

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství



Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bakalářský studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Inženýrství životního prostředí

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Krása, Ph.D.

Praha, 2019

Julie Winterová



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Winterová	Jméno: Julie	Osobní číslo: 458558
Zadávací katedra: K143 - Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Inženýrství životního prostředí		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek


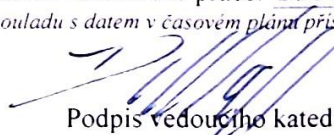
Název bakalářské práce anglicky: Assessment of changes in land use in the catchment area of the Vrchlice Reservoir and their impact on retention of precipitation

Pokyny pro vypracování:
Vypracování map využití území v několika časových rovinách od první poloviny 19. století do současnosti. Porovnání změn plošných rozsahů vegetačního pokryvu a zpevněných ploch, vývoj počtu a velikosti vodních ploch. Podrobnější posouzení části povodí v přímé návaznosti na VN Vrchlice. Určení hlavních trendů vývoje území a reprezentativních období. Výpočet součinitele CN pro jednotlivé časové etapy a trendů změny v jednotlivých povodích IV. řádu.

Seznam doporučené literatury:
Chlum a kol. 1977. Vodní dílo Vrchlice, mapové portály INSPIRE (Cenia), ČÚZK, data VGHMÚř.

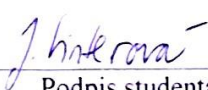
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Josef Krása, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2019 Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce:  Podpis vedoucího katedry: 

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

28.2.2019 
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek vypracovala samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury.

V Praze dne 23. května 2019

Julie Winterová

Poděkování

Mé poděkování patří doc. Ing. Josefu Krásovi, Ph.D. za vedení práce, poskytnutí zajímavého tématu a odborných rad. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Janu Devátému, Ph.D. za poskytnutí užitečných nástrojů v GIS. V neposlední řadě děkuji svému blízkému okolí za optimismus a cennou pomoc.

Abstrakt

Bakalářská práce sleduje vývoj využití území a průměrných hodnot CN v povodí nádrže Vrchlice od 19. století do současnosti. Práce pojednává o možnostech využití historických mapových podkladů k získání mapy land-use v daném období.

Je popsána tvorba mapy současného land-use, která vznikla spojením objektových databází, a odvození historických land-use nad historickými podklady v prostředí GIS. Těmi jsou Letecké měřické snímky a II. vojenské mapování. Mapy jsou v praktické části vytvořené pro povodí nádrže Vrchlice nebo pro dílčí povodí IV. řádu. Na základě map land-use jsou vypočteny průměrné hodnoty CN pro tato povodí.

Vytvořené mapy land-use v období 1836 – 1852, v roce 1938 a 1983 dokazují, že trendy v povodí nádrže Vrchlice přibližně odpovídají vývoji v České republice a jsou navázány na historické události. V povodí nádrže Vrchlice došlo k nárůstu zpevněné plochy a zahrad, také vzrostla plocha lesního i travního porostu, a vodní plocha. Naproti tomu ubyla orná půda. Tyto změny ovlivňují průměrné hodnoty CN celého povodí. Ty jsou v současnosti trochu nižší než v roce 1983. Tyto hodnoty CN mohou posloužit k dalším hydrologickým výpočtům.

Klíčová slova

Vodní nádrž Vrchlice, land-use, metoda CN

Abstract

This bachelor thesis studies the development of land-use and average CN in the catchment area of Vrchlice Reservoir from 19th century till present. The study defines possibilities of using historical map bases to extract map of land-use during specific periods.

The creation of map of present land-use, which is an output of merging object databases and creation of historical land-use maps with use of historical map bases, both in GIS environment, are described. Those used map bases are Aerial survey photos and 2nd military mapping. In practical part, land-use maps are created for complete catchment area of Vrchlice Reservoir or for particular catchment areas of 4th grade. Based on created land-use maps, average CN is calculated for these catchment areas.

Land-use maps of 1836 – 1852, 1983 and 1938 periods confirm that the tendency in Vrchlice catchment area resembles the development of Czechia and is linked to historic events. The increase of urban fabric, forests, grasslands and water bodies is captured. On the other hand, decrease of arable land is recorded. These changes may affect the values of average CN. The values of CN in present are little bit lower than in 1983. These CN can be used for another hydrological calculation.

Keywords

Vrchlice Reservoir, land-use, Runoff Curve Number Method

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce.....	12
3 Charakteristika povodí nádrže Vrchlice.....	13
3.1 Geomorfologické poměry.....	14
3.2 Geologické a pedologické poměry.....	15
3.3 Klimatické a hydrologické poměry.....	15
4 Historie povodí a jeho okolí.....	17
4.1 První osídlování kutnohorské oblasti.....	17
4.2 Středověk – těžba stříbra a rozvoj zemědělství.....	17
4.3 Průmyslová revoluce.....	18
4.4 Období 20. století.....	19
4.5 Stavba nádrže Vrchlice.....	21
4.5.1 Původní projekty.....	21
4.5.2 Projekt klenbové hráze.....	21
4.5.3 Vodárenství nádrže Vrchlice.....	22
5 Mapy land-use.....	24
5.1 Kategorie land-use.....	24
5.2 Podklady pro mapování land-use v ČR.....	25
5.2.1 I. vojenské mapování (1764 - 1768).....	26
5.2.2 Císařské otisky stabilního katastru (1826 – 1843).....	29
5.2.3 II. A III. vojenské mapování.....	32
5.2.4 Letecké měřické snímky (1918 – 1989).....	35
5.2.5 Archivní a současné Ortofoto České Republiky (1998 – 2019).....	37
5.2.6 Archivní a současné ortofoto ostatních poskytovatelů (2003 – 2018).....	39
5.2.7 Družicová data.....	39
5.2.8 Corine Land Cover.....	40
5.3 Tvorba map land-use.....	42
5.3.1 Prostředí tvorby map land-use.....	42
5.3.2 Podklady pro tvorbu mapy současného land-use.....	42
5.3.3 Postup tvorby mapy současného land-use.....	43
5.3.4 Odvození map land-use z historických podkladů.....	48
5.3.5 Poznámky k odvození map land-use.....	48

6 Časový vývoj využití území v povodí nádrže Vrchlice	52
6.1 Časový vývoj v celém povodí nádrže Vrchlice mezi roky 1983 a 2019.....	52
6.2 Časový vývoj v povodí IV. řádu	56
7 Metoda CN.....	62
7.1 Teorie metody CN.....	62
7.1.1 Stanovení objemu přímého odtoku	62
7.1.2 Určení CN.....	63
7.1.3 Určení návrhové srážky.....	63
7.2 Praktické určení CN	64
7.2.1 Podklady pro určení CN.....	64
7.2.2 Postup určení CN.....	64
7.3 Vyhodnocení CN.....	66
8 Diskuze	70
9 Závěr.....	71
Použitá literatura.....	72

Seznam obrázků

Obrázek 1: Model vstupů a výstupů.....	12
Obrázek 2: Poloha povodí nádrže Vrchlice v České republice	13
Obrázek 3: Výškové poměry v povodí nádrže Vrchlice	14
Obrázek 4: Hydrologické poměry v povodí nádrže Vrchlice	16
Obrázek 5: Náměstí v Malešově.....	20
Obrázek 6: Historická fotografie z oblasti Malešova	20
Obrázek 7: Původní podoba zátopové oblasti nádrže Vrchlice v I. Vojenském mapování.....	23
Obrázek 8: Vybrané zpracované povodí IV. řádu	26
Obrázek 9: I. Vojenské mapování v povodí IV. řádu.....	28
Obrázek 10: Území, kde lze prohlédnout ve webové aplikaci spojené Císařské otisky.....	29
Obrázek 11: Ukázka spojených Císařských otisků v katastrálním území Malešov	30
Obrázek 12: Legenda k Císařským povinným otiskům stabilního katastru.....	31
Obrázek 13: II. vojenské mapování v povodí IV. řádu	33
Obrázek 14: III. Vojenské mapování v povodí IV. řádu	34
Obrázek 15: Letecké měřické snímky z roku 1983 v povodí IV. řádu.....	36
Obrázek 16: Ortofoto České republiky v povodí IV. řádu z roku 2017.....	38
Obrázek 17: Ukázka snímků od mapy.cz z roku 2003 (vlevo) a 2018 (vpravo).....	39
Obrázek 18: Corine Land Cover v povodí IV. řádu.....	41
Obrázek 19: Stažené pozemky z databáze LPIS nad Ortofoto ČR.....	44
Obrázek 20: Příklad vstupujících objektů z databáze ZABAGED	44
Obrázek 21: Výsledek nástroje – spojení databází LPIS a ZABAGED nad Ortofoto ČR.....	45
Obrázek 22: Schéma převodu kategorií z LPIS a ZABAGED.....	46
Obrázek 23: Použití nástroje <i>Eliminate</i>	47
Obrázek 24: Pozemek vedený v ZABAGED jako Trvalý travní porost, ručně opravený na křovinatý porost.....	47
Obrázek 25: Ukázka území vedeného jako lesní porost (LP), Ortofoto ČR.....	49
Obrázek 26: Plochy zatříděné jako „nejasné“, LMS 198	49
Obrázek 27: Výřez z II. vojenského mapování.....	51
Obrázek 28: Výřez z Císařských otisků stabilního katastru.....	51
Obrázek 29: Graf vývoje zastoupení kategorií land-use v celém povodí nádrže Vrchlice.....	54
Obrázek 30: Ukázka zemědělského pozemku v roce 1983, LMS 1983	55
Obrázek 31: Ukázka rozděleného pozemku v současnosti, Ortofoto ČR	55
Obrázek 32: Graf vývoje zastoupení kategorií land-use v povodí IV. řádu.....	59
Obrázek 33: Zdeslavice a rybník Katlov ve II. vojenském mapování	60
Obrázek 34: Zdeslavice a rybník Katlov, LMS 1938	60
Obrázek 35: Zdeslavice a rybník Katlov, LMS 1983	61
Obrázek 36: Zdeslavice a rybník Katlov, Ortofoto ČR na Ortofoto ČR	61
Obrázek 37: Hyetogramy z aplikace Rain pro povodí IV. řádu	63
Obrázek 38: Polygony hydrologických skupin půd	64
Obrázek 39: Ukázka nástroje <i>Intersect</i> , land-use (vlevo), HSP (uprostřed) a výsledná vrstva (vpravo)	65
Obrázek 40: Ukázka pozemku se zahradou k určení poměru ZP: TP: KP, Ortofoto ČR.....	66

Obrázek 41: Průměrné CN v roce 2019 v dílčích povodích IV. řádu.....	68
Obrázek 42: Průměrné CN v roce 1983 v dílčích povodích IV. řádu.....	68
Obrázek 43: Procentuální pokles průměrných CN v dílčích povodích IV. řádu.....	69

1 Úvod

Ke jménu Vrchlice se váže svým významem řeka a vodní dílo – přehrada. Do řeky Vrchlice odtéká voda z povodí, které se nachází ve Středočeském kraji v okrese Kutná Hora. Tato kutnohorská oblast je významným historickým dědictvím, kde k vývoji tohoto města nemalým dílem přispěla právě řeka Vrchlice, v jejíž blízkosti probíhala těžba a mohlo tak dojít k rozkvětu celého okolí. V roce 1973 na této řece byla dostavěna a zprovozněna přehrada Vrchlice. Je to klenbová přehrada, první tohoto typu, která byla na našem území postavena. Její stavba byla výzvou pro překonání předchozích zkušeností s vodohospodářskou výstavbou a slouží k zásobování Kutné Hory pitnou vodou. (Chlum a kol., 1977)

Oblast povodí nádrže Vrchlice je především zemědělsky využívaná. Bylo tomu tak i v minulosti, ale v průběhu posledních dvou století se způsob tohoto využívání proměnil, společnost se vyvinula, přišly nové technologie a možnosti hospodaření.

Na území dnešní České republiky byla vlivem politických událostí zasažena krajina a její využití. V literatuře se setkáme s popisem těchto událostí a jejich vlivem na využití území, a můžeme předpokládat i podobné projevy v Kutnohorsku.

Mapování krajiny mělo svůj význam již v minulosti, především kvůli vojenským účelům nebo majetkovým poměrům. Postupně se přesnost a kvalita dokumentů zlepšovala, začaly se využívat souřadné systémy a technologie. Dnes máme k dispozici jak mapy, tak objektové databáze, a díky digitalizaci jsou dostupné i různé historické podklady.

Zachycením trendů ve vývoji využití území je možné pomoci vyřešit hydrologické otázky v povodí nádrže Vrchlice.

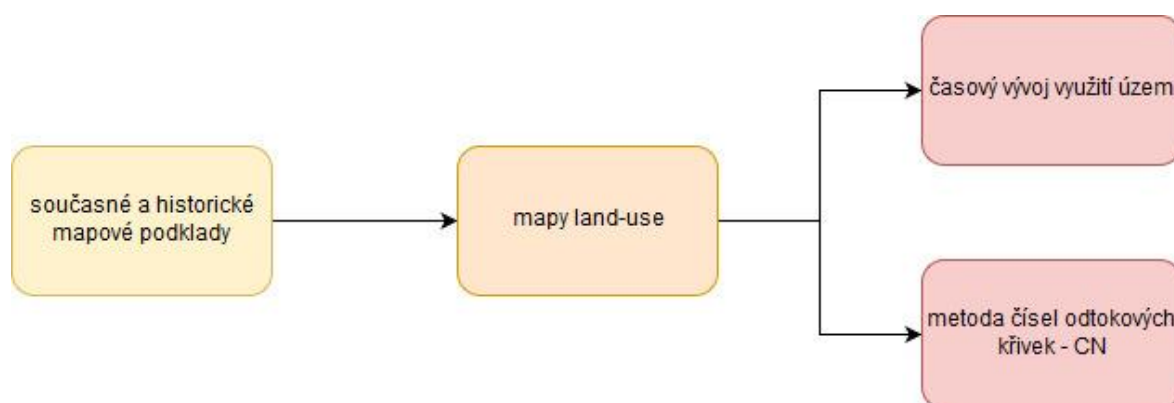
2 Cíl práce

Cílem práce je zmapovat a zhodnotit časový vývoj využití území, zda došlo v oblasti k nějakým významným změnám od poloviny 19. století do současnosti a zda by bylo možné těmito změnami vysvětlit ubývající zásoby vody v povodí. Pokud budeme mít zmapované využití území, můžeme použít metodu odtokových křivek – CN (Janeček, 2012), abychom zjistili, jak se změnil odtokový režim ploch.

Proto budou vytvářeny mapy využití území, neboli land-use, kde jsou plochy rozdělené do předem definovaných kategorií - zpevněné plochy, cesty, zahrady, travní a křovinaté porosty, lesní porost, orná půda a vodní plochy. Slouží k tomu prostředí GIS, kde se na základě různých současných a historických podkladů mapy vytvoří. Podklady, které je možné pro tento účel využít, jsou v práci popsány.

Pro praktickou část byly objednány Letecké měřické snímky z let 1938 a 1983 od VGHMÚř v Dobrušce. II. vojenské mapování je dostupné přes GIS server z portálu INSPIRE - CENIA. Od ČÚZK byla objednána 2 katastrální území Císařských otisků stabilního katastru v okolí dnešní přehrady Vrchlice.

V celém povodí nádrže Vrchlice bude zachycen trend změn od roku 1983 do současnosti. Vývoj od 19. století do současnosti bude zachycen ve vybraném povodí IV. řádu. Budou vytvořeny tabulky a grafy zachycující tento vývoj, zhodnoceno použití mapových podkladů a vyzdviženy příčiny velkých změn. Dále bude vypočtena průměrná hodnota čísel odtokových křivek – CN (Janeček, 2012) jak pro celé, tak pro dílčí povodí.



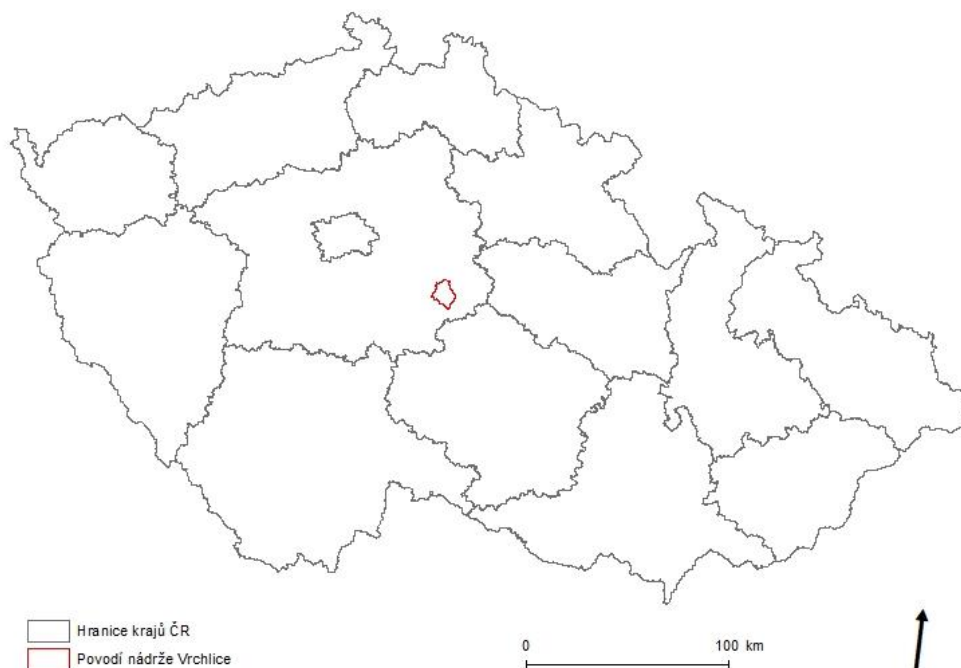
Obrázek 1: Model vstupů a výstupů (vlastní zpracování)

3 Charakteristika povodí nádrže Vrchlice

Povodí nádrže Vrchlice, kterým se tato práce zabývá, se nachází ve Středočeském kraji, v okrese Kutná hora. Je složeno z 11 povodí IV. řádu a jeho celková rozloha je 97,65 km². (DIBAVOD, 2007)

Povodí nádrže odvodňuje řeka Vrchlice. Ta má hydrologické označení 1-04-01-033, tedy hlavní povodí Labe, dílčí povodí Střední Labe, základní povodí Klejnarka, hydrologické pořadí Vrchlice. Řeka je dlouhá 28,8 kilometrů a vlévá se do řeky Klejnarky u obce Nové Dvory, Klejnarka je levostranným přítokem Labe. (Chlum a kol., 1977)

Přehrada Vrchlice je postavena na řece Vrchlici a její nejnižší bod tvoří uzávěrový profil tohoto povodí. Obecně v povodí Labe je řešeno zásobování pitnou vodou z podzemních vod, odběrem z říční infiltrace, vodárenským odběrem z toků, vodními nádržemi s vodárenským odběrem a vodárenskými nádržemi. Nádrž Vrchlice slouží především pro zásobování pitnou vodou, proto je v seznamu vodárenských nádrží (součást vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 137/1999 Sb., *kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů*). Je součástí vodárenské soustavy Čáslav – Kutná Hora – Kolín, která zásobuje důležitou část regionu východ středních Čech. K soustavě je připojeno několik dalších měst (Zruč nad Sázavou, Sázava, Uhlířské Janovice) a téměř šedesát menších obcí. Tato vodárenská soustava je závislá na povrchové vodě z nádrže Vrchlice. (Rederer a Ferbar, 2017)



Obrázek 2: Poloha povodí nádrže Vrchlice v České republice (ArcČR 500 verze 3.3, vlastní zpracování)

3.1 Geomorfologické poměry

Dlouhotrvající eroze společně s činností křídového moře narušila původní plochý povrch, tím vznikly pahorky nad Kutnou Horou i hluboké údolí řeky Vrchlice. (Valentová a Šumberová, 1999)

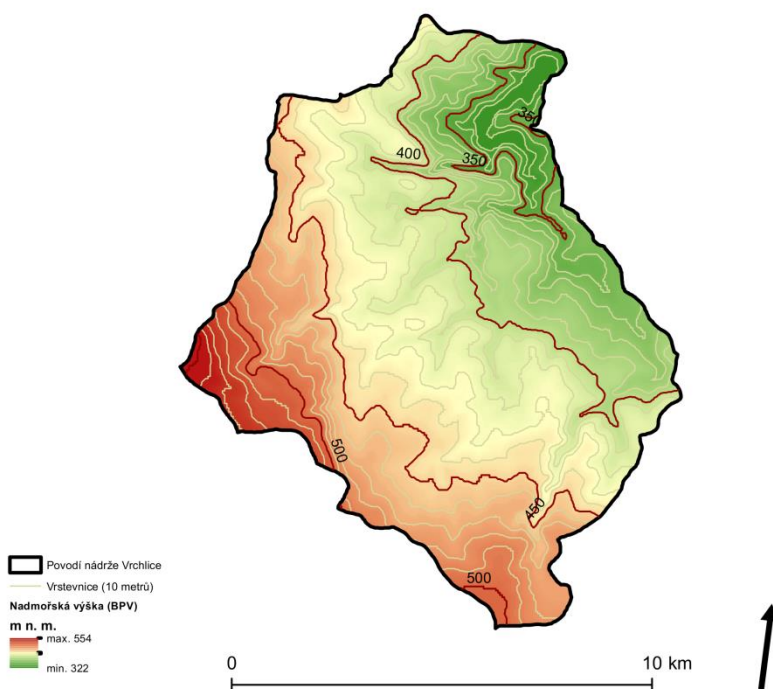
Povodí nádrže je v nížinné oblasti, nadmořské výšky se pohybují od 308 do 555 metrů nad mořem. Nejvyšší bod povodí je hora Březina, která je součástí rozvodnice oddělující povodí Vrchlice od povodí Sázavy. Pramen Vrchlice se nachází necelé 4 kilometry jihovýchodně od Březiny, u obce Hetlín, v přibližné nadmořské výšce 485 metrů nad mořem. (Chlum a kol., 1977)

Sklonitost v povodí je maximálně 13,10 stupňů. (Vypočteno v ArcMap nástrojem Slope na základě dat DMR ArcČR 500 verze 3.3)

Od pramene ke spodnímu profilu nádrže Vrchlice je řeka dlouhá 18,6 kilometrů, kde se nachází na kótě 292 m. n. m., výškový rozdíl je $485,00 - 292,00 = 193,00$ m. (Chlum a kol., 1977)

Průměrný sklon řeky v úseku od pramene k nádrži je 1,03 %. (Vypočteno na základě údajů z knihy Chlum a kol., 1977)

$$i = \frac{193}{18600} * 100 = 1,03 \%$$



Obrázek 3: Výškové poměry v povodí nádrže Vrchlice (ArcČR 500 verze 3.3, vlastní zpracování)

3.2 Geologické a pedologické poměry

Území se nachází v severovýchodní části Českého masívu. Horniny krystalinika obsahují malé množství pórů, proto i málo podzemní vody. Vydatnost pramenů podzemní vody kolísá a při suchém období prameny vysychají. Pokryvy kvartérní běžně významné jako zdroj podzemní vody zde nemají vliv. (Chlum a kol., 1977)

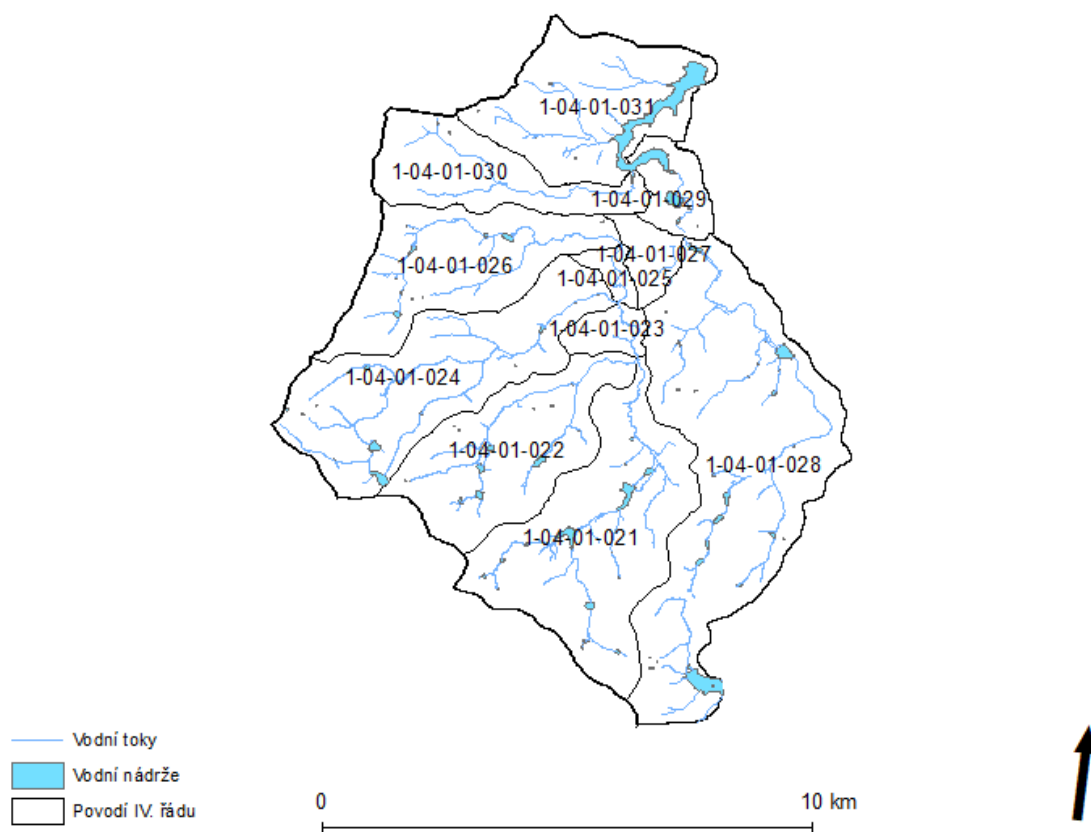
Dle katalogu BPEJ se v povodí vyskytují půdní typy kambizem, pseudoglej a hnědozem (VÚMOP, 2019). V povodí převažují jílovitohlinité půdy, které navazují na polabskou oblast hlinitopísčitých půd. (Chlum a kol., 1977)

Hnědozemě v okolí řeky Vrchlice jsou pozůstatky pravěkých listnatých lesů. (Valentová a Šumberová, 1999)

3.3 Klimatické a hydrologické poměry

Území se nachází v mírném pásu evropského vnitrozemí, kde panuje mírné klima s obvyklým střídáním čtyř ročních období (in-počasí.cz., 2019). Dle označení BPEJ se povodí nachází v klimatickém regionu 5, mírně teplý, mírně vlhký. Průměrná roční teplota je 7 – 8 °C, průměrný úhrn srážek 550 – 650 milimetrů (VÚMOP, 2019). Uvedená hodnota se neliší od ročního teplotního průměru za roky 1901 až 1950, kdy Chlum a kol., v knize uvádějí kolísání mezi 7 a 9 °C. (Chlum a kol., 1977)

Celé povodí nádrže Vrchlice se skládá z 11 povodí IV. řádu. Největší z nich má rozlohu 23,4 km² (DIBAVOD, 2007). Levostrannými přítoky řeky Vrchlice jsou potoky Zdeslavický, Chlístovický, Košický, Švadlenka a Bylanka. Z pravé strany přitéká Opatovický potok (Chlum a kol., 1977). V povodí je v současnosti mnoho rybníků, většina s nich se nachází v jižní části povodí, u největší lesní plochy. Významná kaskáda rybníků je vystavěna v jihovýchodní části povodí na Opatovickém potoce, začíná rybníkem Katlov a před ústím do řeky Vrchlice je 7 významných rybníků (Pracný, Vačkář, Nový Opatovický, Mlýnský, Katovna, Březovský, Prosík). Za ústím Opatovického rybníka do Vrchlice je Hamerský rybník, který je posledním před nádrží Vrchlice. Na řece Vrchlici je téměř 10 rybníků, z nich významnější svou velikostí je Vidlák, Svěcený rybník a Roubíček. (Seznam.cz, 2019)



Obrázek 4: Hydrologické poměry v povodí nádrže Vrchlice (DIBAVOD, 2007; ČÚZK, 2010e)

4 Historie povodí a jeho okolí

Povodí nádrže Vrchlice je součástí povodí řeky Vrchlice, která hrála důležitou roli v době rozmachu Kutnohorské oblasti. Středem dění se stalo město Kutná Hora, kde se soustřeďovalo bohatství nabitě těžbou stříbra. Většina dějepisných událostí se proto odehrává okolo tohoto města.

V kapitole jsou popsány důležité milníky dějin a vývoj zemědělství v kutnohorské oblasti, doplněny jsou o vývoj zemědělství v Čechách, který nám může podobu krajiny v Kutnohorsku přiblížit.

4.1 První osidlování kutnohorské oblasti

Již v dávných dobách měly pro obyvatele velký význam lokality v okolí řek. Stejně tak to platilo pro řeku Vrchlici. U ní se v neolitu usadil člověk. „Nejčastěji osidlováno však bylo pásmo kvalitních povodňových hlín kolem řeky Vrchlice. (...) Častý pokryv hnědozemí v okolí města (Kutné Hory) je typickým pozůstatkem někdejších pravěkých listnatých lesů, do jejichž prostředí přišli v polovině 6. tisíciletí první stálí obyvatelé, kteří svým pobytem začali nejen zabraňovat dalšímu zalesňování, ale naopak zapříčinili odlesňování krajiny, do té doby nedotčené lidskými zásahy“ (Valentová a Šumberová, 1999).

Území Čech osídlili dále Keltové, později to byly germánské kmeny a následně slovanské národy. Feudální řád trval od 10. století, kdy nevolníci museli pracovat pro feudály. (Vachuda, 2017)

V 10. století se v území postavil hrad Malín (*původně Slavníkovců, později Přemyslovců*), který poskytoval důležitý prostor pro tržní obchod při cestě z Polabí na jih. V dnešních souvislostech je toto místo součástí Kutné Hory. Území bylo v té době pokryto bažinami a hlubokými lesy. Ve 13. století byli do této oblasti povoláni mniši cisterciáckého řádu. (Chlum a kol., 1977)

4.2 Středověk – těžba stříbra a rozvoj zemědělství

Zásadní rozkvět ale na lokalitu teprve čekal. Těžba stříbra měla zásadní vliv na vývoj Kutnohorské oblasti, navíc poddolování způsobené těžbou ovlivnilo i ve 20. století výstavbu nádrže.

Ve středověku se stříbro zprvu rýžovalo, případně vznikaly mělké povrchové šachty. Tyto poměry vydržely do 12. století, kdy vypukla stříbrná horečka, a v následujícím století, za vlády Václava I., se drahý kov, určený ke směně za zboží, začal dolovat.

Řeka Vrchlice sloužila jako hranice, podle které si měšťané rozdělili stříbrné hory, které byly mezi městy Čáslav a Kolín objeveny. Střídala se období bohatá a chudá, nejhlubší důl dosahoval hloubky 550 metrů, což činilo z oblasti území s nejhlubšími doly na evropském kontinentu. Po povodních v letech 1533 a 1541 došlo k úpadku těžby vlivem zatopení významných dolů.

V následujících letech bylo potřeba vypořádat se spodní vodou, která těžbu stále více komplikovala. K tomu sloužily štoly, nebo se voda tahala ručně. Nejlépe při práci ale pomohly měchy vytahované koňským žentourem. K tomuto účelu se používalo také vodní kolo. Avšak řeka Vrchlice byla v oblasti od Malešova po Kutnou Horu vytížena svým vodohospodářským významem, především kvůli hutnictví, a tak v dobách sucha nakonec museli pomáhat koně. Od 16. století se z malých hutí staly hutě královské, dbalo se však na to, aby řeka nebyla znečišťována. (Chlum a kol., 1977)

Kutná Hora byla za vlády Václava II. významným hornickým městem v rámci celé Evropy. Protože je stříbro mincovní kov, byla v Kutné Hoře zavedena výroba Pražského groše. (Bílek, 1999)

Zemědělská výroba sloužila do 14. století k zásobování rodin feudála. Vrchol podnikatelské aktivity byl dosažen na přelomu 15. a 16. století, kdy šlechta započala podnikat v rybníkářství a pivovarnictví. Teprve v průběhu 16. století došlo k většímu rozvoji podnikání šlechtických velkostatků, díky zvyšující se poptávce po zemědělských výrobcích. Docházelo k rozvoji sítě hospodářských dvorů v Kutnohorsku. Třicetiletá válka měla zásadní vliv i na zemědělství, hospodářské dvory postavené ze dřeva v nížinách byly většinou vypalovány. (Novák, 1999)

Úbytek obyvatelstva zapříčiněný hladomorem, morovými epidemiemi a třicetiletou válkou je odhadován na 60 %. (Beranová a Kubačák, 2010)

Nová síť hospodářských, barokních dvorů byla vystavěna na nových místech, a její přibližnou podobu lze spatřit i dnes. „Tyto dvory byly zakládány často plánovitě v určitých vzdálenostech tak, aby v nich bylo možno racionálně hospodařit. Byly i vzájemně propojeny sítí cest a celkově byly zakomponovány do barokní krajiny“ (Novák, 1999).

Po dosažení velkých hloubek při těžbě stříbra, dalšími problémy se spodní vodou a povodněmi postupně těžba upadala a s ní i význam města Kutná Hora.

4.3 Průmyslová revoluce

Na rozdíl od okolních větších měst, v kutnohorské oblasti nedocházelo k rychlému rozvoji průmyslu v 18. a 19. století. Oblast byla především zemědělsky využívána. V Kutnohorsku získal ale podstatný význam kulturní život, školství a zachované památky z dob, kdy město bylo díky těžbě na vrcholu. Většina obyvatel se živila zemědělstvím, později se rozvinulo mnoho malých živností, ale v kraji chyběla velkovýroba. V 19. století se v oblasti postavilo několik výroben – cukrovar, cihelna. Významnou stavbou v druhé polovině tohoto století byla železnice, která spojila Sedlec u Kutné Hory s Prahou a prodloužením vlečky byla spojena Kutná Hora se Sedlcem. (Štroblová, 2000)

Nevolnictví bylo zrušeno v roce 1781 (Beranová a Kubačák, 2010). S přelomem 18. a 19. století se na území Čech začaly zavádět nové osevní postupy, nové plodiny jako brambory a řepa cukrovka a využívaly se nové stroje. Celkově dostalo zemědělství nový racionální přístup (Novák, 1999). Docházelo k rozšiřování orné půdy na úkor lesů. Od poloviny 19. století již k rozšiřování orné půdy nedocházelo, změny byly prováděné pouze ve vnitřní struktuře zemědělských pozemků. (Beranová a Kubačák, 2010)

4.4 Období 20. století

Během 20. století bylo Kutnohorsko ovlivněno událostmi podobně jako další místa v Čechách. Mnoho obyvatel města i přilehlých obcí se stalo obětmi válek, další politické události měly vliv také na majetkové poměry a hospodaření v krajině.

Zemědělské krize v Čechách v 19. století způsobily zánik řady cukrovarů a lihovarů, což mělo za následek odliv pracovníků do jiných odvětví (Matoušek, 2010). Krize a další odlivy pracovníků následovaly i ve 20. století. (Bičík a Jančák, 2005)

Pozemková reforma ve 20. letech 20. století přinesla přerozdělení majetku (velkostatky nad 1000 hektarů), především toho, který do roku 1918 držela šlechta. Jednalo se téměř o 30 % zemědělské půdy.

Po druhé světové válce bylo zemědělství v Čechách zasaženo problémy spjatými s rozvrácenými rodinami a zničenou infrastrukturou. Po roce 1948 se v pozemkových reformách pokračovalo, komunistický režim určil maximální výměru na jednoho vlastníka 50 hektarů (Beranová a Kubačák, 2010). Proběhla kolektivizace, industrializace a intenzifikace zemědělství. Slučování družstev zvýšilo celkovou produkci.

Ačkoliv v úrodných místech docházelo v Čechách k rozšiřování zemědělské půdy, celková rozloha zemědělských pozemků poklesla. Ubylo orné půdy (od roku 1948 do 1990 o 16 %), ale i luk a pastvin. Významným faktorem byla také urbanizace. (Bičík a Jančák, 2005)

Po roce 1989 došlo v Čechách k dalšímu vývoji v zemědělství a využívání krajiny. Faktory ovlivňující tento vývoj vyjmenovává ve své dizertační práci Jan Vachuda (2010) - *výběr z nich*:

- Restituce,
- Pokles zaměstnanosti – odliv pracovníků ze zemědělství,
- Otevření zahraničního obchodu,
- Péče o krajinu jako celek a zmenšování plošného znečištění,
- Zastavování půdy – suburbanizace, doprava a průmysl,
- Extenzifikace orné půdy – zatravňování.

Jak shrnuje Vachuda (2010), dle výzkumu z roku 2009 dochází v české krajině především k zatravňování a k zastavování vlivem urbanizace a dopravy (Bičík a Jeleček, 2009). Jelikož je Kutnohorsko zemědělsky využívaná nížinná oblast, můžeme podobné trendy předpokládat i zde.



Obrázek 5: Náměstí v Malešově

(zdroj: Městys Malešov, <https://www.malesov-kh.cz/pamatky-mestyse/historicke-fotky/>)



Obrázek 6: Historická fotografie z oblasti Malešova

(zdroj: Městys Malešov, <https://www.malesov-kh.cz/fotogalerie/historicke-foto-3/>)

4.5 Stavba nádrže Vrchlice

Již v roce 1905 byl zpracován první návrh na stavbu retenční vodní nádrže na řece Vrchlici, avšak její realizace byla dlouhou dobu odmítána kvůli poddolované oblasti, jež vznikla v okolí Kutné Hory těžbou ve středověku. Jelikož se ale v oblasti stále zvyšovala potřeba po pitné vodě, zvítězil v roce 1965 návrh klenbové přehradní hráze se zásobním objemem 7,9 mil. m³.

Výstavba byla zahájena v roce 1966 a ukončena v roce 1970, dílo pak bylo do provozu uvedeno v roce 1973. Byla tak postavena první klenbová hráz na území České republiky, která zásobuje pitnou vodou přibližně 50 tisíc obyvatel. (Rederer a Ferbar, 2017)

4.5.1 Původní projekty

Dříve v historii byla řeka Vrchlice hojně využívána k hospodaření. V roce 1903 byla kutnohorskými představiteli poslána do Prahy žádost o radu ohledně regulace řeky Vrchlice, která by zahrnovala i výstavbu vodní nádrže.

Vedly je k tomu především povodňové události minulých století a také rostoucí požadavek na zásobování Kutné hory vodou. Byly provedeny zaměřovací práce, vybrané vhodné lokality a v roce 1905 byl dokončen projekt přehrady. V něm byla navržena sypaná hráz, která by se nacházela pod chrámem Sv. Barbory.

V roce 1906 se doporučilo, aby přehrada byla zděná. Ta byla vyprojektovaná roku 1907. Tehdejší ministerstvo orby ve Vídni mělo námítky, že navrhovaný objem (229 tis. m³) nádrže nezpůsobí velkou změnu v otázce zásobování města vodou. Dále se jednání vlekla a nakonec byla přerušena první světovou válkou.

V roce 1919 povolilo nově vzniklé Ministerstvo zemědělství Československa regulaci Vrchlice. Staré projekty byly revidovány a v roce 1930 dospělo Ministerstvo k závěru, že by stavba přehrady nebyla hospodárná. Nakonec bylo stanoveno, že je potřeba vypracovat nový soudobější projekt, aby mohl být financován z fondu pro vodohospodářské meliorace. Probíhající geologický průzkum přerušila druhá světová válka ale i přesto se našlo vhodné místo s nepropustným podkladem.

Byl tak v roce 1946 vypracován další projekt, který počítal se zděnou obloukovou hrází s objemem 3,5 mil. m³ a zatopením Velkého rybníka. Přesto se uvažovalo o dalších možnostech, kam hráz umístit.

Další projekt byl zpracován v letech 1949 až 1954 ve Státním vodohospodářském plánu, dokončení se předpokládalo v roce 1956, ale nedošlo k zahájení výstavby. Pod tlakem na zásobování okolí pitnou vodou byl v roce 1962 zpracován nový návrh řešení. (Chlum a kol., 1977)

4.5.2 Projekt klenbové hráze

Projekt z roku 1962 uvažoval, že nádrž bude balvanitá. Podle dalších průzkumů se ukázalo, že zásoby kamene nebudou dostačující a náklady se jejich těžbou zvýší. Ředitelství

vodohospodářské výstavby (později Vodohospodářský rozvoj a výstavba) jako investor objednával dokumentaci u Hydroprojektu Praha, který posléze zpracoval více možných alternativ, zahrnující betonovou tíženou hráz, betonovou klenbovou hráz, a varianty balvanitých hrází. Podmínkou bylo ponechat Velký rybník k rekreaci.

V roce 1964 se dle technického i ekonomického hlediska jevila jako nejvýhodnější hráz klenbového typu a to i za cenu posunutí termínu stavby. Jednalo se o první stavbu tohoto typu hráze v ČSSR. Ve spolupráci s katedrou hydrotechniky ČVUT a Stavebním ústavem ČVUT v Praze proběhl modelový výzkum klenbové přehrady. Výsledný tvar klenby byl společnou prací pracovníků z technických vysokých škol v Praze a Brně. Zásobní prostor nádrže byl určen přílehlou obcí Malešov, aby nebyla zatopena. Doba prázdnění navrhované nádrže byla 14 dní.

Hráz má návodní stranu zakřivenou se stálým poloměrem. Vzdušná strana je svislá a v polovině se pata hráze začíná rozšiřovat. V koruně má hráz tloušťku 5 metrů, v patě ve vrcholovém řezu 7,85 metrů. Poloměr zakřivení je 64 metrů, délka klenby 131,80 metrů, maximální výška od základu 40,80 metrů. K vypouštění jsou postaveny 2 výpustě u levého boku s průměrem potrubí 700 milimetrů, jako regulační uzávěr slouží rozstříkovač, který má průměr 600 milimetrů a jehož nátok se rozšiřuje na 700 milimetrů. Každá výpust má elektrické šoupátko. V objektu základových výpustí je strojovna a 3 etážové odběry. Vývar je dlouhý 29,5 metrů. To ale bylo překračováno vodním paprskem z rozstříkovačů při jejich plně kapacitním provozu, proto muselo být opevnění za vývarem zesíleno. I koryto řeky pod hrází v krátkém úseku opevněno 30 centimetrů tlustým pohozenem.

Součástí vodního díla je silnice v koruně hráze se šířkou 7,50 metrů. Okolí zátopy je zalesněno v šířce 80 až 100 metrů, napojuje se na původní lesní porosty. Vysázený smíšený les zabraňuje povrchovému odtoku do zátopy a zachycuje nečistoty. Aby nedocházelo k padání listů do vody, je 20 metrový přílehlý pruh tvořený pouze jehličnany. Vrbový porost u hráze brání břeh od účinku vln.

Stavba byla dokončena a její první napuštění proběhlo v září roku 1970. Zkušební provoz trval do roku 1973, kdy v dubnu dostalo vodní dílo povolení od ministra lesního a vodního hospodářství k uvedení do trvalého provozu. (Chlum a kol., 1977)

4.5.3 Vodárenství nádrže Vrchlice

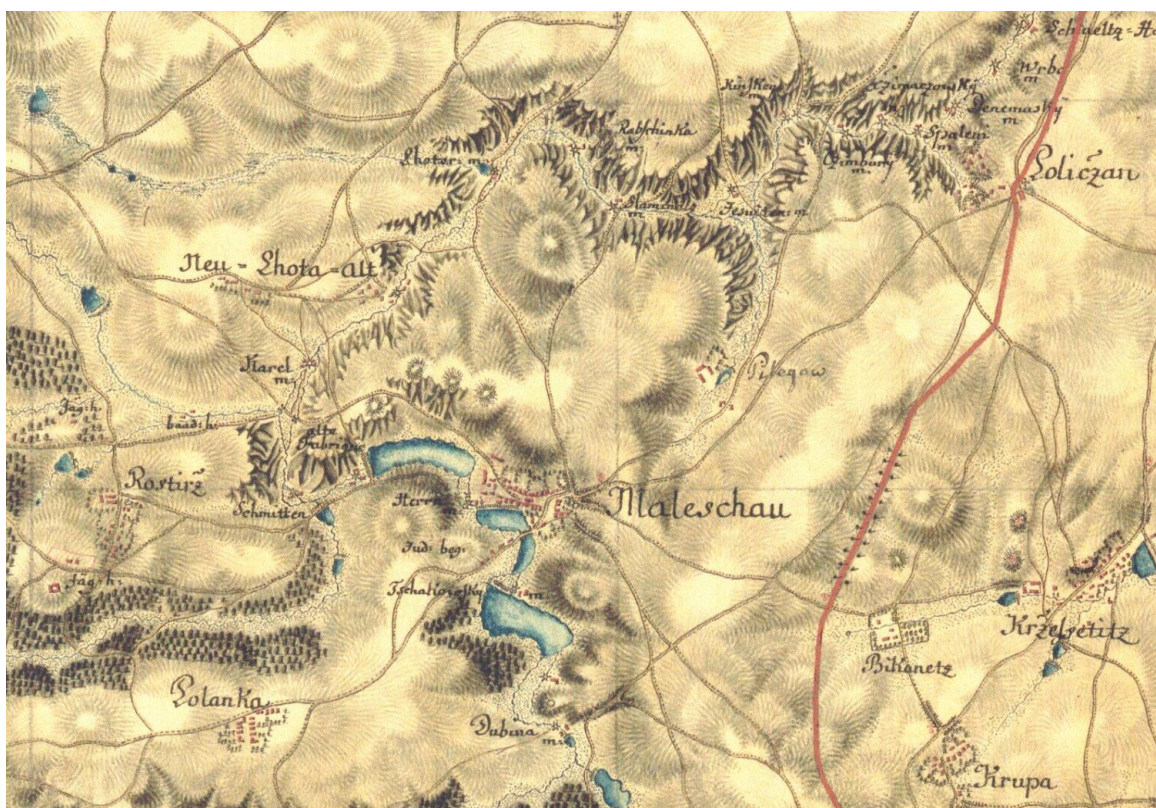
Obecně platí, že pro vodárenské nádrže je lepší umístění vysoko v horách, někde, kde nedochází ke znečišťování zemědělstvím nebo splaškovými vodami ze sídel nebo průmyslovými polutanty a také mají na kvalitu vody příznivější vliv chladnější teploty. V oblasti u Kutné Hory jsou podmínky, zdálo by se, přímo opačné. Oblast je poměrně osídlená, rozhodně je velice zemědělsky využívaná a nízká položená oblast.

Jelikož má nádrž velký objem a řeka Vrchlice je poměrně malá říčka, obměna vody bývá nízká a doba zdržení je dlouhá. Díky tomu je dostatek času pro sedimentaci a rozklad organické hmoty nebo spotřebování živinových látek. Zde se, podobně jako například na Želivce, odebírá voda ze tří různých horizontů, nejčastěji však z toho středního, v hloubce asi 15 metrů.

V zátopové oblasti nádrže Vrchlice zůstala hráz původního Pílského rybníka, která vytvořila sedimentační prostor a jsou zde tak eliminovány polutanty. Díky dlouhé vzdálenosti (2 kilometry) od posledního vtoku až k odběrovému místu je koncentrace znečištění (látkový vnos) při odběru nízká.

Ochranu vodního zdroje zajišťuje pásmo I. a II. stupně, kdy Ochranné pásmo I. stupně zahrnuje plochu nádrže a okolní lesy, do Ochranného pásma II. stupně spadají již lesy, louky i zemědělská půda a část obce Malešov.

Vodní dílo Vrchlice je v zemědělsky využívané oblasti, v jejím povodí se nachází 38 obcí a přibližně třetinu obyvatel tvoří lidé jedoucí za rekreací, chalupáři. Má to vliv na druh a množství látek, které se do nádrže dostávají, odpadní vodou i pesticidy z polí. (Rederer a Ferbar, 2017)



Obrázek 7: Původní podoba zátopové oblasti nádrže Vrchlice v I. Vojenském mapování
© 1st (2nd) Military Survey, Section No. 145, Austrian State Archive/Military Archive, Vienna
© Laboratoř geoinformatiky Univerzita J.E. Purkyně - <http://www.geolab.cz>
© Ministerstvo životního prostředí ČR - <http://www.env.cznen>

5 Mapy land-use

Využití území, neboli land-use, vyjadřuje „funkční členění daného území podle kategorií ploch, které se odvozují od způsobu využití určité plochy (země)“ (Bičík a kol., 2010). Termín v sobě zahrnuje biologickou i socioekonomickou sféru. (Centrum pro krajinu, 2007)

Land-use je také jedna ze vstupních charakteristik pro použití hydrologického modelu – metody odtokových křivek - CN, do kterého dále vstupuje návrhová srážka, hydrologická půdní skupina a počáteční nasycení půdního profilu (viz kapitola 7). (Janeček, 2012)

Mapy jsou tvořeny polygony s atributem kategorie. Tyto kategorie jsou popsány v kapitole 5.1. Určování kategorií ploch probíhalo na současných a historických podkladech. Ty jsou popsány v kapitole 5.2. Postup tvorby map je popsán v kapitole 5.3.

5.1 Kategorie land-use

Klasifikaci je vhodné provést na míru podle účelu, měřítka a geografie oblasti. Zde sledujeme malé, zemědělsky využívané, povodí.

V České republice lze například využít katastrální vyhlášku, příloha č. 1 k vyhlášce, technické podrobnosti pro správu katastru (vyhl. č. 357/2013 Sb.). (MVČR, 2019)

V této práci není klasifikace land-use provedena přesně podle vyhlášky, liší se pouze v tom, že nerozlišuje chmelnice, vinice a ovocné sady (jsou shrnuty v kategorii KP) a rozděluje komunikace na zpevněné plochy a cesty.

Využití půdy je v této práci určováno na základě současných nebo historických podkladů, a plochy se dělí do 8 kategorií tak, aby bylo možné dále určit hodnotu čísla odtokové křivky – CN (Janeček, 2012), (viz. kapitola 7). Území je rozdělené do následujících kategorií:

- Zpevněná plocha (ZP)

Tou se stala každá plocha, za jejíž výstavbou stojí člověk, a která nemá žádnou nebo skoro nulovou retenční schopnost.

- Cesty (C)

Do kategorie cest byly zařazeny polní cesty, tedy takové cesty, které nejsou zpevněné. Kvůli velké rozloze území jsou ty cesty, které jsou součástí orných pozemků, ponechány jako orná půda, a cesty v zahradách byly ponechány jako součást zahrad.

- Zahrady (Z)

Zahrady byly zaříděny ty pozemky, které se nacházejí vně nebo na okrajích intravilánu a sousedí se stavbami. Jejich způsob využití různorodý, nacházejí se na nich menší zpevněné plochy, jednotlivé dřeviny i keřovité porosty a menší vodní plochy.

- Travní porost (TP)

Jako travní porost je zaříděna plocha, která je trvale pokrytá travním porostem, patří sem louky, pastviny a mokřady.

- Křovinatý porost (KP)

Tak byla označena plocha, která není ornou ani lesní půdou, a není čistě travním porostem – nacházejí se na ní dřeviny a křovinaté porosty. Patří sem tedy i sady, chmelnice a vinice.

- Lesní porost (LP)

Je plocha, která plní účel lesa. Je na ní buď vzrostlý lesní porost, nebo to může být i plocha, která je k pěstování stromů určena, avšak stromy na ní nejsou vysazené nebo jsou malého vzrůstu.

- Orná půda (OP)

Jako orná půda jsou zaříděny ty plochy, které jsou využívány pro zemědělskou činnost, orná půda, případně úhor.

- Vodní plocha (VP)

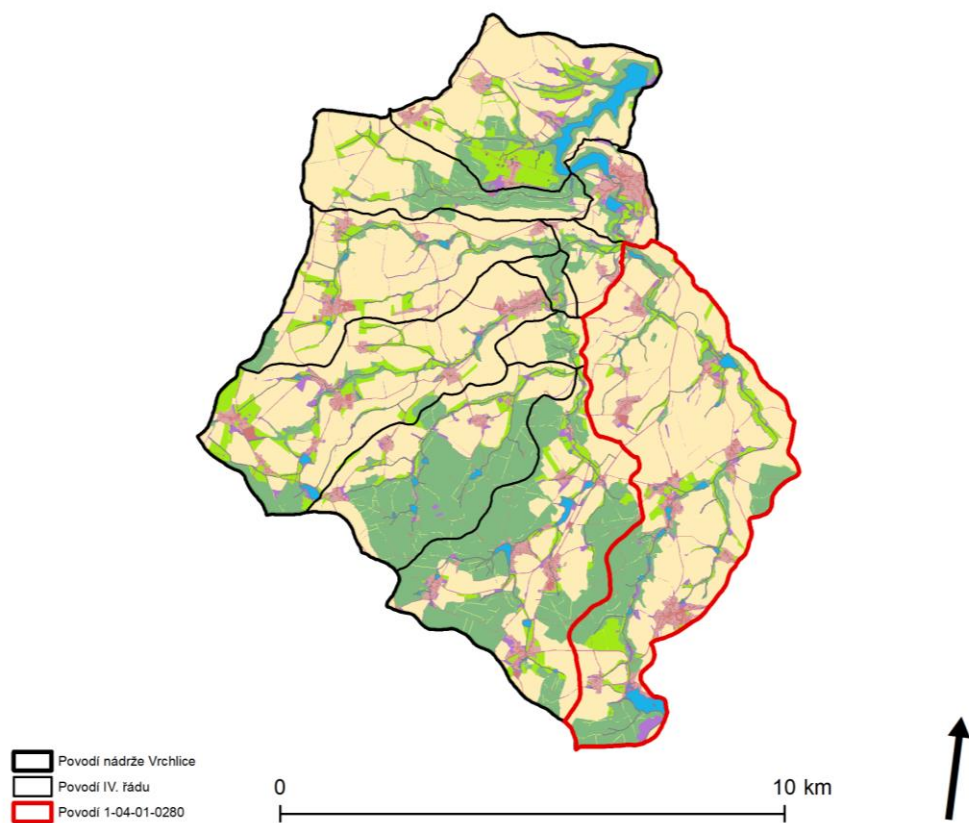
Jako vodní plocha je zaříděna hladina vodních nádrží a vodních toků.

5.2 Podklady pro mapování land-use v ČR

V této kapitole jsou popsány možnosti využití historických a současných mapových podkladů pro vytvoření map land-use. Nabízí se po celé České republice různé možnosti, jak získat představu o využití území v minulosti. Některé podklady jsou archivované v analogové podobě a dají se objednat jako digitální soubor, některé jsou již georeferencované a dají se objednat nebo přidat do vlastního projektu přes GIS Server, nebo je možné jejich prohlížení ve webové aplikaci u poskytovatele.

Starší podklady vznikaly ručně zakreslováním, podle jejich účelu se pak lišila přesnost a zakreslované věci, některé neobsahují výškopis nebo majetkové vztahy, v této kapitole uvádím Vojenská mapování a Císařské povinné otisky stabilního katastru. Později vznikaly snímky fotografováním centrální projekcí, černobílé Letecké měřické snímky. V moderní době jsou již dostupné ortofoto mapy, barevné a pravidelně aktualizované. Dalším podkladem mohou být objektové databáze, například ZABAGED a LPIS, které popisují v kapitole 5.3.

Ukázky map jsou v kapitole provedeny v povodí IV. řádu, pro které je v praktické části práce zpracováno více map historických land-use. Má označení 1-04-01-0280 a je vyznačeno v obrázku 8.



Obrázek 8: Vybrané zpracované povodí IV. řádu (DIBAVOD, 2007, vlastní zpracování)

5.2.1 I. vojenské mapování (1764 - 1768)

Nejstarší využitelné topografické mapy na území České republiky jsou mapy I. rakouského vojenského mapování - josefského. Vznikaly v letech 1764 až 1768 v měřítku 1: 28 800. Mapy vznikaly bez přesného souřadnicového systému, důstojník na koni projížděl krajinu a mapoval terén, věnoval se stavům komunikací a toků, využití půd a typům budov. Mapy byly vyvedeny do barevného provedení. Zachycují krajinu v barokní době, před nástupem průmyslové revoluce. (Oldmaps Geolab, 2001a)

Mapy sice neodpovídají přesně polohopisně, je však možné je využít pro určení, kde se dříve vyskytovaly vodní plochy. V té době bylo totiž na našem území velké množství rybníků, které pak vlivem historického vývoje zanikaly, zejména kvůli rozšiřujícímu se zemědělství.

V časopise VTEI je popsána metodika, s níž je možné tyto mapy využít k nalezení hrází zaniklých rybníků při obnově ploch rybníků, o kterou je dnes zájem při snaze o udržení vody v krajině. V prostředí GIS za využití digitálního modelu terénu je možné najít zátopené území

rybníka, nebo je možné ho odvodit z výšky hráze, pokud byla hráz zachována. Studie hodnotila možnost obnovení vodní plochy dle stavu hráze a současného využívání zátopového území. (Havlíček a kol., 2019)

Staré barevné topografické mapy I. rakouského vojenského mapování je tedy možné využít v kombinaci s modelem terénu a pozůstatky hrází k určení bývalých vodních ploch. Jak lze vidět na obrázku 9, zakreslené jsou kromě rybníků a vodních toků také lesy, cesty, jednotlivá stavení a pole. Určování využití území by ale bylo velice nepřesné, jednotlivé listy se liší v přesnosti zákresu a kvůli polohopisné nepřesnosti by nebylo možné se spoléhat na přesné hranice kategorií.

Ve webové aplikaci Laboratoře Geoinformatiky Fakulty životního prostředí Univerzity Jana Evangelisty Purkyně je možné prohlížet naskenované mapové listy.

Odkaz na webovou aplikaci UJEP: <http://oldmaps.geolab.cz/>



 Povodí IV. řádu

0 3 km



Obrázek 9: I. Vojenské mapování v povodí IV. řádu

© 1st (2nd) Military Survey, Section No. 145, Austrian State Archive/Military Archive, Vienna

© Laboratoř geoinformatiky Univerzita J.E. Purkyně - <http://www.geolab.cz>

© Ministerstvo životního prostředí ČR - <http://www.env.cz>

DIBAVOD, 2007, vlastní zpracování

5.2.2 Císařské otisky stabilního katastru (1826 – 1843)

Císařské povinné otisky stabilního katastru jsou barevné listy map v měřítku 1:2800. Mapy vznikaly v letech 1826 až 1843 a zobrazují podobu krajiny bez zakreslených dodatečných změn. (ČÚZK, 2010a)

Listy císařských otisků jsou polohopisně přesné. Legenda k těmto mapám je velice detailní a srozumitelná. Mapy zachycují rozdělení území do kategorií ještě přesněji, než je v této práci zohledněno. Například louky jsou rozdělené na suché a mokré nebo s křovinami a pastviny, lesy jsou rozdělené podle výšky vzrůstu nebo stáří, a také na jehličnaté, listnaté a smíšené. Vykresleny jsou remízky, pole, některá mají přidělené plodiny, které se na nich pěstují. Stejně tak i budovy mají několik kategorií, kam se mohou řadit a také liniové stavby mají velmi přesné rozlišení – jestli se jedná například o dřevěný nebo kamenný most a mnohá další rozdělení.

Tyto mapy s pečlivě zakreslenou legendou a vybarvenými pozemky je vhodné pro použití při objasňování využití území v minulosti. Výhodou jsou jasné obrysy budov i zahrad, což ve II. vojenském mapování není pravidlem. Zakreslené jsou pečlivě i komunikace, včetně polních cest a také koryta vodních toků. Spolehnout se dá na geometrii, pozemky mají jasné hranice. Měřítko je velké, což nutí opakovat georeferencování, ale právě zmíněná polohopisná přesnost to zjednodušuje. Velké měřítko také zvyšuje cenu objednávky. K dispozici je také katalog objektů od Vichrové (2005a).

Původně byly mapy uloženy v Centrálním archivu pozemkového katastru ve Vídni, po vzniku Československé republiky byly převezeny do Prahy. V současnosti je možné objednat rastrové snímky od ČÚZK, které vznikly naskenováním, asi na dvou třetinách území České republiky. Cena je 25 Kč za mapový list archiválie dle ceníku platného od 1. 4. 2019, jedno katastrální území tvoří přibližně 5 takových listů. Pro studentské účely je možné objednat 10 kusů nebo jedno katastrální území bezplatně. Jak lze vidět na obrázku 10, některá území je již možné si prohlédnout přímo ve webové aplikaci ČÚZK jako výslednou spojenou a georeferencovanou mapu. (ČÚZK, 2010a)

Odkaz na webovou aplikaci ČÚZK: <http://archivnimapy.cuzk.cz>



Obrázek 10: Území, kde lze prohlédnout ve webové aplikaci spojené Císařské otisky (zdroj: ČÚZK, <https://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/archiv.html>)



Obrázek 11: Ukázka spojených Císařských otisků v katastrálním území Malešov
Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz, vlastní zpracování

5.2.3 II. A III. vojenské mapování

Vojenská mapování (VM) probíhala na našem území v době Rakouska – Uherska. První z nich je zmíněno v kapitole 3.2.1, další dvě jsou popsána v této kapitole.

- II. vojenské mapování

II. vojenské mapování, nazývané Františkovo, probíhalo na území Čech a Moravy v letech 1836 až 1852. Oproti prvnímu mapování je přesnější díky využití triangulační sítě, v měřítku 1: 28 000. Navazuje na Císařské otisky stabilního katastru a je podkladem pro další vojenská mapování, generální a speciální. Mapy byly tvořené v době začínající průmyslové revoluce a při intenzifikaci zemědělství, s tím souvisel i nárůst orné půdy o polovinu a zmenšení lesních ploch (Obrázek 13). (Oldmaps Geolab, 2001b)

Mapy II. VM byly využity v práci pro hodnocení změn využití území v povodí IV. řádu. V mapě lze právě díky barevnému vyvedení dobře rozlišit, zda bylo území zemědělsky využíváno, zakresleny jsou obce – jednotlivá stavení a zahrady, travní a křovinaté porosty, lesy, pole, vodní plochy. Cesty jsou také dobře rozlišené – jestli se jedná o císařské silnice 1. a 2. třídy, zemské silnice nebo zemské cesty. Pro účely této práce byly kategorie zohledněny dobře. Za využití katalogu objektů od Vichrové (2005b) bylo snazší kategorie od sebe rozlišit. Přesto ale může dojít k nepřesnostem, protože barvy některých listů jsou více vybledlé. Z mapy nelze vyčíst hustotu porostu, což ale pro účely této práce není komplikace. Další nevýhodou tohoto mapování je, že pole nejsou rozlišena podle druhu, a tak nelze s jistotou určit, jak velké plochy tvořily souvislý pozemek a zda nebyl travní porost na orné půdě.

- III. vojenské mapování

Speciální mapy III. vojenského mapování, nazývané Františko-josefské, byly tvořeny v 80. letech 19. století, poté byly několikrát aktualizovány. Měřítko je 1: 75 000, u novějších listů je již doplněná kilometrová síť S-JTSK a lépe je zde znázorněn výškopis - vrstevnicemi. Kvůli probíhající aktualizaci zobrazují nejběžněji stav z 20. a 30. let 20. století. I tak polohová přesnost některých listů kolísá. (CENIA, 2010a)

Mapy III. VM nejsou dle mého názoru vhodné k určování využití území, protože nerozlišují sledované kategorie.

Mapy II. A III. VM byly digitalizované a je možné si je prohlížet spojené ve webové aplikaci Národního Geoportálu INSPIRE nebo je přidat přes GIS server do projektu bez poplatku. II. vojenské mapování je také dostupné ve službě mapy.cz. Prohlížení listů je možné ve webové aplikaci Laboratoře Geoinformatiky Fakulty životního prostředí Univerzity Jana Evangelisty Purkyně.


Odkaz na webovou aplikaci INSPIRE: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

Odkaz na webovou aplikaci mapy.cz: <https://mapy.cz>

Odkaz na webovou aplikaci UJEP: <http://oldmaps.geolab.cz/>

Na portálu ČÚZK lze stáhnout legendu k III. VM, legenda pro II. VM je vytvořena ve službě mapy.cz. K dispozici je katalog objektů pro II. VM od Vichrové (2005b).



 Povodí IV. řádu

0 3 km



Obrázek 14: III. Vojenské mapování v povodí IV. řádu
(CENIA, 2010d; DIBAVOD, 2007, vlastní zpracování)

5.2.4 Letecké měřické snímky (1918 – 1989)

Doposud jsme se setkávali s mapami, které sice mají barevně rozlišené plochy, jsou ale výsledkem ručního zakreslování, takže polohově nemusí být přesné. Letecké měřické snímky jsou naproti tomu fotografií, a tak je eliminována lidská chyba. Mohou připomínat současné ortofoto, je ale důležité zmínit, že se o ortofoto nejedná, protože jsou pořízené centrální projekcí: Dle terminologického slovníku VÚGTK to znamená „kartografické zobrazení vznikající středovým promítáním bodů z kulové referenční plochy na zobrazovací rovinu“ (VÚGTK, 2005).

Jejich pořizování začalo v roce 1936 a v černobílé podobě vznikaly pro Ministerstvo obrany až do roku 2002. Od roku 2003 do roku vznikají ve spolupráci ČÚZK a Ministerstva obrany barevné letecké měřické snímky. (ČÚZK, 2010b)

Pro celé území povodí nádrže Vrchlice byly k dispozici pouze roky 1938 a 1983, v území proběhlo snímkování i v letech 1954 a 1960, ale nepokrylo by celé požadované území. Proto byl pro celé povodí nádrže Vrchlice zpracován rok 1983, dalším důvodem byl dynamický rozvoj společnosti mezi tímto rokem a současností. Mapa land-use v roce 1938 je zpracována pro povodí IV. řádu, avšak snímky jsou dostupné pro celé povodí a bylo by možné mapu dopracovat.

Jejich použití pro hodnocení vývoje krajiny je přínosné, je ale potřeba snímek správně georeferencovat. To může být obtížné právě z důvodu zmíněné centrální projekce. Snímek se proto georeferencoval opakovaně, na základě neměnicích se bodů jako jsou rohy budov. Letecké měřické snímky jsou dobrým zdrojem o tom, jak krajina v minulosti vypadala. Výhodou je, že lze na fotografiích pozorovat stav zeleně (výšku vzrůstu a hustotu). Nevýhodou snímků je černobílé provedení a rozdílná kvalita jednotlivých snímků, například nemusí být úplně zřejmé, zda se jedná o ornou půdu nebo louku. Důležité změny jsou ale zachyceny.

Snímky jsou uschovány v analogové podobě v Archivu leteckých měřických snímků ve Vojenském geografickém a hydrometeorologickém ústavu v Dobrušce.

V Geoportálu ČÚZK se kliknutím na mapě do místa zájmu vypíše seznam naskenovaných i nenaskenovaných snímků ze všech dostupných let. Naskenované snímky je možné si prohlédnout přímo v této webové aplikaci. Jinak je potřeba snímky objednat přes VGHMÚř v Dobrušce, kde dále probíhá skenování. Cena je 500 Kč za jeden snímek, který je cca 36 km², takže asi 15 Kč za 1 km² dle ceníku platného od 1. 4. 2019. Při objednání se ale nelze vyhnout přesahu a překryvům, proto pro účely této práce vycházela cena za km² přibližně 35 Kč. Pro studentské účely je poskytována sleva 70 %. (ČÚZK, 2010b).

Další možností je datová sada CENIA Kontaminace, kde je naskenované a georeferencované celé území České republiky 50. let 20. století. Mapu je možné si prohlédnout přes webovou aplikaci Národního Geoportálu INSPIRE, nebo přidáním přes GIS Server, bezplatně. (CENIA, 2010b)

Odkaz na webovou aplikaci ČÚZK: https://lms.cuzk.cz/lms/lms_prehl_05.html
Odkaz na webovou aplikaci INSPIRE: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>



Obrázek 15: Letecké měřické snímky z roku 1983 v povodí IV. řádu
Letecké měřické snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR, 2019, vlastní zpracování

5.2.5 Archivní a současné Ortofoto České Republiky (1998 – 2019)

Od ručně kreslených map a leteckých snímků, pořízené centrální projekcí, se dostáváme k modernějšímu zobrazení.

Ortofoto je zdánlivě bežešvé georeferencované zobrazení zemského povrchu, kde jsou odstraněny posuny obrazu vzniklé pořízením leteckého měřického snímku a barevnost je sjednocená. Od roku 1998 do roku 2001 je archivní ortofoto černobílé, poté již barevné. Do roku 2008 bylo tvořeno s velikostí pixelu 0,5 m, mezi lety 2009 a 2015 byla velikost pixelu 0,25 m a v současnosti je to pouze 0,2 m, což zvyšuje kvalitu společně s používáním digitální kamery. Snímkování probíhalo ve tříleté periodě, od roku 2012 se opakuje každé 2 roky.


K získání přehledu o land-use poslouží archivní ortofoto velmi dobře, jelikož je to barevná fotografie. Díky němu společně s objektovými databázemi, po přidání do GIS, lze dostatečně přesně určit, jak je plocha využívána. Jelikož je ortofoto dostupné v krátkých intervalech, nemusí být patrné změny, které jsou v této práci sledovány.

Ortofoto České republiky je dostupné ve webové aplikaci v Geoportálu ČÚZK, zakoupit ho lze za 30 Kč za 5 km² dle ceníku platného od 1. 4. 2019, současné Ortofoto České republiky je volně dostupné ve webové aplikaci nebo ho lze přidat přes GIS server. (ČÚZK, 2010c)

Odkaz na webovou aplikaci ČÚZK: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>



 Povodí IV. řádu

0  3 km



Obrázek 16: Ortofoto České republiky v povodí IV. řádu z roku 2017
Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz, vlastní zpracování

5.2.6 Archivní a současné ortofoto ostatních poskytovatelů (2003 – 2018)

Předešlé ortofoto mapy jsou produkt státního záměru, kdy snímkování zajišťovalo Ministerstvo obrany, přes VGHMÚř v Dobrušce, případně jeho spoluprací s ČÚZK.

V České republice je nyní ale možné prohlížet mapy od soukromých firem, jednou z nich je služba mapy.cz, která poskytuje i základní, turistické a jiné doplňkové mapy. K tomu je možné prohlížet ortofoto mapy z let 2003, 2006, 2012, 2015 a 2018. K těm dodává, že vznikly kombinací satelitních a leteckých snímků. Dle míry přiblížení je pak zdroj snímků různý – pro celý svět to je NASA Blue Marble Next Generation, pro bližší přiblížení snímky z družice Landsat 7 a pro Českou a Slovenskou republiku využívá letecké snímkování. To probíhá s tříletou periodou. Nabízeno je i 3D prohlížení.

Lze tak získat přesný přehled o využití území ve zmíněných letech, avšak pro účely této práce je důležitá možnost přidání mapy do GIS a časové rozpětí není veliké.

Mapu je možné prohlížet ve webové nebo mobilní aplikaci, kde jsou připojeny i další funkce geografického informačního systému, jako navigační systém a veřejná doprava. (Mapy.cz, 2019)

Odkaz na webovou aplikaci: <https://mapy.cz/>



Obrázek 17: Ukázka snímků od mapy.cz z roku 2003 (vlevo) a 2018 (vpravo) (mapy.cz, 2019)

5.2.7 Družicová data

Další možností, jak získat přehled o využití území, jsou družicová data. Jak uvádí ve své dizertační práci Báčová (2018), jejich výhodou je rychlé zmapování široké oblasti a možnost s daty pracovat v krátké době po nasnímání. Snímky se pak liší spektrálními charakteristikami a podle rozlišení. Systémy typu Landsat snímají zemský povrch přibližně jednou za 16 dní, naproti tomu komerční družice jsou programované na přání zákazníka a mohou snímat v periodě v řádu dní. (Báčová, 2018)

Různé služby poskytují zpracování těchto dat pro různé účely – například firma Gisat pro zemědělství, životní prostředí, lesnictví, ale i infrastrukturu, krizový management a marketing. (Gisat, 2019)

5.2.8 Corine Land Cover

Corine Land Cover (CLC) je jedním z produktů programu pozorování Země Copernicus. Služba Copernicus pro monitorování území (Copernicus Land Monitoring Service) je jednou ze složek tohoto programu.

Služba Copernicus pro monitorování území má čtyři úrovně:

- Globální komponenta
- Panevropská komponenta
- Lokální komponenta
- In-situ data

Globální komponenta poskytuje informace o stavu bio-geofyzikální složky, Panevropská komponenta obsahuje data o krajinném pokryvu a využití území, lokální komponenta je cílená na oblasti, které jsou z environmentálního hlediska ohrožené. In-situ data zajišťují přístup k datům poskytnutými zúčastněnými zeměmi a datům dálkového průzkumu.

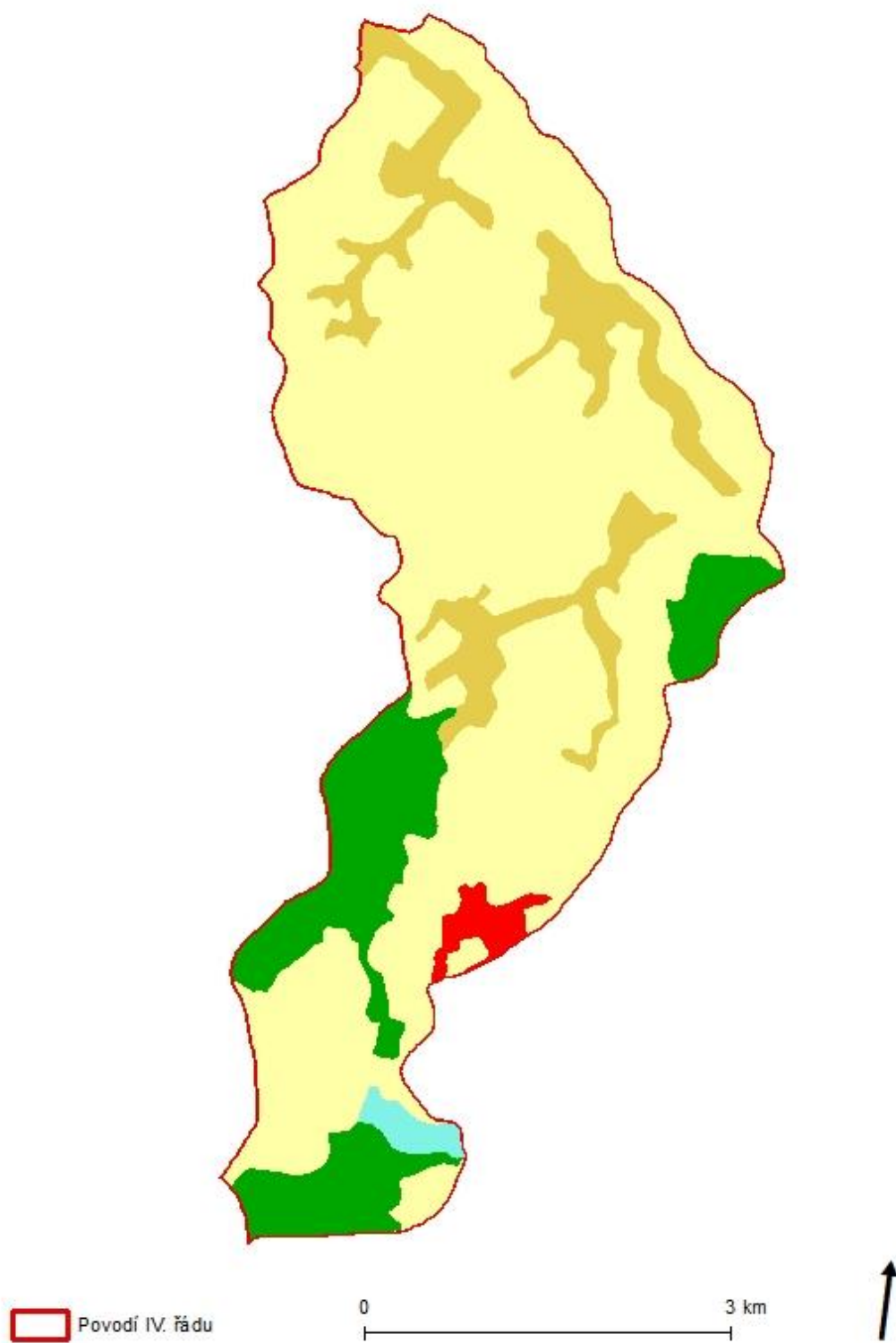
Vrstva CLC je součástí panevropské složky. Data byla vydána pro roky 1990, 2000, 2006, 2012 a jejich nejnovější vydání referuje rok 2018. Zachycuje území v Evropě, plochu rozděluje do 44 kategorií. Aby byla plocha rozlišena, musí mít minimální plochu 25 ha, a v případě liniového prvku minimální šířku 100 metrů. Z toho vyplývá, že data slouží spíše pro posuzování větších oblastí.

Obce v povodí nádrže Vrchlice jsou celé zařazeny do kategorie „přerušované urbanizované plochy“, lesy jsou zatříděny jako „smíšené“, část zemědělské plochy je „převážně zemědělsky využívaná plocha s významnými částmi s přirozenou vegetací“, ale většina ploch je „nezavlažovaná orná půda“. Komunikace nemají dostatečnou šířku, aby byly v mapě zobrazeny. Oblast povodí je příliš malá, aby bylo vhodné využít CLC, ale kategorie jsou vhodně rozděleny. (CENIA, 2016)

Mapu je možné prohlížet ve webové aplikaci Copernicus, stáhnout jako soubor nebo ji přidat přes GIS server bez poplatku z portálu INSPIRE.

Odkaz na webovou aplikaci COPERNICUS: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018?tab=mapview>

Odkaz na stažení souboru INSPIRE: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/eshop/gallery>



Obrázek 18: Corine Land Cover v povodí IV. řádu
(CENIA, 2016; DIBAVOD, 2007, vlastní zpracování)

5.3 Tvorba map land-use

Pro zhodnocení časového vývoje využití území a použití metody odtokových křivek – CN (Janeček, 2012) bylo potřeba vytvořit mapy land-use. Ty jsou tvořeny polygony, každý polygon má přiřazený atribut podle kategorie (viz kapitola 5.2).

Všechny nepojmenované nástroje v GIS poskytl Jan Devátý (*Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, FSV, ČVUT v Praze*).

Nejprve byla vytvořena mapa současného využití území z databází LPIS a ZABAGED, tyto objekty byly převedeny nástrojem od Jana Devátého na polygony s atributy a následně byla zkontrolována a opravena v editoru nad Ortofoto ČR (ČÚZK, 2017). Od ní se potom dalšími úpravami v editoru odvozovaly mapy podle historických podkladů.

5.3.1 Prostředí tvorby map land-use

Tvorba mapy probíhala v prostředí GIS ArcMap 10.6. Projekt byl nastaven v souřadném systému S-JTSK Křovák East – North. Pro každé časové období byl založen nový projekt, s novou domácí geodatabází.

5.3.2 Podklady pro tvorbu mapy současného land-use

Do tvorby mapy současného využití území vstupovaly data ze dvou objektových databází:

- LPIS

LPIS, neboli Registr půdy, je geografický informační systém, který je v provozu od roku 2004 a vznikl dle zákona č. 252/1997 Sb. o zemědělství § 3a. Je v něm evidováno především využití zemědělské půdy. Správcem tohoto informačního systému veřejné správy je ministerstvo.

Dle tohoto zákona evidence slouží „k ověřování správnosti údajů uvedených v žádosti, jejichž předmětem je dotace podle § 3 odst. 5 písm. a), ke kontrolám plnění podmínek poskytnutí dotace, pro evidenci ekologického zemědělství, pro evidenci ovocných sadů, pro evidenci pěstování geneticky modifikované odrůdy (§ 2i), pro uplatnění nároku na vrácení spotřební daně, pro evidenci pěstování máku setého a konopí a pro evidenci území určeného k řízeným rozlivům povodní“ (Ministerstvo zemědělství, 2009).

Evidence slouží bez ohledu na to, zda jde o finance ze zdrojů EU anebo národní dotační programy.

Základní jednotka v systému je půdní blok, který má minimální výměru 0,01 hektarů. Tyto půdní bloky mohou být dále členěné na díly půdního bloku, jestliže jeho souvislá plocha představuje minimálně 0,01 hektarů a její hranice lze rozpoznat v terénu. (Ministerstvo zemědělství, 2009)

- ZABAGED

ZABAGED, neboli základní databáze dat České republiky je komplexní geografický model území České republiky. Ve veřejném zájmu ho spravuje Zeměměřický úřad a je součástí informačního systému zeměměřictví podle zákona č. 200/1994 Sb. o zeměměřictví.

Databázi tvoří 122 typů geografických objektů, jejich seznam je vedený v Katalogu objektů ZABAGED, spolu s definicemi, zdroji dat, způsobem geometrického vyjádření a dalších identifikačních údajů, které jsou vedeny jako atributy. Tyto objekty jsou rozřazeny do polohopisné nebo výškopisné části. V polohopisné části, kde je 119 typů geografických objektů, jsou informace o sídlech, komunikacích, rozvodových sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách, chráněných územích, vegetaci a povrchu a terénním reliéfu.

Tvorba probíhala od roku 1995 až do roku 2004, kdy byla databáze naplněna. Dochází však k pravidelné aktualizaci dvěma způsoby. Jedním z nich je plošný (periodický) způsob aktualizace, kdy se využívá dálkový průzkum Země, šetření zdrojů na internetu nebo u místních orgánů veřejné správy a terénní šetření. Druhým způsobem je průběžná aktualizace, která probíhá formou spolupráce s primárními správci dat (jako jsou například SŽDC, ŘSD, Obce). (ČÚZK, 2010d)

5.3.3 Postup tvorby mapy současného land-use

Zde jsou popsány kroky, které vedly k vytvoření mapy současného land-use. Mapa je tvořena polygony, které se nepřekrývají, ani nikde nechybí.

Postup tvorby mapy:

1. Založení projektu

V programu ArcMap byl založen nový projekt a v něm byla nastavena nezbytná nastavení – souřadný systém S-JTSK a domácí geodatabáze. Do projektu byla přidána hranice povodí Vrchlice, která byla součástí zadání.

2. Rozšíření území nástrojem *Buffer*

Zadaná hranice části povodí byla rozšířena o 200 m, aby byla ponechána rezerva na okrajích povodí, ale pro konečné hodnocení bylo uvažováno pouze zadané povodí nádrže Vrchlice, protože tam je vývoj sledován.

3. Stažení pozemků LPIS

Nástrojem poskytnutým Janem Devátým byla stažena data z databáze LPIS (Ministerstvo zemědělství, 2009). K tomu byla zapotřebí katastrální území, která byla převzata z ArcČR 500 Administrativní členění, vrstva Katastrální území – polygony (ARCDATA PRAHA, 2016). Výběrem *Select by location* byla vybrána ta katastrální území, která se alespoň z části nacházejí v povodí, aby stažení dat proběhlo pouze v tomto území a žádná část nechyběla. Do projektu tak byla stažena polygonová vrstva s pozemky LPIS ke dni 26. 1. 2019.

Jak lze vidět na obrázku 19, pozemky stažené z databáze LPIS mají přiřazené rozdílné atributy KULTURANAZ (barevně odlišeno). V území nádrže Vrchlice se nacházejí tyto kultury:

- Ovocný sad,
- Rychle rostoucí dřeviny,
- Standardní orná půda,
- Travní porost (na orné půdě),
- Trvalý travní porost,
- Zalesněná půda,
- Úhor,
- Jiné (trvalé) kultury.

Tyto pozemky (polygony s atributy) byly v dalších krocích převedeny do kategorií uvedených v kapitole 5.1. Systém převodu je zobrazený v obrázku 22.



Obrázek 19: Stažené pozemky z databáze LPIS nad Ortofoto ČR (Ministerstvo zemědělství, 2009; ČÚZK, 2017, vlastní zpracování)

4. Vložení objektů ZABAGED

Do projektu byla přidána složka s objekty ZABAGED, která byla součástí zadání.



Obrázek 20: Příklad vstupujících objektů z databáze ZABAGED (ČÚZK, 2010e)

5. Spuštění nástroje na tvorbu mapy land-use

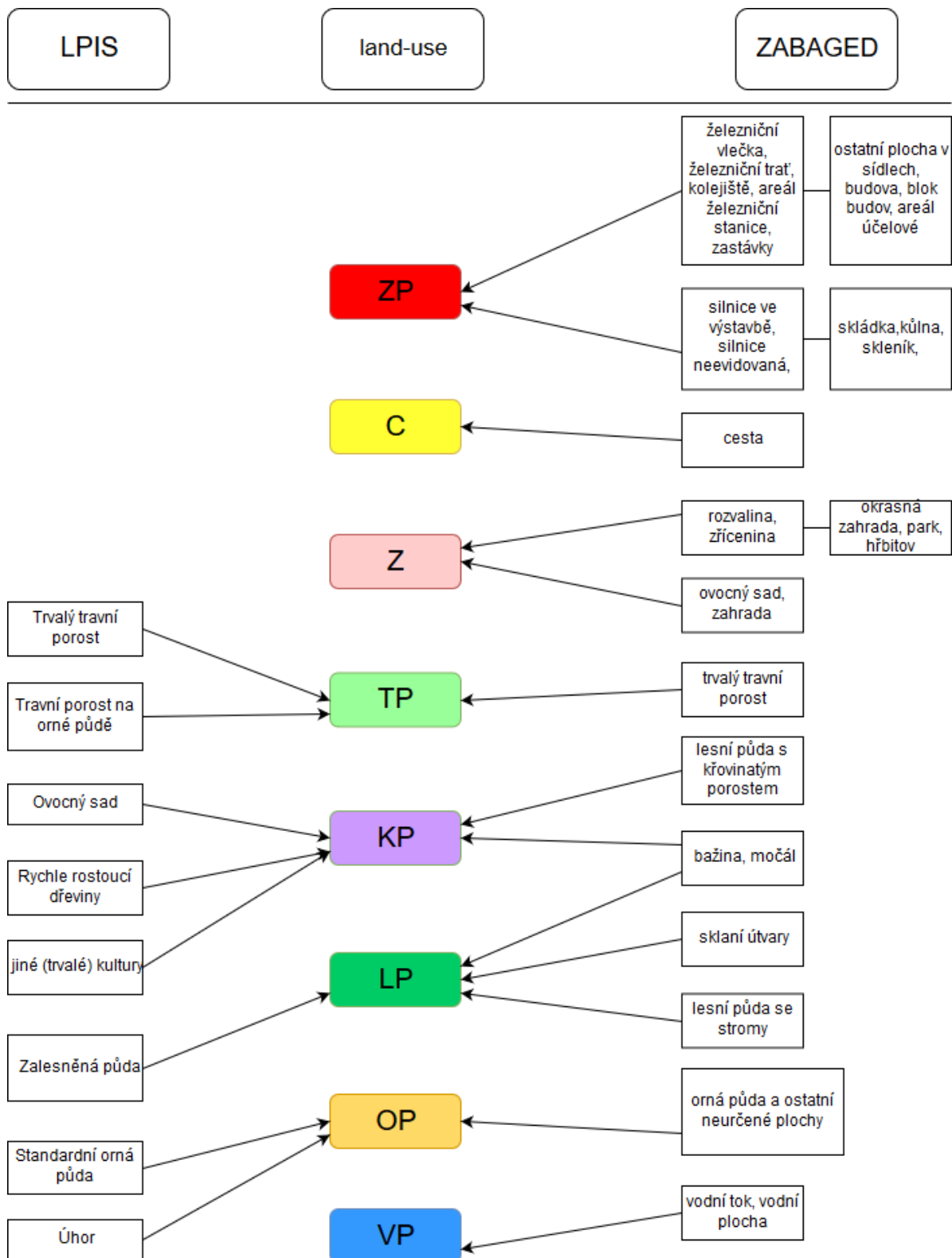
Byl spuštěn další nástroj, do kterého byly jako vstupní data vloženy polygonové pozemky LPIS, a dále do něj vstupovaly polygonové a liniové prvky z databáze ZABAGED.

Tento nástroj by převedl všechny vinice, sady a chmelnice ze ZABAGEDU, které nejsou vedeny v LPIS do kategorie Křovinatý porost. V území se nenachází vinice ani chmelnice, které by byly vedeny v LPIS nebo ZABAGED, proto nejsou tyto kategorie dále uvažovány. Sady vedené v LPIS se v území nenachází, sady a zahrady vedené v ZABAGED byly převedeny do kategorie Zahrady. Kolem budov byly vytvořeny zahrady v okruhu 20 metrů. Bažina a močál byly přiřazeny do křovinatých porostů, jejich celková rozloha je 0,089 km².

Nástroj vytvořil účelové komunikace, nezpevněné cesty v lesích a v travních porostech. Na orné půdě měly cesty nižší prioritu než pozemky LPIS, proto jsou vytvořeny jen tam, kde není pozemek LPIS. Všechny liniové prvky (komunikace a vodní toky) byly převedeny na polygony. Výslednou podobu můžeme vidět na obrázku 21, geometrie polygonů je velice přesná.



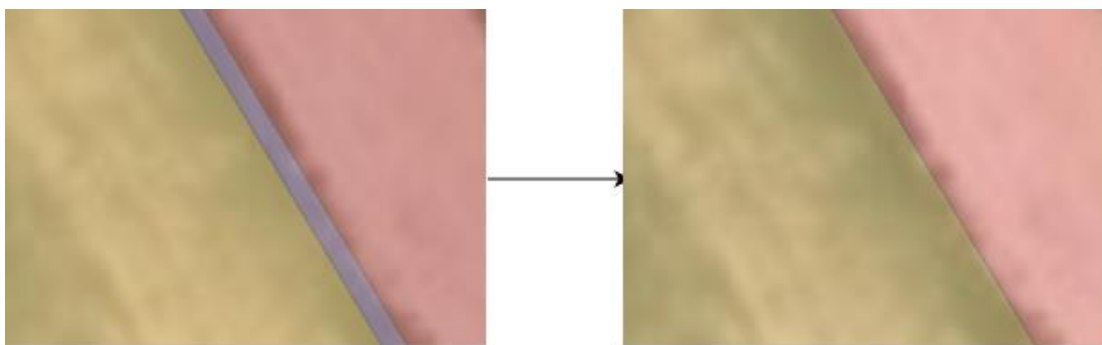
Obrázek 21: Výsledek nástroje – spojení databází LPIS a ZABAGED nad Ortofoto ČR (Ministerstvo zemědělství, 2009; ČÚZK, 2010e; ČÚZK, 2017)



Obrázek 22: Schéma převodu kategorií z LPIS a ZABAGED (Ministerstvo zemědělství, 2009; ČÚZK, 2010e)

6. Odstranění malých polygonů nástrojem *Eliminate*

Ačkoliv je geometrie polygonů přesná, jsou databáze od 2 poskytovatelů, a tak společně netvoří souvislou bezešvou mapu. Proto v místech, kde se nepotkal žádný objekt z obou databází, se vytvořily křovinaté porosty, a v místech, kde se naopak polygony překrývaly, došlo k ořezu. Vznikly tak malé, nesmyslné polygony. Ty, které měly plochu menší než 35 m², byly nástrojem *Eliminate* přiřazeny k sousednímu polygonu. Větší polygony jsou budovy, proto byla zvolena tato hraniční velikost.



Obrázek 23: Použití nástroje *Eliminate* (vlastní zpracování)

7. Kontrola a oprava kategorií a geometrie v editoru

Následně bylo území zkontrolováno po částech, aby seděly hranice polygonů nad Ortofoto České republiky (ČÚZK, 2017). Případné úpravy byly provedeny zapnutím *Editoru*, to povolilo opravu geometrie a také kategorií v atributové tabulce.

Až na několik výjimek byly kategorie i geometrie ponechány tak, jak vstupovaly z LPIS a ZABAGED do nástroje. Byly sloučeny některé sousedící polygony. Opraveny byly travní porosty, které nad Ortofoto ČR (ČÚZK, 2017) již byly porostlé křovinami.



Obrázek 24: Pozemek vedený v ZABAGED jako Trvalý travní porost, ručně opravený na křovinatý porost (ČÚZK, 2017, vlastní zpracování)

8. Hotová mapa land-use byla vyexportována jako kopie do další geodatabáze, aby mohla sloužit jako podklad pro odvození starších map.

5.3.4 Odvození map land-use z historických podkladů

Od mapy současného land-use se dále odvozovaly mapy z předchozích časových období v nově založených projektech. Data z mapy land-use současného stavu byla vyexportována do domácí geodatabáze příslušného nově založeného projektu, a v tomto projektu a probíhaly další úpravy. Úpravy proběhly na podkladech z těchto let:

- 1983 – Letecké měřické snímky, celé povodí nádrže Vrchlice,
- 1938 – Letecké měřické snímky, povodí IV. řádu,
- 1836 - 1852 – II. vojenské mapování, povodí IV. řádu.

Letecké měřické snímky byly přidávány do projektu a následně georeferencované. Obvykle bylo nutné georeferencování provést na snímku opakovaně, jelikož jsou výsledkem centrální projekce a ne ortofoto mapou.

Georeferencování v prostředí GIS probíhalo přes určení 2 shodných bodů na snímku a na mapě land-use, například rohy budov, které jsou v čase neměnné. Proto probíhalo georeferencování vždy v okolí obce, ta byla následně upravena spolu s jejím okolím.

II. vojenské mapování bylo přidáno do projektu přes GIS server, snímky byly již georeferencované. (CENIA, 2010)

5.3.5 Poznámky k odvození map land-use

Dostupné podklady mají vždy rozdílnou kvalitu a přesnost a proto i určení kategorie závisí ve velké míře na tom, jak podklady vypadají. Problémy při určování využití plochy jsou popsány zde:

- Všechna období

Pro všechna zpracovaná období je potřeba zmínit, jak byly vytvářeny lesní plochy. V současném stavu je takto označená půda, která slouží k pěstování stromů – tedy ta, na které již je les vzrostlý, ale i taková půda, na které je les vysázen anebo je možné ho na daném místě vysadit. Z LPIS to byla plocha s atributem Zalesněna půda, ze ZABAGEDU lesní půda se stromy, výjimečně bažiny a močály, nebo skalní útvary, protože všechny v tomto území měly zanedbatelnou velikost. V historických snímcích lze spatřit místa uprostřed dnešních lesů, která nejsou stromy porostlá. Pokud se jednalo pouze o vykácený les, prostupy nebo malé stromky, zatřídila jsem plochu jako lesní porost.



Obrázek 25: Ukázka území vedeného jako lesní porost (LP), Ortofoto ČR (ČÚZK, 2017)

- Rok 1983

Letecké měřické snímky (LMS) z roku 1983 zabírají plochu přibližně 6 x 6 kilometrů. Z fotografií lze dobře určit, jak bylo území využíváno – poměrně s přesností lze určit hranice pozemků, a posoudit stav vegetace. Jasně jsou viditelné zpevněné plochy, tj. komunikace a zástavba.

Pozemky s ornou půdou jsou v tomto období sloučené do velkých celků. Místy bylo problematické určení, zda se jedná o ornou půdu nebo travní porost. Zde barvy nedosahují takového kontrastu, aby šlo s jistotou určit kategorii. Byla proto zavedena kategorie „nejasné“, do které jsem zařadila tyto neurčité plochy. Celkem šlo o 2,18 km².



Obrázek 26: Plochy zatříděné jako „nejasné“, LMS 1983
Letecké měřické snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR, 2019

- Rok 1938

Letecké měřické snímky z roku 1938 zabírají menší území, přibližně 3,5 x 3,5 kilometrů. Snímky jsou v tomto území v dobré kvalitě, travní porosty lze odlišit. Hranice pozemků lze velmi dobře určit. Pozemky s ornou půdou jsou na rozdíl od roku 1983 členěny na malé díly, mnohé z nich jsou zatravněné. Tyto pozemky jsem vyřízla a přiřadila jim kategorii travní porost.

Někde ještě žádné komunikace nejsou, někde je z fotografie zřejmé, že se jedná o polní cestu. Ačkoliv v roce 1938 můžeme předpokládat, že komunikace byly dlážděné nebo nezpevněné, je jim ponechána kategorie zpevněná plocha.

- Období 1836 - 1852

Jelikož se jedná o ruční zakreslování, i přes využití trigonometrické sítě lze najít chyby, které se projevují především polohou cest. To však není opraveno, protože se v práci sleduje využití území a ne přesná geometrie.

Dle katalogu objektů II. Vojenského mapování (Františkova), které probíhalo v letech 1836 – 1852, bylo možné rozlišit kategorie: křoviny – KP, les – LP, pole – OP, louky – TP, ovocnářské zahrady – Z, zemské cesty – C, stavby a císařské silnice – ZP, rybník – VP. (Vichrová, 2005b)

Kategorie jsou rozlišené odstíny barev a šrafami, ale každý mapový list je různě vybledlý, proto třeba nelze rozlišit louky a pastviny.

Díky ručnímu zakreslení a barevnému rozlišení je možné rozpoznat kategorii land-use. Pole jsou vedeny jako velké celky, nejsou na nich rozlišené menší pozemky, což může způsobit velké rozdíly mezi ostatními obdobími, kde jsou vyznačeny travní porosty na orné půdě. Jelikož mám v blízkém území k dispozici georeferencované císařské otisky, jejichž mapování probíhalo přibližně v podobné době (v letech 1826 – 1843), rozhodla jsem se porovnat zakreslení stejných míst, a zjistit poměr travního porostu (dle legendy ČÚZK). Zjistila jsem, že travní porost na orné půdě je v císařských otiscích vyznačen, ale barva je již skoro stejná jako okolní pole (obrázky 27 a 28). Na základě toho jsem ještě mapu land-use doopravila.



Obrázek 27: Výřez z II. vojenského mapování
(CENIA, 2010c)



Obrázek 28: Výřez z Císařských otisků stabilního katastru
Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

6 Časový vývoj využití území v povodí nádrže Vrchlice

Hodnoty z atributové tabulky každé vytvořené mapy byly exportovány do programu Microsoft Excel 2010, kde probíhalo jejich další zpracování. Polygony byly rozděleny podle kategorie land-use, a pro každou kategorii byla sečtena celková plocha, kterou polygony zaujímaly. Během výpočtů probíhalo i kontrolní sčítání celkové plochy, aby nedošlo k chybě. Velikosti ploch pak byly vyjádřené v procentech vůči sledovanému území.

Aby mohly být plochy porovnány, byla kategorie „nejasné“ (viz kapitola 5.3.5) připočtena k orné půdě, protože předpokládám spíše variantu, že to byla orná půda. V celém povodí nádrže tato kategorie s plochou 2,18 km² tvoří 3,85 % z celkového součtu OP + „nejasné“. V povodí IV. řádu tvoří 3,74 % s plochou 0,6 km².

6.1 Časový vývoj v celém povodí nádrže Vrchlice mezi roky 1983 a 2019

Období mezi rokem 1983 a současností je obdobím plným dynamických změn, z důvodu pádu komunistického režimu, privatizace a následného zavedení kapitalismu.

Již při prvním pohledu na krajinu na leteckých měřických snímcích je patrný zcela odlišný přístup ke krajině. Zemědělské pozemky jsou sloučené do velikých celků. Ve sledovaném vývoji mezi roky 1983 a 2019 byly nalezeny různé trendy, z nichž některé mohou mít pozitivní vliv na krajinu a některé negativní. V tabulce 1 a 2 je uvedena velikost a procentuální zastoupení ploch v rámci celého povodí nádrže Vrchlice, které má rozlohu 97,65 km².

Tabulka 1: Zastoupení kategorií land-use v celém povodí v roce 2019

2019		
land-use	km ²	%
ZP	2,51	2,57
C	0,69	0,71
Z	3,82	3,92
TP	7,54	7,72
KP	3,88	3,97
LP	24,15	24,73
OP	53,03	54,31
VP	2,03	2,07

V současnosti je území převážně zemědělsky využívané. Orná půda zaujímá přes 54 % plochy. Významnou plochu tvoří i lesy, které zaujímají skoro 25 %. Travní porost se vyskytuje na

necelých 8 % plochy. Nelesní křovinatý porost najdeme na skoro 4 % území a vodní plochy, včetně hladiny vodních toků, zabírají lehce přes 2 %. Zahrady zabírají skoro 4 % plochy. Zpevněné plochy a polní cesty dohromady tvoří necelé 3 % (tabulka 1).

Tabulka 2: Zastoupení kategorií land-use v celém povodí v roce 1983

1983		
land-use	km ²	%
ZP	2,34	2,39
C	0,69	0,71
Z	3,51	3,60
TP	6,09	6,24
KP	3,93	4,03
LP	22,49	23,04
OP	56,64	58,00
VP	1,95	2,00

V povodí nedošlo od roku 1983 k radikální velkoplošné změně, při úpravě polygonů šlo spíše o malé změny, které se na mnoha místech opakovaly (tabulka 2). Je důležité zmínit, že procentuální zastoupení některých ploch se nemění, ačkoliv bychom lokální změny pozorovali – například **křovinatý porost**. Z některých křovinatých porostů se stal lesní porost a naopak z travního porostu se stal křovinatý porost. Zastoupení KP tak zůstává podobné.

Nárůst **zpevněné plochy** je poměrně malý, pouze 0,18 %, je to však jeden z důležitých trendů, který ale vzhledem k velké rozloze území nedosahuje velkých rozdílů. Nejčastěji docházelo k zpevnění ploch v okolí průmyslových budov, a také k výstavbě nových objektů – obytných nebo průmyslových. Docházelo tomu na úkor zahrad a orné půdy. Celkově se zastoupení **zahrad** se ale zvedlo, zahrady jsou vázané na nové zpevněné plochy.

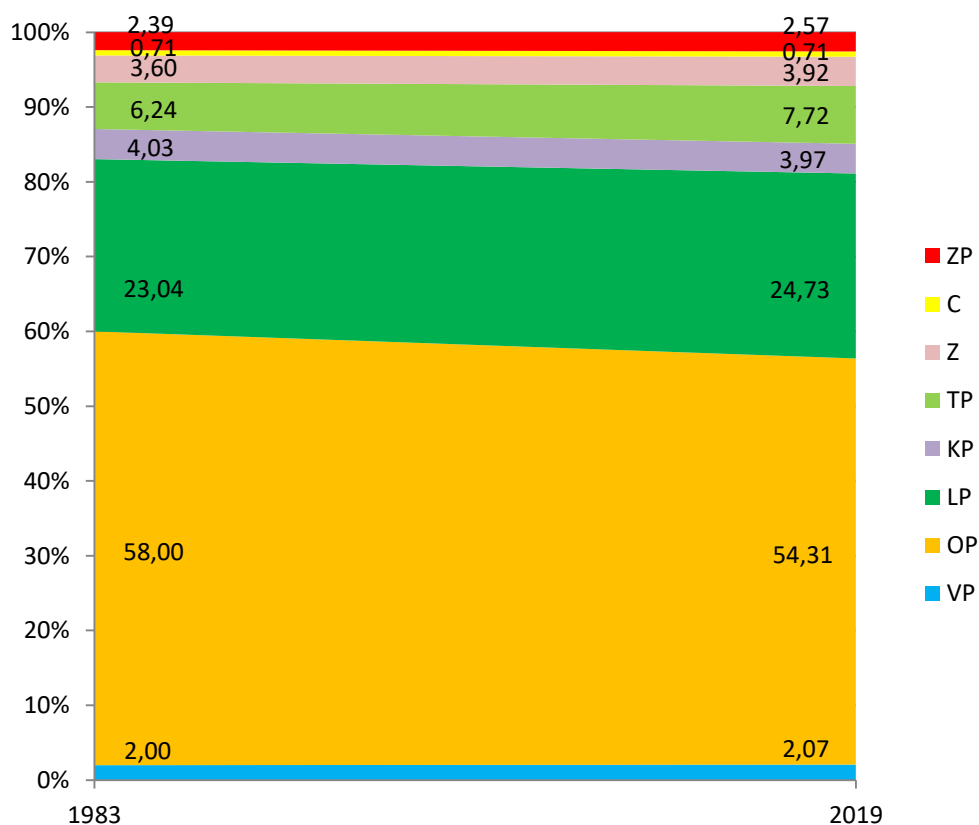
Polní cesty se během těchto let nezměnily.

Důležitým vývojem je nárůst **lesního porostu**. Rozdíl činí 1,69 %. Lesní porost se rozšiřoval na úkor orné půdy, nebo vzrostl na místě křovinatého či travního porostu.

Největší úbytek je zaznamenán pro **ornou půdu**. Bylo zpozorováno, že se na její úrok rozšířily lesy, mnoho oblastí bylo zatravněno nebo na nich vzrostl křovinatý porost. Často docházelo na okraji obcí k rozšíření zástavby, a tak se z orné půdy staly zahrady nebo zpevněné plochy. Došlo k úbytku o 6,37 %. Velké plošné celky orné půdy, které lze vidět v roce 1983, se mnohdy rozčlenily na menší díly. Tento trend přispěl i k malému zvětšení **zatravněné plochy**. Významnou změnou je golfové hřiště, které zabírá 87 ha, což je 11,59 % celkového travního porostu v roce 2019.

Ačkoliv se procenta zastoupení **vodních ploch** liší pouze o 0,07 %, ukazuje to jasný trend výstavby několika rybníků v oblasti. Vodní plocha se zvětšila o 7,5 ha.

Vývoj využití území celého povodí nádrže Vrchlice mezi lety 1873 a 2019 je v obrázku 29:



Obrázek 29: Graf vývoje zastoupení kategorií land-use v celém povodí nádrže Vrchlice (vlastní zpracování)

Výsledky potvrzují údaje zmíněné v kapitole 4.4, že dochází k extenzifikaci zemědělství a suburbanizaci. Pozitivní vliv na krajinu má rozšíření lesních a travních porostů, také členění zemědělských pozemků na menší části. Na druhou stranu orná půda je důležitá, a dochází k jejímu úbytku také vlivem rozšiřování zpevněných ploch.

Na obrázku 30 a 31 je ukázka obvyklé změny mezi roky 1983 a 2019. Velký pozemek s ornou půdou se rozčlenil na menší díly, část z nich byla zatravněná, případně na ní byly vysazené stromy. Vidíme i novou zástavbu, což je typický vývoj – rozšiřování zástavby na úkor orné půdy.



Obrázek 30: Ukázka zemědělského pozemku v roce 1983, LMS 1983
Letecké měřické snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR, 2019



Obrázek 31: Ukázka rozděleného pozemku v současnosti, Ortofoto ČR
(ČÚZK, 2017)

6.2 Časový vývoj v povodí IV. řádu

Vybrané povodí IV. řádu se nachází jižně od nádrže Vrchlice. Je největším z 11 povodí, které tvoří povodí nádrže. Jeho velikost je 24,34 km². (DIBAVOD, 2007)

Nejstarší zpracovanou mapou land-use je období 19. století (1936 – 1852), další roky jsou 1938, 1983 a 2019.

Stejně jako platí pro celé území povodí nádrže Vrchlice, i v rámci tohoto povodí je využití převážně zemědělské. Orná půda zaujímá přes 60 % plochy. Druhým významným zástupcem jsou zde lesy, tvoří necelých 17 % plochy. Přibližně 10 % dohromady zaujímá travní a křovinatý porost. Necelých 5 % plochy zabírají zahrady, zpevněná plocha a cesty dohromady zabírají přibližně 3,5 %. Vodní plochy včetně hladiny vodních toků zaujímají téměř 2 %. V povodí je kaskáda několika rybníků na Opatovickém potoce, která byla vystavěna v průběhu celého sledovaného období (tabulka 3).

Tabulka 3: Zastoupení kategorií land-use v povodí IV. řádu v roce 2019

2019		
land-use	km ²	%
ZP	0,71	2,93
C	0,12	0,51
Z	1,03	4,25
TP	1,51	6,21
KP	1,11	4,55
LP	4,06	16,69
OP	15,32	62,92
VP	0,47	1,95

Tabulka 4: Zastoupení kategorií land-use v povodí IV. řádu v roce 1983

1983		
land-use	km ²	%
ZP	0,65	2,68
C	0,12	0,51
Z	0,95	3,92
TP	1,21	4,99
KP	0,97	3,98
LP	3,75	15,40
OP	16,24	66,73
VP	0,44	1,79

Tabulka 5: Zastoupení kategorií land-use v povodí IV. řádu v roce 1938

1938		
land-use	km ²	%
ZP	0,55	2,25
C	0,18	0,73
Z	0,69	2,84
TP	4,38	18,01
KP	0,87	3,57
LP	3,39	13,94
OP	13,85	56,92
VP	0,42	1,75

Tabulka 6: Zastoupení kategorií land-use v povodí IV. řádu 1836 - 1852

1836 - 1852		
land-use	km ²	%
ZP	0,40	1,63
C	0,16	0,66
Z	0,51	2,11
TP	3,01	12,37
KP	0,97	3,99
LP	3,31	13,62
OP	15,53	63,82
VP	0,44	1,79

Během posledních 200 let nedošlo ve sledovaném území k veliké změně. V tabulkách 3 – 6 vidíme v čase postupný nárůst **zpevněné plochy**. Došlo k výstavbě nových komunikací, domů a halových staveb. Společně s rostoucí zastavěnou plochou přibyla i plocha **zahrad**, v letech 1836 až 1852 tvořily zahrady pouze 2,11 %, dnes už je to 4,25 %, i přesto, že v současnosti bylo mnoho zahrad převedeno do kategorie zpevněná plocha.

Ačkoliv se procentuální zastoupení **polních cest** v čase mění, není to stěžejní změna v území. Jednotlivé mapové podklady poskytovaly informace o polních cestách v různé kvalitě.

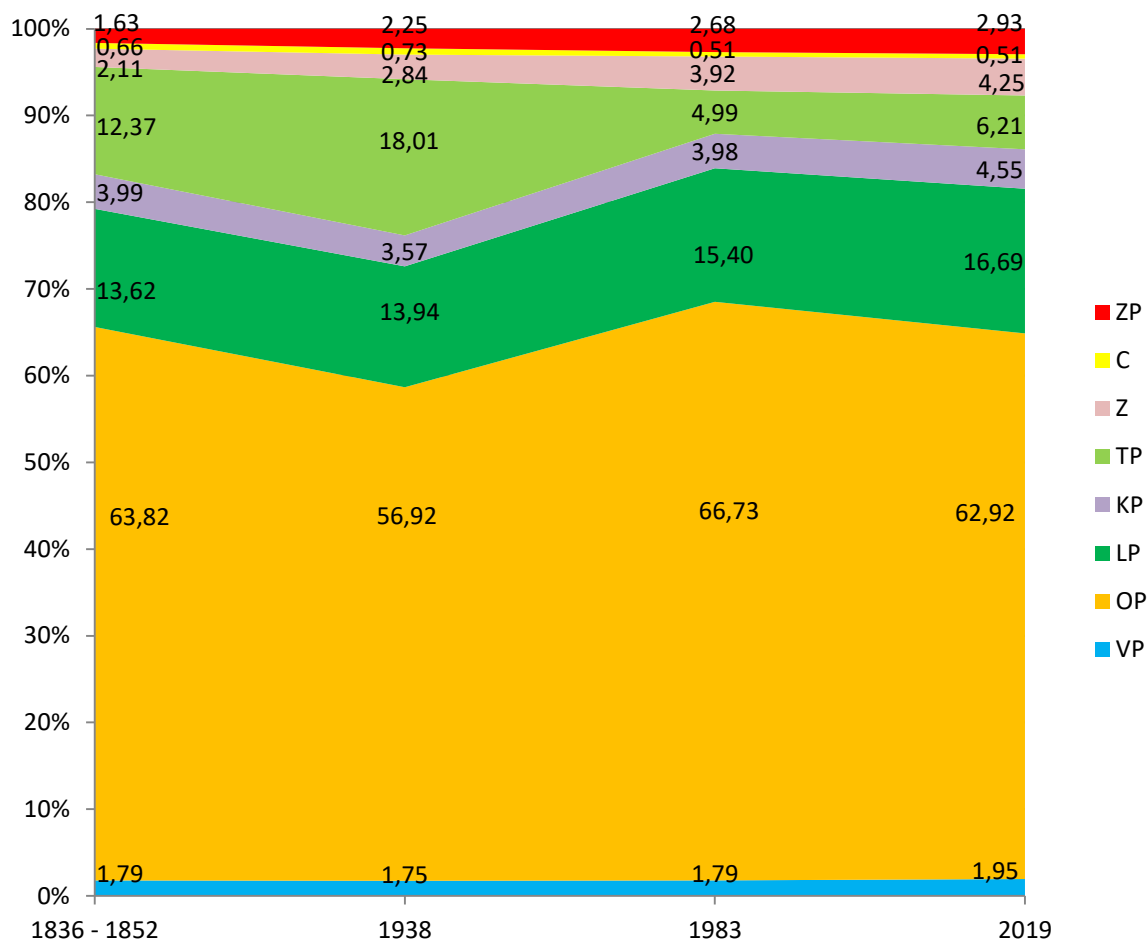
Důležitou složkou krajiny je **lesní porost**. Ten se v době od 19. století v povodí rozšířil z 13,62 % na 16,69 %. To je zvětšení plochy o 22,66 %.

Zastoupení **travního porostu** kolísá. Nejvíce je ho vidět v roce 1938, kdy tvoří 18,01 %. V 19. století tvořil 12,37 %. Naproti tomu v současnosti, kdy zaujímá 6,21 %, tvoří přibližně třetinu toho, co v roce 1938. Mnohá místa, kde byl dříve travní porost, jsou v dnešní době zalesněná nebo s křovinatým porostem. V minulosti členily travní porosty ornou půdu na menší díly. To už v roce 1983 neplatí.

Zastoupení **křovinatého porostu** se nemění, pohybuje se kolem 4 %. Stejně jako v případě celého povodí nádrže Vrchlice, mnoho ploch bylo na křovinatý porost změněno a mnoho jich bylo z kategorie odebráno.

Orná půda byla vždy nejvýznamnějším dílem území, vždy tvořila přes 50 % plochy. Nejméně je ji v roce 1938, 56,92 %, kdy mnoho ploch v kategorii orná půda bylo převedeno do travního porostu, který je v té době naopak největší. Nejvíce je orná půda zastoupena v roce 1983. Od té doby pozorujeme její úbytek.

Vodní plocha v procentech kolísá, opakující se hodnota 1,79 % je způsobena zaokrouhlením, více vodních ploch je v roce 1983 (1,793 %) než v období 1836 – 1852 (1,789 %). V současnosti je vodních ploch nejvíce - 1,95 %.



Obrázek 32: Graf vývoje zastoupení kategorií land-use v povodí IV. řádu (vlastní zpracování)

Změny ve využití území v tomto povodí potvrzují trendy, které jsou uvedené v kapitole 4.3 a 4. 4. a sice že na konci 19. století se již orná půda v Čechách nerozšiřovala a docházelo spíše ke vnitřním strukturním změnám. Výsledky potvrzují i nástup intenzifikace zemědělství v druhé polovině 20. století.

Na obrázku 33 až 36 můžeme vidět postupné rozšiřování zástavby, rozdělené a následně scelené zemědělské pozemky, výstavbu malého rybníka a v současnosti rozšíření travních a křovinatých porostů a rozčlenění pozemků na menší díly, ačkoliv souvislé plochy jsou stále mnohonásobně větší než v roce 1938.



Obrázek 33: Zdeslavice a rybník Katlov ve II. vojenském mapování (CENIA, 2010c)



Obrázek 34: Zdeslavice a rybník Katlov, LMS 1938
Letecké měřické snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR, 2019



Obrázek 35: Zdeslavice a rybník Katlov, LMS 1983
Letecké měřické snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR, 2019



Obrázek 36: Zdeslavice a rybník Katlov, Ortofoto ČR
(ČÚZK, 2017)

7 Metoda CN

Metoda čísel odtokových křivek – CN (Curve Number) vznikla v 70. letech 20. století v USA pro účely Služby na ochranu půdy (SCS – Soil Conservation Service). Jedná se o relativně jednoduchý srážkoodtokový model, sloužící ke stanovení objemu přímého odtoku a kulminačního průtoku při návrhovém přívalovém dešti v povodí, optimálně s velikostí do 10 km². (Janeček, 2012)

7.1 Teorie metody CN

V kapitole je popsáno, jaké údaje do modelu vstupují, pokud chceme stanovit objem přímého odtoku. Součástí přímého odtoku je povrchový a hypodermický odtok. Poměr přímého odtoku k celkovému odtoku vyjadřuje číslo odtokové křivky – CN. Intercepce, infiltrace a povrchová retence tvoří dohromady počáteční ztrátu, přímý odtok začíná po ní. (Janeček, 2012)

7.1.1 Stanovení objemu přímého odtoku

Do modelu vstupuje návrhová srážka s určitou dobou opakování, předpokládá se její rovnoměrné rozložení v povodí. Úhrn srážky je transformován pomocí čísel odtokových křivek – CN. Hodnoty čísel odtokových křivek – CN jsou závislé na hydrologických vlastnostech půd, vegetačním pokryvu, intercepce a povrchové retence a také závisí na velikosti nepropustných ploch.

Počáteční ztráta je uvedena jako 20 % z potenciální retence A , která je vyjádřena číslem odtokových křivek – CN:

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

$$Ia = 0,2A$$

Výška přímého odtoku je pak dána vztahem:

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

Kde H_o je přímý odtok (mm), H_s je úhrn návrhové srážky (mm), A je potenciální retence (mm).

Objem přímého odtoku je dán vztahem:

$$O_{ph} = 1000 * P_p * H_o$$

Kde P_p je plocha povodí (km²), H_o je přímý odtok (mm). (Janeček, 2012)

7.1.2 Určení CN

Dle metodiky se pro každou plochu určuje hodnota čísla odtokové křivky – CN na základě:

- hydrologických vlastností půdy,
- vlhkosti půdy,
- využití půdy.

Půdy jsou rozděleny do čtyř skupin A, B, C, D. Rozdělení je možné dle metodiky provést dvěma způsoby. První způsob je podle rychlosti infiltrace, druhý způsob je spíše orientační, a sice zatřídění půdy podle označení HPJ (2. a 3. Číslo kódu BPEJ). Poté, co je půda rozdělena do jedné ze čtyř skupin, určí se hodnota čísla odtokových křivek – CN podle využití půdy, způsobu obdělávání a hydrologických podmínek. (Janeček, 2012)

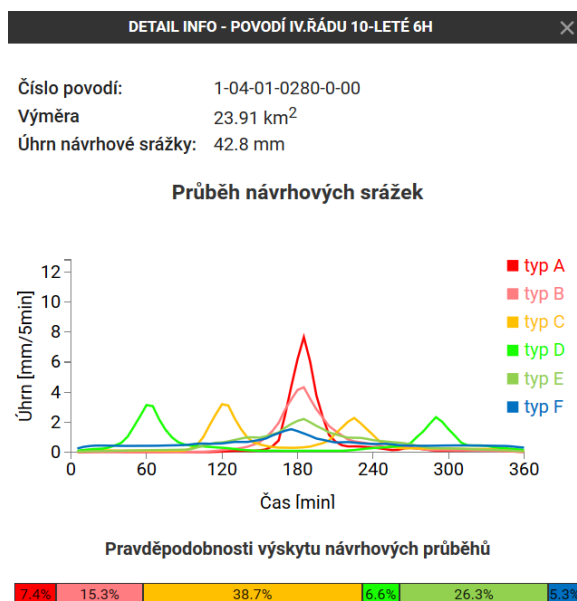
7.1.3 Určení návrhové srážky

Jak uvádí metodika Janečka (2012), jednou z možností, jak získat hodnotu návrhové srážky, je požádat o hodnoty ČHMÚ.

Další možností je využití programu Rain od FSV ČVUT v Praze. Ten zpracovává časové průběhy krátkodobých srážek, jako vstupní hodnoty byly použity 10 minutové srážkové intenzity za období od roku 2002 do roku 2011, za měsíce květen až září. Horizontální rozlišení je 1 km. Maximální délka časového intervalu byla po testování zvolena 6 hodin.

Aplikace poskytuje 6 typizovaných hyetogramů, získaný návrhový úhrn je podle nich rozložen v čase. Průměrné četnosti výskytu těchto průběhů srážek jsou vypočtené z rastru v mapové aplikaci pro stanovené území, a sice povodí IV. řádu. (Rain, 2019)

Úhrn návrhové srážky pro povodí IV. řádu (1-04-01-0280-0-00) je 42.8 mm.



Obrázek 37: Hyetogramy z aplikace Rain pro povodí IV. řádu (Rain WebApp, 2019)

7.2 Praktické určení CN

Pro zkoumané povodí se hodnota čísel odtokových křivek určuje jako vážený průměr hodnot čísel odtokových křivek, kde váhou je plocha. Tyto průměrné hodnoty budou spočítané pro celé povodí nádrže Vrchlice a pro dílčí povodí IV. řádu v roce 2019 a 1983. Dále budou spočteny pro zvolené povodí IV. řádu v letech 1936 až 1852, 1938, 1983 a 2019. Vývoj těchto hodnot čísel odtokových křivek bude zobrazen v grafu.

Výpočet bude probíhat v prostředí GIS.

V této práci bude výpočet zakončen určením průměrných hodnot čísel odtokových křivek. V navazující práci by bylo možné použít návrhovou srážku a pokračovat dalším výpočtem k zjištění objemu přímého odtoku.

7.2.1 Podklady pro určení CN

Určení hodnot čísel odtokových křivek probíhá na základě hydrologické skupiny půd a map land-use.

- Hydrologická skupina půd

Z projektu Ministerstva zemědělství byly poskytnuty pro tuto práci polygony, které mají všechny přidělenou hydrologickou skupinu půd (HSP), vrstva je bezešvá.

- Mapy land-use

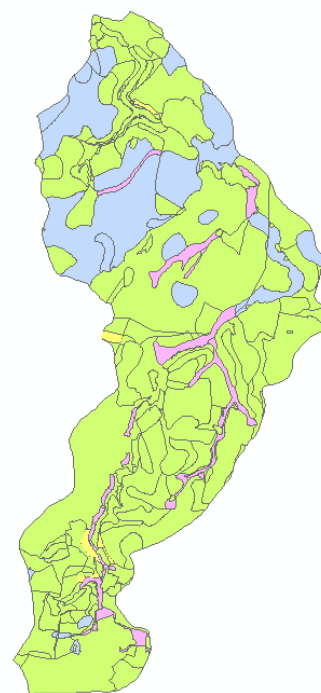
Do modelu vstupuje využití území, mapy land-use jsou popsány v kapitole 5.

7.2.2 Postup určení CN

Zde jsou popsány kroky, které vedly k výpočtu průměrných hodnot čísel odtokových křivek pro povodí.

1. Přidání polygonů HSP do projektu v ArcMap 10.6

Polygony HSP byly poskytnuty z projektu OJ1520026 Ministerstva zemědělství (2018).



Obrázek 38: Polygony hydrologických skupin půd (Ministerstvo zemědělství, 2018)

2. Spojení land-use a HSP

Spuštěním nástroje *Intersect* se vytvořila nová vrstva, kde se polygony liší v HSP a land-use. V atributové tabulce jsou ponechána všechna pole. Každý polygon v této vrstvě tak má přiřazenou kategorii land-use (8 kategorií) a hydrologickou půdní skupinu (4+1).



Obrázek 39: Ukázka nástroje *Intersect*, land-use (vlevo), HSP (uprostřed) a výsledná vrstva (vpravo) (vlastní zpracování)

3. Přiřazení hodnot CN

Hodnoty CN se polygonům přiřadily dle land-use a HSP podle metodiky Janečka (2012). Pro polygony, které měly HSP B/D byl vypočten aritmetický průměr zaokrouhlený nahoru. Přiřazené hodnoty CN jsou dle tabulky 7.

Použité kategorie z metodiky (Janeček, 2012) v tabulce 7:

- ZP - nepropustné plochy
- C – komunikace nezpevněné, hliněné
- Z – odhadem poměr ZP: TP: KP = 2: 5: 3
- TP – louky
- KP – křoviny s pokryvem, 50 – 75 %, zvolena střední varianta
- LP – lesy, zvolena střední varianta
- OP – průměrná hodnota ze všech kategorií pro úhor, širokořádkové plodiny a úzkořádkové plodiny

Tabulka 7: Hodnoty čísel odtokových křivek – CN dle metodiky (Janeček, 2012)

	číslo odtokových křivek – CN podle hydrologických skupin půd				
land-use	A	B	C	D	B/D
ZP	98	98	98	98	98
C	76	85	89	91	88
Z	45	65	76	82	74
TP	30	58	71	78	68
KP	35	56	70	77	67
LP	36	60	73	79	70
OP	65	78	82	85	82
VP	100	100	100	100	100



Obrázek 40: Ukázka pozemku se zahradou k určení poměru ZP: TP: KP, Ortofoto ČR (ČÚZK, 2017)

4. Výpočet průměrného CN

Nástrojem *Polygon to raster* byly polygony převedeny na pixely s velikostí 1 x 1 metr a hodnotou CN. Nástrojem *Zonal statistics* byl vypočten průměr – na celém povodí nádrže Vrchlice i na dílčích povodích, ve všech zpracovaných obdobích. Hodnoty pak byly přepsány to tabulky a byla vytvořena mapa s průměrnými CN dílčích povodí IV. řádu v roce 1983 a 2019.

7.3 Vyhodnocení CN

V tabulce 8 vidíme průměrné CN pro celé povodí nádrže Vrchlice. To se výrazně nezměnilo, ale změna o jednotku viditelná je. Za změnou stojí drobné změny ve využití území, jako je zvětšení zastavěné plochy a zahrad, ale i lesů a travních porostů.

Tabulka 8: Vývoj průměrných CN v povodí nádrže Vrchlice

Rok	Průměrné CN
2019	69,35
1983	70,35

V tabulce 9 vidíme vývoj průměrných CN ve vybraném povodí IV. řádu. Hodnoty kolísají okolo 74. Dokazuje to, že k radikálním změnám nedošlo. Zároveň jsou vidět vlivy, že nejnižší CN je v roce 1938, kdy v území bylo velké zastoupení travního porostu a naopak nejvyšší v roce 1983, kdy orná půda zaujímala největší rozlohu.

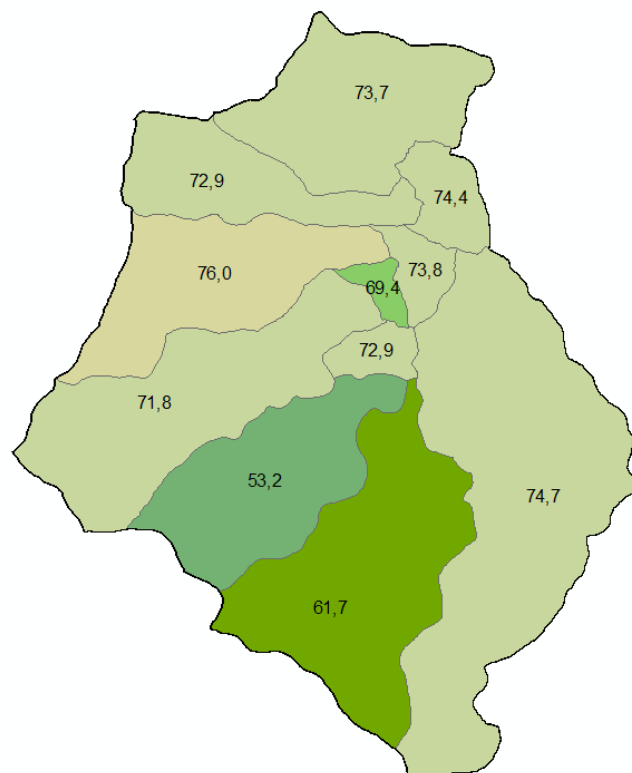
Tabulka 9: Vývoj průměrných CN v povodí IV. řádu

Rok	Průměrné CN
2019	74,7
1983	75,3
1938	73,4
1836 - 1852	74,3

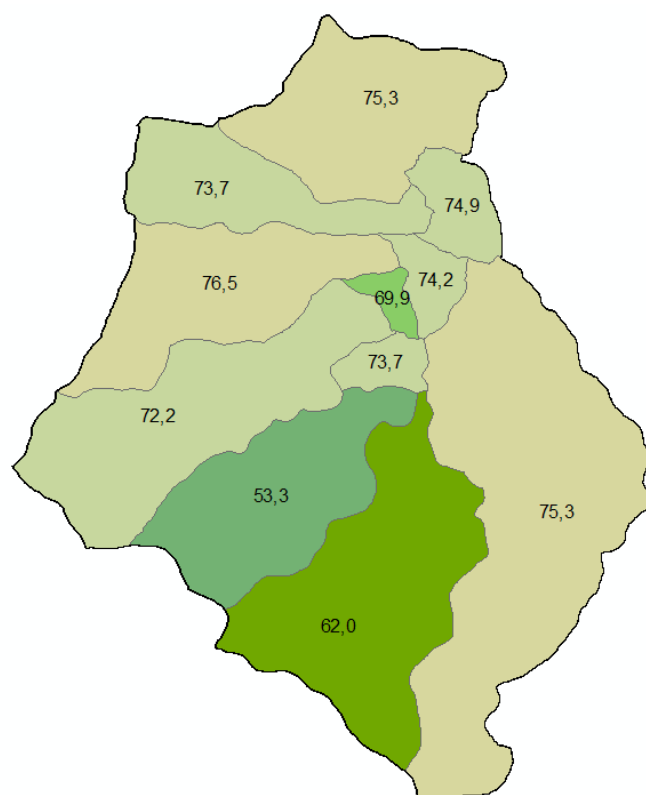
V tabulce 10 jsou vyneseny hodnoty průměrných CN pro dílčí povodí IV. řádu v roce 1983 a 2019. Nejnižší hodnota CN je v povodí 1-04-01-022, které je tvořeno z největší části lesy. Nejvyšší CN jsou v povodích 1-04-01-026, 1-04-01-028, 1-04-01-029 a 1-04-01-031, v prvních dvou případech se jedná o zemědělsky využívané a zastavěné území, v druhém případě hodnotu zvyšuje velká vodní plocha nádrže Vrchlice. Obecně jsou hodnoty CN v současnosti nižší oproti roku 1983. Hodnoty jsou zobrazeny také v obrázku 41 a 42.

Tabulka 10: Vývoj průměrných CN v povodích IV. řádu mezi roky 1983 a 2019

Povodí	1983	2019
1-04-01-021	62,0	61,7
1-04-01-022	53,3	53,2
1-04-01-023	73,7	72,9
1-04-01-024	72,2	71,8
1-04-01-025	69,9	69,4
1-04-01-026	76,5	76,0
1-04-01-027	74,2	73,8
1-04-01-028	75,3	74,7
1-04-01-029	74,9	74,4
1-04-01-030	73,7	72,9
1-04-01-031	75,3	73,7



Obrázek 41: Průměrné CN v roce 2019 v dílčích povodích IV. řádu (DIBAVOD, 2007, vlastní zpracování)

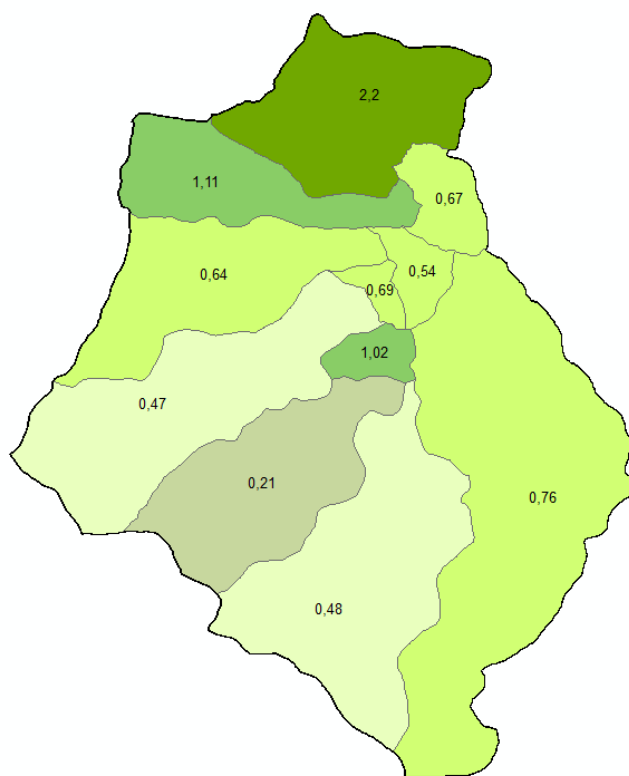


Obrázek 42: Průměrné CN v roce 1983 v dílčích povodích IV. řádu (DIBAVOD, 2007, vlastní zpracování)

V obrázku 43 je zobrazen procentuální pokles hodnot CN od roku 1983 do současnosti. Změny se pohybovaly nejčastěji mezi 0,5 až 1 %. K největší změně došlo v povodí 1-04-01-031, o 2,2 %. Nejmenší změna je zaznamenána v povodí 1-04-01-022, které je z největší části pokryto lesem. Tyto změny jsou vypsány v tabulce 11.

Tabulka 11: Procentuální pokles průměrných CN v povodích IV. řádu od roku 1983 do současnosti

Povodí	%
1-04-01-021	0,48
1-04-01-022	0,21
1-04-01-023	1,02
1-04-01-024	0,47
1-04-01-025	0,69
1-04-01-026	0,64
1-04-01-027	0,54
1-04-01-028	0,76
1-04-01-029	0,67
1-04-01-030	1,11
1-04-01-031	2,20



Obrázek 43: Procentuální pokles průměrných CN v dílčích povodích IV. řádu (DIBAVOD, 2007, vlastní zpracování)

8 Diskuze

V současném stavu je určování kategorií přesné díky vstupujícím podkladům. V dalších mapových dílech už se tyto přesnosti začínají lišit, a tak je určování kategorií přizpůsobeno možnostem těchto podkladů. Proto pak porovnávání přesného zastoupení kategorií může vznést otázku, jestli je vůbec možné. Avšak důležité je, že velké změny by byly zachyceny, a stejně tak je i zachycen přibližný trend vývoje.

Určení hodnot CN by se pro jednotlivé polygony mohlo udělat přesněji, zohlednila by se například hustota porostu, nebo poměr ZP, TP a KP v zahradách. Ale vzhledem k tomu, že ne všechny mapové podklady tyto informace poskytují, by nebylo smysluplné přesnější určování zavádět.

Ačkoliv je v práci popsána celá teorie výpočtu přímého odtoku dle metodiky Janečka (2012), práce končí výpočtem průměrných hodnot CN pro celé a dílčí povodí. V navazující práci bude možné určit návrhový úhrn a objem přímého odtoku dopočítat.

Před objednáním historických podkladů od poskytovatele LMS bylo možné si listy prohlédnout, i na základě toho byly zvoleny roky, které se objednaly. Avšak to, jak se s materiály opravdu pracuje, se zjistí až v průběhu práce. Nyní na základě zkušeností vím, že s LMS se celkově pracuje dobře. Výhodou je, že fotografie se na rozdíl od zakreslených podkladů neliší v tom, co zobrazují, i když různá období mají různou kvalitu. Navrhovala bych zpracování období 50. let 20. století, kde budou také viditelné zajímavé změny a doplní to delší interval mezi roky 1938 a 1983.

Dále by bylo vhodné rozšířit sledované území v roce 1938 a 1836 – 1852 na více dílčích povodí, aby byl zachycen delší a možná významnější vývoj hodnot CN.

Sledované povodí nádrže Vrchlice je v zemědělsky využívané nížinné oblasti. Zpracování map land-use dokazuje, že takto byla oblast využívána již v 19. století, a doplňují to prameny s dějepisnými událostmi. V době konce první republiky byla obhospodařovaná pole členěná na malé díly a mnoho částí bylo zatravněno. Po nástupu komunistického režimu se přístup k hospodaření změnil a z malých různorodých polí se staly velké celky. K jiným než strukturálním změnám už v rámci zemědělství příliš nedocházelo, ale stavěly se nové vodní nádrže a mezi nimi i Vrchlice, která je závislá na povrchové vodě z povodí. Od té doby se vrací přívětivější přístup, kdy se velké celky dělí na menší díly, zatravněje se, ale také vzniká nová zástavba.

Tyto strukturální změny dle mého úsudku nemusí příliš ovlivnit výsledné průměrné hodnoty CN, lokálně ale jistě mají svůj vliv. Výsledkem tedy je, že v povodí nedošlo k velkoplošným změnám, jako spíše k drobným změnám, které ale mohou mít tendenci pokračovat a dále využít území a hodnoty CN ovlivňovat.

9 Závěr

Na začátku práce byla představena základní charakteristika povodí nádrže Vrchlice. Všechny zmíněné přírodní poměry mohou mít zásadní vliv na podobu využití území, které se v čase vyvíjí, ale zároveň jej i limitují. Tyto charakteristiky naznačily, že se jedná o zemědělsky využívanou oblast. To dosvědčují také kapitoly o historii kutnohorské oblasti, které jsou doplněné o poznatky ohledně vývoje zemědělství v Čechách. Oblast se nakonec proslavila kromě středověké těžby stříbra i úspěšnou stavbou klenbové přehrady.

Práce sledovala vývoj využití území. K vytvoření map land-use bylo nejprve nutné uvést kategorie, které se sledují, a poté historické mapové podklady, které by bylo možné použít pro určení využití území v různých časových obdobích.

Některé z těchto podkladů pak byly využity v praktické části práce. Jednalo se Letecké měřické snímky a II. vojenské mapování. Ty poskytly pohled do historie na celém povodí, případně na povodí IV. řádu, a potvrdily tak informace, které jsou uvedené v kapitole popisující dějiny a vývoj zemědělství. Aby bylo možné tyto mapy vytvořit a porovnat se současným stavem, byla vytvořena mapa land-use pro rok 2019 a od té se odvozovaly ty historické. Postup tvorby map v prostředí GIS je v práci popsán.

Zastoupení kategorií v časových obdobích bylo mezi sebou porovnáno, avšak podklady poskytují informace v rozdílné kvalitě, a tak bylo nutné zavést opatření, jak se s rozdíly vypořádat. Bylo zjištěno, že během posledních téměř 200 let nedošlo na zkoumané části území k radikální změně, jako spíše s k mnoha drobným, provázaným změnám.

Na závěr byly mapy land-use použity pro výpočet průměrných hodnot čísel odtokových křivek. Ty bude možné dále použít pro výpočet objemu přímého odtoku. Byl zachycen vývoj těchto hodnot ve sledovaných obdobích v celém povodí, i v povodích IV. řádu.

Moderní technologie v kombinaci s historickými podklady nám poskytují poměrně jasný pohled na to, jak krajina vypadala dříve. To vše jde ruku v ruce s událostmi, které se na tomto území odehrávaly. Ačkoliv se způsob využívání území stále vyvíjí, je zřejmé, že krajina hraje ve společnosti nezbytnou složku a je proto třeba se k ní chovat s úctou a pohled do minulosti může být cenným zdrojem informací o tom, jak ke krajině přistupovat.

Použitá literatura

Literatura a internetové zdroje:

Aplikace. *Gisat* [online]. 2019 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://www.gisat.cz/content/cz/aplikace>

BÁČOVÁ, Markéta. *Monitoring projevů vodní eroze na zemědělských půdách* [online]. Praha, 2018 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/78527/F1-D-2018-Bacova-Marketa-2018_Bacova_disertacni_prace.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BERANOVÁ, Magdalena a Antonín KUBAČÁK. *Dějiny zemědělství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Libri, 2010. ISBN 978-80-7277-113-4.

BIČÍK, Ivan a Vít JANČÁK. *Transformační procesy v českém zemědělství po roce 1990* [online]. Praha: Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, 2005 [cit. 2019-5-3]. ISBN 80-86561-19-4. Dostupné z: https://web.natur.cuni.cz/~ksgrsek/jancak/download/zemedelstvi_ceska.pdf

BIČÍK, Ivan a Leoš JELEČEK. Land use and landscape changes in Czechia during the period of transformation 1990-2007. *Geografie – Sborník ČGS*. Praha: Česká geografická společnost, 2009, **114**(4). ISSN 1213-1075.

BIČÍK, Ivan a KOLEKTIV. *Vývoj využití ploch v Česku* [online]. 1. Praha: Česká geografická společnost, 2010. ISBN 978-80-904521-3-8.

BÍLEK, Jaroslav. *Kutnohorsko - Vlastivědný sborník: Sedm let horního zákoníku Václava II.* [online]. 1. Kutná Hora: Vydavatelství a nakladatelství Martin Bartoš - Kuttna, 1999 [cit. 2019-4-28]. ISBN 80-902719-2-8. ISSN 212-6098. Dostupné z: https://www.cms-kh.cz/sites/default/files/books/kutnohorsko-vlastivedny_sbornik_01-99.pdf#page=3&zoom=120,528,157

Císařské povinné otisky stabilního katastru 1:2 880 - Čechy. *ČÚZK* [online]. 2010a [cit. 2019-4-18]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(axoaqw2wsev4xckmie2ru5v\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=dSady_archiv&metadataID=CZ-CUZK-COC-R&menu=2901](https://geoportal.cuzk.cz/(S(axoaqw2wsev4xckmie2ru5v))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=dSady_archiv&metadataID=CZ-CUZK-COC-R&menu=2901)

EKatalog BPEJ. *VÚMOP* [online]. 2019 [cit. 2019-4-20]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>

HAVLÍČEK, Marek, Hana SKOKANOVÁ, Václav DAVID, Renata PAVELKOVÁ, Aleš LÉTAL, Jindřich FRAJER, Patrik NETOPIL a Bořivoj ŠARAPATKA. Možnosti využití starých topografických map z let 1763–1768 pro hodnocení vývoje vodních ploch a potenciál jejich obnovy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* [online]. 2019, 12/02/2019, **61**(1) [cit. 2019-3-23]. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2019/02/moznosti->

vyuziti-starych-topografickych-map-z-let-1763-1768-pro-hodnoceni-vyvoje-vodnich-ploch-a-potencial-jejich-obnovy/

CHLUM, Antonín a KOLEKTIV. *Vodní dílo Vrchlice*. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1977.

JANEČEK, Miloslav a KOLEKTIV. *Ochrana zemědělské půdy před erozí* [online]. 1. Praha: Powerprint, 2012 [cit. 2019-5-1]. ISBN 978-80-87415-42-9. Dostupné z: http://r.fzp.czu.cz/vyzkum/metodiky/Methodika_Ochrana_zemedelske_pudy_pred_erozi.pdf

Klima České republiky. *In-pocasi.cz* [online]. 2019 [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/klima.php>

Kontaminace. *CENIA* [online]. 2010b [cit. 2019-5-1]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>

Letecké měřické snímky – úvod. *ČÚZK* [online]. 2010b [cit. 2019-3-28]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(hbfay5oqqceekubvhikepsyq\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=lms&side=lms&head_tab=sekce-02-gp&menu=40](https://geoportal.cuzk.cz/(S(hbfay5oqqceekubvhikepsyq))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=lms&side=lms&head_tab=sekce-02-gp&menu=40)

Letecký mapový podklad. *Seznam.cz* [online]. 1996 [cit. 2019-4-4]. Dostupné z: <https://napoveda.seznam.cz/cz/letecky-mapovy-podklad/>

MATOUŠEK, Václav. *Čechy krásné, Čechy mé: proměny krajiny Čech v době industriální*. Praha: Krigl, 2010. ISBN 978-80-86912-36-3.

Monitorování území. *CENIA: Geo / Copernicus v ČR* [online]. 2016 [cit. 2019-4-4]. Dostupné z: <http://copernicus.gov.cz/uzemi>

NOVÁK, Pavel. *Kutnohorsko - Vlastivědný sborník: Vývoj sktruktury pozemkové držby a zemědělské "velkovýroby" na okrese Kutná Hora* [online]. 2. Kutná Hora: Vydavatelství a nakladatelství Martin Bartoš - Kuttna, 1999 [cit. 2019-4-28]. ISBN 80-902719-3-6. ISSN 1212-6098. Dostupné z: https://www.cms-kh.cz/sites/default/files/books/kutnohorsko-vlastivedny_sbornik_02-99.pdf#page=3&zoom=120,528,157

Optimalizace využívání zemědělské půdy z pohledu podpory infiltrace a retence vody s dopady na predikci sucha a povodní v podmínkách České republiky. *Ministerstvo zemědělství*. 2018. QJ1520026. Dostupné z: <https://www.vumop.cz>

Ortofoto České republiky - úvod. *ČÚZK* [online]. 2010c [cit. 2019-3-28]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(hbfay5oqqceekubvhikepsyq\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto&menu=23](https://geoportal.cuzk.cz/(S(hbfay5oqqceekubvhikepsyq))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto&menu=23)

REDERER, Luděk a Petr FERBAR. *Vodárenská nádrž Vrchlice*. In: *Vodárenské zdroje severovýchodních Čech* [online]. Hradec Králové: Povodí Labe, 2017 [cit. 2019-3-28]. Dostupné z: http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/publikace/2017_Vodarenske_zdroje.pdf

Sbírka zákonů a Sbírka mezinárodních smluv. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. 2019 [cit. 2019-5-1]. Dostupné z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>

Speciální mapy III. vojenského mapování. *CENIA* [online]. 2010a [cit. 2019-5-1]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>

ŠTROBLOVÁ, Helena. *Dějiny Českých měst: Kutná Hora*. Praha: Nakladatelství Lidové Noviny, 2000. ISBN 80-7106-186-7.

Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. *VÚGTK* [online]. 2005 [cit. 2019-4-2]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>

VACHUDA, Jan. *Analýza změn zemědělského landuse v ČR a v modelovém regionu (katastrální území)* [online]. Brno, 2017 [cit. 2019-5-1]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/yphbi/Dis_prace_Jan_Vachuda_finale.pdf. Disertační práce. Masarykova univerzita.

VALENTOVÁ, Jarmila a Radka ŠUMBEROVÁ. *Kutnohorsko - vlastivědný sborník: Pravěk Kutné Hory ve světle nových archeologických výzkumů* [online]. 1. Kutná Hora: Vydavatelství a nakladatelství Martin Bartoš - Kuttna, 1999 [cit. 2019-4-28]. ISBN 80-902719-2-8. ISSN 1212-6098. Dostupné z: https://www.cms-kh.cz/sites/default/files/books/kutnohorsko-vlastivedny_sbornik_01-99.pdf#page=3&zoom=120,528,157

VICHROVÁ, Martina. *Katalog objektů stabilního katastru* [online]. Plzeň, 2005a [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: https://mapy.plzen.eu/Files/gis/aplikace_mapy/Katalog_objektu_SK1.pdf

VICHROVÁ, Martina. *Katalog objektů II. vojenského mapování (Františkova)* [online]. Plzeň, 2005b [cit. 2019-4-20]. Dostupné z: http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/vichrova_dp.pdf

Vliv variability krátkodobých srážek a následného odtoku v malých povodích České republiky na hospodaření s vodou v krajině. *Rain @ FSv ČVUT v Praze* [online]. 2019 [cit. 2019-5-18]. Dostupné z: <http://rain.fsv.cvut.cz/>

Využívání krajiny (land use), vývoj, určující faktory a důsledky. *Centrum pro krajinu* [online]. 2007 [cit. 2019-5-1]. Dostupné z: http://www.centrumprokrajinu.cz/vyzkum_vyuzivani_krajiny_cz.html

ZABAGED® - polohopis - úvod. *ČÚZK* [online]. 2010d [cit. 2019-3-28]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(zabxmbmrtbttoftxycaqps\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&txt=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24\)\)](https://geoportal.cuzk.cz/(S(zabxmbmrtbttoftxycaqps))/default.aspx?mode=TextMeta&txt=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24)))

Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství § 3a. *Ministerstvo zemědělství: EAgri.cz* [online]. 2009 [cit. 2019-3-28]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100047871.html>

I. vojenské mapování – josefské. *Oldmaps Geolab* [online]. 2001a [cit. 2019-3-18]. Dostupné z: http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?lang=cs&map_root=1vm

II. vojenské mapování - Františkovo. *Oldmaps Geolab* [online]. 2001b [cit. 2019-3-18]. Dostupné z: http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?lang=cs&map_root=2vm

Databáze a mapové podklady:

ARCDATA PRAHA. *ArcČR 500 verze 3.3* [online databáze]. 2016. [cit. 2019-1-26]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

CENIA. *II. vojenské mapování* [mapa]. 2010c. [cit. 2019-4-4]. ArcGIS Server on geoportal.gov.cz. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>

CENIA. *III. vojenské mapování* [mapa]. 2010d. [cit. 2019-4-4]. ArcGIS Server on geoportal.gov.cz. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>

CENIA. *CORINE Land Cover 2018*. [online databáze]. 2018. [cit. 2019-4-4]. ArcGIS Server on geoportal.gov.cz. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/wms/>

ČÚZK. *Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) - polohopis* [online databáze]. 2010e. [cit. 2019-1-26]. Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

ČÚZK. *Ortofoto České republiky* [mapa]. 2017 [cit. 2019-2-1]. Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, www.cuzk.cz

DIBAVOD. *A07 – hydrologické členění – povodí IV. řádu* [online databáze]. © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., odbor ochrany vod a informatiky, odd. GIS. 2007 [cit. 2019-2-1]. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/index.php?id=27>

FSv ČVÚT v Praze. *Rain WebApp* [online databáze]. 2019. [cit. 2019-5-18]. Dostupné z: <https://rain1.fsv.cvut.cz/?PROJECT=rain%2Fwebapp>

Ministerstvo zemědělství. *LPIS (Registr půdy)* [online databáze]. 2009. [cit. 2019-1-26]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

Seznam.cz. *Mapy.cz* [mapa]. 2019. [cit. 2019-4-4]. Dostupné z: www.mapy.cz

Software:

ARCDATA PRAHA. *ArcMap 10.6* [software]. 2016. [přístup 2019-01-03]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/desktopovy-gis/arcmap>

Microsoft. *Microsoft Excel 2010* [software]. 2010. [přístup 2019-01-03]. Dostupné z: <https://products.office.com/cs-cz/excel>