

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



# Změny využití krajiny a jejich vliv na srážko- odtokové poměry vybraného povodí

Renata Hoferková

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. Bořivoj Šarapatka, CSc.

Olomouc 2022





## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Dr. Ing. Bořivoje Šarapatky, CSc. a s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 11. 12. 2022

.....  
podpis

Hoferková R. 2022. Změny využití krajiny a jejich vliv na srážko-odtokové poměry vybraného povodí. [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 77 s. 9 příloh. Česky.

## **Abstrakt**

Krajina během svého vývoje prošla a prochází nesčitelnými změnami. Jednou z těchto změn je i využití ploch, které má dále svůj vliv také na hydrologické procesy v krajině. Práce si kladla dva hlavní cíle. Prvním byla analýza využití ploch v rámci mikropovodí Uhliského potoka ve třech sledovaných časových obdobích, kterými byly zvoleny rok 1953, současný stav a výhledový stav blíže určený na základě územních studií. Druhým cílem pak bylo vyhodnocení srážko-odtokových poměrů pro výše uvedená období v návaznosti na výstupy z analýzy využití ploch. Zpracování dat a materiálů probíhalo v aplikaci ArcMap programu ArcGIS. Srážko-odtokové poměry byly vyhodnoceny metodou CN křivek. Výstupy tvořily mapové výstupy, tabulky a v případě land use také grafy. Analýza využití ploch prokázala značný úbytek orné půdy mezi prvním a druhým sledovaným obdobím, a naopak výrazný rozvoj intravilánu rovněž mezi těmito dvěma obdobími, který nadále pokračoval ve třetím sledovaném období. Kategorie trvalých travních porostů ve všech sledovaných obdobích zabírala téměř polovinu rozlohy zájmového území. Srážko-odtokové poměry pro současný stav byly vyhodnoceny jako nejvýhodnější. Hodnoty celkových objemů přímého odtoku pro rok 1953 a pro výhledový stav se lišily pouze minimálně, avšak rozdíl vykazovala čísla CN křivek, kdy výhledový stav vykazoval číslo CN vyšší hodnoty. Na základě hlavních výsledků lze říci, že změny využití ploch se projeví na odtoku ze zájmového povodí. Úbytek orné půdy měl příznivý vliv na hodnoty odtoku i přes rozvoj intravilánu zahrnujícího nepropustné plochy. Následný rozvoj intravilánu v rámci výhledového stavu dosahoval zhruba stejného výsledného objemu přímého odtoku s rokem 1953, tedy vyšší oproti současnému stavu.

**Klíčová slova:** ArcMap, číslo CN křivky, hydrologické modely, land use, odtok, povodí Uhliského potoka

Hoferková R. 2022. Land use changes and their impact on the precipitation-runoff conditions of a selected basin. [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 77 pp. 9 Appendices. Czech.

## **Abstract**

The landscape has been going through countless changes during its development. One of these changes is land use, which also has an effect on the hydrological processes in the landscape. The thesis had two main aims. The first aim was land use analysis of the Uhliský stream microbasin in three monitored time periods, which were chosen as the year 1953, the current state and the prospective state determined in more detail on the basis of territorial studies. The second aim was to evaluate the precipitation-runoff conditions for the above-mentioned periods following the outputs from the land use analysis. The processing of data and materials took place in the medium of the ArcMap application of the ArcGIS program. Precipitation-runoff conditions were evaluated using the SCS-CN method. The outputs consisted of map outputs, tables and, in the case of land use, also graphs. The land use analysis showed a significant decrease of arable land between the first and second observed periods, and on the contrary, a significant development of build-up areas also between those two periods, which continued in the third observed period. The category of permanent grassland occupied almost half of the interest area in all monitored periods. Precipitation-runoff conditions for the current state were evaluated as the most favorable. The values of the total cubic capacities of direct runoff for the year 1953 and for the prospective state differed only minimally, but the difference was shown by the CN, when the prospective state showed a CN of a higher value. On the basis of the main results, it can be said that the changes in land use were reflected in the runoff from the selected basin. The loss of arable land had a positive effect on the runoff values despite the development of the build-up areas including watertight surfaces. The subsequent development of the build-up areas within the prospective state reached the resulting cubic capacity of direct runoff roughly same as in 1953, thus higher than the current state.

**Key words:** ArcMap, Curve Number, hydrological models, land use, runoff, basin of Uhliský stream

# Obsah

Seznam tabulek .....	viii
Seznam obrázků .....	ix
Seznam zkratk .....	x
Poděkování .....	xi
1 Úvod.....	1
2 Cíle práce .....	2
3 Literární přehled .....	3
3.1 Krajina .....	3
3.2 Land use .....	5
3.3 Land cover .....	6
3.4 Srážko-odtokový proces .....	7
3.5 Modelování srážko-odtokových poměrů .....	10
3.5.1 Metoda CN křivek.....	13
4 Materiál a metody .....	17
4.1 Vymezení a charakteristika zájmového území .....	17
4.1.1 Výběr území .....	17
4.1.2 Geologické poměry .....	18
4.1.3 Geomorfologické poměry .....	19
4.1.4 Pedologické poměry .....	22
4.1.5 Klimatologické poměry .....	22
4.1.6 Hydrologické poměry.....	23
4.1.7 Biogeografie.....	25
4.1.8 Ochrana přírody a krajiny .....	26
4.2 Zdroje pro sledování krajinných změn .....	28
4.2.1 Archivní a současné mapové zdroje.....	28
4.2.2 Plánovací dokumentace území .....	28

4.2.3	Terénní průzkum .....	29
4.2.4	Klasifikace land use .....	29
4.3	Zpracování mapových podkladů .....	29
4.4	Zdroje pro sledování srážko-odtokových poměrů .....	31
4.4.1	Hydrologické skupiny půd .....	31
4.4.2	Další data.....	31
4.5	Zpracování srážko-odtokového procesu metodou CN křivek .....	32
5	Výsledky .....	35
5.1	Změny využití krajiny .....	35
5.2	Změny srážko-odtokových poměrů .....	38
6	Diskuze .....	41
7	Závěr .....	46
8	Literatura.....	47
9	Přílohy.....	55

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1:</b> Hydrologické skupiny půd <sup>a</sup> .....	15
<b>Tabulka 2:</b> Čísla odtokových křivek (CN) za špatných hydrologických podmínek omezujících infiltraci <sup>a</sup> .....	34
<b>Tabulka 3:</b> Zastoupení kategorií využití krajiny v povodí Uhliského potoka pro sledovaná období <sup>a</sup> .....	35
<b>Tabulka 4:</b> Plošné zastoupení hydrologických skupin půd v zájmovém území <sup>a</sup> .....	38
<b>Tabulka 5:</b> Výsledné hodnoty modelování srážko-odtokových poměrů <sup>a</sup> .....	40

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> Schéma srážko-odtokového procesu v povodí. Převzato: Starý, 2005. ....	8
<b>Obrázek 2:</b> Schéma odtokového procesu (použito podkladu z normy ČSN 736530 – Názvosloví hydrologie, 1985). In: Kulhavý a Kovář, 2000. ....	9
<b>Obrázek 3:</b> Vliv obsahu vody v půdě (IPS I – suchá, IPS II – střední, IPS III – nasyčená) na změnu čísla odtokové křivky (CN). Převzato: Janeček, 2012. ....	16
<b>Obrázek 4:</b> Vymezení zájmové lokality v rámci města Rožnov p. R. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap .....	18
<b>Obrázek 5:</b> Vyznačení svahových nestabilit v zájmovém území. Zdroj: ČGS.....	20
<b>Obrázek 6:</b> Sklonitost území povodí Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap .....	21
<b>Obrázek 7:</b> Nadmořská výška území povodí Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap .....	21
<b>Obrázek 8:</b> Vyznačení Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap.....	24
<b>Obrázek 9:</b> Spádová křivka Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap ...	25
<b>Obrázek 10:</b> Zonace CHKO Beskydy v rámci zájmového území. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap na základě vrstvy od AOPK .....	26
<b>Obrázek 11:</b> Absolutní zastoupení kategorií land use v zájmovém území. Zdroj: vlastní zpracování .....	37
<b>Obrázek 12:</b> Relativní zastoupení kategorií land use v zájmovém území. Zdroj: vlastní zpracování .....	38
<b>Obrázek 13:</b> Zastoupení hydrologických skupin půd v zájmovém území. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap .....	39

## Seznam zkratk

AOPK ČR – Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky

BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka

CN – Curve Number

ČGS – Česká geologická služba

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ČSN – Česká technická norma

ČSOP – Český svaz ochránců přírody

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

DB – Deterministic Black Box

DC – Deterministic Conceptual

DL – Deterministic, hydrodynamic Laws

DMR 4G – Digitální model reliéfu 4. generace

DTS – Distribuční transformační stanice

EVL – Evropsky významná lokalita

FAO – Food and Agriculture Organization

GIS – Geografický informační systém

HPJ – Hlavní půdní jednotka

HSP – Hydrologická skupina půd

CHKO – Chráněná krajinná oblast

IPS – Index předchozích srážek

LPIS – Land Parcel Identification System

MT – Mírně teplá klimatická oblast

SCS – Soil Conservation Service

SEKM – Systém evidence kontaminovaných míst

SHP – Shapefile

S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

ÚSOP – Ústřední seznam ochrany přírody

VÚMOP – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy

WMO – World Meteorological Organization

ZO ČSOP – Základní organizace Českého svazu ochránců přírody



## **Poděkování**

Velice ráda bych poděkovala vedoucímu práce prof. Dr. Ing. Bořivojovi Šarapatkovi, CSc. za veškerou pomoc, cenné rady a připomínky, ale také za trpělivost a shovívavost v průběhu zpracování této práce. Rovněž bych chtěla velice poděkovat Ing. Markovi Bednářovi, Ph.D. a Mgr. Ondřejovi Valovi za pomoc, cenné rady a čas, který mi věnovali při práci v ArcMapu. Děkuji také Mgr. Patrikovi Netopilovi, Ph.D. a Městu Rožnov pod Radhoštěm za poskytnutí potřebných dat a materiálů. V neposlední řadě patří velké poděkování mé rodině a přátelům za trpělivost a podporu poskytovanou při zpracování této práce i během celého studia.

# 1 Úvod

Krajina, jež je utvářena jak přírodními, tak antropogenními procesy, je i na základě těchto vlivů velmi složitým a neustále se měnícím časoprostorovým systémem. Znalost tohoto systému a dále pak jeho struktury a fungování je stěžejní pro plánování a management krajinného prostoru (Salašová, 2014). Změny v krajině jsou v současné době jedním z hlavních problémů globálního udržitelného rozvoje a environmentálních výzev (Guan et al., 2011; Halmy et al., 2015). Souvislost mezi změnami využití krajiny a hydrologickými procesy je předmětem mnoha studií shodujících se, že hydrologické procesy v povodí jsou do značné míry ovlivněny právě způsoby využívání krajiny (Bormann et al., 2009; Tang et al., 2011; Dwarakish a Ganasri, 2015).

Dynamika rozvoje a využívání krajiny má citelný vliv nejen na procesy přírodní, hospodářsko-ekonomické, ale dále např. sociální apod., jež spolu všechny vzájemně souvisejí a přímo či nepřímo ovlivňují podmínky pro formování odtoku z povodí. Srážko-odtokové procesy mohou tyto zásahy ovlivnit především u malých povodí, kdy se změna může projevit v poměrně krátkém čase v závislosti na zásahu (Kulhavý a Kovář, 2000). I proto je tudíž žádoucí porozumět, jak či do jaké míry mohou změny využívání krajiny ovlivňovat hydrologický režim, a především pak srážko-odtokové poměry.

K posouzení vlivu těchto změn se užívají matematické modely. S pomocí těchto modelů pro hydrologické účely můžeme simulovat existující hydrologické procesy nebo předvídat změnu v povodí v extrémních případech za využití různých scénářů. Technologický pokrok umožnil propojování těchto modelů s technologiemi geografických informačních systémů (GIS) představujícími zdroj dalších dat různého charakteru, které mohou být žádoucí pro realizaci některých typů hydrologických modelů. (Kulhavý a Kovář, 2000).

Hydrologické modely se tak spolu s GIS staly důležitým až nepostradatelným nástrojem nejen pro studium hydrologických procesů a dopadů antropogenních faktorů na hydrologický systém, ale rovněž hrají důležitou roli pro ověření funkčnosti stávajících nebo budoucích hydrologických opatření (Jeníček, 2007; Dwarakish a Ganasri, 2015).

Souhrnně tedy můžeme říci, že pochopení interakce mezi hydrologickými procesy a změnami ve využívání krajiny není užitečné pouze pro analýzu reálných událostí, ale také pro předpovídání potenciálních hydrologických důsledků stávajících nebo plánovaných budoucích postupů ve využívání krajiny, aby tak bylo možné dosáhnout účinného řízení vodních zdrojů (Tang et al., 2011; Dwarakish a Ganasri, 2015).

## **2 Cíle práce**

Cílem této práce je (i) zanalyzovat změny využití krajiny v rámci mikropovodí Uhliského potoka v Rožnově pod Radhoštěm ve třech obdobích datovaných od druhé poloviny 20. století a (ii) zhodnotit jejich případný vliv na srážko-odtokové poměry daného území. Pro naplnění těchto hlavních cílů je zapotřebí přiblížit klíčové pojmy a procesy, charakterizovat zájmové území, následně zpracovat land use pro jednotlivá období a vyhodnotit srážko-odtokové procesy. Závěrem práce jsou také nastíněna doporučení Městskému úřadu v Rožnově pod Radhoštěm pro plánování výstavby v zájmovém území.

## 3 Literární přehled

### 3.1 Krajina

V současné době neexistuje jednotná či univerzální definice krajiny, což svědčí o její velmi komplikované podstatě, tudíž se u jednotlivých autorů lze setkat s odlišnými interpretacemi. Tyto interpretace jsou ovlivněny především specializací autorů, avšak pro většinu z nich je shodným znakem polyfunkční charakter krajiny (Sklenička, 2003). Následující text uvádí pouze některé z definic tohoto pojmu.

Forman a Godron (1993) specifikují krajinu jako „heterogenní část zemského povrchu, skládající se ze souboru vzájemně se ovlivňujících ekosystémů, který se v dané části povrchu v podobných formách opakuje“.

Dle Zonnevelde (1979) se krajinou rozumí „část prostoru na zemském povrchu, zahrnující komplex systémů tvořených vzájemnou interakcí horniny, vody, vzduchu, rostlin, živočichů a člověka, která svou fyziognomií vytváří zřetelnou jednotku“.

Zákon č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny ve své první části vymezuje krajinu z právního hlediska jako „část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořenou souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky“.

Krajinu můžeme také chápat jako část souše specifikovanou jako plochu s určitým středem a relativně homogenními vlastnostmi, jež je vymezena hranicí či okrajem (Cílek et al., 2011).

Na krajinu může být nahlíženo také z historického hlediska, kde se jedná o území, v rámci něhož došlo k charakteristickému geopolitickému, hospodářskému a kulturnímu vývoji ovlivněnému přírodními podmínkami vyplývajícími ze zeměpisné polohy (Semorádová, 1998).

Salašová (2014) rozděluje přístupy k definování krajiny na:

- ekologické (soubor ekosystémů),
- geografické (část povrchu Země),
- percepční (prostor vnímaný člověkem).

Základní dělení krajin rozlišuje krajiny **přírodní** a **kulturní**. Krajiny přírodní, formované přírodními krajinotvornými procesy, se skládají výhradně z přírodních prvků a složek. Krajiny kulturní pak zahrnují i prvky antropogenní (socioekonomické, civilizační) a při jejich vzniku hrají velkou roli socioekonomické krajinotvorné pochody (Demek, 1999).

Vývoj krajiny má dle Formana a Godrona (1993) na svědomí působení tří mechanismů v rámci hranice krajiny. Těmito mechanismy jsou:

- specifické dlouhodobé geomorfologické pochody,
- formy osídlování krajiny jednotlivými organismy,
- místní krátkodobé disturbance jednotlivých ekosystémů.

Strukturu krajiny, kterou charakterizují prostorové vazby mezi zastoupenými příznačnými ekosystémy či složkami (konkrétněji jde o rozložení energie, látek a druhů organismů ve vztahu k velikosti, tvaru, počtu, druhu a prostorovému uspořádání ekosystémů) (Forman a Godron, 1993), můžeme rozlišit na primární, sekundární a terciární (Lipský, 2002).

**Primární struktura** reprezentuje přírodní základ krajiny, jenž je utvářen především geologickými a geomorfologickými strukturami a základními tvary reliéfu. Primární struktura se považuje za dlouhodobě stálou, nezávislou na vlivu člověka a z pohledu lidského věku nezaznamenává významné změny.

**Sekundární struktura** vyjadřuje způsob, jakým je krajina využívána člověkem, význačný je zde také fyziognomický projev. Predispozice pro způsob využívání krajiny jsou do značné míry dány její primární strukturou, avšak ne vždy jsou tyto predispozice respektovány a může tak dojít k nesouladu těchto dvou struktur, který může vyústit v řadu environmentálních problémů v rámci krajiny. Z hlediska historického vývoje lze pozorovat poměrně rychlou proměnlivost sekundární struktury krajiny v souladu s činností člověka.

**Terciární struktura** krajiny představuje její kulturní historii, významné události, jež se ke krajině váží, dále paměť krajiny či duchovní rozměr (Lipský, 2002).

Forman a Godron (1993) specifikovali krajinnou matrix, enklávy a koridory jako základní součásti tvořící krajinu. Turner a kol. (2001) tyto pojmy definují následovně:

- **matrix** – typ pokryvu pozadí v krajině, vyznačující se rozsáhlou plochou pokryvu a vysokou konektivitou, ne všechny krajiny mají matrix definovatelnou,
- **enkláva** – povrchová plocha, která se liší od svého okolí povahou nebo vzhledem,
- **koridor** – relativně úzký pruh určitého typu, který se liší od sousedních oblastí na obou stranách.

Funkce krajiny jako soubor ekosystémů charakterizuje de Grott (1992) jako kapacitu přírodních procesů a složek pro poskytování zboží a služeb, jež dokáží přímo či nepřímo uspokojit lidské potřeby. Semorádová (1998) uvádí především funkce přírodní a funkce společenskoekonomické a kulturní. Funkce přírodní se bere jako primární funkce krajiny obsahující klimatické, geologické, hydrologické a biologické procesy, které společně utváří životní podmínky pro rostliny, živočichy či člověka. Funkce společenskoekonomické a kulturní jsou považovány za funkce druhotné. Mezi konkrétní příklady těchto funkcí patří funkce hospodářské, blíže specifikované jako zemědělství, těžba, průmysl, vodní hospodářství, doprava apod., nebo také funkce sídelní či rekreační. Kulturní funkce krajiny pak mohou zahrnovat ochranu přírody, psychické a estetické funkce aj.

Změny v krajině představují přetvoření struktury a funkce ekologické mozaiky v čase (Forman a Godron, 1993). Změny jsou důsledkem působení přírodních a antropogenních faktorů a mohou být jak negativní, tak pozitivní (Semorádová, 1998).

### 3.2 Land use

Termín land use zavedl Stamp v 40. letech 20. století. Do českého jazyka se může překládat více způsoby jako např. „využití krajiny“, „využití půdy“ či „využití země“. Nejčastějším a nejadekvátnějším překladem je pak „využití ploch“. Avšak některé interpretace v českém jazyce mohou být poněkud zavádějící, kupř. využití půdy může způsobit nejasnosti, neboť vodní plochy, zastavěné plochy atp. nejsou půdou jako takovou (Bičík, 2010).

Land use je charakterizován opatřeními, činnostmi a vstupy, které lidé v určitém typu krajinného pokryvu vytvářejí, mění nebo zachovávají. Definice využití ploch v tomto pojetí vytváří přímou vazbu mezi krajinným pokryvem a činnostmi lidí v jejich prostředí (Di Gregorio a Jansen, 2000).

De Bie a Zuidema (1995) specifikují land use jako řadu antropogenních aktivit souvisejících se zemí za účelem získání produktů nebo užitků využíváním půdních zdrojů. Půdní zdroj je zde chápán ve smyslu všech aspektů země (půdy) umožňujících, podporujících, nutících a ovlivňujících současné i případné využití ploch.

Dle Turnera a kol. (1995) využití ploch snoubí způsob nakládání s biofyzikálními vlastnostmi země spolu se záměrem podmiňujícím toto nakládání. Záměrem je zde účel, pro nějž se země využívá.

Jednotná definice v literatuře prozatím chybí. V důsledku této terminologické problematiky se již původní anglický výraz vžil a je používán i v českých publikacích (Sklenička, 2003).

Často dochází také ke spojování či zaměňování pojmu land use s pojmem land cover. Kabrda (2008) je však přesvědčen, že přestože jde o pojmy podobné, nejsou totožné a je nutné je rozlišovat. Při spojení těchto pojmů se většinou užívá zkratka LUCC (land use/cover change), na její užívání můžeme narazit i v některých pracích, které se zabývají výhradně změnami využití ploch (Bičík, 2010).

Sklenička (2003) uvádí, že dvěma základními složkami land use jsou složka biofyzikální a složka socioekonomická. Dále zmiňuje, že součástí land use je forma analýzy aktuálního či historického stavu stejně jako zhodnocení krajiny z pohledu její vhodnosti pro jednotlivé způsoby využívání.

Výzkum využití ploch představuje jeden ze způsobů charakterizace stavu krajiny. Tento výzkum zprostředkovává informace o tom, jak se mění vliv společnosti na přírodu, neboť využití ploch je chápáno jako výsledek interakce mezi společností a přírodou. Nedozvíme se však žádné příčiny či podstatu procesů, které výzkum zobrazuje, a které využití ploch mění. Přesto však musí být těmto příčinám věnována alespoň srovnatelná pozornost jako samotným změnám (Kabrda, 2008).

Způsob využívání krajiny je ovlivňován přírodními a kulturními faktory. Mezi přírodní faktory se řadí např. klimatické či půdní charakteristiky, svažitost aj. Některé z přírodních faktorů může člověk do určité míry svou činností ovlivnit, přičemž příkladem zde může být kultivace půd nebo jejich odvodnění. Za kulturní faktory se považují kupř. technická vyspělost, hospodářský stav země, erozní ohrožení a další (Sklenička, 2003).

### **3.3 Land cover**

Pro land cover se užívá český překlad krajinný pokryv. Tento překlad se oproti překladu pojmu land use považuje za jednoznačný a výstižný (Bičík, 2010). Přesto je již termín land cover zažitý natolik, že jeho užívání je přirozenější než užívání jeho české formy (Sklenička, 2003).

Di Gregorio a Jansen v rámci FAO (2000) land cover definují jako pozorovaný biofyzikální pokryv na zemském povrchu. Dále také uvádí, že definice pro land cover je

zásadní, neboť bývá mnohdy zaměňována v existujících klasifikacích a legendách s pojmem land use.

Land cover demonstruje reálný stav vegetace či jiného druhu povrchu, pokryvu či porostu na určitém místě. Nejčastější způsob, jak tyto informace získat, je terénní průzkum nebo využití leteckých a družicových snímků. Jedná se o subjektivní metodu, kdy zvolené měřítko, minimální velikost plošky, kategorizace atd. odrážejí pohled výzkumníka na ně nahlížejícího (Kabrda, 2008).

Když uvažujeme land cover ze striktního hlediska, měl by se omezit pouze na popis vegetace a antropogenních prvků. Na povrchy jako holé skály nebo holá půda by se mělo spíše odkazovat pojmem land než land cover. Sporná je i otázka, jestli zde spadají také vodní plochy. Nicméně v praxi se tyto aspekty pod pojem land cover řadí (Di Gregorio a Jansen, 2000).

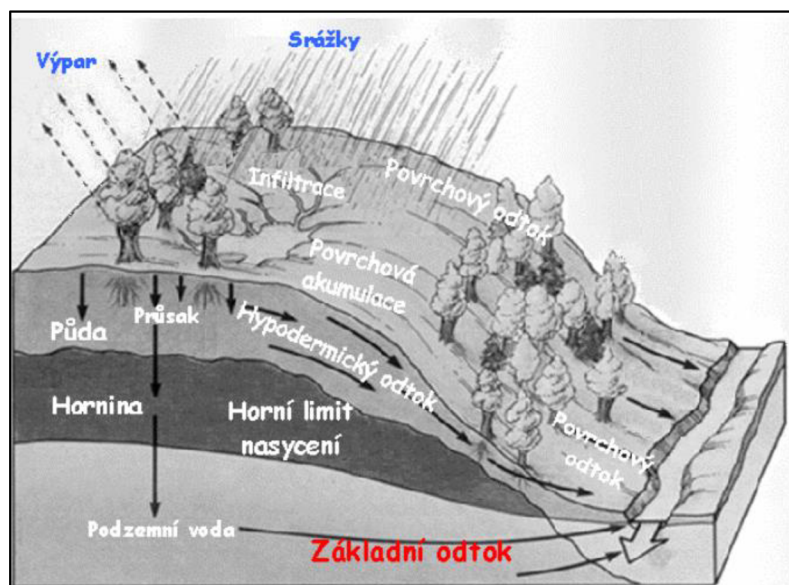
Obvykle je land cover projevem kombinace tří dílčích atributů krajiny, jimiž jsou land use, struktura krajiny a charakter dřevinných porostů. Land cover a jeho analýza se uplatňuje např. při návrzích detailního managementu, krajinářských opatření nebo v případě potřeby podrobnější úrovně hodnocení krajiny (Sklenička, 2003).

### **3.4 Srážko-odtokový proces**

Srážko-odtokový proces je proces komplexní, dynamický a nelineární. Bývá ovlivněn mnoha, často vzájemně propojenými, fyzikálními faktory, jejichž vliv na generování odtoku představuje extrémně složitý fyzikální proces a není jasně pochopen (Zhang a Govindaraju, 2000).

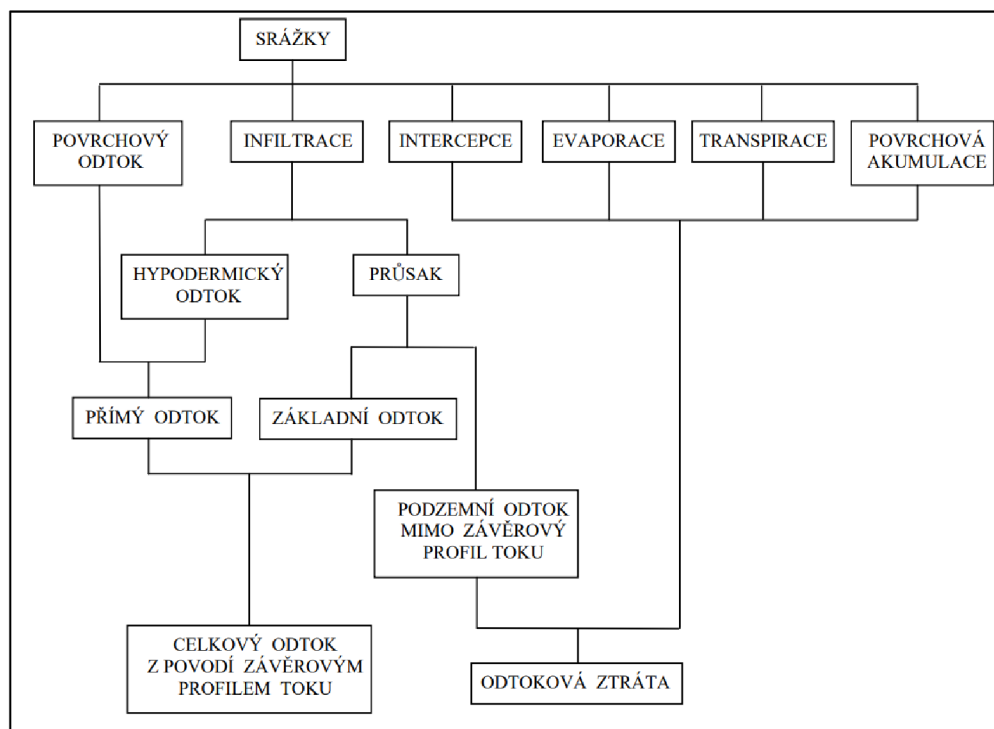
Starý (2005) přibližuje srážko-odtokový proces jako „postupnou transformaci srážky dopadající na povodí až na odtok vody závěrovým profilem povodí“. Srážko-odtokový proces je velice složitý a vztah mezi srážkami a odtokem je nelineární. Vliv na tento proces má mnoho činitelů, z nichž nejvýraznější jsou klimatičtí činitelé (časový a prostorový průběh spadlé příčinné srážky, vlhkost ovzduší, výpar, teplota ovzduší rychlost a směr větru, atmosférický tlak apod.) následovaní geografickými činiteli v rámci povodí (plocha, velikost, střední nadmořská výška, tvar, reliéf, říční síť, hydrogeologické poměry, vegetační pokryv apod.) definující prostředí, v němž k procesu dochází. Na proces má vliv také člověk. Srážko-odtokový proces je znázorněn na obrázku č. 1.





**Obrázek 1:** Schéma srážko-odtokového procesu v povodí. Převzato: Starý, 2005.

Průběh srážko-odtokového procesu Matoušek (2010) stručně a zjednodušeně popisuje následovně. Při srážkové události dochází k zachycení srážek na povrchu vegetace a půdy, do které se mohou následně vsáknout nebo může dojít ke zpětnému výparu srážky do ovzduší. Vsak (infiltrace) představuje složitý děj závislý na řadě faktorů, kdy dochází k prostupování vody ze zemského povrchu do půdy či horniny. Infiltrace neprobíhá rovnoměrně a její intenzita s časem klesá. K infiltraci má blízko také pojem retence, který značí zadržování vody v půdě. Retenční a infiltrační schopnosti půdy mají zásadní vliv na srážko-odtokový proces. Když je půda dostatečně nasycena, stéká srážková voda v podobě plošného odtoku neboli ronu, a následně se formuje erozními rýhami do stružek, jež ústí do potoků či řek. K plošnému odtoku nemusí dojít pouze při dostatečném nasycení půdy, ale také v případě, kdy intenzita deště převyšuje intenzitu vsaku půdy, nebo také při tání sněhu. Schéma odtokového procesu je vyobrazeno na obrázku č. 2.



**Obrázek 2:** Schéma odtokového procesu (použito podkladu z normy ČSN 736530 – Názvosloví hydrologie, 1985). In: Kulhavý a Kovář, 2000.

Srážko-odtokový proces můžeme dle Kulhavého a Kováře (2000) vyjádřit základní bilanční rovnicí oběhu vody:

$$P = AES + TQ \pm \Delta W \quad (\text{mm})$$

kde:

P výška srážek

AES výška územního výparu

TQ výška celkového odtoku

$\Delta W$  výška odtokové ztráty, tj. zvýšení nebo snížení zásob povrchové a podpovrchové vody

Výšku celkového odtoku TQ tvoří součet výšek odtoku povrchového, podpovrchového (hypodermického) a podzemního. První dva zmíněné lze hromadně označit jako odtok přímý a podzemní odtok jako odtok základní (Kulhavý a Kovář, 2000).

V rámci srážko-odtokového procesu můžeme rozlišit dvě transformace, a to transformaci hydrologickou a hydraulickou. Hydrologická transformace je vyjádřena srážkami dopadajícími na povodí, od kterých se odečítají hydrologické ztráty v podobě evapotranspirace, intercepce, infiltrace vody do půdy a také ztráty povrchovou retencí. Oddělením těchto ztrát získáme efektivní intenzitu srážky. Hydraulická transformace přichází na řadu s odtokem vody z povodí v podobě plošného povrchového odtoku.

Plošný povrchový odtok pokračuje ronovými a erozními rýhami do říční sítě, kde následně odtéká závěrovým profilem (Starý, 2005).

Lidé využívají a ovlivňují srážko-odtokový proces již od nepaměti, ať už záměrně či náhodně, což vždy přinášelo a přináší příznivé i nepříznivé důsledky. Při tomto ovlivňování se projevuje snaha vyrovnat existující výkyvy v průbězích procesu a přizpůsobit ho vlastním potřebám. Zásahy vedoucí ke změnám srážko-odtokových vztahů mohou mnohdy eskalovat v zásahy do hydrologického cyklu jakožto celku (Červený et al., 1984).

Úpravy samotného vodního režimu, nejčastěji na tocích, můžeme označit za podstatný zásah do přirozeného průběhu srážko-odtokového procesu. Tyto úpravy bývají vyvolané industrializací či investiční výstavbou v podobě nádrží, protipovodňové ochrany, regulací pro zásobování vodou aj. Následné změny mohou ovlivnit srážko-odtokový proces v rozsahu lokálním, regionálním či globálním. Avšak všechny úpravy, ať už menší či větší, vyústí ve změny v evapotranspiraci a infiltraci, dlouhodobě mohou měnit i hladiny a zásoby podzemních vod (Červený et al., 1984). Případné hydrologické předpovědi průtoku lze uskutečnit pouze za předpokladu, že jsme srozuměni s fungováním srážko-odtokového procesu v povodí a dokážeme jej popsat (Knoppová a Marton, 2018).

### **3.5 Modelování srážko-odtokových poměrů**

Model obecně představuje zjednodušení reality. Modely určené pro hydrologickou praxi dokáží simulovat hydrologický proces, poslouží také jako nástroj pro popis, vysvětlení či pochopení daných procesů nebo jevů, stejně jako pro predikci chování povodí (Pavelková Chmelová a Frajer, 2013).

Jelikož se čím dál více setkáváme s přírodními katastrofami způsobenými vodními živly, je studium a modelace srážko-odtokových poměrů více než na místě. Pro zmírnění rizika vzniku těchto hazardů je maximálně důležitý sběr obsáhlých dat různého charakteru (antropogenní, fyzicko-geografický), aby tento komplexní proces mohl být co nejpřesněji vypočítán. Přesnost srážko-odtokových předpovědí závisí na dlouhodobých pozorování a záznamech o srážkách a odtocích. Díky dostatečnému množství rozličných dat je pak možné v napojených geografických informačních systémech modelovat možné situace pro konkrétní oblasti, na základě kterých lze

uskutečnit preventivní zásahy ke zmírnění rozsahu případné škody. (Kulhavý a Kovář, 2002; Shirke et al., 2012; Hejlová et al., 2013).

Modelování srážko-odtokových poměrů je žádoucí především pro praktické problémy při hodnocení vodních zdrojů, předpovídání povodní a simulaci průchodu povodňových vln, vypracování projektů protipovodňové ochrany, navrhování inženýrských kanálů, hodnocení dopadu odpadních vod na kvalitu vody, předpovídání případů znečištění, předvídání dopadu na změny land use, stanovení hydrologické bilance a pro mnoho dalších účelů a extrémních situací (Beven, 2001; Jeníček, 2007). Snaží se tedy zkoumat a definovat vztahy mezi klimatem, využitím ploch a srážkovými procesy, které by do budoucna mohly přinést nové poznatky, dopomoci k větším zásobám vody, lepšímu využití půdy na základě ročních období aj. (Bormann et al. 2009; Dwarakish a Ganasri, 2015). Aby tedy bylo plánování a management vodních zdrojů efektivní, je klíčové porozumět jednotlivým hydrologickým komponentům a dokázat je kvantifikovat. (Koneti et al., 2018).

Při studiu hydrologických systémů zjišťujeme, že většina děje se odehrává v podzemí. Vzorce pohybu vody půdami a horninami jsou velmi složité a mění se velmi nelineárními způsoby spolu s průtoky a stupněm vlhkosti. U modelování v rámci středních až velkých povodí tato složitost značí, že se současnými technikami měření nelze reprodukovat všechny detaily procesů proudění, které dávají vzniknout hydrografu toku. Z tohoto pohledu se tak může modelování jevit jako nemožné. Z opačného pohledu však nemožnost podrobného předpovídání trasy proudění vody nepředstavuje pro srážko-odtokové modelování krajní problém, neboť pro tvorbu prediktivního modelu pro praktické účely není třeba zahrnout veškeré detaily, naopak mnoho úspěšných modelů je ve své podstatě jednoduchých. Přesto je složitost této predikce jedním z důvodů, proč neexistuje žádná společně dohodnutá modelovací strategie pro srážko-odtokový proces, ale existuje celá řada možností a přístupů, neboť vytvořit matematický popis vhodný pro kvantitativní predikci je mnohem obtížnější a bude tak vždy zahrnovat důležité zjednodušení a aproximaci (Beven, 2001).

Obecná struktura srážko-odtokového modelu zahrnuje srážky (jak dešťové, tak sněhové), evaporaci (včetně intercepce), povrchový odtok z povodí, podpovrchový odtok v nenasycené zóně půdního profilu, podzemní odtok, odtok v korytě (Jeníček, 2007). Pro většinu modelů je typické rozčlenění povodí na systematicky rozdělené, převážně vertikálně uspořádané zóny, které lze spočítat konceptem lineární nádrže (O'Connor, 1976). Srážko-odtokové modely se mohou používat jak samostatně, tak v kombinaci

s dalšími modely jako např. s modely tvorby a tání sněhové pokrývky, s říčními modely aj. (Starý, 2005).

Pro správný výběr vhodného modelu musíme zvážit různá kritéria. Jeníček (2007) uvádí následující souhrn hlavních kritérií:

- přizpůsobivost místním podmínkám a úkolu – je potřeba, aby model aplikovaný na daný úkol zvládl simulovat srážko-odtokové procesy ve fyzicko-geografických podmínkách dané oblasti,
- schopnost simulovat odtokový proces v prostorovém i časovém kroku odpovídajícímu velikosti povodí,
- propojení srážko-odtokového modelu s podrobným korytovým modelem – výstupy s-o modelu mohou sloužit jako vstupy pro korytový model,
- nutnost dopředu zjistit dostupnost vyžadovaných dat,
- vazba na pomocné programy – GIS,
- komerční dostupnost modelu,
- dostupná systémová podpora a reference.

Různorodost v účelech modelování, ve struktuře zkoumaných povodí, v nahlížení na jednotlivé složky srážko-odtokového procesu dala vzniknout celé řadě modelů (Jeníček, 2007). Mnoho z modelů je využíváno především pro výzkumné účely a porozumění hydrologickým procesům, jiné se specializují na simulace či predikce vhodné kupř. pro řízení povodňových rizik. (Moradkhani a Sorooshian, 2009). Existuje množství modelů, které můžeme dělit dle různých kritérií do kategorií a podkategorií. Gayathri a kol. (2015) uvádí, že klasifikace srážko-odtokových modelů probíhá na základě vstupních dat a parametrů modelu a rozsahu fyzikálních principů užitých v modelu. Modely se mohou dělit např. dle účelu aplikace, dle požadované míry časové a prostorové diskretizace, dále z hlediska typu systému, z hlediska typu hydrologického procesu atp. (Daňhelka et al., 2003). Daňhelka (2007) dále shrnuje přístupy k srážko-odtokovému modelování do dvou nejrozšířenějších postupů, kterými jsou „určení jednorázového povodňového odtoku na základě simulace povrchového odtoku při srážce překračující infiltrační schopnosti půdy a simulace půdní vlhkosti systémem soustavy nádrží“.

Dle směrnice WMO z roku 1994 se na základě vztahu příčina–důsledek rozlišují 4 základní kategorie modelů, mezi které patří kategorie koncepční, hydrodynamické, stochastické, systémové přístupy (black-box). Z podstaty věci jsou koncepční

a hydrodynamické modely postaveny na deterministických principech. Rozdíl mezi deterministickými a stochastickými modely je v předpokladu opakovatelnosti hydrologického jevu, kdy u deterministických se tato opakovatelnost předpokládá, kdežto u stochastických nikoliv. Matematická formulace hydrologických procesů zahrnuje prvky typické jak pro deterministické přístupy, tak pro stochastické přístupy, neboť i samotné hydrologické procesy oba tyto typy prvků obsahují. Přesto jeden z přístupů ve většině případů hydrologických modelů dominuje (Daňhelka et al., 2003). Na základě této dominance lze tedy většinu modelů rozdělit buď na deterministické nebo stochastické (Daňhelka, 2007).

**Deterministické modely** se rozvíjejí v celé problematice vodohospodářství a jsou uživatelsky srozumitelnější. Člení se nejčastěji dle složitosti vnitřních vazeb na tři kategorie, kterými jsou DL modely (Deterministic, hydrodynamic Laws), DC modely (Deterministic Conceptual) a DB modely (Deterministic Black Box). Pomocí deterministických modelů můžeme znázornit konkrétní hydrologický systém spolu s jeho vstupy, stavovými proměnnými a výstupy. (Daňhelka et al., 2003).

**Stochastické modely** se dělí na dvě podkategorie zastoupené podkategorií SP (pravděpodobnostní modely) a podkategorií ST (modely, které generují časové řady). Pro simulace složitých hydrologických procesů nejsou tyto modely většinou vhodnou volbou. Stochastické modely jsou vázány na konkrétní hydrologickou veličinu či proces probíhající ve zvoleném měrném profilu (Daňhelka et al., 2003).

Konečným cílem predikce pomocí modelů však musí být zlepšení rozhodování o daném hydrologickém problému. Se zvyšujícími se požadavky na vodní zdroje na celém světě se pro potřeby lepšího rozhodování přirozeně vyžadují také vylepšené modely. Avšak model může být jen tak dobrý a kvalitní jako data, s nimiž pracuje (Beven, 2001).

Konkrétními a často používanými typy srážko-odtokových modelů mohou být např. model MIKE-SHE, HEC-HMS, SWAT, HYDROG, DesQ-MaxQ, Sacramento nebo HBV (Bízek et al., 2011).

### 3.5.1 Metoda CN křivek

Metoda CN křivek, jinými slovy také metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve Number, „číslo křivky“), se považuje za jednoduchý srážko-odtokový model. Pro svou jednoduchost a nenáročnost na vstupní data je tato metoda široce užívaná. Na základě metody CN křivek pracuje také mnoho dalších srážko-odtokových modelů, z nichž si

jako příklad můžeme uvést HEC-HMS, DesQ-MAX Q nebo KINFIL. (Bízek et al., 2011; Deshmukh et al., 2013; Hejlová et al., 2013 Mishra a Singh, 2003).

Metoda čísel odtokových křivek je známá také pod zkráceným názvem SCS-CN, který odkazuje na Službu ochrany půdy (Soil Conservation Service), pro jejíž potřeby byla původně tato metoda v USA odvozena. Metoda je zaměřena na výpočet přímého odtoku pro danou srážkovou událost v rámci malých zemědělských, lesních a urbanizovaných povodí o velikosti do 10 km<sup>2</sup>. Dále se může použít ke stanovení kulminačního průtoku zapříčiněného návrhovým přívalovým deštěm o vybrané pravděpodobnosti výskytu. Principem metody je transformace objemu (výšky) srážek na objem (výšku) odtoku prostřednictvím CN křivek (Janeček, 2012; SCS, 1956). Základní vstup metody představuje srážkový úhrn o určitém časovém rozdělení za předpokladu jeho rovnoměrného rozdělení v rámci plochy povodí.

Pracuje se s předpokladem, že poměr mezi aktuální retencí a potenciální retencí odpovídá poměru mezi výškou odtoku a výškou přívalových srážek po odečtu počáteční ztráty. Tato počáteční ztráta, po které začíná odtok, je specifikována jako součet intercepce, infiltrace a povrchové retence. Stanovení počátečních ztrát proběhlo na základě experimentálních měření a bylo vyhodnoceno na 20 % potenciální retence ( $I_a = 0,2A$ ) (Janeček, 2012; Smelík, 2016).

Základní vztah pro určení výšky přímého odtoku je vyjádřen následující rovnicí (převzato: Janeček, 2012):

$$H_o = (H_s - 0,2A)^2 / (H_s + 0,8A) \quad \text{pro } H_s \geq 0,2A$$

kde:

$H_o$  je přímý odtok (mm)

$H_s$  úhrn návrhového deště (mm)

$A$  potenciální retence (mm), vyjádřená pomocí čísel odtokových křivek (CN):

$$A = 25,4 (1000/CN - 10)$$

Objem přímého  $O_{pH}$  odtoku je dán vztahem:

$$O_{pH} = 1000 \cdot P_p \cdot H_o \quad (\text{m}^3)$$

kde:

$P_p$  je plocha povodí (km<sup>2</sup>)

V rámci přímého odtoku můžeme rozlišit odtok povrchový a odtok hypodermický, přičemž oba tyto typy odtoků jsou v celkovém odtoku zastoupeny v rozdílné míře. Tyto podíly zastoupení se dají určit pomocí čísla odtokové křivky (CN) za předpokladu, že vyšší hodnota CN značí také větší pravděpodobnost, že jde o povrchový odtok. „Jejich hodnoty jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, velikosti nepropustných ploch, intercepci a povrchové retenci“ (Janeček, 2012). Teoreticky se CN mohou pohybovat mezi 0 až 100, kdy při hodnotě 0 dojde k vsáknutí veškeré vody, a při hodnotě 100 veškerá voda odeče, avšak reálně se hodnoty CN pohybují až od 30 (Smelík, 2016). Gallay (2010) uvádí stanovení hodnoty CN na základě těchto charakteristik:

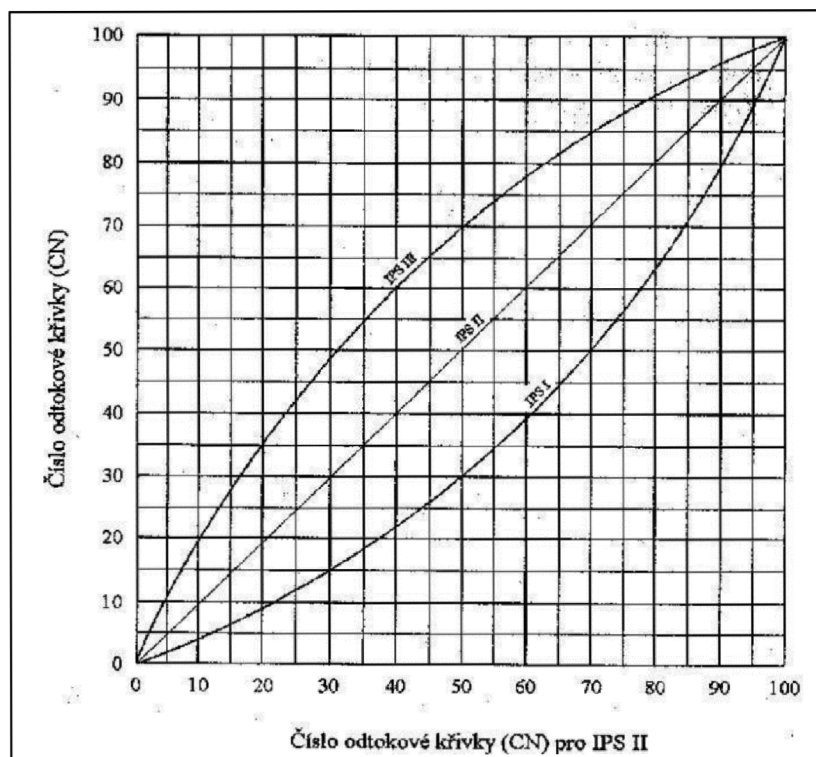
- **Hydrologické vlastnosti půd** – získané interpretací zrnitosti, skeletnatosti a půdního subtypu, dělí se do čtyř skupin A, B, C, D dle infiltrační schopnosti (tab. 1).
- **Způsob využití půdy** – na daném území ovlivňuje množství srážek, které bude převedeno na povrchový odtok nebo zachyceno.
- **Vlhkostní stav půdy** – vyjádřený indexem předcházejících srážek (IPS), určuje se na základě celkového úhrnu srážek za posledních 5 dní před hodnocenou srážkovou událostí. Indexy jsou rozlišeny na stupně I–III, kdy při IPS I. je nasycenost povodí nižší a retence vyšší v porovnání s IPS II., který představuje střední nasycenost povodí. V případě IPS III. se jedná o velmi nasycené povodí s nízkou retenční schopností a hodnota CN se tak zvyšuje (obr. 3).

**Tabulka 1:** Hydrologické skupiny půd<sup>a</sup>

Hydrologická skupina	Charakteristika hydrologických vlastností půd
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ( $> 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrně odvodněné písky nebo šterky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ( $0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ( $0,02 - 0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ( $< 0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.

<sup>a</sup>Převzato: Janeček (2012)





**Obrázek 3:** Vliv obsahu vody v půdě (IPS I – suchá, IPS II – střední, IPS III – nasycená) na změnu čísla odtokové křivky (CN). Převzato: Janeček, 2012.

Jak již bylo na začátku zmíněno, jedná se o poměrně jednoduchý nenáročný model. Avšak jednou z nevýhod metody CN křivek může být nemožnost jejího užití pro vypočtení odtoku z tání sněhu (Janeček, 2012). Hejlová a kolektiv (2013) jako další nevýhody uvádí nezohledňování krátkodobých intenzivních srážek, nezohledňování sklonových poměrů území aj.

Použití této metody k projekčním účelům v praxi podléhá ČSN 75 1300 „Hydrologické údaje povrchových vod“ a je vhodné pro návrhy technických protierozních opatření (kupř. průlehy, zatravněné údolnice, ochranné hrázky aj.) a pro posuzování vlivu protierozních opatření na povrchový odtok. Další využití představuje i posuzování vlivu způsobů využívání povodí na velikost povrchového odtoku (Janeček, 2012).

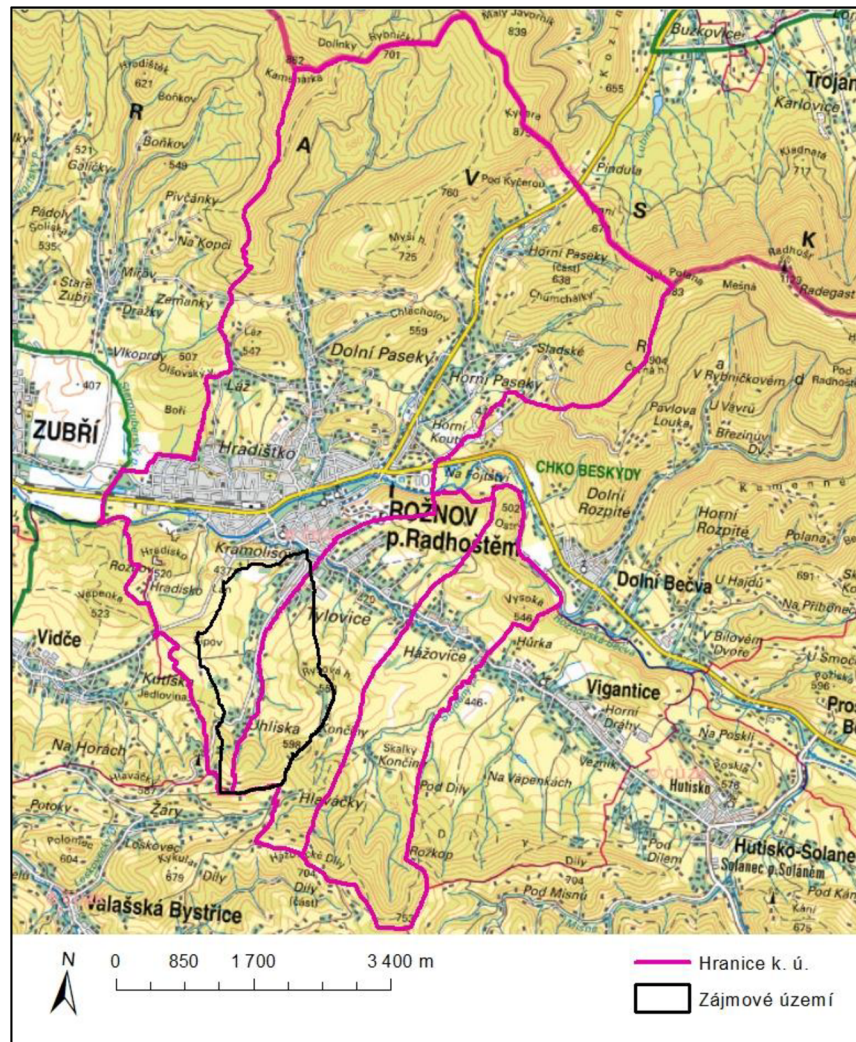
## **4 Materiál a metody**

### **4.1 Vymezení a charakteristika zájmového území**

#### **4.1.1 Výběr území**

Jako zájmové území této bakalářské práce bylo zvoleno mikropovodí Uhliského potoka, nacházející se v okrese Vsetín ve Zlínském kraji. Uhliský potok pramení na území města Rožnov pod Radhoštěm, jehož územím po celé své délce také protéká. V některých mapách bývá dodatečně nazýván jako Švajdův potok. Toto mikropovodí o rozloze 338 ha zasahuje do dvou katastrálních území města, a to k. ú. Rožnov pod Radhoštěm a k. ú. Tylovice (obr. 4).

Jelikož je zájmová lokalita z centra města lehce dostupná a disponuje mnoha volnými nezastavěnými plochami využívanými převážně jako louky nebo pastviny, začíná se zvyšovat tlak na využití potenciálu některých z těchto ploch coby stavebních pozemků. Jedná se především o plochy, jejichž zastavěním by se navázalo na již existující rodinnou zástavbu. Při srovnání statistik počtu obyvatel v obcích dle Českého statistického úřadu z let 2011 a 2021 můžeme pozorovat, že ve městě Rožnov p. R. dochází k demografickému útlumu, naopak počet obyvatel v okolních obcích mikroregionu v drtivé většině narůstá (ČSÚ). Na tento trend se město snaží reagovat vytvářením nových možností bydlení pro obyvatele města. Z tohoto důvodu byly rovněž v roce 2017 vypracovány 2 územní studie (Balkán, Na Drahách), které se vztahují k zájmové lokalitě (Pecka, 2017a; 2017b). Avšak někteří místní obyvatelé se obávají zhoršení hydrologických podmínek na území v důsledku rozšiřování zástavby, a především pak značných negativních dopadů a ohrožení při výrazných srážkových událostech. Na tento popud bylo i po konzultaci s Městským úřadem v Rožnově pod Radhoštěm jako zájmové území této bakalářské práce zvoleno právě mikropovodí Uhliského potoka.



**Obrázek 4:** Vymezení zájmové lokality v rámci města Rožnov p. R. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap

#### 4.1.2 Geologické poměry

Velký význam z hlediska geologických poměrů v zájmové oblasti má flyšové pásmo Západních Karpat. Flyš představuje soubor usazených hornin, především pískovců, prachovců, jílovců, slínovců a někdy také slepenců či vápenců, které se rytmicky střídají (Pavelka et al., 2001). To má za následek horotvorná činnost alpínského vrásnění, kdy flyšové sedimenty utvořily mohutné příkrovy, které se přes sebe sunuly. Po ustálení příkrovů probíhaly pohyby podél zlomů, později následované čtvrtohorními výzdvihy. Západní Karpaty jsou geologicky mladé pásemné pohoří datované vznikem na konci druhohor a ve třetihorách z usazenin moře Tethys (AOPK ČR, 2017).

V mapových aplikacích České geologické služby lze vyčíst, že v zájmovém území dominují jílovce, z části vápnité a pestré, pískovce, dále zde nalezneme silicity, vápence nebo slepence. Radonový index je zde nízký. Geologickým regionem je vnější skupina

příkrovů se slezskou regionální jednotkou. V jižní části území pak částečně zasahuje i magurská skupina příkrovů s račanskou jednotkou (ČGS Geovědní mapy).

V menilitových vrstvách pískovců a jílovců v oblasti Rysová lze nalézt třetihorní kostry ryb (ČSOP, 2004).

#### 4.1.3 Geomorfologické poměry

Podle geomorfologického členění ČR řadíme zájmové území do soustavy Vnější Západní Karpaty v provincii Západní Karpaty. Z hlediska bližšího zařazení se dále nacházíme v podsoustavě Západní Beskydy, která se pak dělí na několik dílčích celků (Demek a Mackovčín, 2006). Zájmové území spadá převážně do geomorfologického celku Rožnovská brázda, avšak v jižní části území zde zasahuje také další celek a to Hostýnsko-Vsetínská hornatina (Bína a Demek, 2012).

Rožnovská brázda se definuje jako protáhlá vnitrohorská sníženina o rozloze 115 km<sup>2</sup>, jejíž vznik ovlivnily erozní i tektonické procesy. Rozkládá se podél toku Rožnovské Bečvy. Občas jsou zde zaznamenány sesuvy. Celek můžeme rozdělit na okrsky Zašovská pahorkatina a Vigantická pahorkatina (Bína a Demek, 2012). Rožnovská brázda představuje pomezí mezi Moravskoslezskými Beskydy a Vsetínskými vrchy (Demek, 1965).

V rámci geomorfologického celku Hostýnsko-Vsetínských vrchů lze dále vyčlenit dva samostatné podcelky, a to Hostýnské vrchy a Vsetínské vrchy. Zájmového území se týká pouze podcelek Vsetínských vrchů, jenž má celkovou rozlohu 347 km<sup>2</sup>. Vsetínským vrchům dominuje ústřední hřbet doplněný mnoha vedlejšími hřebety a rozsochami, oddělenými hlubokými údolními. I zde na svazích dochází k sesuvům. Vyšší oblasti jsou bohaté na tvary mrazového zvětrávání a tvary odnosu skalních hornin (Bína a Demek, 2012).

Dle aplikace Svahové nestability (ČGS) jsou svahy okolo Rysové hory zasaženy poměrně rozsáhlým sesouváním (obr. 5), aktuální stav je však uveden jako dočasně uklidněný. Několik sesuvných, rovněž dočasně uklidněných nebo dokonce již stabilizovaných, lokalit se nachází v okolí vedlejšího vrcholu Bučník, jižně od Rysové hory. Sesuvy jsou zasaženy převážně trvalé travní porosty, místy listnatý a smíšený les (ČGS, 2007).

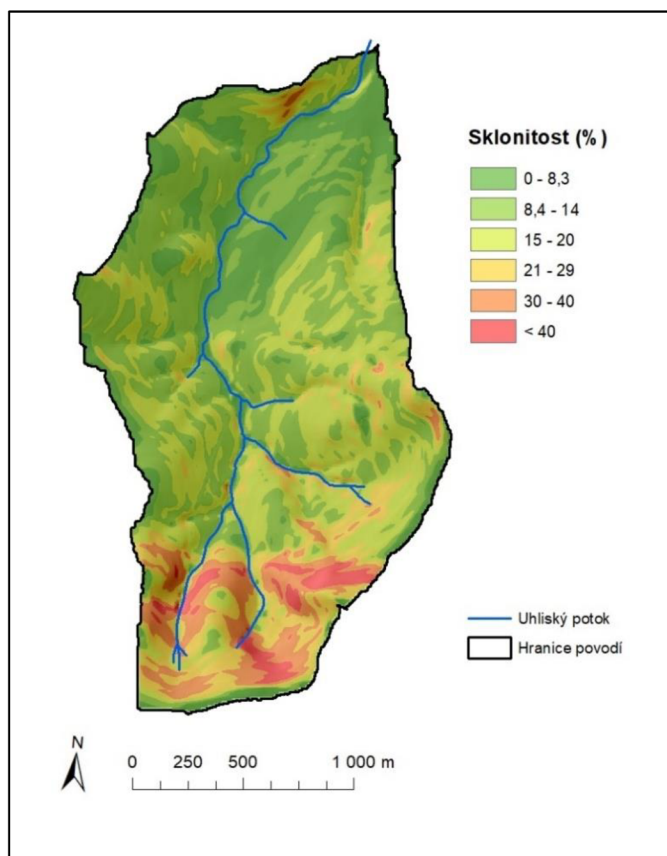
Sklonitostní podmínky území jsou vyjádřeny na obrázku č. 6. Nejvyšší bod území se nachází na jižní hranici povodí v 625 m n. m. a nejnižší se v zájmovém území



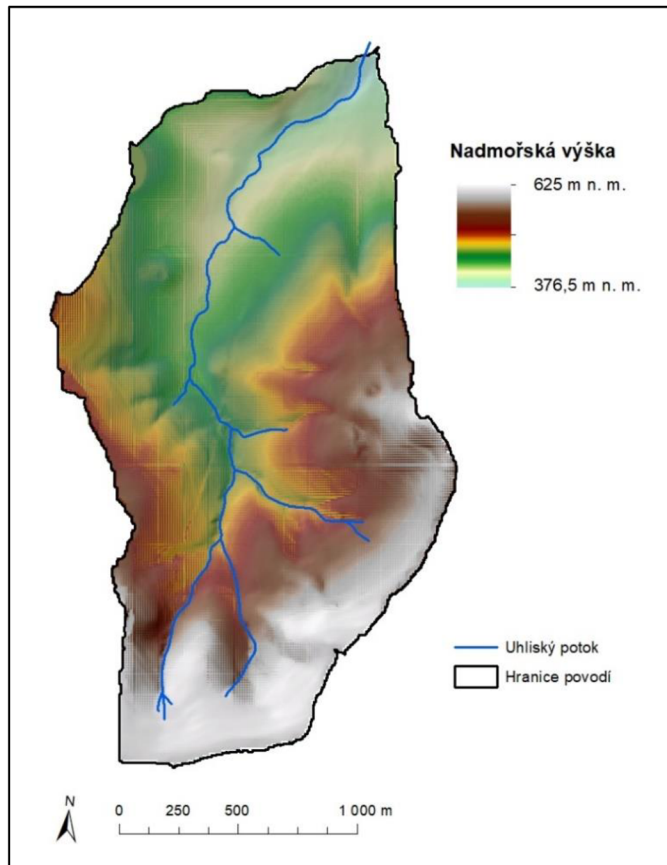
dostaneme na 376,5 m n. m. v severní části u soutoku Uhliského a Házovického potoka (obr. 7).



**Obrázek 5:** Vyznačení svahových nestabilit v zájmovém území. Zdroj: ČGS



**Obrázek 6:** Sklonitost území povodí Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap



**Obrázek 7:** Nadmořská výška území povodí Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap

#### 4.1.4 Pedologické poměry

Zájmovému území dominují dva půdní typy, kterými jsou kambizem a pseudoglej (Kozák a Němeček, 2009).

Kambizem se řadí do referenční třídy kambisolů. Charakteristickým znakem kambizemí je kambický hnědý (braunifikovaný) Bv horizont, pod kterým se nachází půdotvorný substrát. Kambizemě nižších poloh (300–600 m n. m.) mají snížený obsah humusu, který je ale kvalitnější v porovnání s kambizeměmi vyšších poloh. Půdy jsou slabě kyselé až kyselé. Mohou sloužit k zemědělským i lesnickým účelům (Šarapatka, 2014).

Pseudoglej patří do referenční třídy stagnosolů. Pro pseudogleje je typický mramorovaný redoximorfni horizont Bmt, jehož vývoj je definován přítomností hůře propustné vrstvy. Zmíněné mramorování vzniká v důsledku procesu oglejení, kdy dochází k mobilizaci, redukci a migraci železa a manganu, což vytváří střídání vrstev o tyto prvky ochuzených či obohacených. Pseudogleje bývají zamokřené povrchovou vodou. Jejich zamokření se střídá s vysušováním, které povětšinou převládá. Půdní reakce je zpravidla slabě kyselé až kyselé. Zemědělsky jde o méně úrodnou půdu vhodnou k zatravnění (Šarapatka, 2014). Její případné zemědělské využití si žádá úpravu vodního režimu v podobě odvodnění (Tomášek, 1995).

Na zájmovém území se nacházejí také silně svažitě půdy, které jsou charakterizovány sklonitostí více než 12°, a jež se dále dělí do dvou kategorií dle míry sklonitosti. Malé ojedinělé ostrůvky zde tvoří také rendziny spolu s pararendzinami nebo rankery, litozeměmi (eKatalog BPEJ). Dle Půdní mapy 1 : 50 000 (ČGS) linii toku Uhliského potoka lehce lemuje také fluvizem.

V rámci celých Beskyd převažují do 700 m n. m. půdy jílovitohlinitého druhu (Barták et al., 2002).

#### 4.1.5 Klimatologické poměry

Území z klimatického hlediska patří do mírného pásu mírného kontinentálního podnebí (Nekuda, 2002). Na charakteru klimatu se také například podílí faktory jako členitost terénu či nadmořská výška, při jejímž stoupání klesá teplota i atmosferický tlak a mění se i srážky (Barták et al., 2002).

Celá oblast Beskyd, a tudíž i zájmové území, spadá dle Quitta (1971) a jeho klimatologické regionalizace do regionu MT2. V tomto regionu se jedná o mírně teplou oblast, pro kterou jsou charakteristická krátká léta, mírná až mírně chladná nebo zimy

s mírnými teplotami, suché s normálně dlouhou sněhovou pokrývkou, kdy průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou bývá 80 až 100 dnů.

Z hlediska klimatické regionalizace pro bonitované půdně ekologické jednotky se území řadí do klimatického regionu 7 – mírně teplého, vlhkého (eKatalog BPEJ).

Tolasz a kolektiv (2007) v Atlasu podnebí Česka uvádí průměrnou roční teplotu v rozmezí 7–8 °C.

Průměrný roční srážkový úhrn se pohybuje v mezích 800–1000 mm. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je uváděna 75–80 % (Tolasz et al., 2007).

#### **4.1.6 Hydrologické poměry**

Jelikož je zájmové území vymezené jako povodí Uhliského potoka, je více než zřejmé, že Uhliský potok zde bude hrát stěžejní roli. Pro všeobecný přehled a kontext je však nutné zmínit i další toky, na které Uhliský potok navazuje, jako jsou Házovický potok či Rožnovská Bečva.

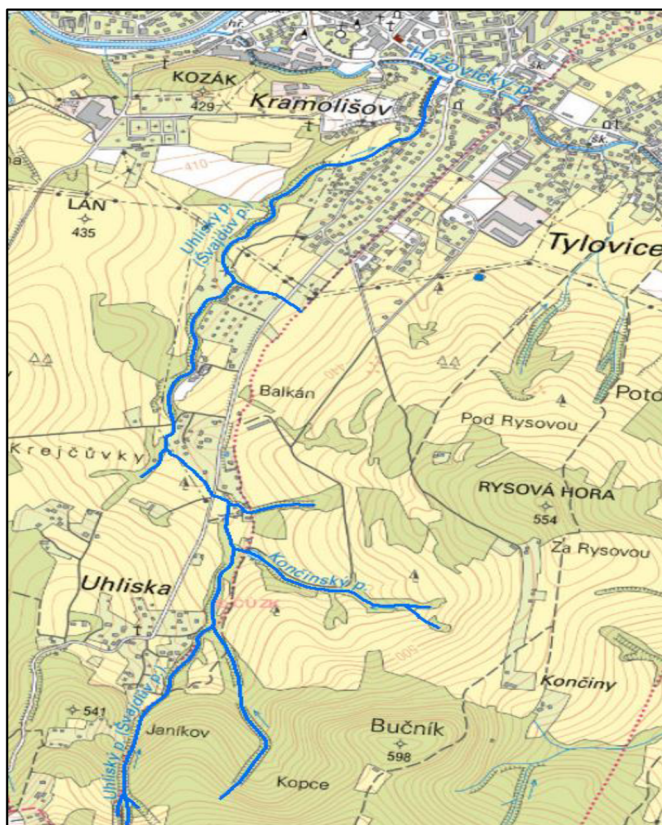
Dominantním tokem pro celé území města je Rožnovská Bečva (ČSOP, 2004). Jedná se o pramennou větev, která spolu s druhou větví, Vsetínskou Bečvou, tvoří soutokem ve Valašském Meziříčí Bečvu, která se dále vlévá do Moravy pokračující do Dunaje, tudíž se jedná o úmoří Černého moře (Nekuda, 2002). Prameniště Rožnovské Bečvy se nachází na úbočí Vysoké ze severní strany (Pavelka et al., 2001). Dle Evidenčního listu hlásného profilu č. 325 se stanicí v Rožnově p. R. má Rožnovská Bečva na území města plochu povodí 160,239 km<sup>2</sup> s nulou vodočtu ve výšce necelých 363 m n. m. Její průměrný roční stav činí 87 cm a roční průměrný průtok byl naměřen 2,72 m<sup>3</sup>/s (ČHMÚ, 2022). Pravostrannými přítoky na území města jsou např. Vermířovský potok či Kaní potok, nejvýznamnější levostranný přítok je pak Házovický potok.

Házovický potok zaujímá plochu povodí o rozloze 21,10 km<sup>2</sup> (ČHMÚ Rozvodnice). Jeho koryto je regulováno po celé délce (ČSOP, 2004). Uhliský potok spolu se Studeným potokem představují dva význačné přítoky (Hruška et al., 2021). Dle Povodňového plánu města (Zapletal et al., 2022) je průměrný roční průtok Házovického potoka 0,15 m<sup>3</sup>/s. Přesto zde bývají dosahovány i 3. stupně povodňové aktivity (SPA), jako např. při bleskové povodni v roce 2019 (Chmelař, 2019). V rámci povodí Házovického potoka je povodní ohroženým objektem především areál bývalého pivovaru (Zapletal et al., 2022).

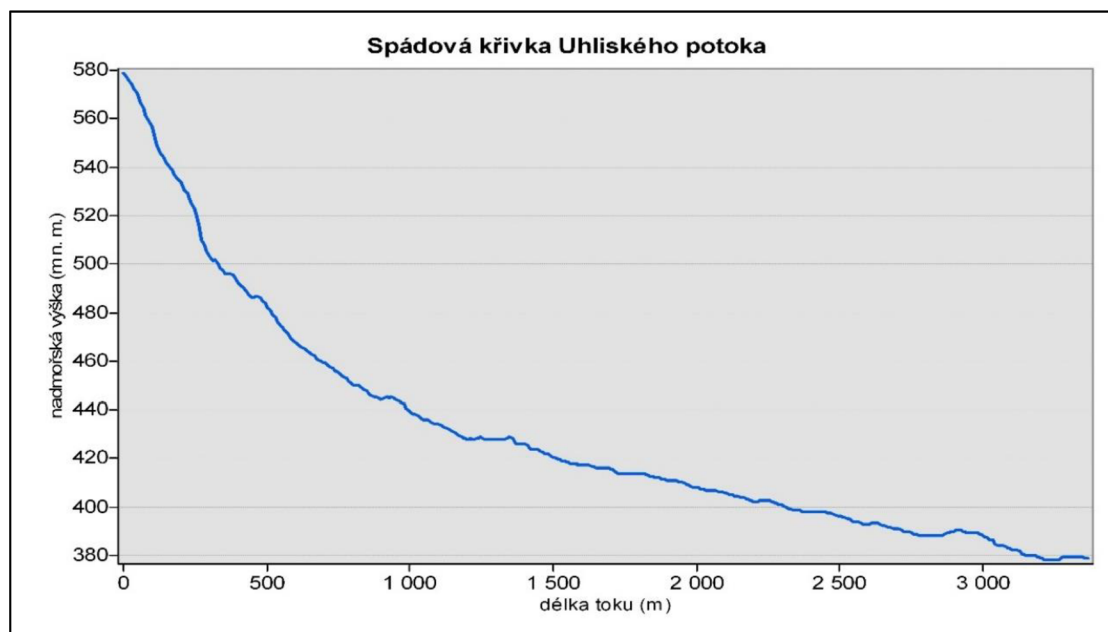


Uhliský potok (obr. 8) pramení na území města Rožnov pod Radhoštěm, jehož územím po celé své délce také protéká. Do Hážovického potoka se Uhliský potok, jakožto jeho levostranný přítok, vlévá v těsné blízkosti centra města. V rámci mikropovodí Uhliského potoka také pramení drobný Končinský potok, který je jeho pravostranným přítokem. Kromě Končinského potoka jsou zde další tři drobné bezejmenné pravostranné přítoky a jeden levostranný (Národní geoportál INSPIRE). Z pohledu klasifikace absolutní řádovosti toků podle Graveliova systému představuje Uhliský potok tok V. řádu. Délka toku bez přítoků je 3,41 km a jeho povodí má rozlohu necelých 338 ha. Průměrný sklon toku činí 5,9 %. Obrázek 9 dále znázorňuje průběh spádové křivky Uhliského potoka. Jedná se o přírodně poměrně zachovalý potok s rozvinutými břehovými porosty (ČSOP, 2004). V horním a středním úseku není nijak regulován, tok tak ve svém přirozeném korytě vytváří meandry (Pavelka et al., 2001). V jeho povodí v okolí Rysové hory se rovněž vyskytují některé menší tůňe či prameny (ČSOP, 2004).

Z hlediska hydrogeologického rajónu se zájmové území definuje jako flyš v povodí Bečvy (ČGS Hydrogeologické rajóny). Pro flyšové horniny je pro jejich nízkou propustnost charakteristický nedostatečný výskyt zdrojů podzemních vod (Pavelka et al., 2001).



**Obrázek 8:** Vyznačení Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap



**Obrázek 9:** Spádová křivka Uhliského potoka. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap

#### 4.1.7 Biogeografie

Z biogeografického hlediska spadá zájmové území do Vsetínského bioregionu. Bioregiony obecně můžeme dělit do nižších biogeografických jednotek – biochor, které tvoří heterogenní mozaiku. Bioregion je typický svým charakteristickým georeliéfem, mezoklimatem a půdami. Rozčlenění na bioregiony může být nápomocné pro regionální ochranu přírody (Culek et al., 2013).

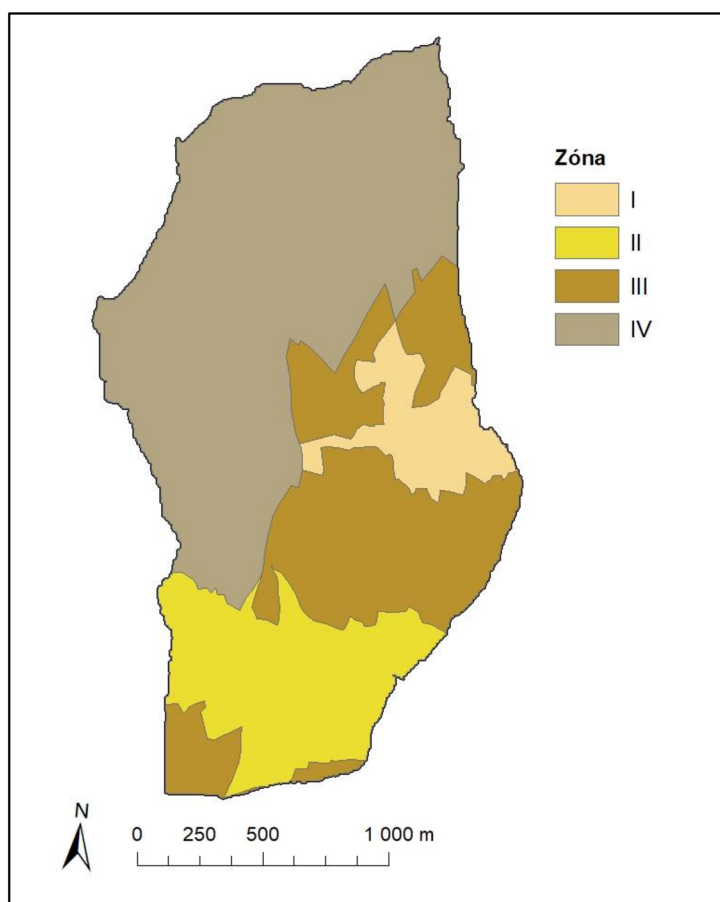
Vsetínský bioregion se rozkládá na ploše 796 km<sup>2</sup>. Charakteristické dlouhé horské hřbety s řadou rozsoch na pokladu pískovcového flyše pokrývá západokarpatská biota bukového lesa. Jde převážně o 5. vegetační stupeň, jsou zde tedy zastoupeny květnaté bučiny, místy horské acidofilní bučiny, hojně je i v současnosti zastoupena jedle, avšak celkově v dnešní době dominují kulturní smrčiny s pozůstatky jedlových a javorových bučin. Rožnovská brázda je v rámci vegetace poněkud netradiční díky výskytu dubo–habrových hájů. Pro Vsetínský bioregion jsou typické louky a pastviny se svými společenstvy. Svůj podíl na jejich vzniku má valašská kolonizace v 16. století, která změnila vzhled krajiny v důsledku pasekářského hospodaření (Culek et al., 2013).

Koeficient ekologické stability Rožnova p. R. dosahuje hodnoty 2,54 značící vyváženost krajiny ve smyslu souladu technických objektů a přírodních struktur. Komise životního prostředí v roce 2019 uvedla 17 přírodně hodnotných lokalit v Rožnově p. R. a okolí, z nichž se některé bezprostředně týkají zájmové lokality. Jsou to lokality Rysová, bukový les nad Uhlisky, zemědělská krajina mezi Uhliským potokem a silnicí Rožnov –

Vidče, Uhliský potok, velmi blízká je i lokalita Hradisko a okolí (Hruška et al., 2021). Kupř. první zmíněná lokalita Rysová, ležící ve východní části zájmového území, je hodnotná pro mozaiku extenzivních luk, lesíků a remízků, zachovalých habřin a výskyt vzácných druhů rostlin i živočichů (ČSOP, 2004).

#### 4.1.8 Ochrana přírody a krajiny

Nejvyšší stupeň ochrany přírody a krajiny představuje v území chráněná krajinná oblast (dále jen CHKO) Beskydy, do níž celé území Rožnova p. R. a tudíž i celé zájmové území patří, a jejíž správa v Rožnově p. R. také sídlí. CHKO Beskydy vznikla v roce 1973 a zaujímá plochu o rozloze 1 160 km<sup>2</sup> rozdělenou do 4 zón odstupňované ochrany přírody, v souladu se zákonem č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Do zájmové lokality zasahují všechny 4 zóny s převahou 4. zóny (obr. 10). Pro tuto zónu jsou dle CHKO Beskydy charakteristické výrazněji pozměněné ekosystémy činností člověka, zastavěné plochy, intenzivně obdělávané velké zemědělské plochy apod. (AOPK ČR, 2017).



**Obrázek 10:** Zonace CHKO Beskydy v rámci zájmového území. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap na základě vrstvy od AOPK

Bezprostředním orgánem ochrany přírody a krajiny je zde Městský úřad Rožnov p. R. s odborem životního prostředí a výstavby. Dalšími organizacemi zabývajícími se ochranou přírody a krajiny jsou pobočné spolky ČSOP, např. ZO ČSOP Radhošť (ČSOP Radhošť) nebo ZO ČSOP Salamandr, která sídlí v ulici Za Hážovkou v rámci zájmové lokality (ČSOP Salamandr).

CHKO se řadí mezi velkoplošná chráněná území. Maloplošná chráněná území se v rámci zájmového území ani jinde v Rožnově p. R. nenacházejí (AOPK ČR, 2022). Na zájmovém území se nevyskytuje ani památný strom, za zmínku však stojí 150 až 200 let starý dub letní s obvodem kmene 260 cm, který se nachází přibližně 150 m jihozápadně od božích muk poblíž ulice Láň (ČSOP, 2004).

Severní část města rovněž spadá v rámci soustavy chráněných území evropského významu Natura 2000 do ptačí oblasti Beskydy, ovšem zájmová lokalita je již mimo její vymezení. Z hlediska druhého typu lokalit, kterými jsou evropsky významné lokality (dále EVL), spadá zájmová lokalita, jakož i celé území města do EVL Beskydy (Digitální registr ÚSOP).

Velká část zájmového území slouží k zemědělským účelům s dominancí travních porostů. Setkáme se zde nejen s konvenčním hospodařením, ale také s ekologickým zemědělstvím, v jehož režimu na svých pozemcích hospodaří především Střední škola zemědělská a přírodovědná (Veřejný registr půdy LPIS). K utváření charakteru území přispívá i zahrádkářský spolek Osada Kramolišov založený v roce 1997 (Kurzy.cz).

Problém v rámci ochrany přírody a krajiny představují kupř. skládky. Ty jsou evidovány v Systému evidence kontaminovaných míst (dále SEKM), jenž byl zřízen Ministerstvem životního prostředí ČR pro evidenci, sledování a hodnocení kontaminovaných či případně kontaminovaných území a území s řešenou ekologickou škodou. Dle portálu SEKM3 je na území Rožnova p. R. evidováno 19 záznamů. Z těchto záznamů se tři týkají zájmové lokality, z nichž dvě jsou již vyloučeny, neboť šlo o nekontaminovaný materiál nebo odpad v podobě hromad drceného betonu a cihel či hrubé terénní úpravy bez použití odpadů. U třetí lokality nacházející se v ulici Na Drahách se jedná o distribuční transformační stanici s evidenčním číslem 5359, kde je původcem znečištění výroba a distribuce elektrické energie na uváděné ploše 10 m<sup>2</sup>. Nejbližší vzdálenost od povrchových vod – Uhliského potoka je 130 m. Kontaminace se zde uvádí jako nízká bez zdravotního rizika, není zde rozpor s legislativou nebo dalšími zvláštními předpisy chráněnými zájmy či případné omezení využívání lokality. V roce 2021 byla provedena rekognoskace lokality, při které nebyly zaznamenány

viditelné známky kontaminace jak na konstrukci DTS, tak na povrchu terénu, a není proto na lokalitě nutný žádný zásah (SEKM).

Dle tabulky starých ekologických zátěží uvedené ve Strategickém plánu rozvoje města Rožnov p. R. rovněž vycházející ze SEKM se v rámci studované lokality vyskytuje kromě zmíněných také lokalita s černou skládkou poblíž Uhliského potoka v blízkosti ulice Ve Včelíně (Hruška et al., 2021).

## **4.2 Zdroje pro sledování krajinných změn**

### **4.2.1 Archivní a současné mapové zdroje**

Archivním mapovým podkladem pro tvorbu nových vrstev byly historické letecké snímky z roku 1953. Pro účely této práce poskytl Mgr. Patrik Netopil, Ph.D. potřebné snímky spolu s digitalizovanou vrstvou ve formátu SHP zpracované v rámci práce Změna odtokových poměrů s vývojem krajinné matrice v povodí Házovického potoka (Pavlík et al., 2010). Souřadnicovým systémem byl S-JTSK/Krovak East North.

Pro zpracování současného využití ploch byla jako podkladová mapa použita Ortofotomapa ČR získaná pomocí prohlížečské služby poskytované technologií Esri ArcGIS Server, původním zdrojem a poskytovatelem mapy je ČÚZK. Mapa pokrývá celý použitelný měřítkový rozsah. Dle portálu ArcGIS Online byla mapa naposledy aktualizována v roce 2018, což pro účely předkládané práce nepředstavuje problém, neboť v průběhu uplynulých let nedošlo v území k žádným markantním změnám. Data jsou poskytována formou optimalizovaných mapových dlaždic v souřadnicovém systému S-JTSK/Krovak East North (ČÚZK).

### **4.2.2 Plánovací dokumentace území**

Pro zpracování výhledového stavu land use byly klíčovým materiálem územně plánovací podklady. Konkrétně se jednalo o územní studie Balkán a Na Drahách z roku 2017 (Pecka, 2017a; 2017b). Územní studie jsou podkladem pro územní rozhodování a budou sloužit také jako podklad pro nový územní plán města Rožnov p. R., jehož pořizování započalo na konci roku 2021. V rámci zpracování nového územního plánu by mělo dojít k jednání o tom, jestli zmíněné lokality budou ponechány pro zástavbu či nikoliv. V případě zástavby mohou tyto studie sloužit jako podklad pro vytvoření podrobněji řešených částí územního plánu města, tj. s prvky regulačního plánu. Potřebné podklady poskytl na základě žádosti Městský úřad Rožnov pod Radhoštěm, jakožto vlastník

územních studií, jejich pořizovatelem byl odbor výstavby a územního plánování. Materiály byly v datovém vektorovém formátu DGN.

#### **4.2.3 Terénní průzkum**

V zájmovém území byl proveden také terénní průzkum, a to především za účelem jednodušší a přesnější interpretace současného land use pro jeho následné zpracování. V rámci terénního průzkumu byla pořízena fotodokumentace vybraných částí území (umístěna na samém konci práce v rámci přílohy 9).

#### **4.2.4 Klasifikace land use**

Pro sledování krajinných změn a jejich porovnání či vyhodnocení bylo klíčové stanovit si jednotlivé klasifikační kategorie land use. Klasifikace land use použitá v této bakalářské práci vychází z klasifikace uvedené v příloze č. 1 vyhlášky č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška) (příloha 1). Tato vyhláška je podzákoným právním předpisem stanoveným podle zákona č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon).

V důsledku charakteru zájmového území byly po konzultaci s vedoucím práce z klasifikace vyjmuty kategorie, které se na daném území nevyskytují jako např. chmelnice, či vinice. Rovněž pro účely této bakalářské práce došlo ke sjednocení kategorií zahrada a zastavěná plocha a nádvoří z katastrální vyhlášky do jednotné klasifikační kategorie intravilán, v rámci které se dále rozlišuje střední nebo slabá zastavěnost. Následkem toho byly pozměněny také číselné kódy některých kategorií land use. Tato upravená klasifikace byla při zpracování land use aplikována na všechny tři sledované časové období pro možnost jejich následného srovnání.

### **4.3 Zpracování mapových podkladů**

Zpracování dat v podobě mapových podkladů či získaných vektorových vrstev probíhalo v prostředí programu ArcGIS společnosti Esri, konkrétně v jeho aplikaci ArcMap verze 10.4. Podklady zpracovávané v aplikaci ArcMap podléhaly souřadnicovému systému S-JTSK/Krovak East North.

Samotný proces zpracování mapových podkladů pro účely odpovídající této práci by se dal obecně shrnout do čtyř podstatných kroků – georeference/ortorektifikace, vektorizace, tvorba grafických výstupů a výpočet výměr. Úplné zakončení tohoto procesu pak představuje vyhodnocení dat.

Na počátku zpracovávání mapových podkladů bylo však nutno nejdříve zjistit, jak je povodí Uhliského potoka plošně vymezeno. Jelikož se jedná o mikropovodí V. řádu, jeho vytyčení bylo potřeba vygenerovat na základě digitálního modelu reliéfu, neboť veřejně dostupné mapy pracují pouze s povodími do IV. řádu. Toto generování proběhlo z Digitálního modelu reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G) dostupného skrze ArcGIS Online Server od ČÚZK.

Georeference se chápe jako „proces určení vztahu mezi polohou dat v přístrojovém souřadnicovém systému a geografickou, resp. mapovou polohou“ (Terminologická komise ČÚZK). Toho lze docílit rozličnými metodami v závislosti na výběru software. Nejčastěji je možno se setkat s metodou manuální georeference, která spočívá v užití identických, tzv. vlíčovacích bodů. Tyto vlíčovací body se zaznačí jak na podkladové a již georeferencované mapě tak na zpracovávaném mapovém podkladu, který chceme georeferenci podrobit. Jako vhodné vlíčovací body historických map se uvádí např. kostely, hráze rybníků apod., neboť u těchto prvků se neočekává jejich prostorový posun (Brůna et al., 2005).

V případě leteckých a satelitních snímků mluvíme o procesu ortorektifikace. Snímky je potřeba ortorektifikaci podrobit, neboť by jinak nedošlo k jejich ztotožnění s mapovým podkladem kvůli odlišnosti geometrických zobrazení. Odlišnosti se projevují jako polohový posun bodů na snímku a mapě, jenž je zapříčiněn sklonem snímku či terénním převýšením. Cílem ortorektifikace je tyto posuny odstranit. Pro ortorektifikaci se využívají specializované fotogrammetrické softwary. Touto geometrickou úpravou snímků dojde k vytvoření ortofotosnímků (Boltižiar a Olah, 2009). Díky poskytnutým archivním materiálům, které již byly upraveny do požadované podoby, nebylo nutno v případě této bakalářské práce tento krok podstupovat.

Stěžejní a také časově nejnáročnější krok při zpracování mapových podkladů v této práci představovala vektorizace. Vektorizace je definována jako „odvozování vektorových dat z analogových nebo rastrových dat“ (Terminologická komise ČÚZK). Vektorová forma dat umožňuje dále s těmito daty pracovat či je různě pozměňovat. S vektorizací souvisí také interpretace mapy, zde konkrétně vizuální interpretace. Účelem metody vizuální (analogové) interpretace je určit, identifikovat a charakterizovat objekty zachycené na mapových snímcích (Feranec et al., 1996).

Pro proces vektorizace bylo klíčové nejprve vytvořit v sekci „Catalog“ novou shapefile vrstvu, která podléhala následné editaci. Vektorizace rastrové vrstvy proběhla po spuštění funkce „Start Editing“ v sekci „Editor“ na panelu nástrojů. Pro docílení



přesnějších tvarů a následných výměr polygonů reflektujících jednotlivé plochy v území pro současný stav posloužily také shapefile vrstvy katastrálních území a parcel, jež jsou volně ke stažení na webových stránkách ČÚZK. Jednotlivým polygonům byly přiřazeny kódy zvolených kategorií land use. Pro získání jednotné vrstvy pro vizualizaci výhledového stavu bylo ještě zapotřebí sjednotit současnou land use vrstvu se získaným materiálem územních studií, čehož se docílilo po odstranění případných duplicitních ploch prostřednictvím funkce „Merge“.

Po dokončení procesu vektorizace následovala tvorba finálních mapových výstupů a výměra jednotlivých polygonů pro další grafické zpracování takto získaných dat. Mapový výstup byl vytvořen skrze funkci „Layout View“ v sekci „View“ na panelu nástrojů. Poté zbývalo dotvořit finální vzhled jednotlivých map přidáním nadpisu, legendy, měřítka a směrovky ze sekce „Insert“ z panelu nástrojů. Posledním krokem zde pak byl export každé mapy do požadovaného formátu, v tomto případě JPG. K tomu bylo zapotřebí otevřít „File“ v panelu nástrojů a zvolit „Export Map“. Výsledné mapové výstupy využití ploch pro jednotlivá sledovaná období jsou obsahem příloh 3, 4 a 5.

Výměra polygonů vytvořených vektorizací byla vypočtena pomocí funkce „Calculate Geometry“. Pro tyto výpočty bylo nutno do atributové tabulky přidat nový sloupec, ve kterém se výsledné výměry ve zvolených jednotkách ha zobrazily. Následoval export těchto dat do tabulkového softwaru Microsoft Excel, kde rovněž proběhlo jejich vyhodnocení do podoby tabulky a grafů.

## **4.4 Zdroje pro sledování srážko-odtokových poměrů**

### **4.4.1 Hydrologické skupiny půd**

Jedním ze základních komponentů potřebných ke stanovení čísla CN jsou hydrologické skupiny půd (HSP). Ty, jak bylo blíže popsáno v kapitole 3.5.1, dělíme do čtyř skupin: A, B, C, D. Pro určení jednotlivých HSP je nutné znát, jaké hlavní půdní jednotky (HPJ) jsou v zájmovém území zastoupeny. HPJ představují 2. a 3. číslici v kódu BPEJ. Výchozím podkladem pro zpracování vrstvy HSP v zájmovém území byla vektorová data BPEJ pro celou ČR ve formátu shapefile, která poskytuje volně ke stažení Státní pozemkový úřad.

### **4.4.2 Další data**

Jako další vstupní zdroj dat posloužily polygonové vrstvy využití ploch ve třech sledovaných obdobích vytvořené v předchozím kroku, viz kapitola 4.3.



Posledním vstupem nutným pro metodu CN křivek byl úhrn návrhového deště ( $H_s$ ). Ten byl určen na základě tabulky „Hodnoty maximálních denních úhrnů srážek pro stanice na území ČR s pravděpodobností opakování za N let podle Gumbelovy statistiky extrémů“ (Šamaj et al., 1985. In: Janeček a Váška, 2001). Zde byla dohledána stanice Rožnov pod Radhoštěm a vyčtena hodnota 110,3 mm značící pravděpodobnost opakování návrhového deště za 50 let. Uvedená N-letost byla zvolena na základě požadované míry ochrany řešeného území, kdy se dle Janečka a Váška (2001) kupř. pro ochranu orné půdy užívá doba opakování 5 až 10 let, v případě území jako intravilán, vodní zdroje či průmyslové a zemědělské objekty může být doba opakování až 100 let.

#### **4.5 Zpracování srážko-odtokového procesu metodou CN křivek**

Zpracování srážko-odtokového procesu metodou CN křivek proběhlo, stejně jako zpracování mapových podkladů (viz 4.3), v programu ArcGIS, konkrétně v ArcMap verze 10.4. Souřadnicovým systémem byl rovněž S-JTSK/Krovak East North.

Prvním krokem potřebným k získání čísla CN křivek a výpočtu přímého odtoku z povodí bylo určit jednotlivé HSP zastoupené v zájmovém území. Pomocí funkce „Clip“ v záložce „Geoprocessing“ byla z původní BPEJ vrstvy vytvořena nová polygonová vrstva zahrnující pouze zájmové území. V její atributové tabulce byl následně vytvořen nový sloupec, do nějž byly zaznamenány konkrétní HSP. Jednotlivé HSP byly stanoveny na základě HPJ, jejichž hodnoty dle metodiky Janeček (2012) odpovídají příslušným HSP (příloha 2). Jelikož u lesních pozemků se BPEJ neurčuje, byla jejich HSP vyčtena v mapové aplikaci Půda v mapách od VÚMOP. Pomocí funkce „Calculate Geometry“ byla rovněž v dalším sloupci spočítána plocha jednotlivých polygonů HSP.

Následně bylo potřeba sjednotit vrstvu HSP s vrstvou land use za každé jednotlivé období v jednu novou vrstvu, v rámci které se obě vstupní vrstvy překrývají. Toho bylo docíleno funkcí „Intersect“, kdy vzniklý průsečík vrstev vykazuje jak prvky vrstvy HSP, tak prvky vrstvy land use. Jelikož se v důsledku tohoto kroku změnil počet a výměra jednotlivých polygonů, bylo nutné výměry ploch aktualizovat s využitím funkce „Calculate Geometry“. Pro určení čísla CN pak bylo žádoucí do atributové tabulky nově vzniklé vrstvy přidat nový sloupec představující kombinaci HSP a kódu jednotlivých kategorií land use (HSP\_LU). Pro tento krok byla využita funkce „Field Calculator“.

Díky kombinaci těchto dvou hodnot lze určit číslo CN dle tabulky průměrných čísel odtokových křivek v publikaci Janečka a Váška (2001). Vzhledem k půdním

podmínkám v zájmovém území byla zvolena čísla odtokových křivek odpovídající špatným hydrologickým podmínkám omezujících infiltraci pro IPS II. Uvedené faktory a hodnoty CN na základě výše citované publikace byly pro účely této práce zjednodušeně shrnuty v tabulce 2. Pro ornou půdu byla užita jednotná čísla CN s přihlédnutím k absenci informací o pěstovaných plodinách a způsobu obdělávání půdy. Nově vytvořená kategorie „Zahrady“ kombinuje kultivovanou půdu s TTP, drobnými ploškami extenzivně obdělávaných ovocných sadů a potencionálními křovinami. Kategorizace využití ploch se zde v porovnání s kategorizací pro sledování krajinných změn v předešlé analýze mírně liší, neboť původní kategorizace sledovala vývoj všech kategorií využití ploch vyskytujících se v zájmovém území s důrazem na hustotu zástavby. Aktuálně upravená kategorizace v tabulce 2 pak byla aplikována za účelem získání co nejadekvátnějšího čísla CN a tím pádem dosažení větší přesnosti výsledků výpočtu srážko-odtokových poměrů.

Zadání čísla CN křivky do atributové tabulky vyžadovalo dále dva dílčí kroky. Prvním dílčím krokem bylo zvolení funkce „Summarize“ pro nový sloupec s kombinací HSP a kódu land use. Na základě této funkce vznikla nová tabulka, která uvádí četnost jednotlivých kombinací HSP\_LU. Do této tabulky byl přidán nový sloupec, do nějž byla zaznamenána čísla odtokových křivek vycházející z tabulky 2. Druhým dílčím krokem bylo propojení této nové tabulky s původní atributovou tabulkou. Propojení tabulek bylo provedeno funkcí „Join“. Atributová tabulka tak výsledně vykazovala čísla CN pro jednotlivé polygony. Průměrné hodnoty CN křivek za celé mikropovodí pro sledovaná období byly určeny váženým průměrem hodnot CN křivek pro jednotlivé plochy a jejich rozlohou převedenou dle požadavků výpočetní rovnice na jednotky  $\text{km}^2$ .

K výpočtu objemu přímého odtoku ( $O_{pH}$ ) bylo zapotřebí nejprve vypočítat výšku přímého odtoku ( $H_o$ ). Všechny výpočty vycházejí z rovnic uvedených v kapitole 3.5.1. Chybějící proměnnou rovnice pro výpočet  $H_o$  byla potenciální retence ( $A$ ). Potenciální retence se spočítala funkcí „Field Calculator“ v nově vytvořeném sloupci atributové tabulky. Výsledné hodnoty  $A$  se zobrazily pro jednotlivé polygony. Dále mohl být vypočítán přímý odtok ( $H_o$ ), jehož výpočtu se docílilo stejným postupem, tedy tvorbou nového sloupečku a následnou volbou „Field Calculator“ s doplněním příslušných proměnných. Stejný princip byl rovněž aplikován v případě  $O_{pH}$ . Následně byla data atributové tabulky exportována do tabulkového softwaru Microsoft Excel, kde došlo k získání výsledného objemu přímého odtoku z povodí součtem objemů přímého odtoku z jednotlivých ploch zájmového území.

**Tabulka 2:** Čísla odtokových křivek (CN) za špatných hydrologických podmínek omezujících infiltraci<sup>a</sup>

Využití ploch	CN podle HSP		
	B	C	D
Orná půda	76	84	88
Trvalý travní porost	58	71	78
Lesní pozemek	66	77	83
Zahrady	67	77	83
Zastavěná plocha	98	98	98

<sup>a</sup>Zdroj: vlastní zpracování na základě Janečka a Váška (2001)

Veškerá metodika zpracování, zdrojová data a podklady v kapitolách 4.2 až 4.5 byly konzultovány s vedoucím práce prof. Dr. Ing. Bořivojem Šarapatkou, CSc. a Ing. Markem Bednářem, Ph.D.

## 5 Výsledky

### 5.1 Změny využití krajiny

Změny využití krajiny neboli změny land use byly zpracovány a vyhodnoceny pomocí metodiky popsané v kapitole 4.3. Hodnoty zastoupení jednotlivých kategorií land use v rámci zájmového území pro sledovaná časová období byly vyhodnoceny ve dvou podobách, z nichž první představuje absolutní hodnoty zastoupení jednotlivých kategorií land use v jednotkách ha, druhá pak udává relativní hodnoty v podobě procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií (tab. 3). Výsledky byly pro jasnější vizuální interpretaci rovněž zpracovány graficky (obr. 11, obr. 12).

Mapové výstupy zhotovené v programu ArcGIS jsou součástí příloh, konkrétně se jedná o přílohy 3, 4 a 5.

**Tabulka 3:** Zastoupení kategorií využití krajiny v povodí Uhliského potoka pro sledovaná období<sup>a</sup>

	ha			%		
	1953	Současný stav	Výhledový stav	1953	Současný stav	Výhledový stav
Orná půda	73.06	5.05	5.05	21.64	1.5	1.5
Ovocný sad	7.31	2.34	1.87	2.17	0.7	0.55
Trvalý travní porost	164.01	165.65	151.72	48.58	49.06	44.94
Lesní pozemek	81.23	106.38	106.38	24.06	31.51	31.51
Ostatní plocha	7.05	8.96	10.47	2.08	2.65	3.1
Intravilán – slabá zastavěnost	4.97	27.83	21.58	1.47	8.24	6.39
Intravilán – střední zastavěnost	–	21.42	40.56	–	6.34	12.01
Celkem	337.63	337.63	337.63	100	100	100

<sup>a</sup>Zdroj: vlastní zpracování

Nejvýraznější změnu lze pozorovat u orné půdy, kdy mezi prvním a druhým sledovaným časovým obdobím došlo ke značnému poklesu její rozlohy. V roce 1953 se orná půda rozkládala na celkové ploše 73,06 ha, což činilo 21,64 % v rámci celkové rozlohy zájmového území. Avšak v současnosti je soustředěna na jednotné ploše o 5,05 ha. Výsledný rozdíl mezi těmito dvěma obdobími tedy činí 68,01 ha, relativní pokles je 20,14 %. V budoucnu se nárůst orné půdy nepředpokládá, v rámci výhledového stavu tudíž nedošlo k žádným změnám hodnot oproti současnému stavu.

Kategorie ovocný sad dosahovala největších hodnot v roce 1953, v následujících obdobích lze pozorovat její postupný pokles. Největší dosažená hodnota činila 7,31 ha značících 2,17 % celkového území. V současnosti pokrývá plochu 2,34 ha, u níž se pro výhledový stav předpokládá další pokles na 1,87 ha. Obě tyto hodnoty nepředstavují ani 1 % rozlohy, konkrétně se jedná o 0,7 % pro současný stav a 0,55 % pro výhledový stav.

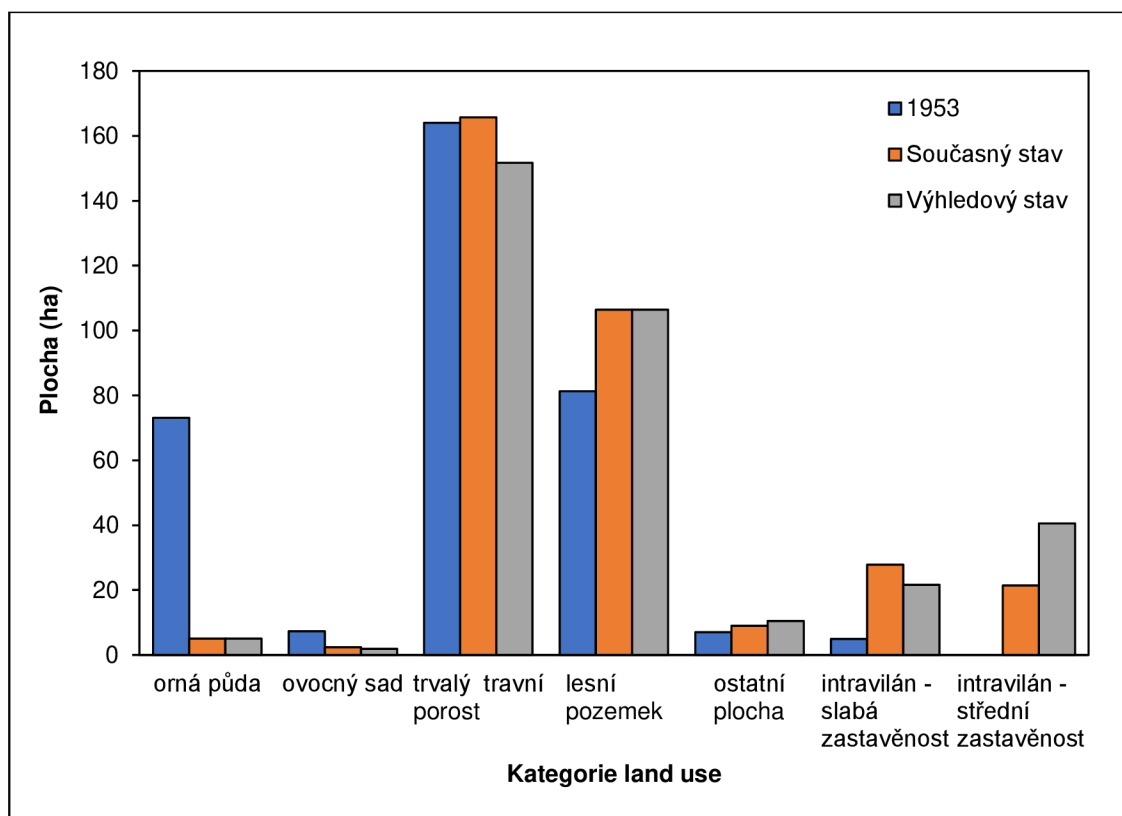
Trvalý travní porost je dominantní kategorií využití krajiny v povodí Uhliského potoka. Zaujímá největší rozlohu napříč všemi sledovanými časovými obdobími. Mezi prvními dvěma obdobími došlo k drobnému nárůstu plochy o 1,64 ha, z původních 164,01 ha (48,58 %) v roce 1953 na 165,65 ha v rámci současného stavu. V současné době tedy trvalý travní porost pokrývá 49,06 % zájmového území. Výhledově je však patrná změna opačného charakteru, a to snížení rozlohy na 151,72 ha, jež představují 44,94 % celkového zastoupení.

Další výraznou kategorií z hlediska rozlohy jsou lesní pozemky. Zde je pozorovatelný nárůst, kdy oproti 81,23 ha v roce 1953 došlo k navýšení o 25,15 ha na současných 106,38 ha. Výsledné relativní zastoupení nyní činí 31,51 % oproti 24,06 % v prvním sledovaném období. Předpokládá se, že pro výhledový stav bude hodnota této kategorie stagnovat a nedojde ke změně její plochy.

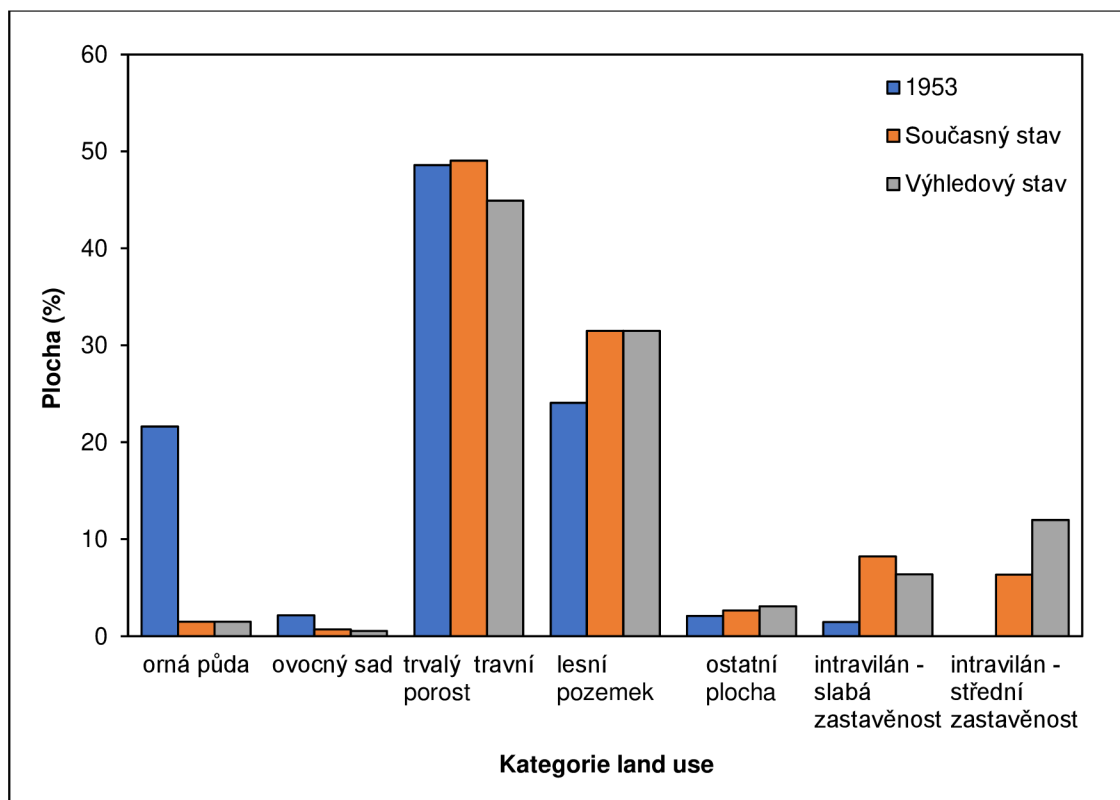
Další kategorií jsou ostatní plochy, jejichž rozloha se postupně navyšovala. V prvním sledovaném období, v roce 1953, zaujímaly ostatní plochy 7,05 ha, což činí 2,08 %. Následný nárůst na 8,96 ha v druhém období pak představuje 2,65 % rozlohy zájmového území. Další navýšení značí také výhledový stav, kde ostatní plochy zabírají 10,47 ha (3,1 %). Jak je patrné z mapových výstupů v příloze 2, 3, a 4, tato kategorie je zastoupena převážně komunikacemi.

Intravilán specifikovaný slabou zastavěností vykazuje kolísání hodnot v průběhu sledovaných časových období. V roce 1953 je zastoupen poměrně nevýrazně s celkovou plochou 1,47 % vyčíslenou na 4,97 ha. Současný stav zaznamenává výraznější nárůst plochy s rozlohou 27,83 ha se souběžným navýšením na 8,24 %. Výhledový stav oproti tomu vykazuje pokles zastoupení plochy této kategorie na 21,58 ha vyhodnocených jako 6,39 %. K tomuto snížení došlo především na úkor navýšení intravilánu střední zastavěnosti v rámci výhledového stavu, kdy došlo k rozšíření navazujícímu na současnou zástavbu, čímž se dosáhlo také částečného propojení rozptýlené zástavby současného stavu.

Intravilán střední zastavěnosti je specifický pro svou úplnou absenci v prvním sledovaném časovém období. V porovnání se současným stavem tudíž došlo ke znatelnému nárůstu zastoupení této kategorie, neboť se v zájmovém území výrazněji rozvinula zástavba, jak je možné jednoznačně pozorovat také při porovnání příloh 2 a 3. Současný stav tak čítá rozlohu 21,42 ha (6,34 %). Výhledový stav prezentuje další znatelný nárůst této kategorie, a to na 40,56 ha představující 12,01 % v rámci rozlohy zájmového území.



**Obrázek 11:** Absolutní zastoupení kategorií land use v zájmovém území. Zdroj: vlastní zpracování



**Obrázek 12:** Relativní zastoupení kategorií land use v zájmovém území. Zdroj: vlastní zpracování

## 5.2 Změny srážko-odtokových poměrů

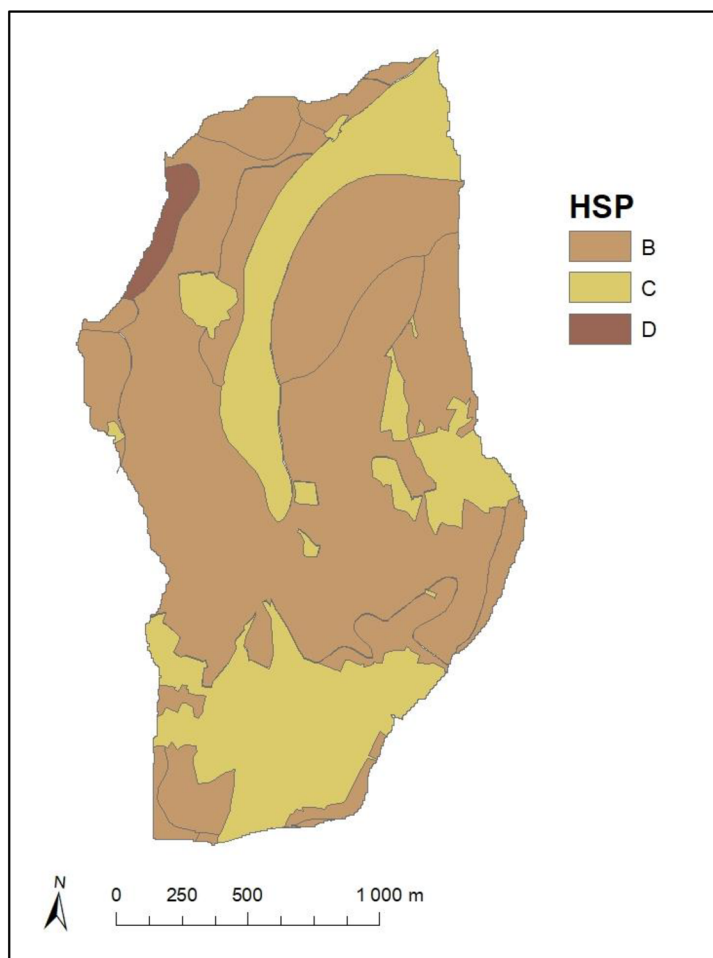
Změny srážko-odtokových poměrů v zájmovém území byly vyhodnoceny metodou CN křivek dle metodického postupu přiblíženého v kapitole 4.5.

Výstup první fáze jejich zpracování představovala mapa znázorňující zastoupení jednotlivých hydrologických skupin půd (obr. 13), díky níž se rovněž zjistilo plošné zastoupení hydrologických skupin půd v zájmovém území. Z tabulky 4 je patrné, že největší rozlohu zaujímala skupina B, a to celkem 227,35 ha. Skupina D měla naopak nejmenší plošné zastoupení na pouhých 4,76 ha na severovýchodní hranici zájmového území. Hydrologická skupina půd A se v rámci zájmového území nevyskytovala vůbec.

**Tabulka 4:** Plošné zastoupení hydrologických skupin půd v zájmovém území<sup>a</sup>

HSP	Četnost polygonů	Plocha (ha)
B	19	227.35
C	18	105.52
D	1	4.76
Celkem	38	337.63

<sup>a</sup>Zdroj: vlastní zpracování



**Obrázek 13:** Zastoupení hydrologických skupin půd v zájmovém území. Zdroj: vlastní zpracování v ArcMap

Výsledné hodnoty CN křivek pro jednotlivé plochy povodí Uhliského potoka byly pro sledovaná časová období zpracovány do podoby samostatných mapových výstupů (příloha 6, 7, 8). Nejvýraznější změny nastaly u CN 67, 76 a 98, kdy CN 76 byla definována zastoupením orné půdy v rámci hydrologické skupiny B. Právě orná půda dle předchozích výsledků (viz 5.1) zaznamenala od roku 1953, v porovnání s dalšími sledovanými obdobími, značný úbytek a v drtivé většině byla převedena na TTP, tudíž se změnilo i číslo odtokové křivky CN. Pro výhledový stav se očekává rozšíření zástavby, které znamená navýšení nepropustných ploch v území, proto z hlediska CN křivek můžeme pozorovat větší zastoupení CN 98, než tomu bylo v předchozích dvou obdobích, ale také CN 67 zastoupené zahradami, jejichž výskyt je zde vázán právě na novou zástavbu. (příloha 8). Ojedinelý byl také výskyt CN 88. Tato hodnota CN křivky byla zaznamenána pouze v období 50. let a její zastoupení představuje opět dříve více rozšířená orná půda, tentokrát se jednalo o drobné plošky půdy s hydrologickou



skupinou D. V důsledku toho došlo při grafickém vyhodnocování k posunu barevné škály o jednu úroveň v příloze 6 oproti přílohám 7 a 8.

Celkové objemy přímého odtoku a průměrná čísla CN křivek pro sledovaná období byly uvedeny v tabulce 5.

**Tabulka 5:** Výsledné hodnoty modelování srážko-odtokových poměrů<sup>a</sup>

Sledované období	∅ CN	Celkový O <sub>pH</sub> (m <sup>3</sup> )
1953	69	226 497.20
Současný stav	67	216 454.54
Výhledový stav	72	225 511.12

<sup>a</sup>Zdroj: vlastní zpracování

Pro odtokové křivky platí, že větší číslo CN znamená také větší pravděpodobnost povrchového odtoku (viz kapitola 3.5.1). Dle tohoto tvrzení a hodnot obsažených v tabulce 5 lze tvrdit, že k největšímu povrchovému odtoku by došlo v rámci výhledového stavu, kdy průměrné číslo CN za celé zájmové území bylo vyhodnoceno na 72. Druhý největší podíl povrchového odtoku byl stanoven pro sledované období roku 1953 s hodnotou CN 69. Avšak porovnáme-li celkový objem přímého odtoku v těchto dvou obdobích, můžeme u výhledového stavu nehlédě na vyšší hodnotu CN křivky pozorovat opravdu drobné zlepšení na 225 511,12 m<sup>3</sup> oproti 226 497,20 m<sup>3</sup> v roce 1953. Nejpříznivější stav jak z hlediska čísla odtokové křivky, tak z hlediska celkového objemu přímého odtoku byl vyhodnocen pro současnost s hodnotou CN 67 a objemem 216 454,54 m<sup>3</sup>.

Veškeré výpočty a hodnoty v případě výhledového stavu vycházely z předpokladu změn zastavěnosti a dalších změn dle stávajících územních studií (Pecka 2017a, 2017b).

## 6 Diskuze

Krajina představuje složitý komplexní systém, jehož dynamika se dotýká také hydrologických procesů v ní probíhajících. Specifické využití ploch je pak odrazem vlivu člověka na krajinu (Kabrdá, 2008). Souhrnným cílem práce bylo zjistit, do jaké míry toto člověkem řízené využití ploch bude ovlivňovat srážko-odtokové poměry v povodí Uhliského potoka v okrese Vsetín. Konkrétně byly prostřednictvím metody CN křivek sledovány rozdíly v objemech přímého odtoku a v hodnotách CN křivek značně korelujícími s rozdílným využitím ploch území napříč třemi sledovanými obdobími. Těmito obdobími byly rok 1953, současný stav a výhledový stav, jehož podoba byla vymezena aktuálními územními studiemi. Výsledky budou dále shrnuty a diskutovány dle jednotlivých sledovaných období a následně vzájemně porovnány a celkově zhodnoceny.

První sledované období pro vyhodnocení stavu využití ploch a srážko-odtokových poměrů bylo specifikováno na rok 1953. Téměř polovinu území (48,58 %) zabírají trvalé travní porosty, jejichž celistvost je narušena mozaikou drobnějších plošek orné půdy. Tyto trvalé travní porosty mají i podle řady prací (např. Rychnovská et al., 1985) příznivý vliv na zadržení vody, její infiltraci či zpomalení povrchového odtoku. Orná půda zde byla poměrně výrazná svým vizuálním i procentuálním zastoupením (21,64 %). Obhospodařování orné půdy zajišťovali drobní zemědělci nebo jednotliví soukromí vlastníci pěstující produkty zejména pro vlastní potřebu (Město Rožnov pod Radhoštěm, 2010; Sobotka et al., 2021). Stejný princip platil také v případě drobných plošek ovocných sadů (2,17 %). Další poměrně výrazně zastoupenou kategorií byl les (24,06 %) s převážně dominující dubo–habrovou skladbou, typickou pro zájmovou lokalitu. Toto druhové složení lesa v ní přetrvává dodnes. Urbanizace území byla v roce 1953 minimální, celistvější a viditelnější zastavěnost území je pouze v jeho severní části, která má nejbližší centru města Rožnova. Dále je v území pozorovatelná pouze ojedinělá roztroušená zástavba, kdy se jednalo o hospodářské usedlosti (Sobotka et al., 2021). Také z těchto důvodů zde byl až zanedbatelný výskyt komunikací a ostatních ploch (2,08 %). Přestože orná půda neměla ani čtvrtinové zastoupení v celkové rozloze území, hrála výraznou roli v rámci výsledného odtoku. Podstatnou roli z hlediska odtoku, retence či infiltrace zde hrál i způsob obhospodařování půdy a pěstované plodiny (Šarapatka et al., 2010), tyto informace o zájmovém území jsme však bohužel nezískali. V porovnání s trvalým travním porostem uvádí Rychnovská a kolektiv (1985) u orné půdy v průměru

o 10 % nižší pórovitost. Nehledě na plošnou převahu trvalých travních porostů, lesů a praktickou absenci intravilánu se však vliv orné půdy projevil na povrchovém odtoku, potažmo na průměrné hodnotě CN, a to konkrétně CN 69, a také na celkovém objemu přímého odtoku s 226 497,20 m<sup>3</sup>.

Na současném stavu krajiny se odráží socioekonomický a politický vývoj uplynulých téměř 70 let. Současný stav je charakteristický výrazným poklesem orné půdy na pouhé 1,5 % koncentrované na souvislé ploše 5,05 ha. Úbytek orné půdy v průběhu let byl obecným trendem v českých zemích, avšak pro valašskou krajinu byl kvůli jejím málo úrodným půdám znatelněji pozorovatelný a jako výhodnější se nabízelo například zalesňování (Bičík a Jeleček, 2001). V rámci mikropovodí rozloha lesních pozemků vzrostla o 7,45 %. Především vizuální změnou prošly trvalé travní porosty, kdy v důsledku kolektivizace byla mozaika polí, luk a pastvin sjednocena do velkých jednotných ploch, které byly posléze zatravněny nebo částečně zastavěny (Mašláň, 2014; Skokanová a Havlíček, 2014). Trvalé travní porosty v současnosti plní střídavě funkce luk a pastvin a jsou ve většině případů obhospodařovány v režimu ekologického zemědělství, které je vázáno na dodržování zákonných norem pro možnost čerpání dotací (Ministerstvo zemědělství; Veřejný registr půdy LPIS). Tyto skutečnosti znatelně přispěly ke zlepšení stavu srážko-odtokových poměrů území, jak z hlediska povrchového odtoku, kdy došlo změnou využití ploch z orné půdy převážně na trvalý travní porost či zahrady s rodinnými domy k jeho snížení, a tudíž i snížení čísla CN křivky, tak z hlediska objemu přímého odtoku. Právě současnost totiž vykazuje ze všech tří sledovaných období nejlepší výsledky celkového objemu odtoku (216 454,54 m<sup>3</sup>) i čísla CN (67). Tomuto zlepšení tolik nepřitížil ani rozvoj intravilánu, kdy došlo k jeho celkovému navýšení o 13,11 %. Hlavním důvodem rozvoje intravilánu byl rozvoj průmyslu v Rožnově pod Radhoštěm v předešlých desetiletích (Tesla Rožnov, Loana Rožnov) a s ním spojená celková urbanizace a nárůst počtu obyvatel (Město Rožnov pod Radhoštěm, 2010). Drobnější až zanedbatelné změny bez markantních významů nastaly také u kategorií ovocný sad (pokles o 2,1 %) a ostatních ploch (nárůst o 0,57 %).

Pro výhledový stav se neočekávají žádné změny plošného vymezení u orné půdy ani lesních pozemků. Opravdu zanedbatelný pokles o 0,15 % se čeká u již nyní minimálně zastoupených ovocných sadů. Charakteristickou proměnnou je zde však intravilán, kdy by navrhovaná výstavba měla plynule navázat na současnou zástavbu, tímto napojením by došlo k nárůstu střední zastavěnosti intravilánu téměř o polovinu (12,01 %). Zastoupení intravilánu se slabou zastavěností by se soustředilo především

na rozptýlenější, jednotlivější rodinné zástavby a zahrádkářské kolonie a lehce pokleslo na 6,39 %. Nárůst intravilánu jako celku by činil necelá 4 %. V důsledku toho by rovněž došlo k mírnému navýšení komunikací a ostatních ploch (3,1 %). Naopak rozloha trvalých travních porostů by ustoupila cca o 14 ha (na 44,94 %) a očekává se jejich obhospodařování podobné současnému stavu. Rozšiřováním zástavby chce město podpořit svůj rozvoj a vyvarovat se snižování počtu obyvatel (Město Rožnov pod Radhoštěm, 2022). Tyto proměny mají za následek zvýšení odtokové křivky CN na hodnotu 72, neboť se v rámci potencionální výstavby navýší počet zahrad a rozličných nepropustných ploch, které mají kupř. oproti trvalým travním porostům nepříznivější hodnoty čísla CN. Navýšení povrchového odtoku se odrazilo na vypočtené hodnotě celkového objemu přímého odtoku z povodí, která byla vyhodnocena na 225 511,12 m<sup>3</sup>.

Srovnáme-li výsledné hodnoty hydrologického modelování sledovaných období, můžeme pozorovat, že přestože celkový objem přímého odtoku z povodí pro rok 1953 je téměř totožný jako pro výhledový stav, došlo ke změně hodnoty CN křivky. S přihlédnutím na všechny uvedené faktory můžeme říci, že k této změně došlo v důsledku výraznějšího rozvoje intravilánu, přestože zastoupení orné půdy rapidně kleslo. Rozšiřování intravilánu i orná půda mají poměrně srovnatelný a především znatelný vliv na odtok z povodí, proto velmi důležitou roli hraje jejich poměr plošného zastoupení. V případě vyrovnaného poměru těchto dvou kategorií však bude větší riziko představovat intravilán, především kvůli nepropustným plochám.

Pro sledované mikropovodí Uhliského potoka se tedy může vyvodit závěr, že navrhovaná výstavba by v celkovém kontextu území nijak výrazně neovlivnila stávající srážko-odtokové poměry za předpokladu zachování stávajícího využití ploch nedotčených návrhovou výstavbou. Především je žádoucí vyvarovat se převedení těchto ploch na ornou půdu jak v současnosti, tak výhledově. Realizováním navrhované výstavby by však přesto došlo k částečnému navýšení objemu odtoku oproti současnému stavu a také k nepříznivému navýšení čísla CN křivky, proto bych doporučila zaměřit se na opatření proti neblahému působení povrchového odtoku realizací opatření zadržujících vodu v krajině, na opatření zabraňující jeho dalšímu navýšení či případné revitalizace toku Uhliského potoka. Případná opatření by mohla přispět ke zlepšení vodního režimu krajiny, snížení obav místních obyvatel a lepšímu zvládnutí případné povodňové situace, kdy by se mohl snížit objem vody vylité z koryta a také celkový objem přítoku do Hážovického potoka, který při povodňových situacích bývá poměrně problematický (Chmelař, 2019; Zapletal, 2022). Zavedení zmíněných opatření se nevylučuje ani

pro současný stav. Z hlediska revitalizací je také žádoucí znát historický vývoj krajiny daného území, nejen současný stav (Kopp, 2002). Ze zjištěných výsledků lze rovněž usoudit, že zachování současného stavu krajinného využití by se pro hydrologické procesy území jevilo jako nejpříznivější ze všech tří modelových scénářů.

Dále je nutné při diskutování výsledků práce vzít v potaz faktory, které mohly mít vliv na exaktnost výsledných hodnot. Jedná se především o faktory, které ovlivňují odtok z povodí, ale nejsou zahrnuty v klasickém výpočtu metodou CN křivek. Těmito faktory jsou například sklonové podmínky, druh lesního porostu a jeho zapojení, tvar povodí, nebo zeměpisná poloha povodí (Starý, 2005; Hejlová et al., 2013). K určitému zkreslení mohlo dojít také v důsledku nastavení modelu, které vycházelo z jedné návrhové srážky s pravděpodobností opakování 50 let a postrádalo kalibraci na skutečných srážkových událostech. Odtok pro výhledový stav by ovlivnilo také technické provedení výstavby, které dle územních studií počítá se záchytnými příkopy, průlehy aj. (Pecka, 2017a, 2017b). V důsledku zmíněných faktorů je zde pravděpodobnost, že celkové objemy přímého odtoku vyhodnocené v této práci mohou být v porovnání s reálnými objemy o něco zkresleny, spíše nadhodnoceny. Přes všechny tyto narušující faktory však teoretické principy a vyhodnocení v této práci nelze s ohledem na literaturu označit za neplatné a při zachování krajinných podmínek nastavených pro jednotlivá sledovaná období by se s největší pravděpodobností mělo dojít k totožným závěrům i po aplikování jiné metody modelování. Výsledné hodnoty objemů přímého odtoku při denním úhrnu srážky s pravděpodobností opakování za 50 let lze v porovnání s prací Vlasáka (2016) a přihlédnutím k charakteru území považovat za reálné.

Historický vývoj krajiny je podstatný také pro lepší představu a porozumění vývoji budoucímu nebo pro současnou ekologickou stabilizaci (Lipský, 2000; Malenová, 2008). Změny ve využití ploch se především po Sametové revoluci staly častým tématem různých článků či studií. Tento fakt není tolik překvapivý, vezmeme-li v potaz souvislost proměnlivosti krajinné struktury a land use s vlivem člověka či celé společnosti (Lipský, 2007; Malenová, 2008). Mnoho autorů se shoduje na tom, že změny využití ploch či krajinného pokryvu významně ovlivňují srážko-odtokové poměry, především pak povrchový odtok z povodí (Pavlík et al., 2010; Deshmukh et al., 2013; Divín a Mikita, 2016). Pro sledování srážko-odtokových poměrů zvolená metoda CN křivek je v praxi běžně užívaná, ale je důležité mít na paměti, že se jedná o poměrně jednoduchý, základní model, který na úkor své jednoduchosti nezahrnuje veškeré proměnné, které mohou mít svůj podíl na formování přímého odtoku. Existují však jiné fyzikální modely jako

DesQ-MaxQ, ale také HEC-HMS, které na základě metody CN křivek pracují a počítají s více proměnnými (Kosová, 2013; Divín a Mikita, 2016). Pro bakalářskou práci byla však metoda CN křivek shledána jako dostačující a zároveň uživatelsky dostupná a realizovatelná v rámci ArcMap, neboť náročnější modely jsou ve většině případů placené.

Jako verifikace většiny poznatků uvedených v diskusi mohou být uvedeny také závěry vyplývající z příspěvků od Pavlíka a kolektivu (2010), Divína Mikity (2016) nebo Vlasáka (2016). Z předchozích kapitol této bakalářské práce také vyplývá, že oblíbenost a jednoduchost modelu – metody CN křivek je nesporná, nicméně pro dosažení uspokojivějších, přesnějších výsledků či pro jejich prověření by bylo vhodnější zvolit modely jako DesQ-MaxQ nebo HEC-HMS, které z této metody vycházejí. V případné navazující práci se tedy nabízí pracovat s jinou volbou modelu, zahrnout více scénářových situací (např. další rozvoj zástavby nebo opětovné rozšíření orné půdy atp.) či navrhnout vhodná opatření proti povrchovému odtoku, protierozní opatření apod. a zjistit proměny srážko-odtokových poměrů po jejich případné aplikaci v zájmovém území.

## 7 Závěr

Hlavními na sebe navazujícími cíli této bakalářské práce byly zanalyzování změn využití krajiny mikropovodí Uhliského potoka ve třech sledovaných obdobích datovaných od druhé poloviny 20. století a zhodnocení vlivu zjištěných změn na srážko-odtokové poměry daného území. Naplnění těchto cílů bylo podmíněno přiblížením klíčových pojmů a procesů, charakterizováním zájmového území, dále pak samotným zpracováním a vyhodnocením využití ploch a srážko-odtokových poměrů pro jednotlivá sledovaná období.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že výrazný pokles orné půdy a jejího zatravnění měl pozitivní vliv na výsledné hodnoty odtoku. Dále, že navrhované rozšíření zástavby území v mezích schválených územních studií navýší celkový povrchový odtok zhruba na úroveň odtoku před zatravněním orné půdy. Současný stav využití krajiny se z hlediska srážko-odtokových poměrů jeví jako nejpříznivější. Kategorie trvalých travních porostů a lesních pozemků v průběhu třech sledovaných období neprošly natolik výraznými změnami podílů svého zastoupení. Pro současný stav, ale především při případném realizování výstavby doporučujeme Městskému úřadu v Rožnově pod Radhoštěm zvážit zavedení opatření pro snížení povrchového odtoku a jeho nepříznivých dopadů (např. výsadby v krajině omezující odtok a zvyšující retenci, minimalizace nepropustných ploch u nové výstavby a zadržování dešťové vody) či revitalizačních úprav toku apod.

Pro navazující práci bude vhodné aplikovat ještě některý z dalších modelů (např. DesQ-MaxQ) pro upřesnění výsledných hodnot, popř. zahrnout i více scénářových situací vývoje využití ploch (např. další rozvoj zástavby nebo opětovné rozšíření orné půdy atp.). Součástí navazující práce mohou být rovněž konkrétní návrhy opatření vhodných pro snížení povrchového odtoku a zhodnocení jejich účinnosti při potenciální realizaci.

## 8 Literatura

### Seznam literárních zdrojů

- Barták, R. (ed.). (2002). Ochrana přírody v CHKO Beskydy: ohrožení živočišné a rostliny: rezervace, organizace a ekologický informační servis. Rožnov pod Radhoštěm: ČSOP Salamandr. 48 pp.
- Beven, K.J. (c2001). Rainfall-runoff modelling: the primer. Chichester: John Wiley. 360 pp.
- Bičík, I. (2010). Vývoj využití ploch v Česku. Praha: Česká geografická společnost. 250 pp.
- Bičík, I., Jeleček, L. (2001). Regionální rozdíly ve využití české krajiny v 19. a 20. století (ve světle údajů evidence katastru). In: Česká komora architektů. (2001). Tvář naší země – krajina domova. Krajina v ohrožení, 21. - 23. února 2001, Pražský hrad a Průhonice. Lomnice nad Popelkou: Studio JB. 230 pp.
- Bína, J., Demek, J. (2012). Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky. Praha: Academia. 343 pp.
- Bízek, V., Foltýn, I., Helová, S., Jeníček, M., Koblížková, E., Kodešová, R., Mertl, J., Nesměrák, I., Nondek, L., Rättinger, T. (2011). Aplikace modelů v oblasti životního prostředí. Praha: CENIA. 276 pp.
- Boltiziar, M., Olah, B. (2009). Krajina a jej štruktúra: Mapovanie, zmeny a hodnotenie. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa. 148 pp.
- Bormann, H., Breuer, L., Gräff, T., Huisman, J.A., Croke, B. (2009). Assessing the impact of land use change on hydrology by ensemble modelling (LUCHEM) IV: Model sensitivity to data aggregation and spatial (re-)distribution. *Advances in Water Resources* 32 (2), 171–192.
- Brůna, V., Křováková, K., Nedbal, V. (2005). Stabilní katastr jako zdroj informací o krajině. In: *Historická geografie* 33. Praha: Historický ústav AV ČR, 397–409.
- Cílek, V., Ložek, V., Mudra, P. (2011). *Obraz krajiny: pohled ze středních Čech*. Praha: Dokořán. 310 pp.
- Culek, M., Grulich, V., Laštůvka, Z., Divíšek, J. (2013). *Biogeografické regiony České republiky*. Brno: Masarykova univerzita. 447 pp.
- Červený, J. (1984). *Podnebí a vodní režim ČSSR*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 414 pp.
- Daňhelka, J. (2003). Posouzení vhodnosti aplikace srážko-odtokových modelů s ohledem na simulaci povodňových stavů pro lokality na území ČR. Praha: Česká zemědělská univerzita. 196 pp.
- Daňhelka, J. (2007). *Operativní hydrologie: hydrologické modely a nejistota předpovědí*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 104 pp.
- de Bie, C. A., Zuidema, P. A. (1995). *The Land Use Database: A Knowledge Based Software Program for Structured Storage and Retrieval of User – Defined land Use Data*



- Sets. Paper presented at IGU Regional Conference „Global Changes and Geography“. Moscow. In: Bičík, I. (2010). *Vývoj využití ploch v Česku*. Praha: Česká geografická společnost.
- de Groot, R.S. (1992). *Functions of Nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Groningen: Wolters-Noordhoff. 315 pp.
- Demek, J. (1965). *Geomorfologie českých zemí*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd. 335 pp.
- Demek, J. (1999). *Úvod do krajinné ekologie*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého. 102 pp.
- Demek, J., Mackovčín, P. eds. (2006). *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Brno: AOPK ČR. 580 pp.
- Deshmukh, D.S., Chaube, C.U., Hailu, A.E., Gudeta, D.A., Kassa, M.T. (2013). Estimation and comparison of curve numbers based on dynamic land use land cover change, observed rainfall-runoff data and land slope. *Journal of Hydrology* 492, 89–101.
- Divín, J., Mikita, T. (2016). Effects of Land Use Changes on the Runoff in the Landscape Based on Hydrological Simulation in HEC-HMS and HEC-RAS Using Different Elevation Data. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 64 (3), 759–768.
- Dwarakish, G.S., Ganasri, B.P. (2015). Impact of land use change on hydrological systems: A review of current modeling approaches. *Cogent Geoscience* 1 (1), 1115691.
- Feranec, J. et al. (1996). Slovakia – CORINE Land Cover Tourist Map 1 : 500 000. *Geographia Slovaca* 11. In: Boltížiar, M., Olah, B. (2009). *Krajina a jej štruktúra: Mapovanie, zmeny a hodnotenie*. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa.
- Forman, R.T.T., Godron, M. (1993). *Krajinná ekologie*. Praha: Academia. 583 pp.
- Gallay, I. (2010). Využitie modelovania povrchového odtoku pri hodnotení zraniteľnosti krajiny vo vzťahu k vybraným prírodným hrozbám. *Geografický časopis* 62 (2), 109–125.
- Gayathri, K.D., Ganasri, B.P., Dwarakish, G. S. (2015). A review on hydrological models. International conference on water resources, coastal and ocean engineering, Sciencedirect, *Aquatic procedia* 4, 1001–1007.
- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T., Hokao, K. (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling* 222, 3761–3772.
- Halmy, M.W.A., Gessler, P.E., Hicke, J.A., Salem, B.B. (2015). Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA. *Applied Geography*. 63, 101–112.

- Hejlová, V., Pechanec, V., Miřijovský, J. (2013). Monitoring a modelování povrchového odtoku s využitím GIS. In: Inspektor, T., Horák, J., Růžička, J. (eds). GIS Ostrava Geoinformatika pro společnost, Ostrava 21. – 23. 1. 2013.
- Janeček, M., Váška, J. (2001). Hydrologické výpočty v protierozní ochraně půdy. Praha: Informační centrum ČKAIT. 24 pp.
- Janeček, M. (2012). Ochrana zemědělské půdy před erozí: metodika. Praha: Powerprint. 113 pp.
- Jeniček, M. (2007). Modelování srážko-odtokových procesů na malých a středně velkých povodích. In: Langhammer, J. (ed.). Povodně a změny v krajině. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze. 101–109.
- Kabrda, J. (2008). Změny prostorového vzorce využití ploch v ČR a jejich příčiny [disertační práce]. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 69 pp.
- Knoppová, K., Marton, D. (2018). Srážko-odtokový model pro dlouhodobé prognózy v podmínkách klimatické změny. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds). Hospodaření s vodou v krajině. Třeboň 21. – 22. 6. 2018.
- Koneti, S., Sunkara, S.L., Roy, P.S. (2018). Hydrological Modeling with Respect to Impact of Land-Use and Land-Cover Change on the Runoff Dynamics in Godavari River Basin Using the HEC-HMS Model. ISPRS International Journal of Geo-Information 7 (6), 206.
- Kopp, J. (2002). Vývoj antropogenní transformace povodí Lučního potoka. In: Balej, M., Kunc, K. (eds.). (2002). Proměny krajiny a udržitelný rozvoj: sborník: XX. jubilejní sjezd České geografické společnosti. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně. 163 pp.
- Kosová, D. (2013). Využití geoinformačních technologií pro zhodnocení změn odtokových poměrů ve vybraném povodí [bakalářská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 65 pp.
- Kozák, J., Němeček, J. (2009). Atlas půd České republiky. Praha: ČZU Praha. 150 pp.
- Kulhavý, Z., Kovář, P. (2000). Využití modelů hydrologické bilance pro malá povodí. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. 96 pp.
- Lipský, Z. (2000). Sledování změn v kulturní krajině. Kostelec na Černými lesy: Lesnická práce, 71 pp.
- Lipský, Z. (2002). Sledování historického vývoje krajinné struktury s využitím starých map. In: Němec, J. ed. (2002). Krajina 2002: od poznání k integraci. Praha: Ministerstvo životního prostředí. 44–48.
- Lipský, Z. (2007): Metody sledování a hodnocení změn ve využívání krajiny v krajinné struktuře. In: Ekologie krajiny v ČR – výsledky, aplikace a perspektivy: sborník abstraktů z konference: Brno, Česká republika, 2. – 3. února 2007. (2007) Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 32 pp.
- Malenová, P. (2008). Využití GIS v hodnocení land use krajiny a vývoje klimatu v historickém kontextu. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds.). (2008).

Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině, Mikulov 9. – 11. 9. 2008. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 83 pp.

Mašláň, P. (2014). Proměny valašské krajiny. In: Urbanová, S., Dokoupil, L., Ivánek, J., Kadlec, P. (eds.). (2014). Valašsko – historie a kultura. Ostrava: Filozofická fakulta Ostravské univerzity, Rožnov pod Radhoštěm: Valašské muzeum v přírodě. 591 pp.

Matoušek, V. (2010). Poznávání odtokových vlastností malých povodí za regionálních dešťů. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka. 103 pp.

Mishra, S.K., Singh, V.P. (2003). SCS-CN Method. In: Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology. Water Science and Technology Library 42. Springer, Dordrecht.

Moradkhani, H., Sorooshian, S. (2009). General Review of Rainfall-Runoff Modeling: Model Calibration, Data Assimilation, and Uncertainty Analysis. In: Sorooshian, S., Hsu, K.L., Coppola, E., Tomassetti, B., Verdecchia, M., Visconti, G. (eds). Hydrological Modelling and the Water Cycle. Springer Science+Business Media B.V. 1–24

Nekuda, V. ed. (2002). Okres Vsetín: Rožnovsko, Valašskomeziříčsko, Vsetínsko. Valašské Meziříčí: Hvězdárna Valašské Meziříčí. 963 pp.

O'Connor, K. M. (1976). A discrete linear cascade model for hydrology. Journal of Hydrology 29, 203–242.

Pavelka, J., Trezner, J. (2001). Příroda Valašska: (okres Vsetín). Vsetín: Český svaz ochránců přírody ZO 76/06 Orchidea. 488 pp.

Pavelková Chmelová, R., Frajer, J. (2013). Základy fyzické geografie 1: Hydrologie. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 131 pp.

Pavlík, F., Chmelová Pavelková, R., Šarapatka, B., Netopil, P. (2010). Změna odtokových poměrů s vývojem krajinné matrice v povodí Házovického potoka. In: Drobilová, L. (ed.). Venkovská krajina 2010. Sborník z 8. ročníku mezinárodní mezioborové konference. Hostětín 20.–23.5. 2010. Česká společnost pro krajinnou ekologii. 130–135.

Příroda Rožnova (2004). Rožnov pod Radhoštěm: Český svaz ochránců přírody ZO 76/08. 60 pp.

Quitt, E. (1971). Klimatické oblasti Československa. Brno: Geografický ústav ČSAV. 73 pp.

Rychnovská, M., Balátová, E., Úlehlová, B., Pelikán, J. (1985). Ekologie lučních porostů. Praha: Academia. 291 pp.

Salašová, A. (2014). Nauka o krajině I. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 175 pp.

SCS. (1956). Hydrology, National Engineering of Handbook. Supplement A, Section 4, Chap. 10. Washington DC: Soil Conservation Service. In: Deshmukh, D.S., Chaube, C.U., Hailu, A.E., Gudeta, D.A., Kassa, M.T. (2013). Estimation and comparison of curve numbers based on dynamic land use land cover change, observed rainfall-runoff data and land slope. Journal of Hydrology 492, 89–101.

- Semorádová, E. (1998). *Ekologie krajiny*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně. 116 pp.
- Shirke, Y., Kawitkar, R., Balan, S. (2012). Artificial Neural Network based Runoff Prediction Model for a Reservoir. *International Journal of Engineering Research & Technology* 1 (3), 1–4.
- Sklenička, P. (2003). *Základy krajinného plánování*. Praha: Naděžda Skleničková. 321 pp.
- Skokanová, H., Havlíček, M. (2014). Změny využití krajiny na Valašsku od roku 1836 do roku 2006. In: Urbanová, S., Dokoupil, L., Ivánek, J., Kadlec, P. (eds.). (2014). *Valašsko – historie a kultura*. Ostrava: Filozofická fakulta Ostravské univerzity, Rožnov pod Radhoštěm: Valašské muzeum v přírodě. 591 pp.
- Smelík, L. (2016). Analýza změny odtokových poměrů pro Českou republiku. *VTEI* 58 (4), 7–12.
- Sobotka, R., Maleňák, B., Slovák, M., Slováková, S., Bajer, S. (2021). Historie školního statku na Hradisku. Rožnov pod Radhoštěm: Městská knihovna Rožnov pod Radhoštěm. 23 pp.
- Starý, M. (2005). *Hydrologie M01*. Brno: VUT. 213 pp.
- Šamaj, F., Valovič, Š., Brázdil, R. (1985). Denné úhrny srážok s mimoriadnou vydatnosťou v období 1901–1980. Zbor. prác SHMÚ Bratislava. In: Janeček, M., Váška, J. (2001). *Hydrologické výpočty v protierozní ochraně půdy*. Praha: Informační centrum ČKAIT. 24 pp.
- Šarapatka, B. a kolektiv (2010). *Agroekologie: východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. Olomouc: Bioinstitut. 440 pp.
- Šarapatka, B. (2014). *Pedologie a ochrana půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 232 pp.
- Tang, L., Yang, D., Hu, H., Gao, B. (2011). Detecting the effect of land-use change on streamflow, sediment and nutrient losses by distributed hydrological simulation. *Journal of Hydrology* 409, 172–182.
- Tolasz, R. (2007). *Atlas podnebí Česka*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 255 pp.
- Tomášek, M. (1995). *Atlas půd České republiky*. Praha: Český geologický ústav. 36 pp.
- Turner, M.G., Gardner, R.H., O'Neill, R.V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. New York: Springer. 401 pp.
- Turner II, B.L., Skole, D., Sanderson, S., Fischer, G., Fresco, L., Leemans, R. (1995). *Land-use and land-cover change: science/research plan*. IGBP Report No. 35/HDP Report No. 7, Stockholm a Geneva.
- Vlasák, I. (2016). *Analýza faktorů ovlivňující přímý odtok [diplomová práce]*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 70 pp.

Zhang, B., Govindaraju, R.S. (2000). Prediction of watershed runoff using Bayesian concepts and modular neural networks. *Water Resources Research* 36 (3), 753–762.

Zonneveld, I.S. (1979). *Land Evaluation and Land(scape) Science*. Enschede: International Training Center.

### Seznam legislativních zdrojů

Zákon č. 114/1992 Sb. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny.

Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška).

### Seznam internetových online zdrojů

AOPK ČR. (2017). Rozbory CHKO Beskydy. AOPK ČR. [online] [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/104778681-Agentura-ochrany-prirody-a-krajiny-ceske-republiky-rozbory-chko-beskydy.html>

AOPK ČR. (2022) Maloplošná zvláště chráněná území. [online] [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://beskydy.nature.cz/maloplosna-zvlaste-chranena-uzemi>

Český statistický úřad. Veřejná databáze, Počet obyvatel – obce vybraného území. [online] [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt-parametry&z=T&f=TABULKA&sp=A&skupId=3830&katalog=33155&pvo=DEM15a&pvo=DEM15a&pvokc=65&pvoch=7206&c=v3~3\\_RP2022](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt-parametry&z=T&f=TABULKA&sp=A&skupId=3830&katalog=33155&pvo=DEM15a&pvo=DEM15a&pvokc=65&pvoch=7206&c=v3~3_RP2022)

ČGS. (2007). Databáze svahových nestabilit České geologické služby. ČGS. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/app/pasport/viewdbs.pl?db=31b&map=25-23-13>

ČGS. Geovědní mapy 1: 50 000. ČGS. [online] [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/#>

ČGS. Hydrogeologické rajony. ČGS. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/hydro\\_rajony/#](https://mapy.geology.cz/hydro_rajony/#)

ČGS. Půdní mapa 1: 50 000. ČGS. [online] [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/#>

ČGS. Svahové nestability. ČGS. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/svahove\\_nestability/#](https://mapy.geology.cz/svahove_nestability/#)

ČHMÚ. (2022). Hlásná a předpovědní povodňová služba. ČHMÚ. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: [https://hydro.chmi.cz/hpps/popup\\_hpps\\_prfdyn.php?seq=307351](https://hydro.chmi.cz/hpps/popup_hpps_prfdyn.php?seq=307351)

ČHMÚ. Rozvodnice. ČHMÚ. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a4830145c5304cc0a0089c1cb35ffb6f>

- ČSOP Radhošť. [online] [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.csopradhost.cz/>
- ČSOP Salamandr. [online] [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.salamandr.info/>
- ČÚZK. (2018). Ortofotomapa ČR (S-JTSK). [online] [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <https://zememerickyurad.maps.arcgis.com/home/item.html?id=7b9fd30736f4445d97d3b954cb14a8f5>
- Di Gregorio, A., Jansen, L.J.M. (2000). Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. FAO. [online] [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: [https://www.fao.org/3/x0596e/X0596e00.htm#P-1\\_0](https://www.fao.org/3/x0596e/X0596e00.htm#P-1_0)
- Digitální registr ÚSOP. Ptačí oblasti. AOPK ČR [online] [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: [https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/ptacob/index.php?SHOW\\_ONE=1&ID=2304](https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/ptacob/index.php?SHOW_ONE=1&ID=2304)
- eKatalog BPEJ. VÚMOP, v.v.i., Ministerstvo zemědělství. [online] [cit. 2022-02-19]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/74177>
- Hruška, L., Hrušková, A., Foldynová, I., Kubáň, D. (2021). Strategický plán rozvoje města Rožnov pod Radhoštěm na roky 2021–2030. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://www.roznov.cz/html/soubory/strategie2030/documentation/Strategicky-plan-rozvoje-mesta2021-2030.pdf>
- Chmelař, P. (2019). Koryto Házovického potoka stabilizovaly prahy a stupně z přírodních materiálů. Povodí Moravy. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/koryto-hazovickeho-potoka-stabilizovaly-prahy-a-stupne-z-prirodnich-materialu/>
- Kurzy.cz. Základní organizace Českého zahrádkářského svazu Osada Kramolišov Rožnov pod Radhoštěm. [online] [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://rejstrik-firem.kurzy.cz/66934486/zakladni-organizace-ceskeho-zahradkarskeho-svazu-osada-kramolisov-roznov-pod-radhostem/>
- Město Rožnov pod Radhoštěm. (2010). Podrobná historie města Rožnova pod Radhoštěm. [online] [cit. 2022-12-07]. Dostupné z: <https://m.roznov.cz/podrobna-historie-mesta-roznova-pod-radhostem/d-1312>
- Město Rožnov pod Radhoštěm. (2022). In: Televize Beskyd. (2022). Rožnov pod Radhoštěm má připraven nový územní plán. [online] [cit. 2022-12-07]. Dostupné z: <https://www.tvbeskyd.cz/roznov-pod-radhostem-ma-pripraven-novy-uzemni-plan/>
- Ministerstvo zemědělství. M11 Ekologické zemědělství (EZ). [online] [cit. 2022-12-07]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/opatreni/m11-ekologicke-zemedelstvi-ez/>
- Národní geoportál INSPIRE. CENIA, česká informační agentura životního prostředí. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>
- Pecka, L. (2017a). Územní studie lokality „Na Drahách“ v Rožnově pod Radhoštěm. archislužba.cz. [online] [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: [https://m.roznov.cz/assets/File.ashx?id\\_org=14293&id\\_dokumenty=19363](https://m.roznov.cz/assets/File.ashx?id_org=14293&id_dokumenty=19363)

Pecka, L. (2017b). Územní studie lokality „Balkán“ v Rožnově pod Radhoštěm. archislužba.cz. [online] [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: [https://m.roznov.cz/assets/File.ashx?id\\_org=14293&id\\_dokumenty=19375](https://m.roznov.cz/assets/File.ashx?id_org=14293&id_dokumenty=19375)

SEKM3 Portál. Ministerstvo životního prostředí. [online] [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: [https://www.sekm.cz/portal/areasource/search/?query\\_id=JJJCP1BBS5RU](https://www.sekm.cz/portal/areasource/search/?query_id=JJJCP1BBS5RU)

Státní pozemkový úřad. (2022). Celostátní databáze BPEJ. Státní pozemkový úřad. [online] [cit. 2022-11-19]. Dostupné z: <https://www.spucr.cz/bpej/celostatni-databaze-bpej>

Terminologická komise. Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. VÚGTK. [online] [cit. 2022-04-13] Dostupné z: <http://ww.slovníkczuk.eu>

Veřejný registr půdy LPIS. eAGRI. Ministerstvo zemědělství. [online] [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

VÚMOP. Půda v mapách. VÚMOP. [online] [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: <https://mapy.vumop.cz/>

Zapletal, J., Říhová, J., Novotná, P. (2022). Povodňový plán města Rožnov pod Radhoštěm. [online] [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://www.roznov.cz/html/soubory/DPP-v/index.php-action=11.htm>

## 9 Přílohy

<b>Příloha 1:</b> Klasifikace land use dle vyhlášky č. 357/2013 Sb. <sup>a</sup> .....	56
<b>Příloha 2:</b> Hydrologické skupiny zemědělských půd podle BPEJ, resp. HPJ. Převzato: Janeček, 2012 .....	57
<b>Příloha 3:</b> Land use v roce 1953 .....	58
<b>Příloha 4:</b> Land use v současnosti .....	59
<b>Příloha 5:</b> Land use pro výhledový stav .....	60
<b>Příloha 6:</b> Čísla odtokových křivek (CN) pro rok 1953.....	61
<b>Příloha 7:</b> Čísla odtokových křivek (CN) pro současný stav .....	62
<b>Příloha 8:</b> Čísla odtokových křivek (CN) pro výhledový stav .....	63
<b>Příloha 9:</b> Vybraná fotodokumentace zájmového území .....	64



**Příloha 1:** Klasifikace land use dle vyhlášky č. 357/2013 Sb.<sup>a</sup>

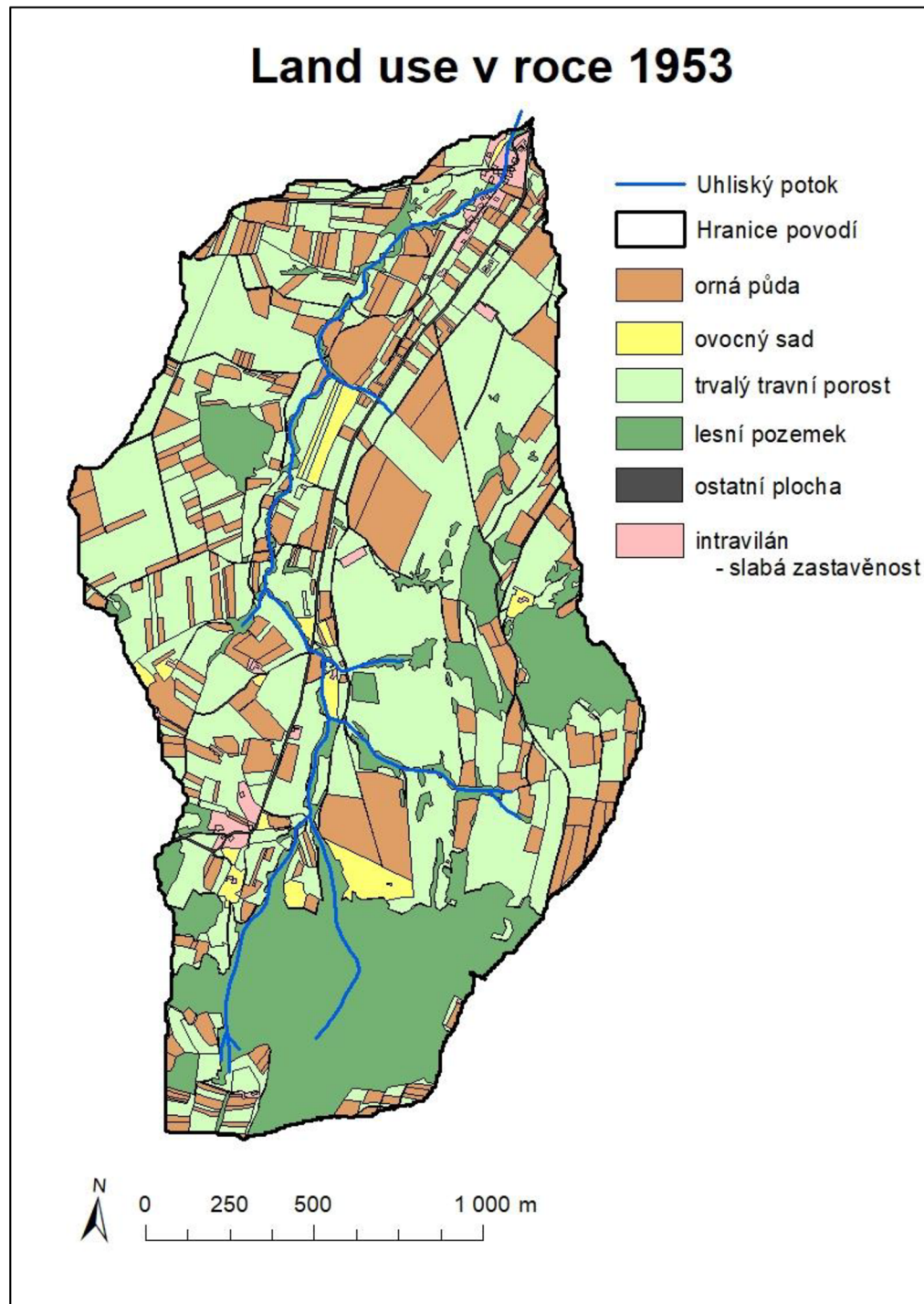
Kód	Název	Zkráceně	Charakteristika druhu pozemku pro účely katastru
2	orná půda		Pozemek orné půdy podle zákona o zemědělství.
3	chmelnice		Pozemek chmelnice podle zákona o zemědělství.
4	vinice		Pozemek vinice podle zákona o zemědělství.
5	zahrada		Pozemek, a) na němž se trvale a převážně pěstuje zelenina, květiny a jiné zahradní plodiny, zpravidla pro vlastní potřebu, b) souvisle osázený ovocnými stromy nebo ovocnými keři, který zpravidla tvoří souvislý celek s obytnými a hospodářskými budovami, c) funkčně spojený a užívaný s budovou, s charakterem okrasné zahrady, na kterém převládá travnatá plocha, zpravidla doplněná trvalými porosty většinou okrasného charakteru, ke kterým lze přiřadit i dřeviny charakteristické pro ovocné a lesní porosty.
6	ovocný sad	ovoc. sad	Pozemek ovocného sadu podle zákona o zemědělství.
7	trvalý travní porost	travní p.	Pozemek trvalého travního porostu podle zákona o zemědělství.
10	lesní pozemek	lesní poz.	Pozemek s lesním porostem a pozemek, u něhož byly lesní porosty odstraněny za účelem jejich obnovy, lesní průsek a nezpevněná lesní cesta, není-li širší než 4 m, a pozemek, na němž byly lesní porosty dočasně odstraněny na základě rozhodnutí orgánu státní správy lesů [§ 3 odst. 1 písm. a) zákona č. 289/1995 Sb.].
11	vodní plocha	vodní pl.	Pozemek, na němž je koryto vodního toku, vodní nádrž, močál, mokřad nebo bažina
13	zastavěná plocha a nádvoří	zast. pl.	Pozemek, na němž je a) budova včetně nádvoří (tj. části zastavěného stavebního pozemku, obsahující dvůr, vjezd, drobné stavby, bazén, zatravněné plochy, okrasné záhony a jiné přiléhající plochy, které slouží k lepšímu užívání stavby), vyjma skleníku, který je v katastru evidován jako budova, postaveného na zemědělském nebo lesním pozemku, budovy postavené na lesním pozemku a budovy evidované na pozemku vodní plocha, b) společný dvůr, c) zbořeniště, d) vodní dílo.
14	ostatní plocha	ostat. pl.	Pozemek neuvedený v předcházejících druzích pozemků.

<sup>a</sup>Převzato: ČÚZK (2017)

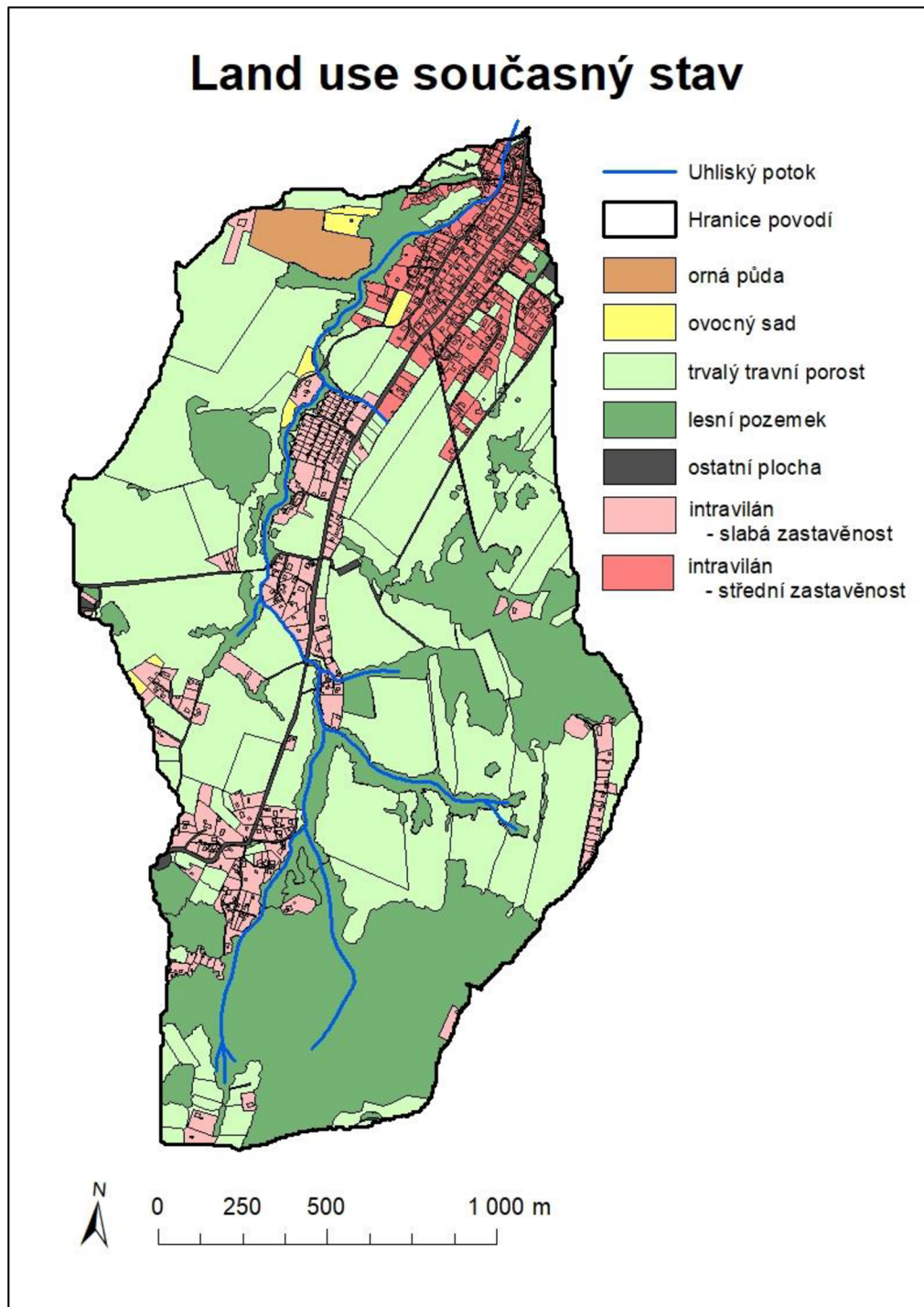
**Příloha 2:** Hydrologické skupiny zemědělských půd podle BPEJ, resp. HPJ. Převzato: Janeček, 2012

<b>HPJ (2. a 3. č. BPEJ)</b>	<b>Hydrologická půdní skupina</b>	<b>HPJ (2. a 3. č. BPEJ)</b>	<b>Hydrologická půdní skupina</b>	<b>HPJ (2. a 3. č. BPEJ)</b>	<b>Hydrologická půdní skupina</b>
1	B	27	B	53	D
2	B	28	B	54	D
3	C	29	B	55	A
4	A	30	B	56	B
5	A	31	A	57	C
6	C	32	A	58	C
7	D	33	B	59	D
8	B	34	B	60	B
9	B	35	B	61	D
10	B	36	B	62	C
11	B	37	B	63	D
12	B	38	B	64	C
13	B	39	C	65	C
14	B	40	B	66	D
15	B	41	B	67	D
16	B	42	B	68	D
17	A	43	B	69	D
18	B	44	C	70	D
19	B	45	C	71	D
20	D	46	C	72	D
21	A	47	C	73	D
22	B	48	C	74	D
23	C	49	D	75	C
24	B	50	C	76	D
25	B	51	C	77	C
26	B	52	C	78	C

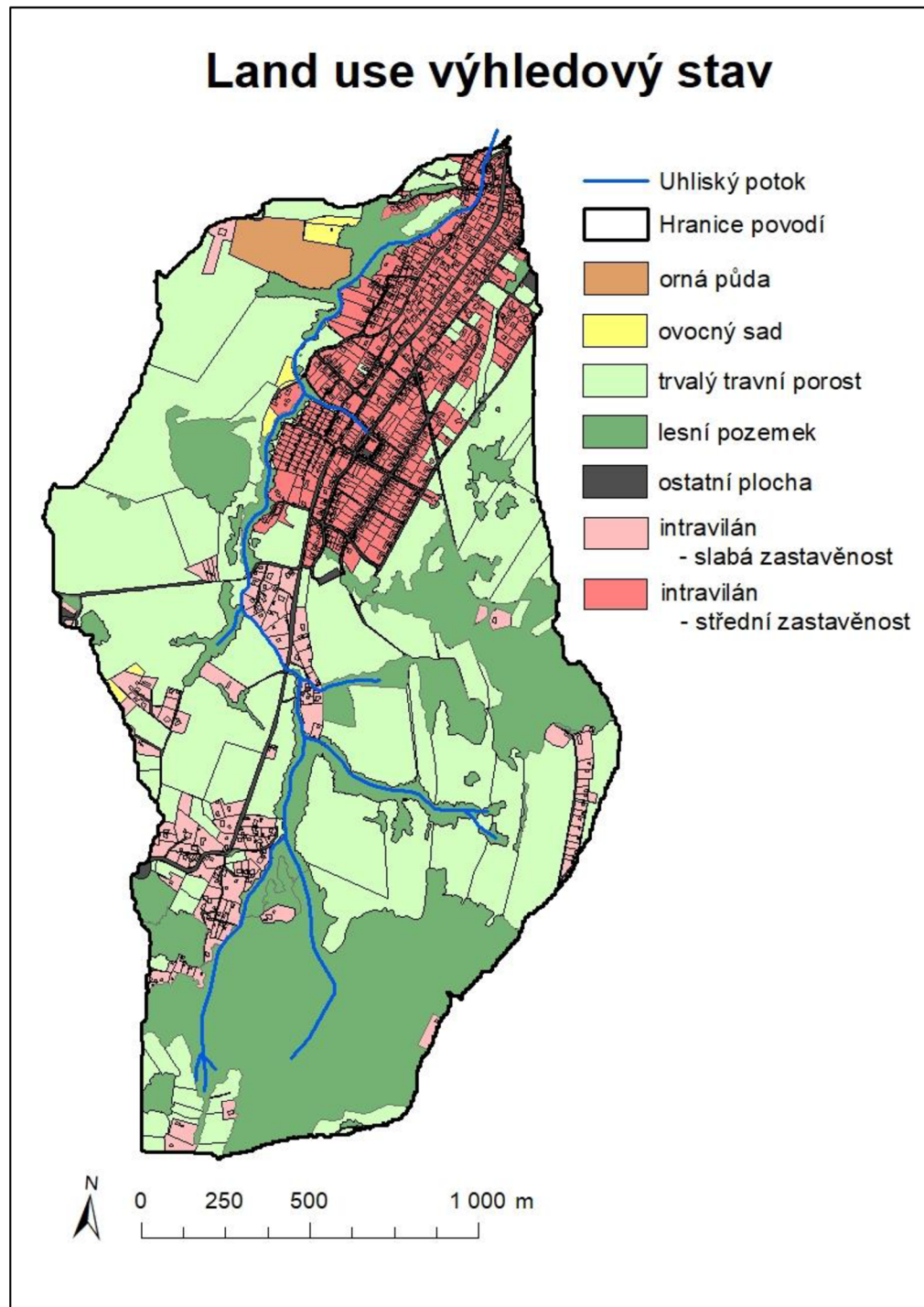
Příloha 3: Land use v roce 1953



Příloha 4: Land use v současnosti

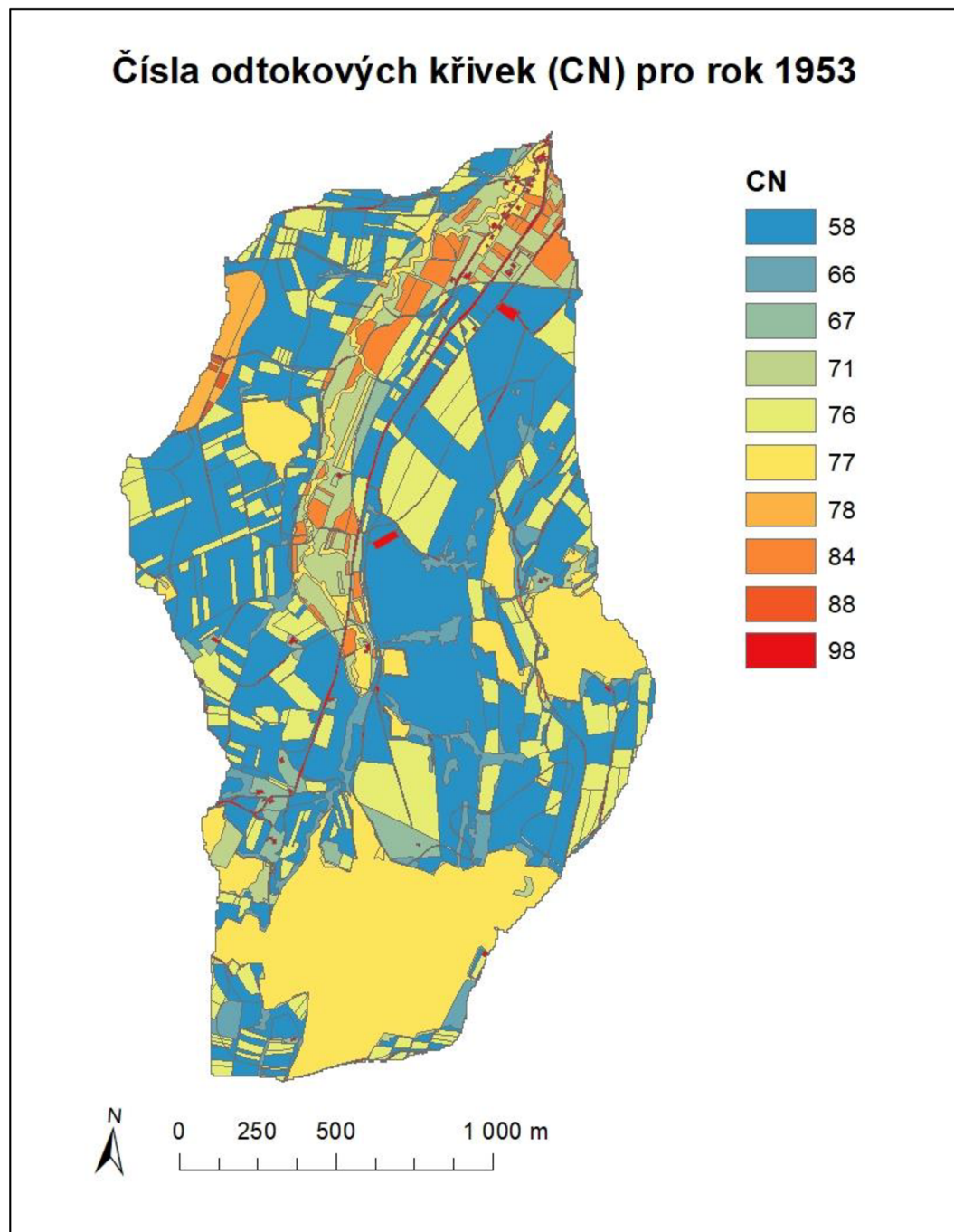


Příloha 5: Land use pro výhledový stav

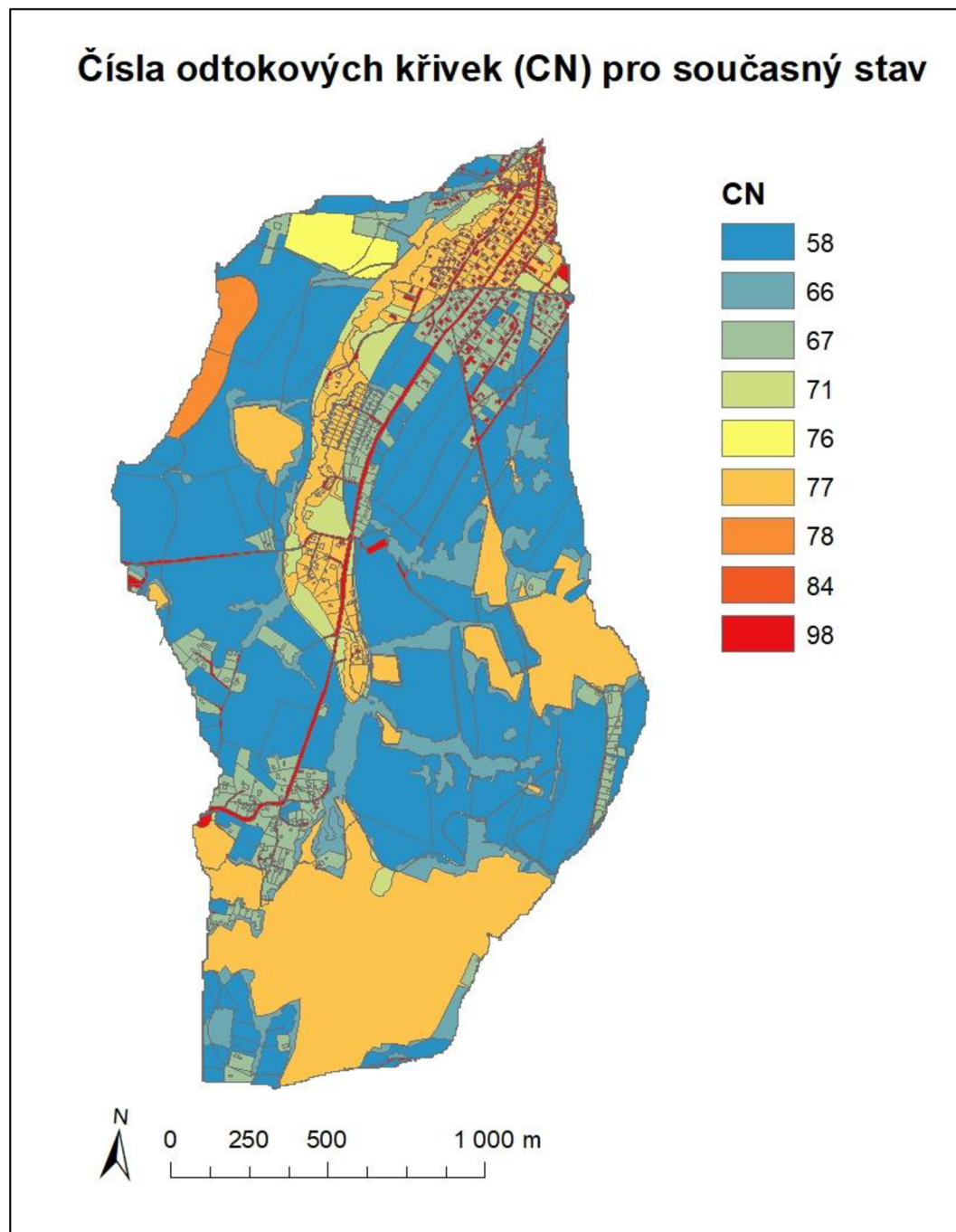




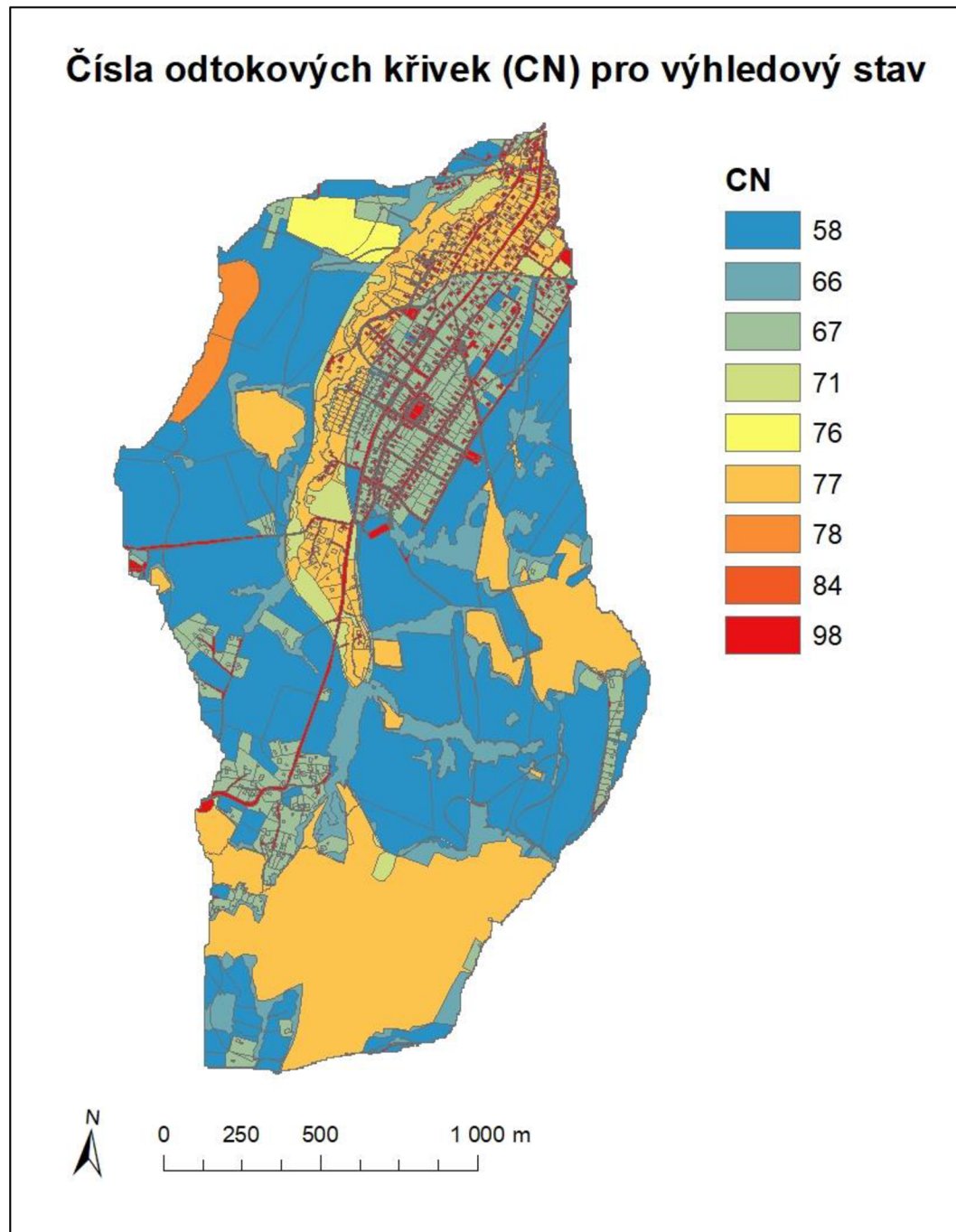
Příloha 6: Čísla odtokových křivek (CN) pro rok 1953



Příloha 7: Čísla odtokových křivek (CN) pro současný stav



**Příloha 8:** Čísla odtokových křivek (CN) pro výhledový stav





**Příloha 9:** Vybraná fotodokumentace zájmového území



Soutok Uhliského a Házovického potoka. Zdroj: vlastní foto



Část regulovaného úseku Uhliského potoka. Zdroj: vlastní foto





Část neregulovaného úseku Uhliského potoka. Zdroj: vlastní foto



Lesní porost na Rysové hoře. Zdroj: vlastní foto



Lokalita Balkán. Zdroj: vlastní foto



Trvalý travní porost v okolí Rysové hory. Zdroj: vlastní foto