

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA AKRAJINNÉHO
INŽINIERSTVA**

1128143

**VÝPOČET CHARAKTERISTÍK POVRCHOVÉHO
ODTOKU V PROSTREDÍ GIS**

2011

Juraj Knížat

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO
INŽINIERSTVA**

**VÝPOČET CHARAKTERISTÍK POVRCHOVÉHO ODTOKU
V PROSTREDÍ GIS**

Bakalárska práca

Študijný program:	Krajinné inžinierstvo
Študijný odbor:	6.1.11 Krajinárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav
Školiteľ:	Ing. Karol Šinka, PhD.

Nitra 2011

Juraj Knížat

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Juraj Knížat vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Výpočet charakteristík povrchového odtoku v prostredí GIS“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 24.mája 2011

Juraj Knížat

Pod'akovanie

Touto cestou sa chcem poďakovať Ing. Karolovi Šinkovi, PhD. za odborné vedenie, trpezlivosť a rady, ktoré mi poskytol pri vypracovaní bakalárskej práce. Zároveň ďakujem všetkým čo sa podieľali na získavaní informácií pre vypracovanie mojej bakalárskej práce.

Abstrakt

Povodne, ktoré v roku 2010 postihli takmer celé Slovensko, spôsobili o tento extrémny prejav hydrologického cyklu zvýšený záujem. Po krátkom čase však náš záujem a ochota investovať úsilie a financie do protipovodňovej ochrany upadá, snaha zmenšovať ich negatívny vplyv na spoločnosť však musí byť trvalá. Práca prináša riešenie problematiky povrchového odtoku v prostredí geografických informačných systémov. Charakterizovali sme kritické hodnoty hydraulických charakteristík povrchového odtoku zrážkovej vody po pôde, t.j. výpočty rýchlosti a hrúbky povrchovo odtekajúcej vody. S povrchovým odtokom úzko súvisí erózia pôdy, čo je odnos pôdnej hmoty a z toho vyplývajúce zníženie hrúbky povrchových vrstiev pôdy. Venovali sme sa taktiež k ochrane pôdy pred eróziou opierajúc sa o legislatívu. Popísali sme pojmom hydrologická bilancia, čo sú vzťahy medzi vstupmi a výstupmi a zmenou zásob vody v skúmanom prostredí v danom časovom období.

Abstract

Floods in 2010 affected almost the whole of Slovakia, caused by the extreme hydrological cycle of increased interest. After a short time, however, our interest and willingness to invest effort and money into flood protection is declining, efforts to reduce their negative effects on society must be permanent. The work brings tackling surface runoff in the area of geographic information systems. We characterize the critical value of hydraulic characteristics of overland flow of rainwater to the soil, ie calculation velocity and the depth of overland flow. The runoff is closely related to soil erosion, which is removal by the soil mass and consequent reduction in the depth of surface soil layers. We are also dedicated to protecting soil from erosion, based on legislation. We have described the concept of hydrological balance, what are the relationships between inputs and outputs and stock changes in water exploration of the environment in a given time period.

Obsah

Obsah	1
Úvod	3
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	5
1.1 Pôda	5
1.2 Infiltrácia	5
1.3 Erózia pôdy.....	6
1.3.1 Ochrana pôdy pred eróziou	7
1.4 Povodne	9
1.4.1 Ochrana pred povodňami	9
1.5 Voda v krajine	10
1.5.1 Povrchová voda.....	11
1.5.2 Podpovrchová voda.....	12
1.6 Povrchový odtok.....	13
1.6.1 Zrážkovo-odtokový proces	14
1.6.2 Charakteristiky priameho odtoku.....	15
1.6.3 Výpočet charakteristík povrchového odtoku z malých a veľmi malých povodí.....	16
1.6.4 Hydraulika povrchového odtoku.....	16
1.6.5 Výpočet rýchlosti povrchovo odtekajúcej vody - v_x	17
1.6.6 Výpočet hrúbky povrchovo odtekajúcej vody - y_x	18
1.6.7 Kritické hodnoty hydraulických charakteristík povrchového odtoku zrážkovej vody po pôde.....	18
1.7 Hydrologická bilancia povrchu pôdy	21
2 Ciele práce.....	26
3 Materiál a metodika	27
3.1 História územia.....	27
3.2 Všeobecná charakteristika záujmového územia	27
3.2.1 Hydrológia	28
3.2.2 Geologický podklad	28
3.2.3 Pedologické pomery.....	29
3.2.4 Charakteristika lesnej vegetácie.....	33
4 Výsledky práce	38

4.1	Výpočet intenzity návrhového dažďa.....	38
4.2	Stanovenie intenzity vsaku do pôdy	38
4.3	Stanovenie drsnosti.....	39
4.4	Výpočet sklonu a dĺžky svahu	40
5	Záver.....	42
6	Zoznam použitej literatúry.....	43
	Prílohy.....	45

Úvod

Voda je nevyhnutnou podmienkou pre život. Ani ľudská spoločnosť nemôže bez vody existovať, no aj príliš málo alebo veľa vody spôsobuje problémy. Časť zrážok dopadajúcich na zemský povrch sa rôznymi cestami dostáva do riečnej siete, ktorou odteká z územia. Proces prechodu vody zo zrážok do riečnej siete sa nazýva formovanie odtoku a predstavuje jednu z kľúčových častí hydrológie. Rozvoj poznatkov o tvorbe odtoku má aj praktický význam, lebo je základom matematického modelovania odtoku, a teda aj predpovede dôležitých charakteristík povodňových vĺn. Prvou ucelenou teóriou tvorby odtoku bola teória amerického inžiniera a vedca Roberta Elmera Hortona, ktorá bola prezentovaná v prvej polovici 20. Storočia. Podľa tejto teórie sa väčšina vody z dažďa alebo topiaceho sa snehu dostáva do riečnej siete po povrchu terénu. Povrchový odtok spôsobuje rýchly rast prietoku v riekach, pričom pôda pôsobí len ako oddelovač povrchového a podzemného odtoku. Hortonova teória tvorby odtoku sa niekedy nazýva aj infiltračnou teóriou, lebo hovorí, že príčinou vzniku povrchového odtoku je, že intenzita dažďa alebo topenia snehu je vyššia, ako schopnosť pôdy infiltrovať túto vodu. Povrchový odtok však môže vzniknúť aj z dôvodu, že počas dažďa alebo topenia snehu je pôda už nasýtená vodou, takže ďalšiu vodu už nemôže prijať. Tento mechanizmus vzniku povrchového odtoku sa nazýva prebytočné nasýtenie. Hortonova predstava o tvorbe odtoku a dominantnom vplyve povrchového odtoku pri vytváraní povodňovej vlny sa udržala niekoľko desaťročí. Merania a pokusy však už od 40. rokov 20. storočia ukazovali, že v neporušených, často zalesnených povodiach mierneho klimatického pásma intenzita dažďa alebo topenia snehu zriedkavo prekročí infiltračnú kapacitu pôdy. Tieto merania poukázali na kľúčový význam vody v pôde. V 60. rokoch viedli k zmene predstáv o formovaní odtoku, ktoré boli potvrdené ďalším výskumom. J. D. Hewlett ukázal, že pôdna voda je významným zdrojom vody, ktorá môže dotovať základný odtok, najmä v horských povodiach. V týchto podmienkach sa zvodnené vrstvy vyskytujú len na malých plochách pozdĺž väčších povrchových tokov. Z toho usudzoval, že voda z týchto vrstiev nemôže byť hlavným zdrojom zásobovania toku počas suchého obdobia. Takmer všetka evapotranspirácia, dopĺňanie zásob podzemnej vody aj odtok v povrchovom toku sú podľa neho dotované zo zásob vody v pôde. Na rozdiel od Hortonovej teórie povrchového odtoku sa predpokladá, že ak neexistuje dôkaz o inom druhu odtoku, všetok odtok je podpovrchový. Rýchly nárast prietoku v

riekach počas dažďa alebo topenia snehu sa pripisuje podpovrchovému odtoku alebo vytlačaniu vody zadržanej v pôde vodou zo zrážkovej udalosti. Od konca 70. rokov 20. storočia sa v celom svete vykonalo množstvo meraní, ktoré potvrdili, že zadržaná pôdna voda má na odtoku často dominantný podiel. Nedávne pozorovania v pramenných oblastiach a na svahoch ukázali, že za určitých podmienok môže dôjsť k skokovitej zmene v množstve odtoku. Po prekročení určitej kritickej hodnoty zrážok (približne 55 mm) vznikol niekoľkonásobný nárast podpovrchového odtoku. Tento jav môže mať veľký význam pre protipovodňové opatrenia v malých povodiach.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Pôda

Pôda je prírodný útvar, ktorý sa vyvíja v dôsledku zložitého a komplexného pôsobenia vonkajších činiteľov na materskú horninu a vyznačuje sa úrodnosťou. Pre človeka je pôda jednou zo základných súčastí životného prostredia a nevyhnutnou podmienkou jeho existencie. Umožňuje poľnohospodársku výrobu a je nezastupiteľná v zabezpečovaní výživy. Na zemskom povrchu má stále miesto a špecifické postavenie. Tvorí jeden z obalov, ktorými je zemeguľa obklopená, resp. pokrytá. Na pôdu – pedosféru veľmi výrazne vplývajú ostatné geosféry – atmosféra, hydrosféra, litosféra a biosféra (Zaujec, 2002).

S pedosférou úzko súvisí i vodný obal Zeme – hydrosféra. Poróznosť a priepustnosť pôdy pre vodu umožňuje pôde prijímať atmosferické zrážky a usmerňovať ich ďalší pohyb, spotrebu a chemické pôsobenie. Časť zrážok sa cez vodný výpar a transpiráciu rastlín vracia späť do atmosféry. Pri dostatočnom množstve môže časť atmosferických zrážok infiltrovať pôdotvornou vrstvou až do podzemných vôd. Povrchový a podzemný odtok zrážkových vôd je výdatným zdrojom vody pre vodné toky, ktoré odtekajú z pevniny do morí a oceánov. Chemizmus hydrosféry je odrazom chemizmu pôdy a jej pôdotvorného procesu. Vodorozpustné látky sa dostávajú do hydrosféry prevažne vylúhovaním a eluviovaním a pevné častice povrchovým transportom – eróziou (Zaujec, 2002).

1.2 Infiltrácia

Infiltrácia je definovaná ako proces prenikania vody do pôdneho prostredia a to obyčajne cez povrch pôdy. Najmä od infiltračnej schopnosti pôdy závisí, aký podiel zrážkovej vody sa premení na povrchový odtok a aký podiel zrážkovej vody infiltruje do pôdy. Povrchovo odtekajúca voda môže spôsobiť mimoriadne veľké škody na pôde, vodných zdrojoch, ale i na pestovaných plodinách a ľudských obydliach. Poznanie procesu infiltrácie je preto nevyhnutným predpokladom pre účelné využívanie pôdy a vody v krajine (Antal, 2004).

Podľa tlakových pomerov na povrchu pôdy sa rozlišuje:

- tlaková infiltrácia
- beztlaková (voľná) infiltrácia

Podľa stability okrajových podmienok sa rozlišuje:

- stacionárna (ustálená) infiltrácia,
- nestacionárna (neustálená) infiltrácia

V prírodných podmienkach sa vyskytuje predovšetkým nestacionárna infiltrácia, ktorá v závislosti od vzťahu medzi infiltračnou schopnosťou pôdy a intenzitou dažďa môže byť tlaková aj netlaková, resp. mení sa v priebehu trvania infiltrácie z beztlakovej na tlakovú (Antal, 2004).

1.3 Erózia pôdy

Erózia pôdy je odnos pôdnej hmoty a z toho vyplývajúce zníženie hrúbky povrchových vrstiev pôdy. Popri stratách pôdy môže erózia zapríčiniť aj straty na úrodách a to buď priamym poškodzovaním porastu, alebo postupným znižovaním, úbytku živín obsiahnutých v pôde. Okrem toho erózia môže mechanicky zanášať a súčasne kontaminovať povrchové vody sedimentami, živinami, pesticídmi alebo inými škodlivinami. V krajine môže spôsobovať škody napr. zanášaním ciest, tokov, dvorov, ale aj obydľí a výrobných objektov. Škodlivý vplyv erózie sa tiež prejavuje formou narastajúceho obsahu skeletu v ornici, keď splavovanie povrchovej časti odkrýva podorničné horizonty, ktoré obsahujú viac kameňa, alebo štrku (Stred'anská, Buday, 2006).

Medzi hlavné príčiny vzniku erózie, ktoré je možno ovplyvniť podľa Stred'anskej a Budaya (2006) patria napr.:

- nevhodná organizácia poľnohospodárskeho pôdneho fondu,
- nadmerná výmera honov v osevných postupoch,
- likvidácia protierózne účinných stupňov, medzí, priekop,
- nadmerné spádové rozmery honov,
- nesprávne situovanie honov z hľadiska tvaru, sklonitosti terénu, smerovej orientácie,
- otvorenosť krajiny vplyvu cudzích vôd,
- žiadny alebo slabý zápoj vegetačného krytu na pôde,
- nesprávne vykonávanie kultivačných technológií,
- zhoršená štruktúra pôdy a fyzikálno-chemických vlastností pôdy,
- zanedbávanie údržby zariadení protieróznej ochrany pôd.

1.3.1 Ochrana pôdy pred eróziou

Erózia poľnohospodárskej pôdy predstavuje úbytok povrchovej najúrodnejšej vrstvy poľnohospodárskej pôdy, úbytok živín, humusu, organickej hmoty, zníženie mikrobiologického života a stratu funkcií pôdy (zákon NR SR č. 220/2004 Z. z.).

Podľa zákona 220/2004 Z. z. je vlastník alebo užívateľ pôdy povinný vykonávať trvalú a účinnú protieróznu ochranu poľnohospodárskej pôdy vykonávaním ochranných agrotechnických opatrení. Každý vlastník poľnohospodárskej pôdy alebo nájomca a správca poľnohospodárskej pôdy je povinný vykonávať agrotechnické opatrenia zamerané na ochranu a zachovanie kvalitatívnych vlastností a funkcií poľnohospodárskej pôdy a na ochranu pred jej poškodením a degradáciou. Ďalej je povinný zabezpečiť využívanie poľnohospodárskej pôdy tak, aby nebola ohrozená ekologická stabilita územia a bola zachovaná funkčná spätosť prírodných procesov v krajinnom prostredí.

Hlavné zásady ochrany poľnohospodárskej pôdy pred vodnou eróziou podľa Stred'anskej a Budaya (2006) sú:

- a) ochrana povrchu pôdy pred pôsobením kinetickej energie dažďových kvapiek a povrchovo odtekajúcej vody,
- b) zvýšenie infiltračnej schopnosti pôdy,
- c) zvýšenie retenčnej a akumuláčnej kapacity povrchu pôdy,
- d) zvýšenie stabilnosti pôdnych agregátov,
- e) zvýšenie nerovnosti (drsnoti) povrchu pôdy,
- f) zachytenie a bezpečné odvedenie erózne účinného povrchového odtoku.

Spôsoby a prostriedky, ktorými je nutné zabezpečovať ochranu pôdy pred eróziou možno podľa Stred'anskej a Budaya (2006) zoskupiť do nasledovných činností:

- a) organizačné – správna delimitácia druhov pozemkov, veľkosť a tvar pozemkov, protierózne rozmiestnenie plodín, riešenie cestnej siete, protierózna organizácia pasenia na trvalých trávnatých porastoch
- b) agrotechnické - na ornej pôde – vrstevnicové obrábanie, pôdochranná agrotechnika, mulčovanie, protierózne osevné postupy, jamkovanie pôdy,
- na trvalých trávnatých porastoch – protierózna obnova mačiny

-
- v špeciálnych druhoch pozemkov – protierózny smer výsadby, zatrávenie medziradov, krátkodobé porasty v medziradoch, jamkovanie pôdy v medziradoch, mulčovanie, herbicídny úhor.
 - c) biologické – pásové striedanie plodín, ochranné zatrávenie, ochranné zalesnenie, vsakovacie lesné pásy, plošné zalesňovanie rozvodí a úbočí.
 - d) technické – terénne urovnávky, vytváranie terás, protierózne nádrže, záchytné priekopy, zberné priekopy, zvodné priekopy, cestné priekopy, prielohy, zatrávenie údolnice, asanácia a využitie strží, sprievodné objekty.

Postup pri návrhu protieróznej ochrany tvorí:

- vyhodnotenie ohrozenosti územia eróziou,
- návrh protieróznej ochrany,
- posúdenie návrhu z hľadiska účinnosti navrhnutých opatrení.

(Stred'anská, Buday, 2006).

Tab. 1.1

[Hodnoty prípustnej intenzity plošnej erózie pôdy ($S_{p.prip}$) (STN 75 4501)]

Hĺbka pôdy [m]	$S_{p.prip}$ [t.ha ⁻¹ .rok]	$S_{p.prip}$ [t.ha ⁻¹]
< 0,30 (plytké pôdy)	1,0	0,014
0,30 - 0,60 (stredne hlboké pôdy)	4,0	
> 0,60 (hlboké pôdy)	10,0	

Tab. 1.2**[Limitné hodnoty odnosu pôdy pri vodnej erózii (NR SR č. 220/2004 Z. z.)]**

Hĺbka pôdy	ton z 1 ha za rok
plytké pôdy (0,3 m)	4
stredne hlboké pôdy (0,3 – 0,6 m)	10
hlboké pôdy (0,6 – 0,9 m)	30
veľmi hlboké pôdy (nad 0,9 m)	40

1.4 Povodne

Podľa zákona o ochrane pred povodňami je povodňou zaplavenie územia, ktoré zvyčajne nie je zaliate vodou. Povodeň vzniká, keď sa prechodne výrazne zvýši hladina vodného toku a bezprostredne hrozí vyliatie vody z koryta vodného toku alebo sa voda z koryta vodného toku už vylieva, prípadne ak je dočasne zamedzený prirodzený odtok vody zo zrážok alebo topenia snehu do recipientu a dochádza k zaplaveniu územia vnútornými vodami. Vnútorné vody sú vody, ktoré sa vyskytujú na území chránenom hrádzami alebo protipovodňovými líniami, najmä vody, ktoré nemôžu odtekať prirodzeným spôsobom pri zvýšenom stave vody v recipiente, vody z intenzívnej zrážkovej činnosti alebo topenia snehu na území bez možnosti odtoku prostredníctvom vodného toku.

1.4.1 Ochrana pred povodňami

Ochranou pred povodňami sú činnosti, ktoré sú zamerané na zníženie povodňového rizika na ohrozovanom území, na predchádzanie záplavám a na zmierňovanie nepriaznivých následkov povodní na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a na hospodársku činnosť. Opatrenia na ochranu pred povodňami sa vykonávajú preventívne, v čase nebezpečenstva povodne, počas povodne a po povodni.

Preventívne opatrenia na ochranu pred povodňami podľa zákona NR SR č.7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami sú:

a) opatrenia, ktoré spomaľujú odtok vody z povodia do vodných tokov, zvyšujú retenčnú schopnosť povodia alebo podporujú prirodzenú akumuláciu vody v lokalitách na to vhodných a ktoré chránia územie pred zaplavením povrchovým odtokom, ktorým je zložka celkového odtoku odtekajúca z povodia po povrchu terénu do vodných tokov alebo iných vodných útvarov, ako sú úpravy v lesoch, úpravy na poľnohospodárskej pôde a úpravy na urbanizovaných územiach,

b) opatrenia, ktoré znižujú maximálny prietok povodne, ako je výstavba, údržba, oprava a rekonštrukcia vodných stavieb a poldrov. Polder je vodná stavba na ochranu pred povodňami, ktorej súčasťou je územie určené na zaplavenie vodou pre potreby sploštenia povodňovej vlny,

c) opatrenia, ktoré chránia územie pred zaplavením vodou z vodného toku, ako je úprava vodných tokov, výstavba, údržba, oprava a rekonštrukcia ochranných hrádzi alebo protipovodňových línií pozdĺž vodných tokov,

d) opatrenia, ktoré chránia územie pred zaplavením vnútornými vodami, ako je výstavba, údržba, oprava a rekonštrukcia zariadení na prečerpávanie vnútorných vôd,

e) opatrenia, ktoré zabezpečujú prietokovú kapacitu koryta vodného toku, ako je odstraňovanie nánosov z koryta vodného toku a porastov na brehu vodného toku; breh je postranné obmedzenie koryta vodného toku od jeho dna po brehovú čiaru,

f) vypracovanie, prehodnocovanie a aktualizácie plánov manažmentu povodňového rizika vrátane predbežného hodnotenia povodňového rizika a vyhotovovania máp povodňového ohrozenia a máp povodňového rizika,

g) vypracúvanie a aktualizácie povodňových plánov,

h) vykonávanie predpovednej povodňovej služby,

i) vykonávanie povodňových prehliadok,

j) iné preventívne opatrenia na zníženie povodňového rizika.

1.5 Voda v krajine

Voda patrí medzi základné zložky povrchu planéty. Z celkovej rozlohy 510 mil. km² zemskeho povrchu zaberá vodná plocha 71% územia. Pôsobením tepla sa vyparí približne 518 600 km³ vody, ktorá následne prechádza do atmosféry ako vodná para. Jej kondenzáciou v ovzduší vznikajú zrážky, z ktorých asi 411 600 km³ spadne späť do oceánov a morí a asi 107 000 km³ na pevninu. Výsledkom kondenzácie alebo

desublimácie vodnej pary v ovzduší, na povrchu územia, a predmetoch a na rastlinnom pokryve sú zrážky. Podľa pôvodu, ktorý do značnej miery určuje charakteristiku dažďa, existujú (Antal, 2004):

- dažde z tepla (konvenčné),
- dažde orografické,
- dažde cyklonálne, krajinné.

Skutočné dažde najčastejšie vznikajú kombináciou všetkých uvedených druhov dažďov. Pre výpočet odtokových množstiev sú najdôležitejšie krátkodobé prívalové dažde a dlhšie trvajúce krajinné dažde. Krátkodobé, často označované ako miestne, sú charakteristické vysokou intenzitou, krátkou dobou trvania a obmedzeným plošným rozsahom. Vyskytujú sa predovšetkým v letnom období (Antal, 2004).

1.5.1 Povrchová voda

Povrchová voda je časť hydrosféry, ktorá odteká z povodia hydrografickou sieťou, alebo je akumulovaná v povrchových priehlbínach. Pochádza zo zrážok, prípadne z výtoku podzemných vôd. Hlavným zdrojom vody našich tokov sú atmosferické zrážky. Najvýznačnejšou hydrologickou toku je dlhodobý priemerný ročný prietok. Slovenskými tokmi preteká v dlhodobom priemere $3328 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vody vrátane prítokov zo susedných štátov, u nás pramení len $398 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ t.j. 12 % (Antal, 2004).

Vodný recipient (vodný útvar prijímajúci vodu z určitého povodia) vzniká buď prirodzenou cestou alebo umele, zásahom človeka. Voda v recipiente sa buď pohybuje, alebo je stojatá (www.fpv.umb.sk).

Vody v recipiente rozlišujeme na:

- stojaté
 - o prirodzené (moria a oceány, jazerá, močiare),
 - o umelé (rybníky, priehradné nádrže)
- tečúce
 - o prirodzené (potoky, rieky, bystriny)
 - o umelé (kanály, prieplavy)

Podľa lokality sa povrchové vody delia na:

- morské vody,
- povrchové vody kontinentálne

Vodným útvarom je podľa zákona NR SR č.384/2009 Z. z. trvalé alebo dočasné sústredenie vody na zemskom povrchu alebo pod jeho povrchom, ktoré je charakterizované typickými formami výskytu a znakmi hydrologického režimu.

Útvarom povrchovej vody je vymedzená významná časť povrchovej vody, napríklad jazero, nádrž, potok alebo jeho úsek, rieka alebo jej úsek, kanál, časť brakickej vody alebo pásmo pobrežnej vody,

Útvarom podzemnej vody je vymedzené množstvo podzemnej vody hydrogeologického kolektora alebo hydrogeologických kolektorov.

1.5.2 Podpovrchová voda

Podpovrchová voda sa vyskytuje pod zemským povrchom vo všetkých formách a skupenstvách. Podľa pôvodu delíme podpovrchové vody na:

- vadózne, vznikajúce presakovaním (infiltráciou) zrážkových a povrchových vôd do zeme a v malej miere aj kondenzáciou vodných pár atmosferického pôvodu pod povrchom,
- juvenilné, vznikajúce kondenzáciou vodných pár unikajúcich z chladnúcej magmy v zemskom vnútri. Môžu sa dostať pozdĺž puklín v zemskej kôre až na povrch a vyvierajú ako termálne pramene, žriedla alebo gejzíry.

Podpovrchová voda je v profile viazaná chemicky a mechanicky. Chemicky viazaná voda je z hydrologického hľadiska nevyužiteľná. Mechanicky viazaná voda sa vyskytuje jednak v pásme nasýtenia ako podzemná voda, jednak v pásme prevzdušnenia ako pôdna voda.

Pôdna voda je časť podpovrchovej vody (bez ohľadu na skupenstvo), ktorá nevytvára súvislú hladinu a nevypĺňa všetky póry. Vyskytuje sa v prevzdušnenom pásme, kde sú póry vyplnené vodou a vzduchom. Podľa síl, ktoré pri pôsobení prevládajú, rozlišujú sa tri druhy pôdnej vody:

Gravitačná pôdna voda – jej pohyb a účinky sú dané prevažne pôsobením zemskej príťažlivosti. Vzniká pri vsakovaní zrážok do zeme a preteká prevzdušeným pásmom do pásma nasýtenia. Obohacuje zásoby podzemnej vody.

Kapilárna pôdna voda – jej pohyb a účinky určuje prevažne pôsobenie kapilárnych síl v malých póroch. Vzniká pri vsakovaní zrážok a vzlínaním z hladiny podzemnej vody.

Adsorpčná pôdna voda – je viazaná adsorpčnými silami pôdnych a horninových častíc.

Podzemná voda je tá časť podpovrchovej vody, ktorá vyplňa dutiny zvodnených hornín bez ohľadu na to, či vytvára alebo nevytvára súvislú hladinu, a časť vytvárajúca súvislú hladinu v pôde.

Podľa mineralizácie (celkového množstva rozpustených tuhých látok) a obsahu plynov sa delia podzemné vody na obyčajné a minerálne (www.fpv.umb.sk).

1.6 Povrchový odtok

Odtok vody predstavuje tú časť zrážkovej vody, ktorá sa dostáva do hydrologickej siete prostredníctvom prirodzených a umelých vodných tokov. Podľa spôsobu, akým sa zrážková voda dostane do povrchového odtoku, sa celkový odtok zrážkovej vody (O_c) rozdeľuje na nasledujúce zložky:

- **povrchový odtok** (O_p), predstavuje časť zrážkovej vody, odtekajúcej po povrchu terénu
- **podpovrchový (hypodermický) odtok** (O_h), predstavuje časť zrážkovej vody, infiltrujúcej do pôdneho profilu a odtekajúcej pod povrchom terénu, bez kontaktu s hladinou podzemnej vody
- **podzemný odtok** (O_z), predstavuje časť zrážkovej vody, ktorá infiltruje do pôdneho profilu a priteká do vodných tokov ako súčasť podzemnej vody.

Vodou z povrchového odtoku je podľa zákona NR SR č.384/2009 Z. z. voda zo zrážok, ktorá nevsiakla do zeme a ktorá je odvádzaná z terénu alebo z vonkajších častí budov do povrchových vôd a do podzemných vôd, útvarov obsahujúca prevažne splaškovú odpadovú vodu, môže obsahovať priemyselnú odpadovú vodu, infiltrovanú vodu a v prípade jednotnej alebo polodelenej stokovej siete aj vodu z povrchového odtoku.

Povrchový odtok rozdeľujeme podľa Antala (2008) aj podľa formy, a to na:

1. **plošný (rozptýlený) povrchový odtok**, ktorý prebieha neorganizovane po celých plochách svahov v podobe ronu a po dosiahnutí hydrografickej siete sa mení na sústredený odtok povrchovej vody

2. sústredený povrchový odtok, ktorý prebieha v trvalej alebo dočasnej hydrografickej sieti.

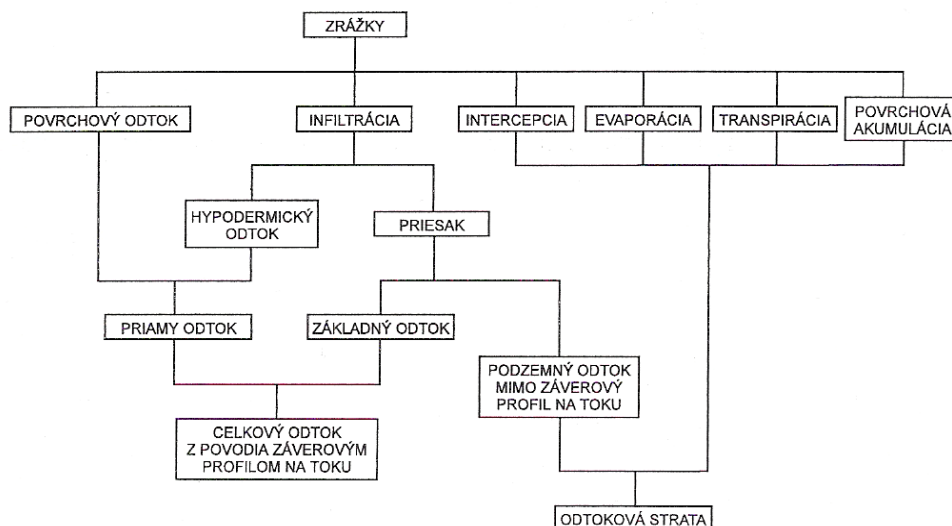
Najdôležitejšou, makroskopicky merateľnou hydrologickou charakteristikou odtoku zrážkovej vody je prietok uzatvárajúcim (záverovým) profilom vyšetřovaného povodia.

Pod pojmom prietok rozumieme množstvo vody, ktoré pretečie cez uvažovaný prietočný profil za 1 sekundu. Označujeme ho písmenom Q a vyjadrujeme ho v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, resp. v $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ (u menších povodií) (Antal, 2008).

1.6.1 Zrážkovo-odtokový proces

Celkový odtok podľa Antala (2004) rozdeľujeme podľa času, za aký sa zrážková voda dostane do vodného toku, na nasledujúce zložky:

- **priamy odtok**, je časť zrážkovej vody, ktorá sa do povrchových tokov dostane počas alebo bezprostredne po skončení zrážkovej činnosti resp. topenia sa snehu. Je hlavnou príčinou povodní, t.j. prechodného výrazného zvýšenia hladiny vodného toku vplyvom náhleho zväčšenia prietoku.
- **základný odtok**, je časť zrážkovej vody, ktorá sa do vodného toku dostáva až po určitom čase od skončenia dažďa, resp. topenia sa snehu. Základný odtok je totožný s podzemným odtokom, má aj rovnaké označenie (O_z).



Obr. 1

[Schéma zrážkovo-odtokového procesu (Antal, Špánik a kol. 2004)]

1.6.2 Charakteristiky priameho odtoku

Z hľadiska využitia zrážkovej (závlahovej) vody pestovanými poľnohospodárskymi plodinami, a z hľadiska ochrany životného prostredia, najmä pôdy a vody, môžeme charakteristiky povrchového odtoku rozdeliť podľa Antala (2008) na:

- **hydraulické:**
 - rýchlosť povrchovo odtekajúcej vody, najčastejšie jako funkcia, vzdialenosti x od rozvodnice: $v = f(x)$,
 - tangenciálne napätie povrchovo odtekajúcej vody: $\tau = f(x)$,
 - hrúbka povrchovo odtekajúcej vody: $y = f(x)$
- **hydrologické** medzi ktoré patria najmä:
 - maximálny prietok Q_{\max} , t.j. maximálny objem priameho odtoku zrážkovej vody z celej plochy záujmového územia za 1 sekundu [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],
 - maximálny špecifický povrchový odtok q_{\max} , t.j. maximálny objem povrchového odtoku z jednotky plochy záujmového územia za 1 sekundu [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$], [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$]
- **agrohydrologické** medzi ktoré patria najmä:
 - objem povrchového odtoku zo záujmového územia vyvolaný uvažovaným dažďom – $O_{O,p}$ [m^3],
 - výška povrchového odtoku zo záujmového územia vyvolaná uvažovaným dažďom – $H_{O,p}$ [mm],
 - objemový odtokový súčiniteľ povrchového odtoku – $\varphi_{O,p}$
 - koeficient využiteľnosti atmosférických zrážok (závlahovej vody) pre evapotranspiráciu pestovaných poľnohospodárskych plodín – α_z ,
 - koeficient infiltrácie zrážkovej (závlahovej) vody.

Z hľadiska protieróznej ochrany pôdy má najväčší význam povrchový odtok z kvapalných zrážok, a to najmä povrchový odtok vyvolaný tzv. prívalovým dažďom (lejakom), t.j. dažďom, ktorý má spravidla krátku dobu trvania, vysokú intenzitu a malý plošný rozsah. Vzhľadom k tomu, že intenzita topenia snehu je v porovnaní s intenzitou prívalového dažďa oveľa nižšia aj povrchový odtok z topenia snehu má nižšiu intenzitu, ako povrchový odtok z kvapalných zrážok.

K tomu, aby sme mohli určiť charakteristiky odtoku zrážkovej vody, musíme, o.i. poznať aj charakteristiky tzv. náhradného dažďa, vsakovaciu schopnosť pôdy a podmienky vzniku povrchového odtoku, ako funkcie intenzity náhradného dažďa, trvania náhradného dažďa a vsakovacej schopnosti pôdy (Antal, 2008).

1.6.3 Výpočet charakteristík povrchového odtoku z malých a veľmi malých povodí

Pri povrchovom odtoku, ktorým rozumieme tú časť celkového odtoku, ktorá odteká z povodia po povrchu terénu, sú z hľadiska protieróznej ochrany pôdy dôležité najmä tieto charakteristiky (Antal, 1985):

- a) rýchlosť povrchovo odtekajúcej vody – v [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
- b) tangenciálne napätie vytvárajúce sa povrchovo odtekajúcou vodou – τ [$\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$]
- c) výška povrchovo odtekajúcej vody – y [m]
- d) objem povrchového odtoku za uvažované obdobie – O_p [m^3]
- e) objem povrchového odtoku za sekundu, tzv. prietok – Q_p [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
- f) špecifický povrchový odtok – q_x [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$]
- g) čiara prietokov, tzv. hydrogram – $Q_p = f(t)$
- h) maximálny prietok – $Q_{p,\text{max}}$ [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
- i) maximálny špecifický povrchový odtok q_{max} [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$]

1.6.4 Hydraulika povrchového odtoku

Pre povrchový odtok z elementárnej odtokovej plochy, v závislosti od:

- | | |
|--|---------------------|
| - trvania dažďa | t_d |
| - doby koncentrácie povrchového odtoku | τ_{max} |
| - dĺžky svahu | L, x |
| - priemernej intenzity dažďa | i_s |
| - priemernej intenzity infiltrácie | v_i |
| - charakteru povrchu pôdy | m |
| - priemerného sklonu svahu | i |

môžeme vypočítať o. i. rýchlosť i hrúbku povrchovo odtekajúcej vody (Kostjakov, Benettin, cit. Antal, 1985).

1.6.5 Výpočet rýchlosti povrchovo odtekajúcej vody - v_x

Pre výpočet rýchlosti vo vzdialenosti x (m) od rozvodnice - v_x

$$v_x = \frac{m \cdot i_s - v_i}{a} \quad (1.1)$$

$$v_x = \frac{m \cdot i_s - v_i}{a} \quad (1.2)$$

kde

v_x – rýchlosť povrchovo odtekajúcej vody vo vzdialenosti x (m) od rozvodnice [$m \cdot s^{-1}$]

m - ($= 87/\gamma$) súčiniteľ charakterizujúcu stav povrchu pôdy

γ - súčiniteľ drsnosti povrchu pôdy podľa Bazina (Tab. 1.3)

i_s - priemerná intenzita návrhového dažďa [$m \cdot s^{-1}$]

v_i - priemerná intenzita infiltrácie [$m \cdot s^{-1}$]

a - ($= m \cdot \sqrt{I}$) súčiniteľ charakterizujúci stav povrchu pôdy a sklon svahu

I – sklon povrchu pôdy [$m \cdot m^{-1}$]

Tab. 1.3

[Hodnoty súčiniteľa drsnosti podľa Bazina (Antal, 1985)]

Stav povrchu pôdy	γ	$m = 87/\gamma$
zoraná po spáde	2,0	43,50
zoraná s urovnaným povrchom	3,5	24,85
zarastená rákosím	4,0	21,75
zarastená machom	5,0 – 6,0	17,40 – 14,50
lúky s nízkym porastom trávy	6,0 – 8,0	14,50 – 10,88
hrboľatá pôda	8,0 – 15,0	10,88 – 5,80

1.6.6 Výpočet hrúbky povrchovo odtekajúcej vody - y_x

Pre výpočet y_x vo vzdialenosti x (m) od rozvodnice boli odvodené tieto vzťahy :

$$y_x = \frac{\sqrt{x}}{m \cdot \sqrt{I}} \cdot (i_s - v_i) \quad (1.3)$$

$$y_x = \frac{\sqrt{x}}{a} \cdot (i_s - v_i) \quad (1.4)$$

kde

y_x – hrúbka povrchovo odtekajúcej vody vo vzdialenosti x (m) od rozvodnice [m]

I – sklon povrchu pôdy [$m \cdot m^{-1}$]

m - ($= 87/\gamma$) súčiniteľ charakterizujúcu stav povrchu pôdy

γ - súčiniteľ drsnosti povrchu pôdy podľa Bazina (Tab. 1.3)

a - ($= m \cdot \sqrt{I}$) súčiniteľ charakterizujúci stav povrchu pôdy a sklon svahu

i_s - priemerná intenzita návrhového dažďa [$m \cdot s^{-1}$]

v_i - priemerná intenzita infiltrácie [$m \cdot s^{-1}$]

(Antal, 1985)

1.6.7 Kritické hodnoty hydraulických charakteristík povrchového odtoku zrážkovej vody po pôde

V rámci výskumnej práce sa zameriavame na vyšetrenie kritickej hodnoty nevymieľajúcej rýchlosti a tangenciálneho napätia pri stekaní zrážkovej vody po pôde, ako aj na vyšetrenie odpovedajúcej drsnosti.

$$\text{---} \quad \text{---} \quad (1.5)$$

kde

v_v – profilová nevymieľajúca rýchlosť [$m \cdot s^{-1}$]

C – Chézyho rýchlostný súčiniteľ [$m \cdot s^{-1}$]

y – exponent

n - súčiniteľ drsnosti

R – (= – hydraulický polomer [m]

S - prietoková plocha [m²]

O - omočený obvod [m]

ρ - (=1000 kg.m⁻³) merná hmotnosť vody

g – (= 9,81 m.s⁻²) tiažové zrýchlenie

i_o – sklon terénu

V našom prípade hydraulický polomer bude:

$$R = \frac{B}{2} = h \text{ [m]} \quad (1.6)$$

kde

B – šírka koryta v hladine [m]

Pri teoretickom riešení predpokladáme, že povrchový odtok prebieha na šírke $b = B = 1,0$ m. Hĺbka vody i jej rýchlosť po dĺžke svahu narastá až dosiahne kritickú, nevymieľajúcu rýchlosť, pri ktorej sú častice pôdy na hranici stability. V tomto momente je sila rozrušujúca v rovnováhe so silou stabilizujúcou. Stabilizujúca sila je vlastne silou trenia, ktorú môžeme vyjadriť pomocou kritického tangenciálneho napätia τ_k , alebo pomocou súčiniteľa trenia f :

$$T = O \cdot s \cdot \tau_k \text{ [N]} \quad (1.7a)$$

$$T = \rho \cdot g \cdot S \cdot s \cdot f \text{ [N]} \quad (1.7b)$$

Porovnaním rovníc dostaneme:

$$\tau_k = \rho \cdot g \cdot R \cdot f = \rho \cdot g \cdot R \cdot \operatorname{tg}\varphi = \rho \cdot g \cdot R \cdot i_o \quad (1.8)$$

kde

τ_k – kritické tangenciálne napätie [Pa]

s – dĺžka uvažovaného úseku [m]

f (= $\text{tg}\varphi$) súčiniteľ trenia

φ – uhol sklonu terénu ($\text{tg}\varphi = i_0$)

Pri riešení povrchového odtoku zrážkovej vody po pôde môžeme použiť rôzne rovnice, napr. empirickú rovnica podľa Knoroza:

$$\text{—————} [\text{cm.s}^{-1}] \quad (1.9a)$$

alebo po prepočítaní na m.s^{-1}

$$\text{—————} [\text{m.s}^{-1}] \quad (1.9b)$$

Profilovú nevymieľajúcu rýchlosť v_v , ktorá závisí od rôznych faktorov, vyšetříme nasledovne. Keďže prietok po dĺžke svahu plynule narastá, v_v sa dosiahne pri nejakej hĺbke h , ktorá vyhovuje Chézyho i Knorozovej rovnici.

Nájdeme ju porovnaním rovníc:

$$\text{——} \quad \text{—————} \quad (1.10)$$

Po úprave bude

$$\text{—————} \quad \text{——} \quad (1.11)$$

Označme

$$A = \text{——} [\text{m}] \quad (1.12)$$

1.7 Hydrologická bilancia povrchu pôdy

Pre návrh technických, ale aj niektorých biologických melioračných opatrení (napr. protieróznych priekop, vsakovacích pásov, odvodňovacích a záchytných kanálov, a pod.) musíme poznať aj charakteristiky povrchového odtoku zrážkovej vody (napr. objem, rýchlosť, trvanie), ktoré veľmi úzko súvisia s hydrologickou bilanciou povrchu pôdy.

Ak za povrch pôdy berieme celý svah, t.j. plochu medzi rozvodnicou a vodným tokom, potom rovnicu hydrologickej bilancie povrchu pôdy pre vyšetovaný dažď môžeme napísať v tvare :

$$H_{o,p} = H_Z - H_R - V_i \quad (1.13)$$

kde

$H_{o,p}$ - výška povrchového odtoku z vyšetovaného dažďa [mm],

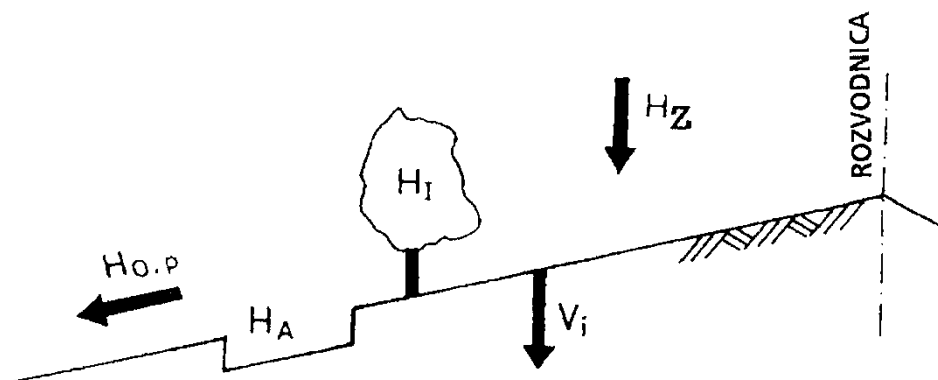
H_Z - výška vyšetovaného dažďa [mm],

V_i - výška vody, ktorá počas trvania dažďa vsiakne do pôdneho profilu [mm],

H_R - (= $H_A + H_I$) výška retencie dažďovej vody na povrchu pôdy [mm],

H_A - výška povrchovo akumulovanej dažďovej vody [mm],

H_I - výška intercepcie dažďovej vody vegetačným krytom povrchu pôdy [mm]



Obr. 1.2

[Zložky hydrologickej bilancie povrchu pôdy (Antal, 2008)]

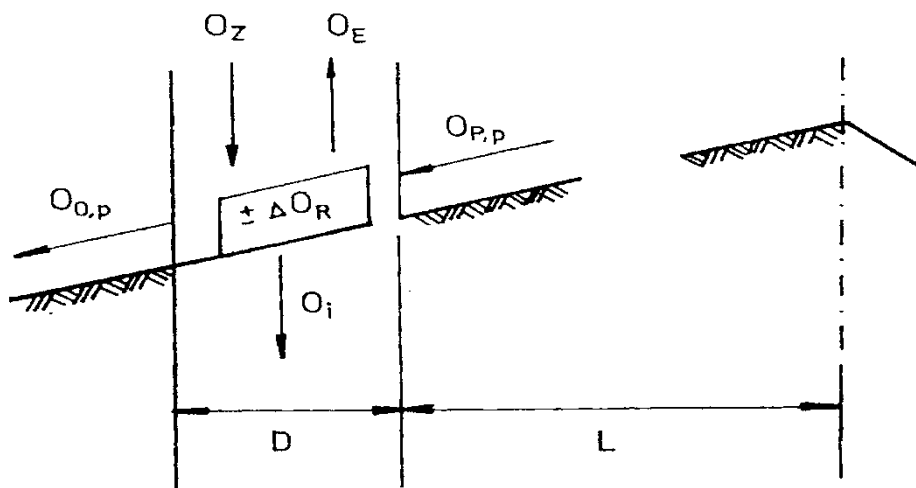
Ako vyplýva z rovnice (1.13), pri hydrologickej bilancii povrchu pôdy obyčajne zanedbávame výšku výparu – H_E . Je to možné preto, že dažďe, ktoré vyvolávajú povrchový odtok, ktorého charakteristiky potrebujeme poznať pre návrh melioračných opatrení, majú krátku dobu trvania a vysokú intenzitu, t.j. výška výparu za túto dobu je v porovnaní s hodnotami ostatných členov rovnice (1.13) zanedbateľná. Samozrejme v konkrétnych prípadoch môžeme rovnicu doplniť aj o člen H_E .

V niektorých špecifických prípadoch (napr. pri dimenzovaní vsakovacích protieróznych pásov) nerobíme hydrologickú bilanciu celého svahu, ale len jeho časti. V tomto prípade musíme rovnicu hydrologickej bilancie pre vyšetrovanú časť svahu a pre určitý časový úsek vyjadriť v tvare :

$$\pm \Delta O_R = O_Z + O_{P,p} - O_{O,p} - O_i - O_E \quad (1.14)$$

resp. v tvare

$$O_{O,p} = O_Z + O_{P,p} - O_i - O_E \pm \Delta O_R \quad (1.15)$$



Obr. 1.3

[Schéma hydrologickej bilancie časti svahu (Antal, 2008)]

v ktorých

ΔO_R - $(=O_{R,k} - O_{R,z})$ zmena objemu povrchovej retencie vody na vyšetrovanej časti svahu za uvažovaný časový úsek [m^3],

O_Z - objem dažďovej vody, ktorá dopadne na vyšetrovanú časť svahu za uvažovaný časový úsek [m^3],

$O_{P,p}$ - objem povrchového prítoku na vyšetrovanú časť svahu za uvažovaný časový úsek [m^3],

O_i - objem infiltrovanej vody na vyšetrovanej časti svahu za uvažovaný časový úsek [m^3],

$O_{O,p}$ - objem povrchového odtoku z vyšetrovanej časti svahu za uvažovaný časový úsek [m^3],

O_E - objem vyparenej vody z vyšetrovanej časti svahu za uvažovaný časový úsek [m^3],

$O_{R,z}$ - objem povrchovej retencie na vyšetrovanej časti svahu na začiatku uvažovaného časového úseku [m^3],

$O_{R,k}$ - objem povrchovej retencie vody, na konci uvažovaného časového úseku [m^3],

Ak chceme vyjadriť jednotlivé členy rovníc (1.14) a (1.15) ich tzv. ekvivalentnou výškou, t.j. ako H_R , H_Z , a pod. musíme si uvedomiť, že hoci objem povrchového prítoku na vyšetrovanú časť svahu (obr. 1.3 označená písmenom D) - $O_{P,p,D}$ je totožný s objemom odtoku z vyššie ležiacej časti svahu (na obr. 1.3 označená písmenom L) - $O_{O,p,L}$, nemusí platiť rovnosť medzi výškou prítoku povrchovej vody na pás D a výškou odtoku povrchovej vody z pásu L. Medzi týmito výškami, ak uvažujeme rovnakú šírku obidvoch častí svahu, platí vzťah :

$$H_{P,p,D} = \frac{L}{D} \cdot H_{O,p,L} \quad (1.16)$$

kde

$H_{P,p,D} - (= \frac{O_{P,p,D}}{D \cdot \check{s}} \cdot 1000)$ výška povrchového prítoku na pás D za uvažovaný časový úsek [mm],

$H_{O,p,L} - (= \frac{O_{O,p,L}}{D \cdot \check{s}} \cdot 1000)$ výška povrchového odtoku z pásu L za uvažovaný časový úsek [mm],

L - dĺžka vyššie ležiacej časti svahu [m],

D - dĺžka časti svahu, pre ktorú robíme hydrologickú bilanciu [m],

š - šírka vyšetřovaného svahu [m],

$O_{P,p,D} - (= O_{O,p,L})$ objem povrchového prítoku vody na vyšetřovanú časť svahu za uvažovaný časový úsek [m³],

$O_{O,p,L} - (= O_{P,p,D})$ objem povrchového odtoku z vyššie ležiacej časti svahu za uvažovaný časový úsek [m³]

Pomocou rovnice : $H_{P,p,D} = \frac{L}{D} \cdot H_{O,p,L}$

môžeme rovnice : $\pm \Delta O_R = O_Z + O_{P,p} - O_{O,p} - O_i - O_E$

$$O_{O,p} = O_Z + O_{P,p} - O_i - O_E \pm \Delta O_R$$

upraviť na tvar :

$$\pm \Delta H_R = H_Z + \frac{L}{D} \cdot H_{O,p,L} - H_{O,p,D} - V_i - H_E \quad (1.17)$$

$$H_{O,p,D} = H_Z + \frac{L}{D} \cdot H_{O,p,L} - V_i - H_E \pm \Delta H_R \quad (1.18)$$

kde

$H_{O,p,D}$ - výška povrchového odtoku z vyšetřovanej časti svahu, t.j. z pásu D, za uvažovaný časový úsek [mm],

V rovnicach (1.14) – (1.18) podobne ako v rovnici (1.13) môžeme objem výparu (O_E), resp. Výšku výparu (H_E) zanedbať.

Treba si však uvedomiť, že hydrologickú bilanciu povrchu pôdy robíme pre časové obdobie rovnajúce sa len trvaniu skutočného dažďa - t_d , resp. trvanie tzv. náhradného (návrhového) dažďa – $t_{d,N}$ (Antal,2008).

2 Ciele práce

Cieľom práce je vypočítať charakteristiky povrchového odtoku v katastrálnom území Kostoľany pod Trbečom, na základe vedeckej, odbornej a knižnej literatúry. V snahe dosiahnutia tohto cieľa bolo potrebné zistiť charakteristiky návrhového dažďa, stanoviť intenzitu vsaku do pôdy, stanoviť drsnosti podľa Bazina, odvodiť sklon a dĺžku svahu s využitím topografických máp. Príprava a spracovanie priestorových dát vrátane výpočtu rýchlosti povrchového odtoku sa uskutočnilo v prostredí geograficko informačných systémov (GIS).

3 Materiál a metodika

3.1 História územia

V chotári obce je hradisko na Lysci z mladšej doby hallštattskej, románsky kostolík a radové pohrebisko z 10. – 12. storočia.

Kostoľany pod Tríbečom sa spomínajú už ako vyvinutá obec v r. 1113 ako Costelan, neskôr Koztulan (1253), Gymessowské Kostolany (1927), Kostoľany pod Tríbečom (1948), maď. Ghymeskosztolány. Obec je pomenovaná podľa kostolíka z 10. – 11. storočia. Východná časť patrila zoborskému kláštoru, západná hradu Gýmeš, ktorý v 13. storočí získal celú obec. V r. 1302 -1329 patrila Matúšovi Čákovi, po ňom korune, od r. 1386 Forgáčovcom. V r. 1672 si obec prenajali Berényiovci, v r. 1709-1718 je pre účasť Pavla Forgácha na Rákócziho povstaní zhabal erár. V r. 1718 ju znova získal Šimon Forgách. Po roku 1918 mala obec stále poľnohospodársky charakter. Časť obyvateľov odchádzala na sezónne práce i do zahraničia (www.e-obce.sk).

3.2 Všeobecná charakteristika záujmového územia

Kostoľany pod Tríbečom sú obec v okrese Zlaté Moravce, s rozlohou 2212 ha s 381 obyvateľmi. Ležia v Tríbečských vrchoch v erózne-denudačnej zníženej potoka Drevenica. Stred obce má nadmorskú výšku 260 m n.m., chotár 240 – 700 m n.m. Mierne až stredne členitý vrchovinný chotár tvoria žulové horniny, druhohorné vápence a dolomity s výraznými bralami. Väčšia časť je zalesnená listnatým lesom. Prevláda dub, cer, hrab, vo vyšších polohách buk. Má hnedé lesné pôdy a rendziny. Ročná priemerná teplota asi 8 °C, priemerné množstvo zrážok vyše 700 mm.

Na západnom výbežku v polohe Dyún/Dún stojí národná kultúrna pamiatka ruina hradu Gýmeš, ktorá sa nachádza v katastrálnom území obce Jelenec. Východne v polohe Veľký Lysec sa nachádza národná kultúrna pamiatka hradisko z doby bronzovej (lužická kultúra).

Kultúrohistorickou i stavebnou dominantou Kostolian pod Tríbečom je kostolík zasvätený svätému Jurajovi. Je to jedna z najstarších sakrálnych stavieb na Slovensku. Jeho kultúrna hodnota sa znásobuje uchovanými nástennými maľbami. Stavba pochádza z 10. storočia, mala dva základné priestory - presbytérium a loď. Kostol bol prestavaný v 13. storočí, rozšírený o vežu. V 16. storočí vyhorel. V 17. storočí kostol opravili, v roku 1721 bola odstránená drevená povala lode kostola a nahradená bola štukovou

výzdobou. Posledné úpravy kostola boli v 20. storočí, ktoré však nezodpovedajú požiadavkám pamiatkovej starostlivosti a znižujú umeleckohistorickú hodnotu tejto vzácnej stavebnej pamiatky. Kostol bol vyhlásený za národnú kultúrnu pamiatku.

Okolie obce ponúka veľa možností turistiky. Kostolany pod Tribečom sú súčasťou chráneného krajinného územia Ponitrie (sk.wikipedia.org).

Širšie vzťahy záujmového územia sú znázornené v mape 1 v prílohe práce.

3.2.1 Hydrológia

Drevenica je vodný tok na západnom Slovensku, pravostranný prítok Žitavy s dĺžkou 25 km. Pramení v pohorí Tribeč, na južnom úpätí Veľkého Tribeča (829,6 m n. m.), v nadmorskej výške okolo 545 m n. m. Preteká juhojuhozápadným smerom cez Zlatnianske predhorie, z pravej strany priberá svoj prvý prítok, stáča sa na juh a vstupuje do Kostolianskej kotliny. Tečie okolo rekreačnej osady Jedliny a stáča sa na juhovýchod, priberá prítoky, najprv pravostranný z Balážovej doliny a následne ľavostranný z Babovej doliny. Preteká cez obec Kostolany pod Tribečom a za obcou už vstupuje do Podunajskej pahorkatiny, podcelku Žitavská pahorkatina. Tečie intravilánom obce Ladice a stáča sa viac na juh (sk.wikipedia.org).

3.2.2 Geologický podklad

Záujmové územie sa nachádza v oblasti geologického rozhrania kryštalinicko – druhohorného masívu Tribeča a Podunajskej panvy. Na geologickej stavbe sú stratigraficky zastúpené **kryštalinikum, mezozoikum a kvartér**.

Kryštalinikum, patrí k jadrovým pohoriam fatransko – tatranského antiklinória. Z granitoidných hornín, ktoré výrazne prevládajú v zložení jadra Tribeča, v zájmovom území, sú zastúpené strednozrnné, miestami až hrubozrnné biotitické granodiority až tonality, majú nižšiu bázicitu plagioklasu a väčšie zastúpenie K – živcov (10 %). Ďalej sa v ňom vyskytujú aj leukokratné jemno až hrubozrnné biotiticko-muskovitické až muskovitické granity.

Horniny **mezozoika** sa v rámci riešeného územia vyskytujú v Tribečskom pohorí. Mezozoikum tvorí obal kryštalinických jadier, prípadne je súčasťou príkrovovej stavby. Stredný trias je zložený so sivých dolomitov, zastúpené sú aj gutensteinské

vápence a svetlosivé laminované metamorfované vápence. Horniny mladšieho triasu zastupuje karpatský keuper. Starší trias je zastúpený lúžňanským súvrstvom ktoré tvoria svetlosivé, ružové, červené kremence, kremenné pieskovce, arkózové pieskovce. Útvar Jura v rámci druhohôr zastupujú pestré krinoidové vápence (lias – doger), resp. sivé a čierne vápence s rohovcami (spodný lias).

Sedimenty **kvartéru** v záujmovom území tvoria nasledovné genetické typy: fluviálne a deluviálne sedimenty. V dolinách sú súvisle zachované najmladšie fluviálne sedimenty. V doline potoka Drevenica holocénnu akumuláciu tvoria prevažne ílovité až piesčité hliny, v podloží piesky a taktiež sú v riešenej nive bežne zastúpené štrky. Na riešenom území možno vyčleniť prevažne hlinito – piesčité až piesčité deluviálne sedimenty a prevažne hlinito – kamenité deluvialné sedimenty.

Geologické pomery záujmového územia znázorňuje mapa 2 v prílohe práce.

3.2.3 Pedologické pomery

Kambizem – KM - sú trojhorizontové A-B-C pôdy, vyvinuté zo zvetralín vyvretých, metamorfovaných a vulkanických hornín, prevažne nekarbonátových sedimentov paleogénu a neogénu, lokálne tiež z nespevnených sedimentov, napr. z viatych pieskov. Ich humusový A-horizont je v nižších polohách plytký a svetlý, s malým obsahom humusu a často aj na zvetralinách granitov sorpčne nasýtený. Ide o tzv. ochrický Ao-horizont. Vo vyšších, klimaticky extrémnejších nadmorských výškach v ňom narastá obsah surového kyslého humusu a narastá tiež jeho hrúbka, čím sa mení na tzv. umbrický Au-horizont. Dominantným diagnostickým horizontom kambizemí je kambický Bv-horizont. Je to metamorfický podpovrchový horizont ktorý vznikol procesom hnednutia (brunifikácie), t.j. oxidického zvetrávania, s fyzikálnou a chemickou premenou prvotných minerálov a tvorbou ílových minerálov, bez ich výraznejšej translokácie. Tento proces dáva horizontu charakteristickú hnedú farbu. Typickým morfológickým znakom kambizemí sú difúzne prechodné horizonty A/B a B/C (www.agroporadenstvo.sk).

Sú najrozšírenejším pôdnym typom na území Slovenska. Vyvinuli sa vo všetkých našich pohoriach s výnimkou tých, ktoré sú budované mezozoickými horninami (vápence, dolomity). Hojné zastúpenie majú tiež na viatych pieskoch

Záhorskej nížiny. Vyvinuté sú v klimatickej oblasti teplej, mierne suchej, až chladnej horskej, v nadmorských výškach 145 – 800 m (kambizeme nasýtené) a (200)600 – 1 400 m (kambizeme kyslé) (www.agroporadenstvo.sk).

Produkčne a ekologicky sa uplatňujú v stredných a vyšších nadmorských výškach. Z ekologického hľadiska sú to pôdy cenné pre svoju nezastupiteľnú schopnosť zadržiavať a akumulovať zrážkové vody a tiež pre svoje filtračné vlastnosti. Vzhľadom na ich výskyt v svahovitých polohách sú často erodované a tým aj ohrozujúce povrchové vodné zdroje. Pri znečistení ťažkými kovmi je predpoklad ich vysokého transportu do pestovaných rastlín (vzhľadom na kyslú reakciu týchto pôd) (www.agroporadenstvo.sk).

Sú stredne úrodné pôdy, vhodné len pre užší sortiment poľnohospodárskych plodín. Vhodné sú najmä na pestovanie jačmeňa a raže ak ide o elúviá, oblasť flyšových pieskovecov, alebo viate piesky Záhorskej nížiny. Na hlbších svahových delúviách a elúviách sa darí lucerne, maku, repke olejnej, cukrovej repe. Kyslé variety hlbších kambizemí vyhovujú zemiakom a konope. Vhodnými plodinami sú aj ľan, šošovica a vika siata. Pšenici a kukurici sa darí len v najteplejších oblastiach ich výskytu, za predpokladu že ide o pôdy dostatočne hlboké (nad 0,6 m) a slabo kamenité (www.agroporadenstvo.sk).

Luvizem – LM - sú to štvorhorizontové A-E-B-C pôdy vyvinuté z rôznych, prevažne nekarbonátových pôdotvorných substrátov v podmienkach premyvneho vodného režimu. Na povrchu majú tzv. ochrický (svetlý humusový) horizont Ao. Pod ním sa nachádza dobre vyvinutý eluviálny E-horizont svetlejší ako nad a pod ním ležiace horizonty, ktorý vznikol vylúhovaním minerálnych a organických koloidov v dôsledku silného premývania povrchovými vodami. Translokované koloidné zložky vytvárajú nižší Bt-horizont, ktorý je hutný s obsahom až trikrát viac ílu ako vrchnejší E-horizont. V ňom koloidné zložky tvoria na povrchu agregátov tmavšie voľným okom viditeľné povlaky (www.agroporadenstvo.sk).

Vyskytujú sa v oblastiach styku nížin s pahorkatinami až vrchovinami (úpätia svahov, kotliny) v klimatických podmienkach mierne chladných a vlhších. Významnou pôdotvornou podmienkou pri ich vývoji je reliéf. Najčastejšie sú vyvinuté na podsvahových zarovnaných reliéfoch kde sa pôvodné laterálne prúdenie povrchových

vôd mení na vertikálne do podložia. Vyskytujú sa prevažne na nespevnených nekarbonátových pôdotvorných substrátoch (polygenetické hlíny a hlbšie eluviálno-deluviálne produkty zvetrávania). Typické sú pre ne polohy s nadmorskou výškou 150-700 m s priemernou ročnou teplotou 6-9°C a s ročným úhrnom zrážok 600-900 mm. Pôvodným porastom boli dúbavy a bučiny, vo vyšších polohách to mohli byť aj zmiešané lesy (www.agroporadenstvo.sk).

Sú málo biologicky oživené, často povrchovo zamokrené s relatívne nevhodnými fyzikálnymi vlastnosťami. Majú nižšie obsahy a horšiu kvalitu humusu. Ich ekologický potenciál je stredný až nízky. V minulosti sme luvizeme nazývali ilimerizované pôdy. Pod týmto názvom boli vždy synonymom horších pôd. Vzhľadom na ich geografickú polohu môžu trpieť eróziou. Taktiež sú náchylné na utuženie najmä v podornici. Niekedy sú zamokrené a to od povrchu (v dôsledku nižšej priepustnosti B-horizontu) (www.agroporadenstvo.sk).

Sú menej úrodné slabo kyslé až kyslé pôdy, treba ich predovšetkým vápniť a dostatočne hnojiť. Vyhovujú menšiemu sortimentu poľnohospodárskych plodín. Sú vhodné pre pestovanie raže a to aj oglejené subtypy, avšak len vtedy keď nie sú zamokrené stagnujúcou povrchovou vodou. Sú vhodné aj na pestovanie repky olejnej, konope, ďateliny a ak sú vyvinuté na sprašových sedimentoch, tak aj kukurice. Ak vznikali na sprašových hlinách sú vhodné pre pšenicu, avšak aj k tejto plodine ich treba dobre hnojiť a vápniť. Keď majú E-horizont hlbšie ako 0,4 m sú v suchšom roku vhodné aj na pestovanie zemiakov a kŕmnej repy. Nesmú však byť ani sezónne zamokrované (www.agroporadenstvo.sk).

Fluvizem - FM - sú mladé, dvojhorizontové A-C pôdy, vyvinuté výlučne z holocénných fluviálnych, t.j. aluviálnych a proluviálnych silikátových a karbonátových sedimentov (alúviá tokov, náplavové kužele). Sú to pôdy v iniciálnom štádiu vývoja s pôdotvorným procesom slabej tvorby a akumulácie humusu, pretože tento proces je, resp. v nedávnej minulosti bol narúšaný záplavami a aluviálnou akumuláciou. Pre fluvizeme je typická textúrna rozmanitosť, rôzna minerálna bohatosť a rôzne vysoká hladina podzemnej vody, s následným vplyvom na vývoj ďalšieho, glejového G-horizontu.

Fluvizeme sú teda pôdy so svetlým, plytkým (tzv. ochrickým) Ao-horizontom zriedkavo presahujúcim hrúbku 0,3 m, ktorý prechádza cez tenký prechodný A/C-horizont priamo do litologicky zvrstveného pôdotvorného substrátu, C-horizontu. V typickom vývoji môžu byť v profile náznaky glejového G-horizontu (glejový oxidačný Go-horizont a glejový redukčno-oxidačný Gro-horizont), čo znamená, že hladina podzemnej vody je trvalo hlbšie ako 1 m (www.agroporadenstvo.sk).

Sú azonálne pôdy, t.j. sú vyvinuté z recentných fluviálnych náplavov v rôznych nadmorských výškach a klimatických oblastiach Slovenska. V horských oblastiach sú prevažne textúrne ľahké a niekedy až extrémne štrkovité a kamenité. Zrnitostné zloženie sa však mení často aj na tom istom alúviu podľa toho, aký materiál prinášajú prítoky potokov a riek. Na agradačných valoch širších alúvií sú vyvinuté vždy fluvizeme modálne ľahké, v depresiách za nimi je sedimentovaný textúrne ťažší materiál, z ktorého sa vyvinuli (aj ako dôsledok vyššej hladiny podzemnej vody) fluvizeme glejové, vo vhodných klimatických a geologicko-geomorfologických podmienkach tiež ostrovy fluvizemí slaniskových a slancových (www.agroporadenstvo.sk).

Pôvodným prirodzeným porastom fluvizemí boli v minulosti lužné lesy a nívne lúky. Skultúrené fluvizeme majú rôznorodé chemické a fyzikálne vlastnosti. Môžu byť kyslé až alkalické, piesočnaté až ílovité, silikátové, aj karbonátové. Obsah humusu a živín aj napriek svetlosti A-horizontu môže byť najmä na širších alúviách dost' vysoký z dôvodu občasného naplavovania humifikovaných organických látok počas povodní. Navyše sa organické látky nachádzajú aj v podpovrchových horizontoch a vrstvách fluvizemí, kde postupne vyznievajú s hĺbkou. Fluvizeme majú teda rôznu bonitu. Môžu byť veľmi úrodné, ale tiež aj neplodné. Na strednom a južnom Slovensku patria medzi najlepšie zeleninárske pôdy a navyše blízkosť podzemných vôd umožňuje ich zavlažovanie. Na hlbokých hlinitých a ťažších fluvizemiach s podzemnou vodou hlbšie ako 1,5 m sa dobre darí obilninám, technickým plodinám a tiež okopaninám. Piesčitejšie druhy fluvizemí sú po dôkladnej kultivácii vhodné pre pestovanie zeleniny a krmovín, hlavne ďateľovín. Na tieto plodiny možno využiť aj fluvizeme kultizemné glejové. Fluvizeme modálne a kultizemné karbonátové sú pri priaznivých klimatických podmienkach vhodné aj na pestovanie pšenice a jačmeňa, na nekarbonátových varietach fluvizemí možno úspešne pestovať konope a ľan (www.agroporadenstvo.sk).

Glej – GL - má diagnostický glejový redukčný Gr-horizont pod ochrickým A-horizontom. Glejový pôdotvorný proces prebieha pod hladinou podzemnej vody, alebo v zóne jej pôsobenia. V týchto podmienkach dochádza k redukcii prvkov s premenlivým mocenstvom, k migrácii látok a rozdeleniu pôdnej hmoty na vrstvy obohatené a ochudobnené o železo a mangán. Sú rozšírené v rôznych klimatických podmienkach, hlavne v terénnych depresiách, v širokých rovinách riek, všade tam, kde sa vyskytuje ustálená, pomerne vysoká hladina podzemnej vody (0,8-1,0 m), ktorá trvale zasahuje do pôdotvorného procesu. Tieto pôdy vznikli na alúviách, delúviách a na hlbších svahovinách, nachádzajú sa v depresiách. Vyskytuje sa na malých okrskoch aluválnych a iných terénnych depresií na celom území Slovenska, v klimatickej teplej, suchej až mierne chladnej oblasti, v nadmorských výškach od 95 m až po najvyššie prameništia potokov. Gleje majú nepriaznivé chemické, fyzikálne a biologické vlastnosti. Nízky obsah humusu. Pôdna reakcia je kyslá. Celková sorpčná kapacita je relatívne vysoká, s výnimkou pôd na piesočnatých substrátoch, ale stupeň sorpčnej nasýtenosti je nízky. Základom zúrodňovacích opatrení je trvalé zníženie hladiny podzemnej vody odvodnením, kyprením, úprava pôdnej reakcie vápením a pravidelné hnojenie organickými a priemyselnými hnojivami (Zaujec, 2002).

Pedologické pomery záujmového územia sú znázornené v mape 3 v prílohe práce.

3.2.4 Charakteristika lesnej vegetácie

Na základe porastovej mapy a lesného hospodárskeho plánu sú v riešenom k.ú. zastúpené nasledovné skupiny lesných typov:

Jaseňová jelšina (*Fraxineto-Alnetum*) – predstavujú pahorkatinové a podhorské lužné lesy na užších potočných alúviách s rýchlo prúdiacou vodou. Vyskytujú sa v nadm. výškach 300-550 m. Pôdy: paternia oglejená, na alúviách už dlhšie stabilizovaných glejové pôdy mullové. Hladina podzemnej vody vo vegetačnom období nepoklesne hlboko a je v dosahu koreňov drevín. V prirodzenom druhovom zložení lesných porastov sa uplatňuje jelša lepkavá spolu s jaseňom štíhlym. Prenikajú sem aj dreviny z okolitých svahov, ako sú smrek, buk, javory, brest horský, lipy, hrab i duby. Z tráv a ostríc, ktoré sa viažu na vlhkejšie lokality treba menovať *Carex remota*, *C.*

sylvatica, v karpatskej oblasti *C. pendula* a vzácné aj *C. strigosa* (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Dúbrava (*Quercetum*) – Spoločenstvá sa vyskytujú v nížinách a pahorkatinách v nadm. výškach 150-400 m. Na Slovensku sa vyskytujú prevažne južne od hlavnej rozdeľovacej podnebnéj čiary, na lokalitách pod vplyvom panónskej klímy. Pôdne prostredie tvoria plytké piesočnaté až kamenité, veľmi priepustné, vysychavé podzolované až nenasýtené hnedé lesné pôdy. Dreviny náročnejšie na vlhkosť a plytkozakoreňujúce dreviny sa okrem svetlomilnej, hlbokozakoreňujúcej borovice, nemôžu vedľa duba uplatniť. Prevládajú v nej druhy trávovitého vzhľadu prevažne *Festuca ovina*, *Carex humilis*, *Calluna vulgaris*, *Genista pilosa* a pod (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Kyslá dubová bučina (*Fagetum-quercinum*) – Spoločenstvá sú rozšírené v nižších a stredných polohách na celom území SR. Na súvislých plochách sa vyskytujú v rozpätí nadm. výšok 400-600 m n. m. Pôdne prostredie charakterizujú nenasýtené až podzolované hnedé lesné pôdy, prípadne až železité podzoly. Okrem duba, buka a borovice v prirodzenom zložení sa uplatňuje vo vyššej miere hrab, osika i lipa. Relatívne priaznivejšie podmienky prostredia sa odrážajú aj v zložení fytoceóz. Okrem acidofilných a oligotrofných druhov, ktoré v skupine prevládajú, vyskytujú sa aj druhy indikujúce priaznivejšie podmienky: *Luzula luzuloides*, *Micelis muralis*, *Carex pilulifera* a pod. Diferenciáciu medzi vyšším a nižším stupňom určuje pomer prirodzeného zastúpenia duba a buka. V nižšom stupni prevláda dub, vo vyššom buk (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Buková dúbrava (*Fageto-Quercetum*) – zaeberajú veľké a súvislé plochy v pahorkatinách, menšie lokality na južných svahoch predhorí, na Slovensku v oblastiach ovplyvnených panónskou klímou. Optimum rozšírenia je v nadmorskej výške 300-500 m. Z pôdných typov prevládajú hnedé lesné pôdy, menej časté sú hnedozeme a ilimerizované pôdy. Priaznivejšia a trvalejšia pôdna vlhkosť umožňuje uplatnenie buka. Synúzia podrastu má trávovitý vzhľad. Na bohatých sprašových pôdach sa uplatňujú druhy *Carex pilosa*, *Dactylis glomerata*, *Brachypodium sylvaticum*, *Melica uniflora*, *Carex Montana*, *Stellaria holostea* a iné (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Buková dúbrava s javorom (*Fageto-Quercetum acerosum*) – Charakteristickým znakom skupiny sú geneticky vyvinuté pôdy s obsahom skeletu do 70%. Optimum rozšírenia spoločenstiev je v nadm. výške 300-400 m. V pôvodných porastoch sa uplatňoval dub zimný, buk, spolu s hrabom, lipou malolistou, javorom mliečnym a poľným. Z trávovitých *Carex pilosa*, *Melica uniflora*, *Dactylis glomerata*, *Carex montana*, *Melica nutans*, *Poa nemoralis* (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Hrabová javorina (*Carpineto-Aceretum*) – spoločenstvá skupiny sú rozšírené v 1.a 2. vegetačnom stupni, preto sa delia na nižší a vyšší stupeň. Vyskytujú sa na malých plochách až plôškach na okrajoch pohorí celého územia, na bazálnych delúviách. Optimum rozšírenia je v nadm. výške 300-400 m. Pôdne prostredie tvoria surové pôdy sutinové. Pôdne prostredie poskytuje miestami vhodné podmienky pre dub zimný a borovicu. V pôvodných porastoch prevládal dub zimný s hrabom, uplatňovali sa aj javor poľný, lipa malolistá a veľkolistá, z krov drieh, bršleny, hloh a iné. Z trávovitých druhov ostrovčekovite dominujú: *Poa nemoralis*, *Bromus benekenii*, *Melica uniflora*, *Dactylis glomerata*, *Carex pairae* a podobne (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Dubová bučina (*Querceto-Fagetum*) – Spoločenstvá sa vyskytujú na súvislých plochách pahorkatín a nižších polôch a predhorí po celom území SR. Optimum ich rozšírenia je nadm. výške 400-600 m, na svahoch rôznych sklonov. Prevládajú hnedé lesné pôdy, v početnej škále subtypov a variet, vyskytujú sa však aj hnedozeme a ilimerizované pôdy. Základ porastov by mali tvoriť buk s dubom (prevaha buka). Z ihličnatých drevín sa na suchších lokalitách môže uplatniť aj borovica a smrekovec, vo vlhkejších typoch smrek a jedľa. Na hlinitých až ilovitohlinitých a minerálne bohatších pôdach so sklonom k ilimerizácii dominujú druhy: *Carex pilosa*, *Carex sylvatica*, *Brachypodium sylvaticum*, *Sanicula europaea* a na skeletnatejších prípadne minerálne chudobnejších pôdach prevládajú druhy: *Melica uniflora*, *Luzula luzuloides*, *Calamagrostis arudinacea*, *Poa nemoralis* a iné (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Bučina (*Fagetum pauper*) – spoločenstvo zaberajúce rozsiahle plochy nižších pohorí a predhorí vyšších pohorí v rozpätí nadmorských výšok 300-800 m n.m. Pôdy: hnedé lesné pôdy mezotrofné (modálne kambizme), typické až skeletnaté, zriedkavejšie

aj oglejené, rankrové a ďalšie subtypy. Typický ráz bylinného podrastu je daný absolútnou dominanciou buka, ktorý tu má dokonalý zápoj, vytvára hrubú vrstvu opadu a spotrebúva väčšinu dostupnej vody. Hlavným znakom tejto skupiny je slabo vyvinutá, na druhy chudobná bylinná vrstva, v ktorej často prevažuje jediný z nižšie uvedených druhov: *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, *Dentaria bulbifera*, *Veronica montana*, *Hieracium sylvaticum*, *Mycelis muralis*, *Carex pilosa*, *Prenanthes purpurea* a ďalších (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Dubová bučina s lipou (*Querceto-Fagetum tiliosum*) – Skupina sa vyskytuje v oblasti rozšírenia dubových bučín, na pôdach s vyššou skeletnosťou a s ešte priaznivejším vodným režimom a priaznivou premenou opadu. Optimum rozšírenia skupiny je v nadm. výške 400-500 m. Pôdy rankrové, hnedé lesné pôdy rankrové, typické i menej sutinové rendziny. Hojne sú zastúpené bučínové druhy, z trávovitých druhov sú to *Melica uniflora*, *Carex pilosa*, *Melica nutans*, *Brachypodium sylvaticum* (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Lipová javorina (*Tileto-Aceretum*) – Skupina sa vyskytuje v pahorkatinách a nižších predhoriach. Delí sa na nižší a vyšší stupeň. Optimum rozšírenia v nadmorskej výške 400-700 m. Spoločenstvá skupiny sa vyskytujú prevažne roztrúsene, na malých plochách. Pôdy sú zvyčajne silne štrkovité, kamenité až balvanité a mezotrofné až eutrofné. Priaznivé pôdne a klimatické podmienky umožňujú bohatý rozvoj drevinovej zložky i synúzie podrastu, v ktorej dominujú nitrofilné a heminitrofilné druhy. Tiež hojne zastúpené sú bučínové druhy, paprade a niektoré trávovité druhy. Z drevín sa výrazne uplatňujú cenné listnáče. Dominujúce bylinné druhy sú napr. *Mercurialis perennis*, *Lamium maculatum*, *Allium ursinum*, *Urtica dioica*, *Aconitum vulparia*, *Parietaria officinalis* a iné (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Tab. 2.1

[Prehľad lesných typov v rámci skupín lesných typov (Hančinský, 1972)]

Názov skupiny lesných typov	Číslo lesného typu	Názov lesného typu
Jaseňová jelšina	901	Jaseňová jelšina
Dúbrava	1111	Dúbrava obmedzeného vzrastu
Kyslá dubová bučina	2102	Metlicovo-čučoriedková kyslá dubová bučina nst
	2103	Chlpaňová kyslá dubová bučina nst
	3102	Metlicovo-čučoriedková kyslá dubová bučina vst
Buková dúbrava	2301	Zakyslená buková dúbrava
	2302	Presychavá lipnicová buková dúbrava
	2303	Presychavá medničková buková dúbrava
	2304	Medničková buková dúbrava s chlpaňou
	2305	Kamenitá lipnicovitá buková dúbrava s chlpaňou
	2306	Lipnicová buková dúbrava s chlpaňou
	2307	Buková dúbrava sprašových hlín a spraší
	2310	Buková dúbrava ťažkých pôd s ostricou horskou
	2311	Živná medničková buková dúbrava
	2312	Živná ostricová buková dúbrava
	2313	Oglejená buková dúbrava
	2314	Štrkovitá hrebienková nitrofilná buková dúbrava
	2316	Slabo skeletnatá vápencová buková dúbravka
	2317	Silno skeletnatá vápencová buková dúbravka
Buková dúbrava s javorom	2401	Buková dúbrava s javorom na plytkých pôdach
Hrabová javorina	2501	Kamenitá hrabová javorina vst
	2502	Hluchavková hrabová javorina vst
Dubová bučina	3301	Chlpaňová dubová bučina
	3302	Ostricovo-chlpaňová dubová bučina
	3304	Medničková dubová bučina
	3307	Zavlhčená dubová bučina
	3308	Nitrofilná dubová bučina
	3310	Kamenitá medničková dubová bučina
Bučina	3312	Ostricová bučina nst
	3313	Zubačková bučina vst
Dubová bučina s lipou	3402	Medničkovno-bažanková dubová bučina s lipou
Lipová javorina	3502	Kamenitá lipová javorina nst

4 Výsledky práce

4.1 Výpočet intenzity návrhového dažďa

Urcikánov vzorec:

$$\text{—————} \quad (4.1)$$

kde

$q_{d,100}$ - výdatnosť náhradného prívalového dažďa s periodicitou výskytu $p = 0,01$ t. j.

pravdepodobnosť výskytu 1-krát za 100 rokov [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$],

$t_{d,N}$ - trvanie náhradného prívalového dažďa [min] $t_{d,N} = 30$ min,

K, B, a- miestne parametre

Tab. 4.1

[Parametre zrážkomernej stanice na území SR (Antal, 2000)]

Zrážkomerná stanica	Nadm. výška [m n.m.]	K	a	B
Tesárske Mlyňany	185	505,2	0,701	3,34

Pre výpočet intenzity návrhového dažďa boli použité parametre zrážkomernej stanice Tesárske Mlyňany, nakoľko je k riešenému územiu najbližšie.

Výpočtom bola zistená intenzita návrhového dažďa $q_{d,100} = 67,263 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (= $0,000067263 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

4.2 Stanovenie intenzity vsaku do pôdy

Priemernú intenzitu vsaku do pôdy sme stanovili na základe pôdnych druhov v sedemmiestnom kódovaní bonitovaných pôdnoekologických jednotiek. V tabuľke 4.2 uvádzame priemerné (vyrovnané) hodnoty vsaku, boli získané z výskumnej štúdie

Ústavu hydrológie Slovenskej akadémie vied. Na koľko hodnoty vsaku nepochádzajú priamo s nášho záujmového územia, môžeme ich považovať iba za orientačné (Šútor, Gomboš, Štekauerová, 2006).

Tab. 4.2

[Intenzity vsaku (Šútor, Gomboš, Štekauerová, 2006)]

Pôdny druh	intenzita infiltrácie [m.s ⁻¹]
1 ľahké	0,000013
2 stredne ťažké	0,0000026
3 ťažké	0,0000014
4 veľmi ťažké	0,0000002
5 stredne ťažké pôdy- ľahké	0,0000041

4.3 Stanovenie drsnosti

V tomto bode sme využili súčinitele drsnosti podľa Bazina uvedené v tabuľke 4.3. Konkrétne hodnoty drsnosti sme priradzovali k mapovaným jednotkám súčasnej krajinnej štruktúry, ktoré boli získané zvektorizovaním základnej mapy SR v mierke 1:10 000.

Tab. 4.3

[Hodnoty súčiniteľ drsnosti podľa Bazina (Antal, 1985, Hrádek, Kuřík, 2001)]

Stav povrchu pôdy	Charakteristika povrchu	γ
Lúky	nízka drobná tráva	3 - 4
	vysoká tráva	4 - 8
	hustá tráva	8 - 10
Pastviny	silno spásané, zo znakom erózie	2 - 4
	spásané, v riedkom lese	3 - 5
Pole	širokoriadkové plodiny, orba po vrstevniciach	8 - 12
	úzkoriadkové plodiny	6 - 8
Úhor	holý povrch, skala	1
	holina, devastovaný povrch bez porastu	1 - 2
	zoraná po spáde	2
	zoraná s urovnaným povrchom	3,5
	hrboľatá pôda	8 - 15
Rákosie	zarastené rákosím	4
Mach	zarastené machom	5 - 6
Lesy	trávna zeleň a mladé lesné porasty, devastovaný povrch	4 - 8
	silno poškodené lesné porasty, devastovaný povrch	4 - 6
	častočne poškodené lesné porasty	6 - 8
	zdravé lesné porasty, ostrovčeky humusu	8 - 10
	zdravé lesné porasty, dobrá vrstva humusu	12 - 16
	hustý kríkový porast	8 - 12

4.4 Výpočet sklonu a dĺžky svahu

Z digitálneho modelu reliéfu (Mapa 4) boli v prostredí ArcGIS odvodené sklonové pomery v percentách, pričom pre použitie vzťahu na výpočet rýchlosti povrchového odtoku (rovnica 1.1) bolo potrebné prepočítať do relatívnych jednotiek [$\text{m}\cdot\text{m}^{-1}$].

Pre výpočet vzdialenosti každého bodu svahu od rozvodnice (popríklad prirodzenej alebo antropogénnej bariéry) sa vyhotovila mapa dĺžky svahu v metroch (Mapa 6). Ako bariéry prerušujúce povrchový odtok boli brané cestné komunikácie s priekopami, hranica lesa a intravilánu. Napokon rýchlosť povrchového odtoku bola vypočítaná iba na poľnohospodárskej pôde riešeného územia, nakoľko sme mali k dispozícii

informácie iba o intenzite infiltrácie na poľnohospodárskych pôdach. Z výslednej mapy vyplýva, že rýchlosť povrchového odtoku sa pohybuje v rozpätí 0 - 0,78 m.s⁻¹.

Rýchlosť povrchového odtoku znázorňuje mapa 8 v prílohe práce.

5 Záver

Práca sa zaoberá problematikou povrchového odtoku, jeho charakteristikami a výpočtom výšky a rýchlosti povrchového odtoku. V práci sme popísali zložky povrchového odtoku ako i členenie odtoku z rôznych hľadísk, a to podľa formy odtoku, podľa času za aký sa zrážková voda dostane do vodného toku a podľa spôsobu, akým sa zrážková voda dostane do povrchového odtoku. Táto problematika je úzko spätá s využívaním pôdy kvôli ktorému sme sa v úvode práce zaoberali popisom pôdy a jej schopnosťami infiltrovať zrážkovú vodu, ako aj charakterizovaním vody, povodní a ich predchádzaniu. Ďalej sme sa zamerali na eróziu pôdy a na zabraňovanie jej vzniku. Podrobne sme spracovali hydrologickú bilanciu pôdy, nakoľko pre návrh technických, ale aj niektorých biologických melioračných opatrení musíme poznať aj charakteristiky povrchového odtoku zrážkovej vody ktoré veľmi úzko súvisia so spomínanou hydrologickou bilanciou.

V metodike sme všeobecne popísali skúmané katastrálne územie Kostol'any pod Trábečom jeho históriu a prírodné pomery, tj. geologický podklad, podrobne sme charakterizovali zastúpené pôdne typy a lesnú vegetáciu, ktorú sme popísali na úrovni zastúpených skupín lesných typov.

Následne sme pristúpili k výpočtu intenzity návrhového dažďa a stanovili sme súčiniteľa drsnosti pre jednotlivé prvky súčasnej krajinej štruktúry podľa Bazina. Pre intenzitu vsaku zrážky do pôdy sa využili výsledky výskumu ÚH SAV, keďže nie sú presne z nášho územia brali sme ich iba za orientačné. Z vytvoreného digitálneho modelu reliéfu sa odvodili sklonové pomery a dĺžka svahu pričom boli brané do úvahy reálne zastúpené bariéry. Nakoniec sme výpočtom zistili rýchlosť povrchového odtoku ktorá sa pohybuje v rozpätí od 0 po $0,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a nachádza sa v mape 8 v prílohe práce.

6 Zoznam použitej literatúry

1. ANTAL, Jaroslav. 2008. *Agrohydroológia*. 4.vyd. Nitra : SPU,2008. 168 s. ISBN 978-80-552-0099-6
2. ANTAL, Jaroslav – ŠPÁNIK, František. 2004. *Hydroológia poľnohospodárskej krajiny*. 2. Vyd. Nitra: SPU, 2004. 250 s. ISBN 80-8069-428-1
3. ANTAL, Jaroslav. 1987. *Ochrana pôdy a lesotechnické meliorácie II*. 2.vyd. Nitra: VŠP, 1987. 297 s.
4. ANTAL, Jaroslav. 1985. *Ochrana pôdy a lesotechnické meliorácie II, Návody na cvičenia*. 1.vyd. Príroda, 1985. 208 s.
5. STREĎANSKÁ, Anna – BUDAY, Štefan. 2006. *Bonitácia a cena pôdy*. Nitra: SPU, 2006. 183 s. ISBN 80-8069-656-X
6. ZAUJEC, Anton, a kol. 2002. *Pedológia*. Nitra: SPU, 2002. 98 s. ISBN 80-8069-090-1
7. RANDUŠKA, Dušan – VOREL, Jaromír – PLÍVA, Karel. 1986. *Fytocenológia a lesnícka typológia*. 1.vyd. Príroda, 1986. 344s.
8. HANČINSKÝ, Ladislav. 1972. *Lesné typy Slovenska*. 1.vyd. Príroda, 1972. 307 s.
9. KLOPČEK, Anton. *Kritické hodnoty hydraulických charakteristik povrchového odtoku zrážkovej vody po pôde. Záverečná správa čiastkovej výskumnej úlohy*. Nitra: SPU, 1993. 29 s.
10. STN 75 4501. Hydromeliorácie – Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy – Základné ustanovenia. 2000.
11. ANTAL, Jaroslav. 2000. *Aplikovaná agrohydroológia*. 2.vyd. Nitra : SPU,2000. 154 s. ISBN 80-7137-676-0
12. ZÁKON NR SR č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

-
13. ZÁKON NR SR č. 7/2010 Z.z. o ochrane pred povodňami
 14. ZÁKON NR SR č.384/2009 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení zákona č. 515/2008 Z. z.
 15. <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/poda/kambizem.htm>
 16. <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/poda/fluvizem.htm>
 17. <http://www.agroporadenstvo.sk/rv/poda/luvizem.htm>
 18. <http://www.fpv.umb.sk/~vzdchem/KEGA/TUR/VODA/VodyPrirode.htm>
 19. http://sk.wikipedia.org/wiki/Kosto%C4%BEany_pod_Tribe%C4%8Dom
 20. <http://www.e-obce.sk/obec/kostolanypodtribecom/2-historia.html>
 21. <http://www.e-obce.sk/obec/kostolanypodtribecom/3-priroda.html>
 22. <http://www.urbion.sk/voda-v-krajine-a-povodne/>
 23. [http://sk.wikipedia.org/wiki/Drevenica_\(potok\)](http://sk.wikipedia.org/wiki/Drevenica_(potok))

Prílohy

Mapa 1: Širšie vzťahy

Mapa 2: Geologické pomery

Mapa 3: Pedologické pomery

Mapa 4: Digitálny model reliéfu

Mapa 5: Sklonové pomery

Mapa 6: Svahové dĺžky

Mapa 7: Súčasná krajinná štruktúra

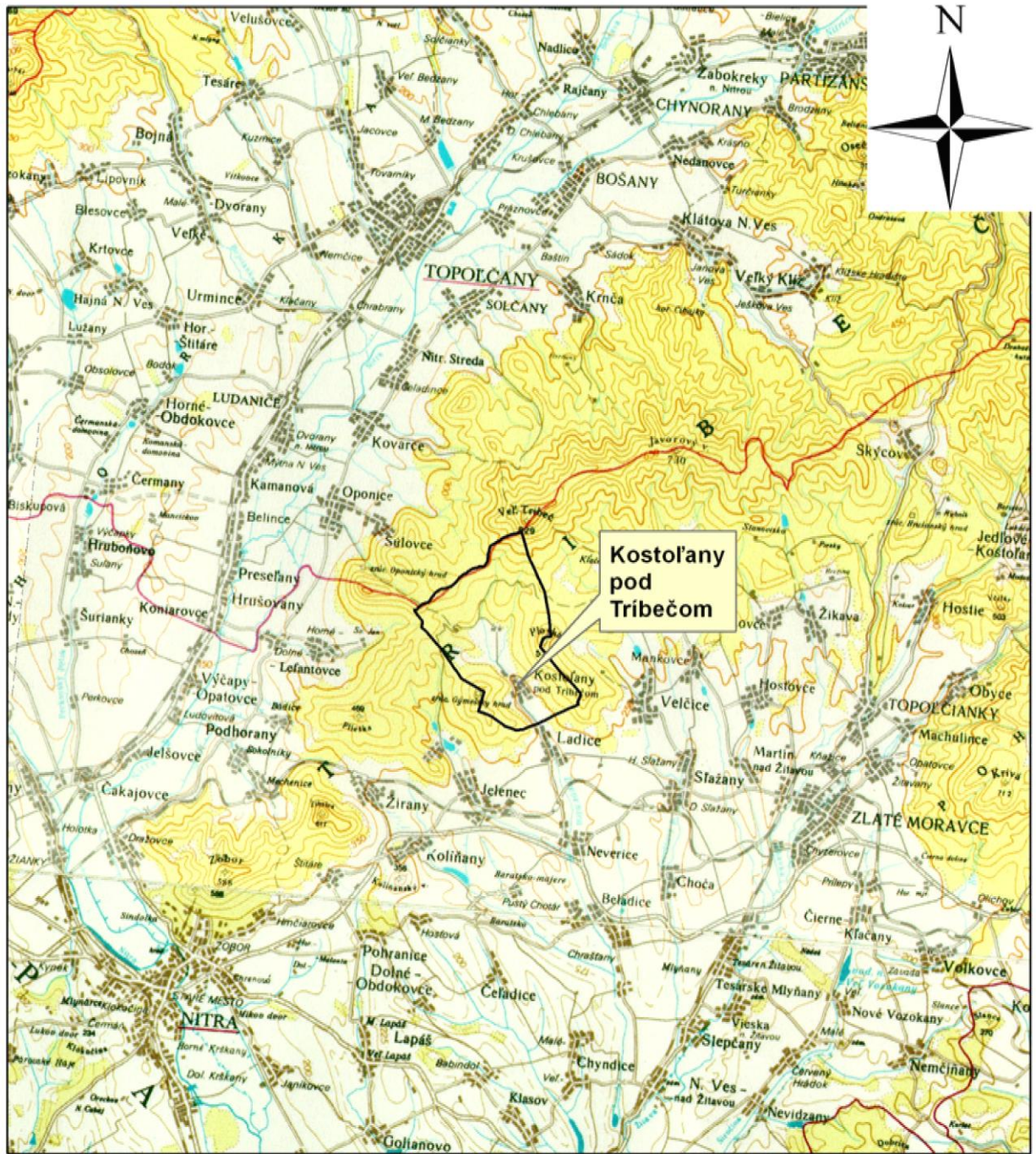
Mapa 8: Rýchlosť povrchového odtoku

Obraz 1: Pohľad na svahy riešeného katastra zo západu

Obraz 2: Pohľad na svahy riešeného katastra z juhovýchodu

Tabuľka 1: Druhy a zastúpenie pozemkov podľa katastra nehnuteľností

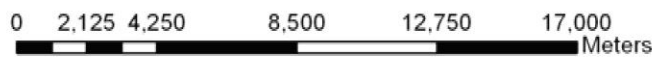
Mapa 1: Širšie vzťahy



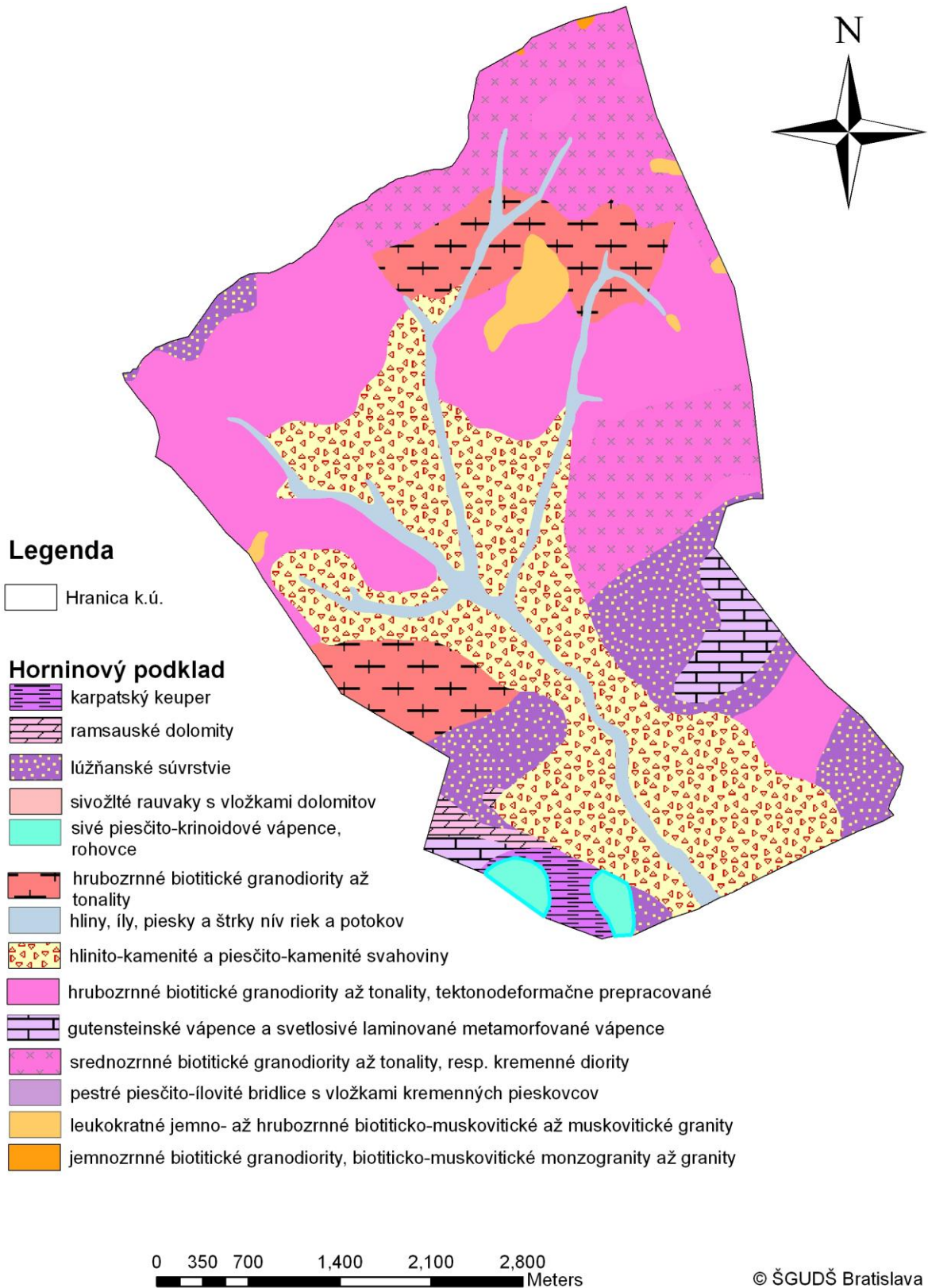
Legenda

 Hranica k.ú.

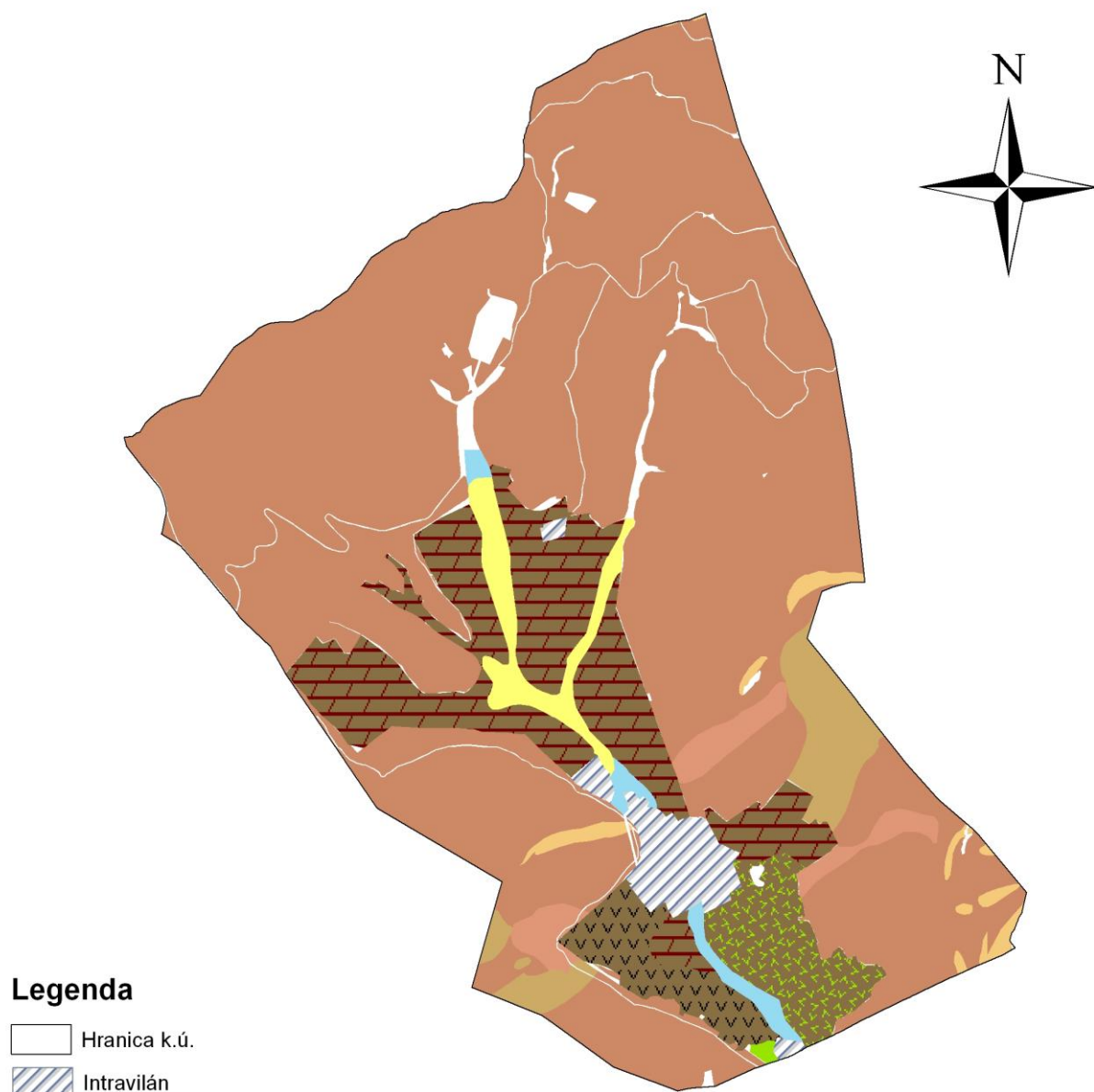
© ÚGKK SR



Mapa 2: Geologické pomery










Mapa 3: Pedologické pomery



Legenda

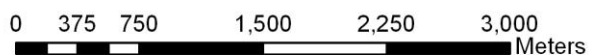
-  Hranica k.ú.
-  Intravilán

Poľnohospodárska pôda

-  Kambizem, ranker kambizemný, kultizemný
-  Kambizem modálna, kultizemná, luvizemná
-  Kambizem
-  Kambizem glejová, kultizemná
-  Luvizem pseudoglejová, kultizemná a pseudoglej luvizemný, kultizemný
-  Fluvizem pseudoglejová, kultizemná
-  Glej

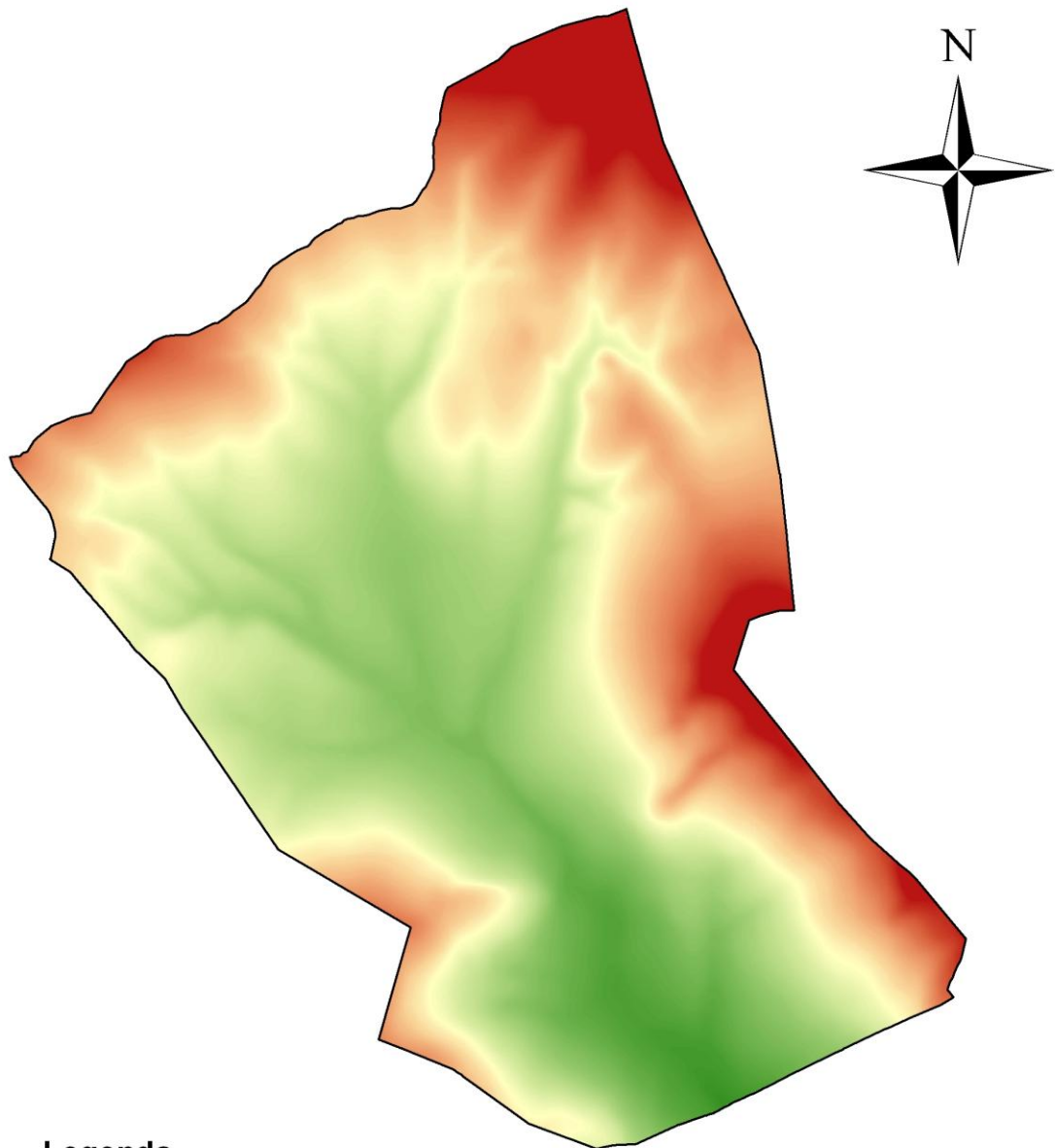
Lesná pôda

-  Hnedá lesná pôda
-  Ilimerizovana pôda
-  Rankrová pôda
-  Rendzina



© VÚPOP Bratislava
© NLC - Lesprojekt Zvolen

Mapa 4: Digitálny model reliéfu



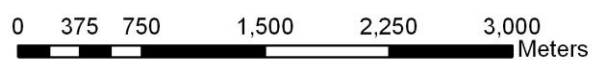
Legenda

 Hranica k.ú.

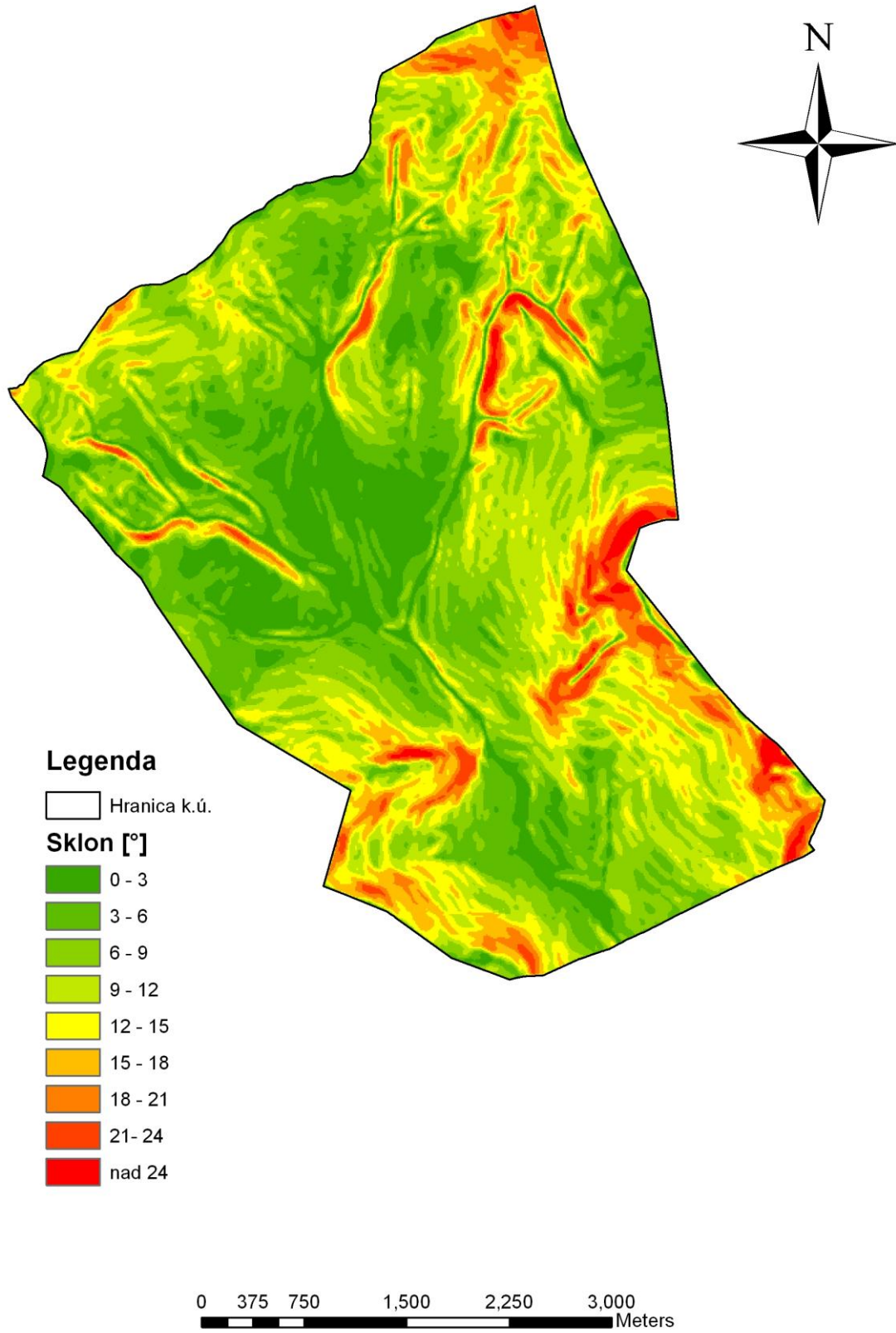
Nadmorské výšky [m n.m.]



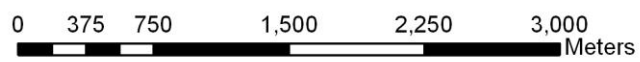
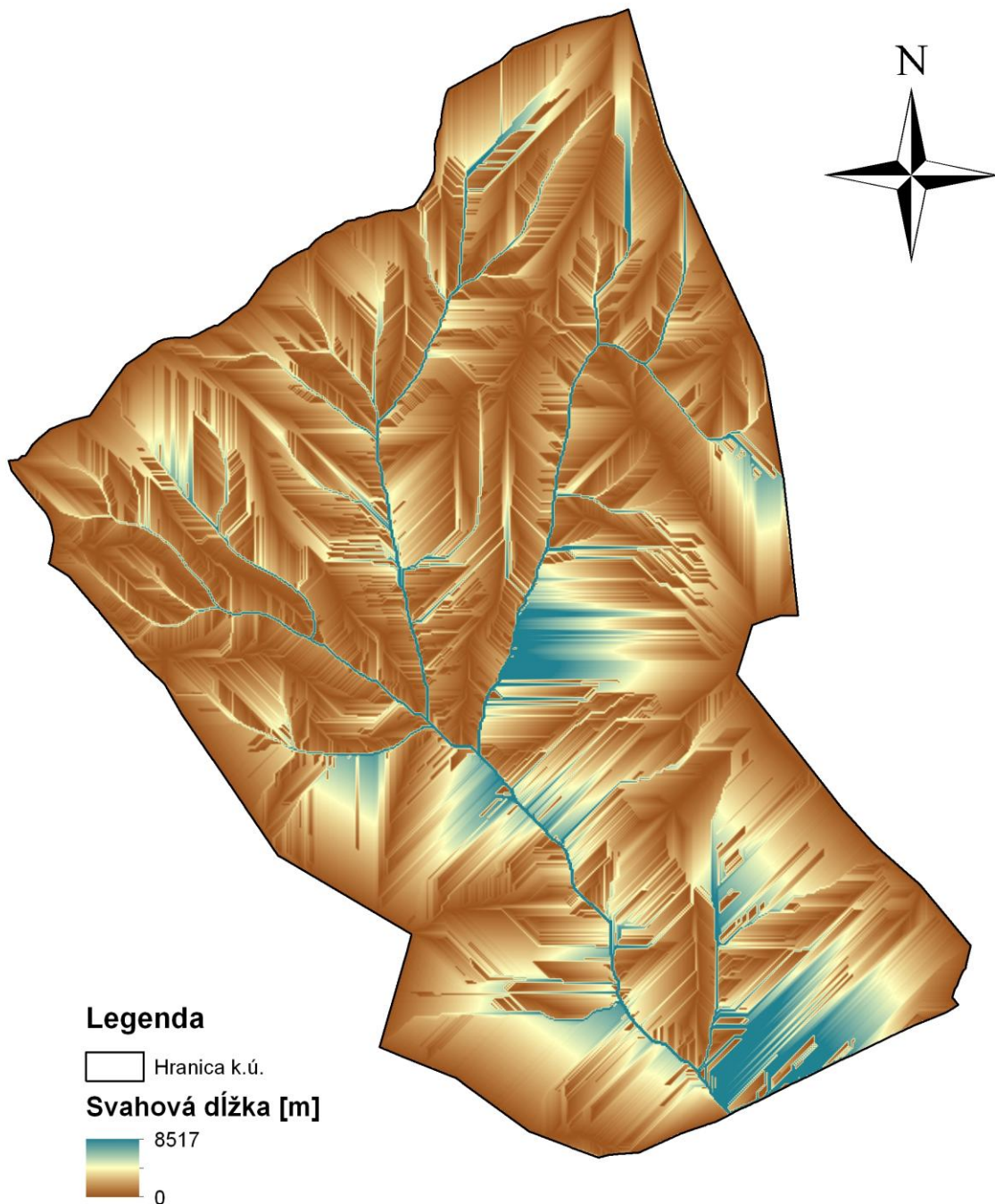
© TOPÚ Banská Bystrica



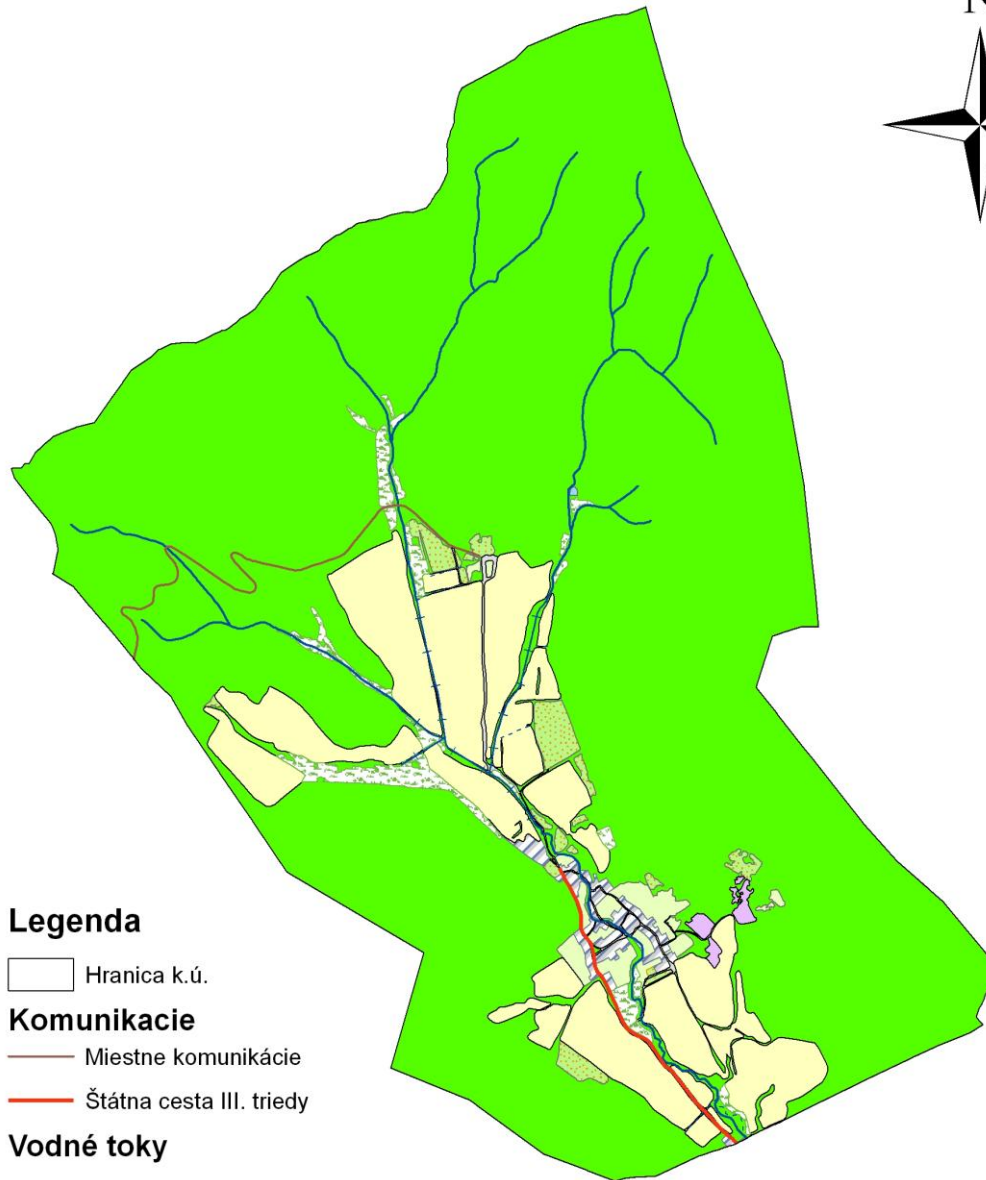
Mapa 5: Sklonové pomery



Mapa 6: Svahové délky



Mapa 7: Súčasná krajinná štruktúra



Legenda

□ Hranica k.ú.

Komunikácie

— Miestne komunikácie

— Štátna cesta III. triedy

Vodné toky

—+— regulované

— prirodzené

--- vysychajúce

▨ intravilán

□ orná pôda

□ záhrady

■ les

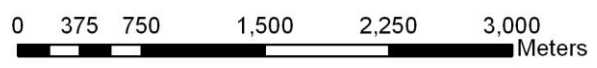
▨ lúky

▨ pasienky

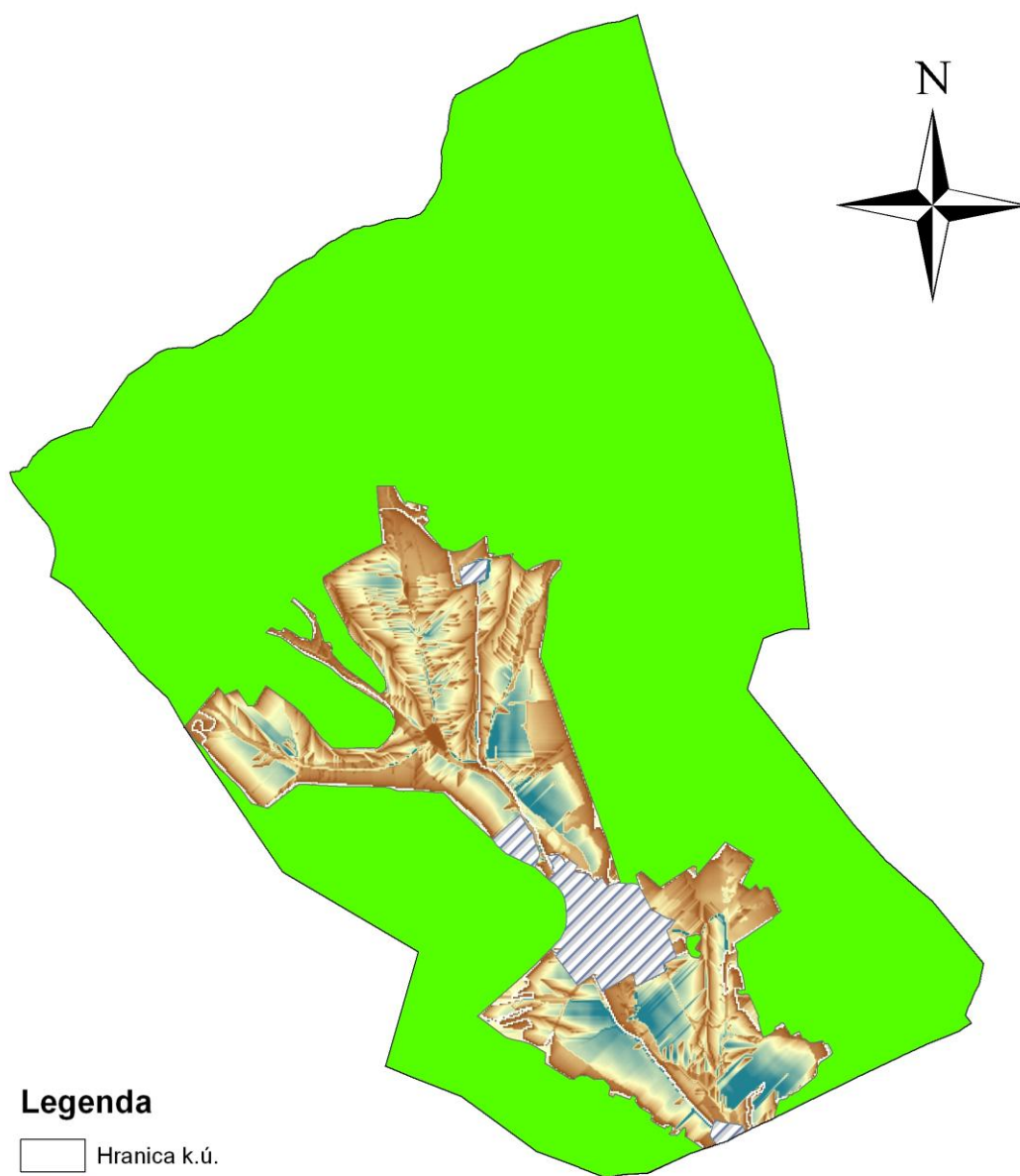
■ spevnené cesty

■ trvalé kultúry

■ vodné plochy



Mapa 8: Rýchlosť povrchového odtoku



Legenda

 Hranica k.ú.

 Intravilán

 Les

Rýchlosť odtoku [m.s⁻¹]

 0,78

 0

0 375 750 1,500 2,250 3,000 Meters

Obraz 1



Obraz 2



Tabuľka 1: Druhy a zastúpenie pozemkov podľa katastra nehnuteľností

Kód	Druh pozemku	Výmera [m ²]
2	orná pôda	1094083
4	vinica	50825
5	záhrada	226541
6	ovocný sad	18129
7	trvalý trávnatý porast	3176680
10	lesný pozemok	17177987
11	vodná plocha	59383
13	zastavaná plocha a nádvorie	252445
14	ostatná plocha	65606