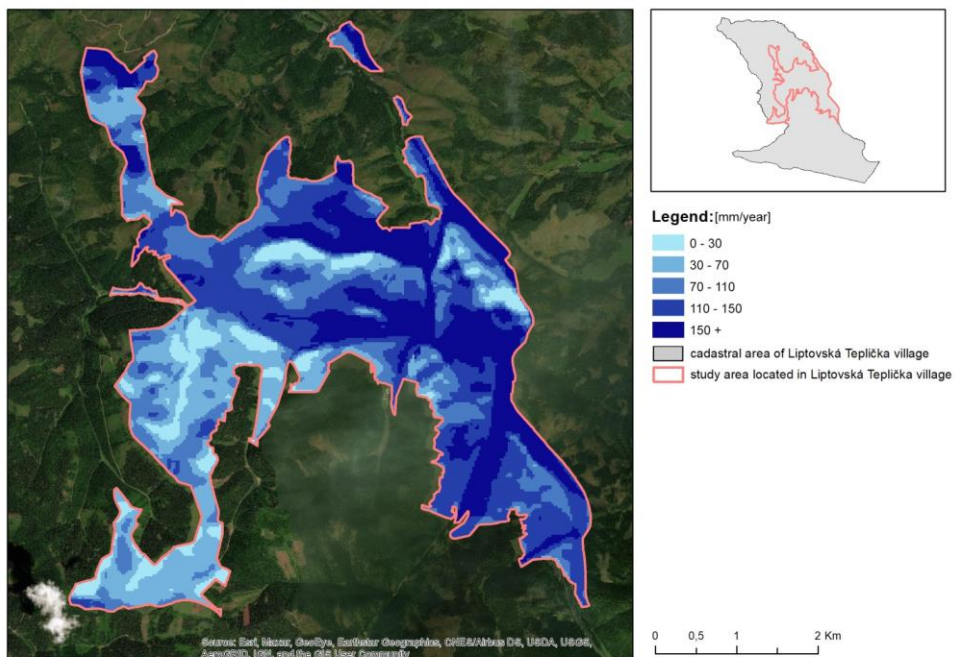
Na identifikáciu hydrických funkcií krajiny dnes už nestačia len hydrologické dáta, ktoré sa doteraz používali pri výpočtoch (odhadoch) hydrologických pomerov krajiny, ktoré na základe hydrologických údajov (atmosferické zrážky, monitoring objemu vody, ktorá preteká miestnymi vodnými tokmi a pod.) uvádzali objemy vody, ktoré zachytáva povodie. Prednostne sa týmto problémom dlhodobo zaoberala hydrológia. Globálne klimatické zmeny však poukázali na to, že vznik záplav, popr. zosuvov je problém ekologický, to znamená, že k výskumu režimu vôd je potrebné pristupovať komplexne a zahrnúť do hydrológie aj atribúty krajiny (využitie krajiny), atribúty pôd, morfometrické údaje, hydrologické údaje. Na základe týchto skutočností bol zavedený koncept „Integrovaný manažment povodí (IMP)“.

V oblasti krajiny s veľmi nízkou až nízkou retenčnou kapacitou (30 - 70 mm/rok) sa nachádzajú, vzhľadom na významný počet polygónov a ich rozlohu, intenzívne využívané pasienky, ale aj extenzívne využívané lúky a extenzívne využívané pasienky. Do tejto kategórie patria aj veľkoblokové polia, ktorých výmera predstavuje plochu (58,96 ha). Ojedinele sa tu vyskytujú aj prídumové záhrady a parkovo upravené plochy. Nakoľko vychádzame zo syntéz ABK, krajinnej pokrývky a orientácie valov, v danom území sa nachádzajú prevažne hlavné pôdne jednotky (HPJ 95) regozeme na výrazných svahoch flyšových sedimentov, stredne ťažké až ťažké (HPJ 82), plytké kambizeme na kryštaliniku, stredne ťažké až ľahké (HPJ 78), rendziny kultizemné a kambizemné, stredne ťažké až ťažké (HPJ 92), a plytké rendziny na výrazných svahoch vápencov a dolomitov (HPJ 90). Vzhľadom na pôdne pomery, plytké profily pôd, ktoré majú veľmi nízku vododržnú kapacitu a vzhľadom na orientáciu valov a terás tieto dominantne podmieňujú veľmi nízku až nízku vododržnú kapacitu krajiny.

V kategórii so strednou retenčnou kapacitou (70 – 110 mm/rok) nachádzame prevažne extenzívne pasienky a lúky. Zo syntéz ABK vyplýva prevaha (HPJ 76) kambizeme kultizemnej v komplexoch s rankrami, so stredne hlbokým pôdnym profilom. Ďalej tu nachádzame rendziny kultizemné (HPJ 90) na karbonatických horninách, plytké až stredne hlboké. Viac-menej prevaha plytkých až stredne hlbokých kambizemí, rendzín a využitie krajiny prevažne lúčnou a pasienkovou formou na polygénnych pahorkatinách podmieňuje celkovo pomerne vysoké straty objemov odtečenej povrchovej vody z atmosferických zrážok a môžeme tak konštatovať, že kapacita zadržiavanej vody je nízka až stredne vysoká

V kategórii s vysokou až veľmi vysokou retenčnou kapacitou (110 – 150 mm/rok a viac) sa nachádza široké spektrum extenzívnych a intenzívnych lúk a pasienkov, ale zastúpený je aj vysoký podiel hydrických prvkov krajinnej pokrývky, vyšší podiel nelesnej drevinnej vegetácie. Z pôd sú tu významne zastúpené (HPJ 12) fluvizeme glejové kultizemné na fluvialných piesčitých štrkoch a gleje v depresných častiach územia (HP J94) kultizemné na fluvialných sedimentoch (obr. 6).

Obr. 6: Priestorová distribúcia zadrživanej vody v modelovom území (Liptovská Teplička)



### Výpočet hydrologickej bilancie v záujmovom území Liptovská Teplička

Na základe uvedených výpočtov z celkových spadnutých zrážok za rok 2018, objem zadrživanej vody v krajine predstavoval len 181,84 mm l/m<sup>2</sup>, čo znamená 22,9 % zo spadnutých atmosferických zrážok. Až 44,9 % vody z celkovo spadnutých zrážok odtieká formou povrchovej a podpovrchovej vody. Je to vysoká hodnota, z čoho vyplýva, že v krajine sú potrebné manažmentové úpravy, ako aj zmeny využitia zeme v kritických hydričkých zónach. Evapotranspirácia predstavuje straty vody výparom, čo v prepočte znamená 32,03 % zo spadnutých atmosferických zrážok (tab. 1).

Tab. 1: Hydrologická bilancia za rok 2018 v testovacom území

Mesiac	Teplota priemer (°)	Zrážky (mm/m <sup>2</sup> )	Evapotranspirácia (mm/m <sup>2</sup> )	Povrchový odtok (mm/m <sup>2</sup> )	Celková bilancia
Január	-2,562088486	20,8	0	0	20,8
Február	-7,794297867	16,0	0	0	16,0
Marec	-3,550252464	65,8	0	9,21	56,59
Apríl	9,00457037	38,6	16,28	24,44	-2,12
Máj	11,40414023	71,0	18,3	38,65	14,05
Jún	13,28311343	162,8	42,34	78,93	41,53
Júl	14,83823902	97,6	52,96	50,32	-5,68
August	15,49273409	84,4	59,31	44,53	-19,44
September	10,40141193	114,8	48,0	57,87	8,93
Október	6,708804659	73,4	16,0	39,71	17,69
November	1,113386111	14,4	1,3	13,81	-0,71
December	-3,781775623	34,2	0	0	34,2
Rok	Priemerná teplota	Spolu zrážky	Spolu evapotranspirácia	Spolu povrchový odtok	Bilancia v mm/m <sup>2</sup> - celý rok
<b>2018</b>	<b>5,503980812</b>	<b>793,8</b>	<b>254,49</b>	<b>357,47</b>	<b>RCWL 181,84</b>

## Záver

Integrovaný prístup k prevencii a ochrane pred povodňami nadobúda čoraz vyššiu dôležitosť a jeho zvládnutie môžu spoluurčovať spoločenské, ekonomické a ekologické limity využívania povodí pri plnení potrieb spoločnosti. Komplexom rôznych cieľných preventívnych technických i netechnických opatrení sa dajú negatívne dôsledky extrémnych povodňových udalostí na spoločnosť do určitej miery zmierniť. (napr. Best practices on flood prevention, protection and mitigation; Flood risk management – Flood prevention, protection and mitigation, COM (2004) 472., SZOLGAY, 2010). Takéto protipovodňové opatrenia môžu byť založené najmä na nasledovných princípoch:

1. na zvyšovaní prirodzenej retenčnej schopnosti územia, napr. zmenou spôsobov využívania územia, obhospodarovania pozemkov a pod., čo sa môže diať aj koordinovane s protieróznou ochranou;
2. na úprave a renaturácii koryt vodných tokov pri súčasnom dodržaní zásad stabilizácie koryta a s dôrazom na jeho revitalizáciu;

3. na zvyšovaní prirodzených retenčných objemov v povodiach a záplavových a inundačných priestoroch tokov;
4. na zvyšovaní retenčnej schopnosti urbanizovaných území výstavbou zelenej infraštruktúry a prírodných retenčných priestorov.

Optimálne rozmiestnenie jednotlivých typov krajinej pokrývky by malo sledovať jej produkčný aj mimo produkčný potenciál (Miština, 2006), požiadavky socio-ekonomickej sféry a potreby ekosystémov a v neposlednej miere aj ohrozenie vplyvom prírodných a antropogénnych stresových faktorov. Rozhodujúce faktory krajiny, určujúce vhodnú distribúciu typov krajinej pokrývky, sú jej geografické a geomorfologické charakteristiky, klimatické, pôdne a hydrogeologické pomery. Je nevyhnutné, aby pôdu chrániace prvky a hydricky účinné typy krajinej pokrývky boli stabilizované prioritne na svahovitých územiach, v oblastiach s vysokými úhrmi zrážok, na plytkých pôdach, v oblastiach rozvodníc, prameňov a vodných tokov, čím je charakteristické testovacie územie Liptovskej Tepličky.

## PodĎakovanie

*Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu GP VEGA 2/0078/18 financovaného Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVŠ SR a SAV Výskum biokultúrnych hodnôt krajiny.*

## Literatúra

ANTAL, J., MAKEL, M., TURBEK, J., 2002: Hydrológia - terminologický výkladový slovník: Hydrology - the lexicographical dictionary. Bratislava: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 157 s. Dokumenty - príloha Vestníka MŽP SR.

ATLAS KRAJINY, 2000: Ministerstvo životného prostredia SR, Slovenská agentúra pre životné prostredie. BALKOVIČ, J., BEDRNA, Z., BUBLINEC, E., ČURLÍK, J., DLAPA, P., FULAJTÁR, E., GÖMÖRYOVÁ, E., GREGOR, J., HANES, J., HOUŠKOVÁ, B., HUTÁR, V., CHLPÍK, J., ILAVSKÁ, B., JURÁNI, J., KOBZA, J., KOTOROVÁ, D., KUKLA, J., KUKLOVÁ, M., MACHAVA, J., NÁDAŠSKÝ, J., NOCHTA, P., NOVÁKOVÁ, K., ORFÁNUS, T., PAVLENDÁ, P., PICHLER, V., PIŠÚT, P., SKALSKÝ, R., SOBOCKÁ, J., POLLÁKOVÁ, N., ŠIMANSKÝ, V., TATARKOVÁ, Z., TOBIÁŠOVÁ, E., ZAUJEC, A. (†), ZVERKOVÁ, A. Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. 2014. Bratislava: SPS, NPPC VÚPOP, 2014. 2. uprav. vyd. 96 s.(9/33).

BEZÁK, P., DOBROVODSKÁ, M., 2019: Role of rural identity in traditional agricultural landscape maintenance: the story of a post-communist country. In: Agroecology and Sustainable Food Systems, vol. 43, no. 1, pp. 1-18. (2018: 1.381 – IF, Q2 – JCR, 0.540 – SJR, Q2 – SJR, karentované – CCC). (2019 – Current Contents).

COM, (2004) 472 final: Communication from the commission to the council, The European and the Committee of the (COM (2004) 472 final Flood risk management Flood prevention, protection and mitigation COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Brussel, 2004.

VAN BEEK., J. L., 1981: Planning for Intergrated Management of the Atchafalaya River Basin Natural System Wability and Policy Constraints. In: North, R. M., Dworsky, L. B., Alee D. J. (eds.) Unified River Basin Management. American Water Research Association, Minnesota, USA, p. 328 – 337.

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Official Journal of the European Communities L 327 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:EN:NOT>.

FALKENMARK, M., ROCKSTRÖM. J., 2010: Building water resilience in the face of global change: From a blue-only to a green-blue water approach to land-water management. Journal of Water Resource Planning and Management, 136 (6) : 606 – 610.

KRAVČÍK, M., POKORNÝ, J., KOHUTIAR, J., KOVÁČ, M., TÓTH, E., 2007: Water for climate recovery - A new water paradigm. Krupa Print, Žilina: 96 p.

HREŠKO, J., PETLUŠ, P., BUGÁR, G., DOBROVODSKÁ, M., GREŽO, H., HALADOVÁ, I., IZAKOVIČOVÁ, Z., KRŇÁČOVÁ, Z., LIŠKOVÁ, V., MEDERLY, P., MIŠOVIČOVÁ, R., MOYZEOVÁ, M., PETLUŠ, P., PETROVIČ, F., PUCHEROVÁ, Z., ŠATALOVÁ, B., ŠTEFUNKOVÁ, D., ŤAŽKÝ, J., VLACHOVIČOVÁ, M., ZEMKO, M., 2015: Atlas archetypov krajiny Slovenska. Edícia Prírodovedec č. 625. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 114 s.

KRAVČÍK, M., POKORNÝ, J., KOHUTIAR, J., KOVÁČ, M., TÓTH, E., 2007: Water for climate recovery - A new water paradigm. Krupa Print, Žilina: 96 p.

HLAVÁČ, L. M., HLA VÁČOVÁ, I. M., GEMBALOVÁ, L., KALIČINSKÝ, J., FABIAN, J., MEŠŤÁNEK, J., KMEC, J., MÁDR, V., 2009: Experimental method for the investigation of the abrasive water jet cutting quality. Journal of Materials Processing Technology, Elsevier, Vol., 209, Issue 20, 6190 – 6195 pp.

LEPEŠKA, T., 2007a: Vlastnosti krajiny vplývajúce na vodnosť tokov z hľadiska integrovaného manažmentu povodí (porovnanie Západných a Vysokých Tatier s Nízkymi Tatrami). In: Midriak, R., Zaušková, L. (eds.): Biosférické rezervácie na Slovensku VI., Slovenský národný komitét Programu MAB UNESCO Bratislava, TU Zvolen: p. 99 – 110.

LEPEŠKA, T., 2010: Integrovaný manažment povodí v horských a podhorských oblastiach. Vedecké štúdie, Technická univerzita, Zvolen: 115 p.

MIŠTINA T., 2006: Externality v rastlinnej výrobe. In: Blaas G., (ed.): Multifunkčné postavenie a trvalo udržateľný rast poľnohospodárstva a lesníctva. Nitra, SAPV, 55, pp. 56 – 61.

SLOVENSKÁ AGENTÚRA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA, 2020: Raster potenciálnej evapotranspirácie v mm (všetky mesiace v priebehu roka 2018).

SZOLGAY, J., 2010: Principles of flood protection in international documents. Urbanita, No. 4., p. 12 – 15.

TURC, L., 1961: Evaluation des besoins en eau d'irrigation, evapotranspiration potentielle, formule climatique simplifiée et mise a jour. Annales Agronomique, 12,1 pp. 13 – 49 (in French).