

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv využití území na retenční kapacitu krajiny v povodí VN Vrchlice

The effect of land-use on retention capacity of Vrchlice reservoir catchment

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Tomáš Dostál

2020

Radka Anýžová

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Anýžová	Jméno: Radka	Osobní číslo: 468509
Zadávající katedra: K143		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vliv využití území na retenční kapacitu krajiny v povodí VN Vrchlice
Název bakalářské práce anglicky: The effect of land-use on retention capacity of Vrchlice reservoir catchment
Pokyny pro vypracování: Vytvořte mapy využití území zájmového území pro několik časových horizontů od roku cca 1800 po současnost a diskutujte zachycené změny. Posuďte významnost těchto změn pro srážko-odtokové poměry v čase a prostoru. Pro zpracování využijte veřejně dostupné mapové podklady historické i současné. Řešení proveďte v prostředí ArcGIS. Pokuste se dokumentovat i změny ve způsobu hospodaření na zemědělské (orné) půdě, rovněž s ohledem na potenciální ovlivnění retenční kapacity území. Vycházejte z bakalářské práce Bc.J.Winterové (2019) na podobné téma, která řešila vytvoření mapy využití území po stránce metodické.
Seznam doporučené literatury: Janeček M. a kol.; Ochrana zemědělské půdy před erozí; ISV Praha, 2002 Janeček M. a kol.; Metodika ochrany zemědělské půdy před erozí; ČZU Praha, 2012 Vítek J. a kol.; Hospodaření s dešťovou vodou v ČR; Koniklec Praha, 2015
Jméno vedoucího bakalářské práce: Tomáš Dostál, doc.Ing.Dr.
Datum zadání bakalářské práce: 25.2.2020      Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>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“.</i>
---

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „*Vliv využití území na retenční kapacitu krajiny v povodí VN Vrchlice*“ zpracovala samostatně za použití v práci uvedené literatury a pramenů.

V Praze dne 24. 5.2020

Radka Anýžová .....

## **Poděkování**

Mé poděkování patří vedoucímu práce doc. Dr. Ing. Tomáši Dostálovi za odborné konzultace a podporu při psaní této práce. Dále také Ing. Miroslavu Bauerovi, Ph.D. za cenné rady ohledně práce s programem ArcMap 10.7 a Julii Winterové za ochotu a pomoc při poskytnutí podkladů.



## Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o vlivu vývoje využití území na retenční kapacitu v oblasti vodní nádrže Vrchlice. Retenční kapacita území byla posuzována v období od poloviny 19. století až do současnosti. Touto prací navazuji na Julii Winterovou, která ve své práci „*Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek*“ vypracovala mapy využití území a posouzení odtokových poměrů v povodí pro roky 1983 a 2019. Jedno povodí IV. řádu zpracovala i v letech 1852 a 1938.

Pro studium retenční kapacity byla využita jednoduchá a stabilní metoda odtokových křivek CN. Jako vstupní poklady pro výpočet čísel odtokových křivek sloužily mapy využití území. V podkladech mé práce byly zahrnuty mapy vytvořené J. Winterovou, které jsem doplnila o roky 1852 a 1954 pro celé povodí VN Vrchlice. Podkladové mapy a metodika tvorby mapy land-use jsou blíže popsány, včetně práce mé předchůdkyně. Přiblížen je i postup při výpočtu čísel odtokových křivek a následně objemů odtoku z povodí.

Vývoj využití území i objemů odtoků byl podrobně zhodnocen pro celé povodí VN Vrchlice i 11 povodí IV. řádu, ze kterých se celé povodí VN Vrchlice skládá. Na závěr jsem se věnovala také porovnání vývoje retenční kapacity v jednotlivých povodích na 1 km<sup>2</sup>. Z výsledků vyplívá, že se v povodí neodehrály radikální změny využití území. Retenční kapacita rovněž nezaznamenala výraznou změnu.

## Klíčová slova

Land-use, srážko-odtokové poměry, Vodní nádrž Vrchlice

## **Abstract**

This bachelor thesis is discussing the effects of land-use changes on the retention capacity of Vrchlice reservoir catchment. Retention capacity was evaluated since the middle of the 19th century until the present. This thesis is subsequent to work done by Julie Winterová: *“Assessment of changes in land use in the catchment area of the Vrchlice Reservoir and their impact on retention of precipitation”*, in which she assessed and compared the land use and retention capacity changes for years 1983 and 2019 for the whole catchment area and added years 1852 and 1938 for one 4<sup>th</sup> grade catchment area.

A simple and stable method of runoff curves CN was used to calculate retention capacity. Input data coming into the calculation of runoff curves numbers were land use maps. Part of the documentation I received for the thesis, were maps of land use created by Julie Winterová, as described previously. I added maps of land use for years 1852 and 1954 for the whole catchment area. The underlying maps and methodology of my work are described, including the work of my predecessor for making a complete piece. I also included the description of the calculation of the runoff curves numbers and outflow volumes from the catchment area.

The development of land use and retention capacity was evaluated in detail for all 11 4<sup>th</sup> grade catchment areas of which the monitored area consists of. Finally, I compared the development of retention capacity of each 4<sup>th</sup> grade catchment area, demonstrated by outflow volumes per 1 kilometer squared. In conclusion, the catchment area of the Vrchlice reservoir did not record any radical changes in land use neither retention capacity.

## **Keywords**

Land-use, rainfall-runoff conditions, Vrchlice Reservoir

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Charakteristika území .....</b>	<b>12</b>
2.1	Geomorfologie .....	12
2.2	Geologie a pedologie.....	13
2.3	Klimatické a hydrologické podmínky .....	14
<b>3</b>	<b>Historický vývoj území .....</b>	<b>15</b>
3.1	První osídlení Kutnohorska.....	15
3.2	Rozvoj oblasti ve středověku.....	15
3.3	Vývoj v 18. a 19. století.....	16
3.4	Vývoj ve 20. století .....	16
3.5	Vodní nádrž Vrchlice .....	17
3.5.1	Popis hráze.....	17
3.5.2	Vodohospodářské využití .....	18
<b>4</b>	<b>Mapy land-use.....</b>	<b>19</b>
4.1	Kategorie land-use .....	19
4.2	Podklady pro tvorbu map land-use .....	20
4.2.1	I. vojenské mapování – Josefské .....	20
4.2.2	II. vojenské mapování – Františkovo.....	21
4.2.3	Letecké měřické snímky (LMS).....	23
4.2.4	Podklady pro tvorbu současné mapy land-use .....	24
4.3	Tvorba map land-use .....	26
4.3.1	Tvorba mapy z roku 1852 - II. vojenské mapování.....	26
4.3.2	Tvorba mapy z roku 1954 – Letecké měřické snímky .....	26
4.3.3	Tvorba map z let 1938 a 1983 - Letecké měřické snímky.....	27
4.3.4	Tvorba mapy z roku 2019 – LPIS a ZABAGED .....	27
4.3.5	Stanovení zastoupení kategorií využití půdy.....	27
<b>5</b>	<b>Srážkoodtokové poměry v povodí – metoda CN.....</b>	<b>28</b>
5.1	Teorie metody CN.....	28
5.1.1	Objem přímého odtoku.....	28
5.1.2	Určení čísla CN.....	29
5.1.3	Určení návrhové srážky.....	29
5.2	Praktické určení čísla CN .....	30
5.2.1	Podklady .....	30
5.2.2	Postup .....	30
5.3	Výpočet objemu přímého odtoku .....	31
<b>6</b>	<b>Zhodnocení vývoje využití území v povodí VN Vrchlice .....</b>	<b>32</b>
6.1	Vývoj využití území v celém povodí.....	32
6.1.1	Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí .....	37
6.2	Vývoj využití území v povodích IV. řádu.....	38

6.2.1	Povodí 1-04-01-021.....	39
6.2.2	Povodí 1-04-01-022.....	42
6.2.3	Povodí 1-04-01-023.....	44
6.2.4	Povodí 1-04-01-024.....	46
6.2.5	Povodí 1-04-01-025.....	49
6.2.6	Povodí 1-04-01-026.....	51
6.2.7	Povodí 1-04-01-027.....	53
6.2.8	Povodí 1-04-01-028.....	55
6.2.9	Povodí 1-04-01-029.....	58
6.2.10	Povodí 1-04-01-030.....	60
6.2.11	Povodí 1-04-01-031.....	62
6.3	Závěr zhodnocení jednotlivých povodí.....	64
6.4	Retenční kapacita povodí při návrhových srážkách.....	66
<b>7</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>70</b>
<b>8</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>71</b>
<b>9</b>	<b>Použitá literatura.....</b>	<b>72</b>
<b>10</b>	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>76</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Nadmořská výška povodí VN Vrchlice (data z: Gisat.cz, vlastní zpracování).....	13
Obrázek 2 - Hydrologie povodí (DIBAVOD, vlastní zpracování) .....	14
Obrázek 3 - Přehrada vodní nádrže Vrchlice (ctidoma.cz, 2020) .....	18
Obrázek 4 - I. vojenské mapování: oblast Nepoměřic a Miletic (Oldmaps.cz, 2020).....	21
Obrázek 5 - II. vojenské mapování: Štipoklasy, Černíny a Zdeslavice (Oldmaps.cz, 2020).....	22
Obrázek 6 - Letecké měřické snímky: rok 1954 (LMS ČÚZK, 2020) .....	23
Obrázek 7 - Veřejný registr půdy LPIS (eargi.cz, 2020) .....	24
Obrázek 8 - Databáze ZABAGED (geoportal.cuzk.cz, 2020) .....	25
Obrázek 9 - Grafické rozhraní webové aplikace Rain (Fsv ČVUT v Praze).....	29
Obrázek 10 - Využití půdy v roce 1983 (LMS ČÚZK, 2020) .....	33
Obrázek 11 - Využití půdy v roce 2019 (ČÚZK, 2019) .....	33
Obrázek 12 - Cesty v roce 1954 (LMS ČÚZK, 2020) .....	34
Obrázek 13 - Vývoj využití území v celém povodí .....	35
Obrázek 14 - Využití krajiny v roce 1983 (LMS ČÚZK,2020) .....	36
Obrázek 15 - Využití krajiny v roce 2019 (ČÚZK, 2019) .....	36
Obrázek 16 - Vyznačení čísel povodí .....	38
Obrázek 17 - Chatová osada západně od obce Černíny v roce 1954 (LMS ČÚZK, 2020) .....	39
Obrázek 18 - Chatová osada západně od obce Černíny v roce 2019 (ČÚZK, 2020) .....	39
Obrázek 19 - Graf využití území v povodí 1-04-01-021 .....	40
Obrázek 20 - Graf využití území v povodí 1-04-01-022 .....	43
Obrázek 21 - Ukázka travní meze v roce 2019 (ČÚZK, 2019).....	45
Obrázek 22 - Graf využití území v povodí 1-04-01-023 .....	45
Obrázek 23 - Rozložení travního porostu v roce 1852 (CENIA, 2020) .....	47
Obrázek 24 - Rozložení travního porostu v roce 1954 (LMS ČÚZK, 2020).....	47
Obrázek 25 - Graf využití území v povodí 1-04-01-024 .....	48
Obrázek 26 - Graf využití území v povodí 1-04-01-025 .....	50
Obrázek 27 - Panský rybník jižně od obce Nepoměřice (ČÚZK, 2019).....	52
Obrázek 28 - Graf využití území v povodí 1-04-01-026 .....	52
Obrázek 29 - Graf využití území v povodí 1-04-01-027 .....	54
Obrázek 30 - Graf využití území v povodí 1-04-01-028 .....	56
Obrázek 31 - Obec Opatovice I a její okolí v roce 2019 (ČÚZK, 2019) .....	57
Obrázek 32 - Obec Opatovice I a její okolí v roce 1954 (ČÚZK, 2020) .....	57
Obrázek 33 - Graf využití území v povodí 1-04-01-029 .....	59
Obrázek 34 - Graf využití území v povodí 1-04-01-030 .....	61
Obrázek 35 - Graf využití území v povodí 1-04-01-031 .....	63
Obrázek 36 - Potenciální retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km <sup>2</sup> .....	67
Obrázek 37 - Retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km <sup>2</sup> pro 2letou návrhovou srážku .....	67
Obrázek 38 - Retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km <sup>2</sup> pro 5letou návrhovou srážku .....	68
Obrázek 39 - Retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km <sup>2</sup> pro 10letou návrhovou srážku....	69

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Hodnoty čísel CN dle HSP a land-use na základě metodiky Janečka (2012).....	30
Tabulka 2 - Hodnoty návrhových srážek dle webové aplikace Rain ( Fsv ČVUT v Praze, 2020). 31	31
Tabulka 3 - Zastoupení kategorií land-use v celém povodí .....	32
Tabulka 4 - Hodnoty CN a objemu odtoku z celého povodí .....	37
Tabulka 5 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-021 .....	40
Tabulka 6 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-021 .....	41
Tabulka 7 - Hodnota CN a objemy odtoků pro různé stavy povodí 1-04-01-021 .....	41
Tabulka 8 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-022 .....	42

Tabulka 9 - Hodnota návrhových srážek pro povodí 1-04-01-022 .....	43
Tabulka 10 - Hodnota retence počáteční ztráty $I_a$ .....	44
Tabulka 11 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-022 .....	44
Tabulka 12 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-023.....	44
Tabulka 13 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-023 .....	46
Tabulka 14 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-024.....	48
Tabulka 15 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-024 .....	49
Tabulka 16 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-025.....	49
Tabulka 17 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-025 .....	50
Tabulka 18 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-026.....	52
Tabulka 19 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-026 .....	53
Tabulka 20 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-027.....	54
Tabulka 21 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-027 .....	55
Tabulka 22 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-028.....	56
Tabulka 23 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-028 .....	58
Tabulka 24 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-029.....	59
Tabulka 25 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-029 .....	60
Tabulka 26 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-030.....	61
Tabulka 27 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-030 .....	62
Tabulka 28 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-031.....	63
Tabulka 29 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-031 .....	64
Tabulka 30 - Objem spadlé srážky na $\text{km}^2$ pro návrhové srážky .....	66

## Seznam rovnic

Rovnice 1 - Výpočet průměrného sklonu povodí .....	12
Rovnice 2 - Výpočet výšky přímého odtoku .....	28
Rovnice 3 - Výpočet potenciální retence .....	28
Rovnice 4 - Výpočet objemu odtoku z povodí.....	29

## Použité zkratky

OP	- orná půda
KP	- křovinatý porost
TP	- travní porost
LP	- lesní porost
ZP	- zpevněná plocha
Z	- zahrady
C	- cesty
VP	- vodní plocha
HSP	- hydrologická skupina půdy
CN	- Curve Number pro srážkoodtokový model
VGHMÚř	- Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce
LMS	- letecké měřické snímky

# 1 Úvod

Předmětem této bakalářské práce je posouzení vývoje využití území a jeho vliv na retenční kapacitu v povodí vodní nádrže Vrchlice. Povodí se nachází ve Středočeském kraji jižně od historického města Kutná Hora, jehož vývoj je úzce spjat s těžbou stříbra, která byla umožněna také díky řece Vrchlici, která město zásobovala vodou, poháněla mlýnská kola a čerpala vodu z hlubokých dolů.

Ke zkoumání tohoto problému vedlo snížení přítoků ze sledovaného povodí do uzávěrového profilu. Dle publikace Chluma „*Vodní dílo Vrchlice*“ (1977) byl dlouhodobý průměrný průtok mezi lety 1941 a 1963 v profilu u obce Malešov  $0,384 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dle dat ČHMI (2020) se průměrný průtok mezi lety 1981 a 2010 ve stejném profilu snížil na  $0,328 \text{ m}^3/\text{s}$ . Podle vyjádření podniku Povodí Labe s.p. bývá ale vodní nádrž v posledních letech na hranici svého projektovaného dvouletého vyrovnání a v letních měsících se přítok do VN blíží nule. Tato práce si tedy klade za cíl zjistit, zda existuje spojitost mezi vývojem využití území a srážko-odtokovým režimem v povodí. Pro vypočtení odtoku a retenční kapacity území bude využita metoda srážko-odtokových křivek – CN.

Tato práce navazuje na bakalářskou práci Julie Winterové „*Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek*“, zpracovanou v roce 2019. Julie se problematice věnovala především z hlediska metodického, tj. shrnutí možných podkladů pro mapování land-use a metodika samotné tvorby map. Pro celé sledované povodí vytvořila mapy z let 1983 a 2019 a pro jedno povodí IV. řádu doplnila roky 1852 a 1938 a změny využití území posoudila. Do své práce také zahrнула teorii výpočtu srážko-odtokového režimu a práci zakončila průměrnými hodnotami srážko-odtokových křivek CN sledovaných povodí.

Moje práce bude strukturována do 8 kapitol, kdy se po úvodní kapitole bude věnovat přírodním podmínkám v povodí, zahrnující mimo jiné geomorfologii nebo klimatické podmínky ve sledovaném povodí. V následující kapitole bude nastíněn historický vývoj oblasti včetně stručné historie zemědělství. Dále se budu věnovat metodice tvorby map land-use, které sloužily jako podklad pro studii srážko-odtokových poměrů. Budou popsány využité podklady, jednotlivé kategorie využití plochy a také postup pro vytvoření map. Pro úplnost budou zahrnuty podklady i postup J. Winterové pro tvorbu map z let 1983 a 2019.

Následující kapitola 5 se bude věnovat metodice přiřazení čísel srážko-odtokových křivek a výpočtu objemu odtoku z povodí. Budou zde zahrnuty podklady i postup.

Zhodnocení výsledků změny využití i vývoj čísel CN a objemů odtoků bude obsažen v kapitole 6.1 a 6.2. Ta je rozdělena na několik podkapitol, nejdříve se budu věnovat celému povodí a následně jednotlivým povodím IV. řádu, kterých se ve sledovaném území nachází 11.

V následujících kapitolách 6.3 a 6.4 shrnu nejzajímavější změny, které se ve sledovaném povodí odehrály a ukážu retenční kapacity jednotlivých povodí v porovnání na  $1 \text{ km}^2$ .

Práce bude zakončena diskuzí dosažených výsledků a závěrem shrnujícím náplň práce.

## 2 Charakteristika území

Pro přiblížení charakteru zkoumaného území bude v této kapitole představena geomorfologie, geologie, pedologie a klimatické podmínky, které v povodí panují.

Povodí vodní nádrže Vrchlice se nachází ve Středočeském kraji, jižně od města Kutná Hora. Skládá se z 11 povodí IV. řádu s celkovou rozlohou 97,65 km<sup>2</sup>. (Chlum a kol, 1977)

*„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 kilometru a vlévá se do řeky Klejnarky u obce Nové Dvory, Klejnarka je levostranným přítokem Labe.“* (Chlum a kol, 1977 in Winterová, 2019); Převzato z: (Winterová, 2019)

Vodní dílo Vrchlice patří do vodárenské soustavy severovýchodních Čech, konkrétně do skupinového vodovodu Čáslav – Kutná Hora – Kolín. Vedle již zmíněných měst zásobuje pitnou vodou také Zruč nad Sázavou, Uhlířské Janovice, město Sázava a dalších téměř šedesát obcí v této oblasti a je jediným zdrojem vody pro téměř 50 tisíc obyvatel. (Rederer a Ferbar, 2017)

### 2.1 Geomorfologie

Povodí vodní nádrže spadá do geomorfologické provincie Česká vysočina, která náleží k Hercynskému systému. Podrobněji je oblast zařazena do Středočeské pahorkatiny, která byla formována z původního plochého povrchu dlouhotrvající erozí se spolupůsobením křídového moře. (Velímský, 2009) Především na severu povodí tato kombinace vytvořila hluboké zářezy typické pro město Kutná Hora a tok Vrchlice. (Valentová a Šumberová, 1999)

Nadmořská výška povodí se pohybuje mezi 308 a 555 metry nad mořem, řadí se tedy mezi pahorkatiny. Pramen Vrchlice se nachází necelý kilometr západně od obce Štipoklasy v nadmořské výšce 485 metrů nad mořem. Nejvyšším bodem je hora Březina, která se nachází na rozvodnici s povodím Sázavy. Naopak nejnižší položeným místem je uzávěrový profil vodní nádrže. (Chlum a kol, 1977)

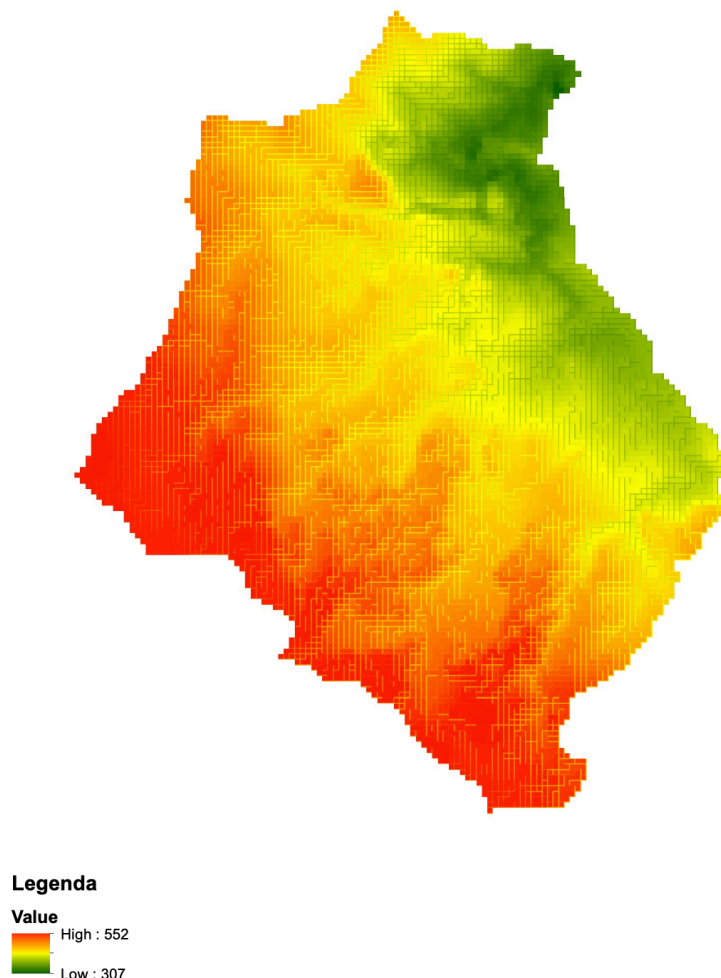
Sklonitost povodí se pohybuje v rozmezí 0 až 24 %, většina plochy spadá do kategorie 1 až 6 %. (Vypočteno v softwaru Arcmap nástrojem Slope na základě dat SRTM DEM Gisat)

Délka řeky Vrchlice od pramene po uzávěrový profil je 18,6 kilometrů s výškovým rozdílem 193 metrů, z čehož vyplývá průměrný sklon 1,03 %. (Vypočteno na základě dat z knihy Chlum a kol, 1977)

Rovnice 1 - Výpočet průměrného sklonu povodí

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





Obrázek 1 - Nadmořská výška povodí VN Vrchlice (data z: Gisat.cz, vlastní zpracování)

## 2.2 Geologie a pedologie

Severní a jižní okraje povodí leží na dvojslídém svoru s minerálním složením biotitu a muskovitu s objevujícími se granáty, staurolity a disteny. Svor je typický svou výraznou paralelní texturou a dobrou odlučností. Střed povodí je pokryt dvojslídým migmatitem až ortorulou. Minerální složení je velmi podobné dvojslídému svoru výskytem biotitu a muskovitu. (Šamalíková a kol, 2018)

Obě horniny se řadí mezi silně metamorfované, časově zařazené do éry proterozoika a paleozoika. (Česká geologická služba, 2020) Obsahují malé množství pórů a nejsou schopny uchovat mnoho podzemní vody.

Půdy vyskytující se na severu povodí v okolí nádrže jsou především modální hnědozemě a kambizemě s výskytem arenické pararendziny a modální luvizemě. Jižní část severní poloviny je pokryta modální luvizemí střídající se s luvickou hnědozemí. Na jižní polovině převažuje modální kambizem a modální pseudoglej. (Česká geologická služba, 2020)

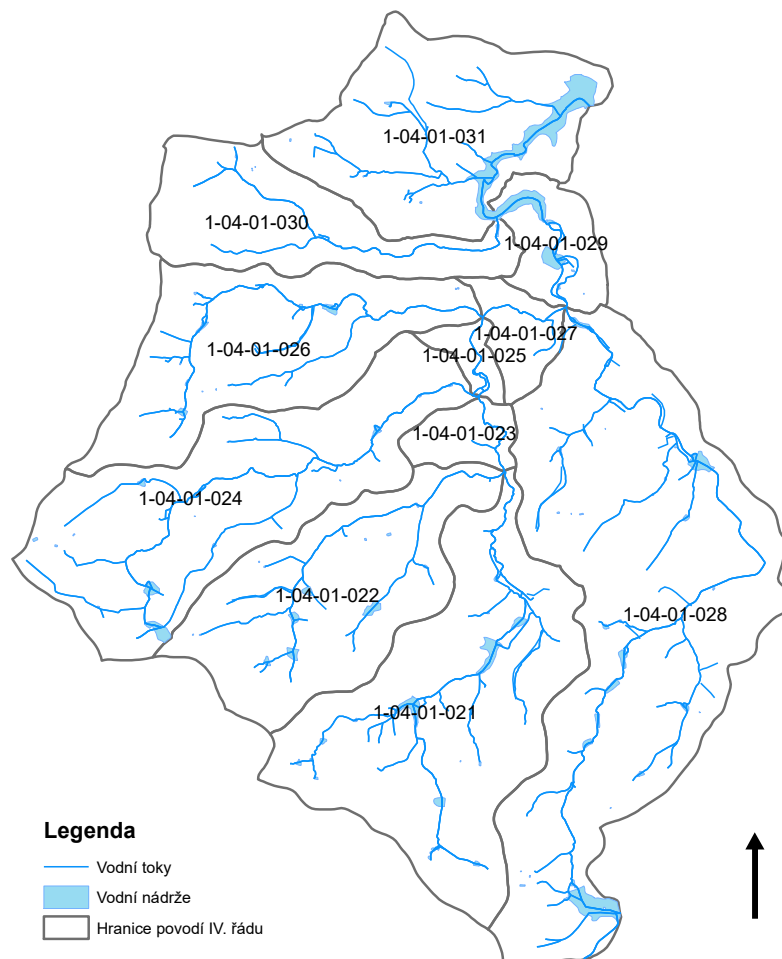
Textura půdy je především jílovohlinitá, navazující na hlinitopísčité půdy v Polabí. (Chlum a kol, 1977)

## 2.3 Klimatické a hydrologické podmínky

Povodí vodní nádrže se nachází v mírném vnitrozemském podnebí, patří do klimatického regionu 5. Je charakterizováno jako mírně teplé a mírně vlhké, s ročním kolísavým průměrem teplot od 7 °C do 8 °C. Průměrný roční úhrn srážek je 550 až 650 mm. (VÚMOP, 2020) Aktuální data srážek se neliší od údajů, uvedených v publikaci Vodní Dílo Vrchlice (Chlum a kol, 1977), z let 1901–1950, které se pohybovaly mezi 7 °C a 9 °C a průměr srážek byl určen jako 570 mm.

Jak už bylo řečeno v kapitole 2.1, řeka Vrchlice pramení necelý kilometr jihovýchodně od obce Štipoklasy a pokračuje na sever přes obce Černíny, Chlístovice a Malešov do nádrže. Většina přítoků je na horním toku, a to potoky Zdeslavský, Chlístovický, Vidlický a Košický z levé strany a nejdelší přítok, potok Opatovický, se vlévá zprava. (Kácovská, 2014)

Jižní část povodí se vyznačuje velkým množstvím malých rybníků a nádrží. Nacházejí se na toku Vrchlice, rybníky Vidlák, Svěcený a Hamerský, i na jejich přítocích. Na Opatovickém potoku byla vystavěna celá kaskáda počínaje největším rybníkem v povodí, Katlovem, a pokračující rybníky Pracný, Vackář, Nový Opatovický, Mlýnský, Katovna, Březovský a Prosík. Několik nádrží bylo postaveno i na Košickém a Chlístovickém potoku. (ČHMI, 2020)



Obrázek 2 - Hydrologie povodí (DIBAVOD, vlastní zpracování)

## 3 Historický vývoj území

Tato práce se věnuje historickému využití území, které úzce souvisí s politickým a hospodářským vývojem. V této kapitole bude přiblížena historie regionu (vč. vývoje zemědělství), která se odvíjela především okolo města Kutná Hora, které bylo v době své největší slávy jedno z nejvýznamnějších měst Evropy.

### 3.1 První osídlení Kutnohorska

První stálí obyvatelé přišli do oblasti v polovině 6. tisíciletí před naším letopočtem. Usadili se podél kvalitních povodňových půd podél řeky Vrchlice a v okolí města Kutné Hory na hnědozemích, které jsou pozůstatkem pravěkých listnatých lesů. Původně nedotčenou krajinu začali odlesňovat a využívat pro svou obživu. (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 in Winterová, 2019)*

*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 in Winterová, 2019“*  
Převzato z: (Winterová, 2019)

### 3.2 Rozvoj oblasti ve středověku

Rozvoj středověkého Kutnohorska je úzce spjat s těžbou stříbra. Jeho počátky můžeme zaznamenat v závěru 10. století, kdy Slavníkovci razili denáry ze stříbra nalezeného v povrchových žilách u obce Malín. (Pominchálková, 2016)

Stříbrná horečka koncem 13. století a nalezení rudných pásem v okolí Kutné Hory zajistily rychlý rozvoj města a na přelomu 13. a 14. století již byla Kutná Hora jedním z největších důlních center v Evropě. V revíru se nacházely 4 hlavní pásma: Oselské, Roveňské, Grejfské a Rejské, které byly v průběhu 14. až 16. století postupně prohlubovány až do 550 m. Každé pásmo zahrnovalo až desítky dolů spojené šachtami a chodbicemi. Neustálé prohlubování dolů bylo komplikováno podzemní vodou, kterou bylo nutno odčerpávat. Využívány byly žentoury tažené koňmi nebo vodní kola umístěná na Vrchlici. Ta byla využita i pro zpracování stříbrné rudy v soukromých a později královských hutích, které potřebovaly neustálý přísun stabilní energie pro pohon měchů a úpravu rudy. Bylo však dohlíženo na udržení čistoty řeky, které bylo později zakotveno i v nařízení z roku 1538. V polovině 16. století, po zaplavení hlavních šachet povodněmi a snižující se rentabilitou těžby, byly doly opuštěny a s tím upadal i význam města. Pokus o jejich obnovu proběhl několikrát, poslední v roce 1940. (Bartoš, 2004) (Chlum a kol, 1977)

*„Zemědělská výroba sloužila do 14. století k zásobování rodin feudála, kdy hlavním producentem byl poddaný, jenž odváděl šlechtě část svých výnosů. 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. Byla vystavěna síť dřevěných hospodářských dvorů, které často sloužily pouze k podnikatelským účelům, nikoliv jako sídelní. V průběhu třicetileté války byly tyto dřevěné stavby vypalovány a do současnosti se z nich nic nedochovalo.“ (Upraveno z: Winterová, 2019)*

Po válce byly postaveny nové dvory, již kamenné, které byly umístěny v dostatečných vzdálenostech pro udržení rentability a byly propojeny kvalitní sítí komunikací. (Novák, 1999)

### 3.3 Vývoj v 18. a 19. století

Průmyslová revoluce v Českých zemích oblast Kutnohorska velmi nepoznamenala. Nejvýznamnějším odvětvím hospodářství zůstávalo stále zemědělství, kterým se živila většina obyvatel. V okrese se také rozvíjelo školství a kultura. Ve městě vznikla soustava obecného a měšťanského školství včetně průmyslové a řemeslnické školy. Kulturní život byl veden měšťanskými spolky, na jejichž vzniku se podíleli J. K. Tyl, K. H. Borovský nebo J. E. Vocel. Spolky měly nejen společenskou a vlasteneckou funkci, ale staly se vlivnými činiteli politiky a hospodářství. (Pomichálková, 2016)

Vývoj zemědělství byl ovlivněn zrušením nevolnictví císařem Josefem II. v roce 1781. Uvolnění pracovní síly a větší motivace k práci umožnily racionálnější přístup k obhospodařování půdy. (Haubelt, 1981) Byly zaváděny nové osevní postupy a plodiny. (např. řepa cukrovka) Orná půda byla také rozšiřována na úkor lesů až do roku 1870. Poté již byla jen měněna její struktura. Hlavní změnou bylo vypuštění úhoru. (Štroblová a kol, 2000)

Kromě zemědělství se mnoho obyvatel živilo řemeslem. Ve městě se nacházelo velké množství živnostníků a rozvíjelo se mnoho nových řemesel, které nahradily stávající jako např. soukenictví. Tovární velkovýroba se začala rozvíjet až ve 2. polovině 19. století, kdy v okrese vznikla první kartounka. Později vznikly také tabákovna, pivovar, cukrovar a cihelna. Především cukrovar pomohl Kutné Hoře k průmyslovému rozvoji, neboť její majitel nechal k fabrice přivést železniční přípojku ze Sedlce, která se dále napojovala na hlavní tah vedoucí přes Kolín. (Štroblová a kol, 2000)

### 3.4 Vývoj ve 20. století

V průběhu 20. století došlo k několika politickým změnám a přes území Čech prošly 2 světové války. Tyto události se projeví i na vlastnických poměrech území a obhospodařování půdy.

Do roku 1918 bylo až 30 % půdy na území Čech vlastněno šlechtou. Pozemková reforma ve 20. letech omezila maximální výměru vlastněnou jednou osobou nebo úzkou skupinou lidí na 250 ha půdy (nebo 150 ha zemědělské půdy) a v důsledku toho bylo pouze 30 % půdy ponecháno původním vlastníkům. (Beranová a Kubačák, 2010)

Průběh i důsledky první světové války ovlivnily i zemědělství. Pokles zaměstnanosti díky branné povinnosti a nedostatek osiv, hnojiv i strojů snížily produkci zemědělství (především obilovin a brambor) na polovinu a zvýšily ceny produktů. Tento propad byl zastaven až v roce 1921 dobrou úrodou a dovozem. (Malenická, 2013)

Období první republiky je charakterizováno všestranným rozvojem českého zemědělství, jehož kvalita se rovnala s vyspělými zeměmi.

V průběhu 2. světové války byla část půdy zabrána a přidělena Němcům. Válečné plenění také znehodnotilo půdu i statky a zapříčinilo nedostatek pracovních sil a zničenou infrastrukturu. Následné sucho v roce 1947 znamenalo pro zemědělství další ránu.

Převrat v roce 1948 znamenal přechod na centrálně řízené zemědělství. 99 % půdy bylo spravováno jednotnými zemědělskými družstvy. Celková produkce byla navýšena díky

intenzifikaci a industrializaci zemědělství, především v 70. a 80. letech. Paradoxně se plocha orné půdy snížila z původního stavu v roce 1948 o 18 %. (Bičík a Jančák, 2005)

Transformace po roce 1989 na tržní hospodářství se nesla především v duchu změny vlastnických poměrů. Půda byla vrácena původním majitelům, část majetků privatizována a zemědělská družstva transformovala svou strukturu. Z hlediska využití půdy je možno sledovat zatravňování a zalesňování méně výnosných polí. Změna nastala také ve vnímání půdy v širším kontextu krajiny a snaha o ekologičtější a šetrnější přístup ke všem jednotkám území. (Vachuda, 2017)

Tyto trendy na území Čech můžeme očekávat i ve vývoji sledovaného povodí.

## 3.5 Vodní nádrž Vrchlice

Řeka Vrchlice byla jako zdroj obživy využívána již v neolitu, jak bylo popsáno v kapitole 3.1. Při těžbě stříbra byla využita pro pohon hutí a čerpání podzemní vody z dolů.

První návrh na výstavbu vodárenské nádrže byl zpracován v roce 1905. Počítalo se se sypanou hrází v hlubokém zárezu pod chrámem sv. Barbory přímo v Kutné Hoře. O dva roky později byl představen projekt zděné hráze ve stejné lokalitě. Silná poddolovanost území však znemožnila realizaci obou projektů.

Stoupající potřeba pitné vody v regionu a nedostatečnost zdrojů podzemní vody vynutila v 60. letech minulého století vytvoření nového projektu. Byla vybrána nová lokalita výše po toku v profilu Dračí soutěsky. Byly vypracovány 4 hlavní alternativy, které musely zachovat „Velký rybník“ u Poličan pro rekreaci. Zvítězil návrh klenbové hráze vypracovaný Hydroprojektem Praha, který poskytoval největší zásobní objem. Stavba začala v roce 1966 a byla dokončena o 4 roky později. Do trvalého provozu byla spuštěna v roce 1973 a její celkový zásobní objem činí 7,9 mil m<sup>3</sup>. V současnosti poskytuje pitnou vodu pro téměř 50 tisíc obyvatel pro oblast Kutné Hory, Čáslavi, Uhlířských Janovic, Sázavska a část okresu Kolín. (Rederer a Ferbar, 2017) (Chlum a kol, 1977)

### 3.5.1 Popis hráze

Hráz byla umístěna vhodně do nejužšího profilu, tvarem nesouměrného lichoběžníku. Údolí nad hrází se rozšiřuje a tvoří ideální zásobní prostor.

Návodní strana hráze je tvořena válcem se stálým poloměrem 66,5 m, šířka v koruně činí 5 m. Na vzdušné straně je v patě rozšířena o 2,85 m. Délka hráze je 167,80 m a výška 40,80 m. Klenba je zapřena do boků údolí, část sil je přenášena také do podloží.

Betonáž byla rozdělena do 14 vertikálních bloků, které byly vylévány po 2 m výšky. Vyztužení bylo zesíleno ve středních blocích a byla provedena také cementová injektáž do boků údolí v délce 12 m až 15 m pro zpevnění. Pod základem hráze byla provedena také plošná injektáž cementem. (Broža, 2005)

Voda je hrází prováděna 2 výpustěmi u levého boku o průměru 700 mm s rozstřikovacím uzávěrem a elektrickým šoupátkem. U obou výpustí jsou odbočky vedoucí k čerpadlům s kombinovaným výkonem 25,5 kW pro využití zůstatkového průtoku. Pro vodárenské účely je hráze vybavena tří etážovým odběrným objektem, který vodu odvádí do úpravně pitné vody „U Svaté trojice“. Strojovna je umístěna u paty hráze. Bezpečnostní přeliv se nachází uprostřed hráze. Je tvořen 5 poli o šířce 6 m, tj. 30 m celkem. Je dimenzovaný na převedení průtoku  $Q_{1000}$ , to



znamená 110 m<sup>3</sup>/s. Při maximálním průtoku zůstává pod nosíky 60 cm volného prostoru. Odtok je vybaven betonovým vývarem v délce 29,50 m, ukončený prahem ve sklonu 1:2 a je dimenzován na kapacitu 33–34 m<sup>3</sup>/s. V krátkém úseku je koryto za vývarem opevněno 30 cm tlustým kamenným pohozením pro ochranu před dostřikující vodou z rozstřikovacích uzávěrů. (Chlum a kol, 1977) (Povodí Labe, 2009)



Obrázek 3 - Přehrada vodní nádrže Vrchlice (ctidoma.cz, 2020)

### 3.5.2 Vodohospodářské využití

Nádrž je využívána především pro vodárenském účely se stabilním odběrem 250 l/s, který je vedený do úpravný vod pro výrobu 130 l/s pitné vody. Čistota vody je podpořena 2 ochrannými pásmy vedenými okolo zátopy v šířce 80–100 m a dále se napojují na okolní lesní porost. Ačkoliv je nádrž umístěna v silně osídlené oblasti s možností znečištění, malý průtok a dlouhá doba zdržení poskytují čas pro sedimentaci, která je umožněna také v rybnících výše po toku (Roztěž, Lázně a Hamerský). (Rederer a Ferbar, 2017)

Druhotnými účely nádrže jsou ochrana před povodněmi a výroba elektrické energie.

## 4 Mapy land-use

Cílem této práce je určit, zda vývoj využití území souvisí se srážko-odtokovými poměry a retencí území. Proto budou zhotoveny mapy ukazující využití území v jednotlivých sledovaných časových horizontech. (viz kapitola 1)

V této kapitole bude objasněna tvorba map land-use, a také samotný vývoj využití půdy. Budou představeny použité podklady, kategorizace území a metodika, jakou byly mapy vytvořeny a upraveny.

Termín land-use poprvé použil Stamp v roce 1940 a vyjadřuje funkční členění územního celku dle využití ploch. Anglický pojem je využíván i v české literatuře, ale postupně je nahrazován českým překladem „využití ploch“ nebo „využití území“. (Bičík a Jančák, 2010)

Mapy land - use rozčleňují území do několika kategorií z hlediska přírodního i socioekonomického. Jsou tvořeny polygony, kterým jsou přiřazeny atributy jednotlivých kategorií a je vypočtena jejich plocha.

### 4.1 Kategorie land-use

Rozdělení sledovaného území bylo zvoleno na základě rozlohy a potřebné detailnosti pro posouzení srážkoodtokového modelu.

Mapy rozlišují 8 kategorií typu povrchu, které sledují především retenční kapacitu dané plochy pro následné přiřazení hodnoty odtokové křivky CN a výpočtu odtoku pro návrhovou srážku. (viz. kapitola 5)

Legislativně je kategorizace řešena ve vyhlášce o katastru nemovitostí č. 357/2013 Sb. (MVČR, 2020), přesněji v její 1. příloze. Využití půdy je rozděleno do 12 hlavních kategorií, které byly v této bakalářské práci redukovány na 8, z důvodů zmíněných výše.

#### **Zpevněná plocha (ZP)**

Jako zpevněná plocha bylo určeno to území, které bylo člověkem zastavěno (Obytné jednotky, průmyslové areály, asfaltové cesty) a mají téměř nulovou retenční kapacitu.

#### **Cesty (C)**

Do této kategorie byly zařazeny polní cesty bez monolitické svrchní úpravy schopny absorbovat část spadlé srážky.

#### **Lesní porost (LP)**

Jako lesní porost byly zařazeny plochy vzrostlých lesů, ale také území, na kterém byly vysazeny mladé stromy nebo bylo vykáceno, ale bude znovu zalesněno.

#### **Travní porost (TP)**

Za travní porost je považována trvale zatravněná zemědělská plocha, která může sloužit k produkci sena nebo je pasena zvířaty.

### **Křovinatý porost (KP)**

Křovinatý porost je definován jako plocha, na níž rostou křoviny, nízké stromy nebo popínavé dřeviny. (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2009) Je možno sem tedy přiřadit kromě křovin i ovocné sady, které jsou extenzivně udržované.

### **Zahrady (Z)**

Do kategorie zahrad byla zařazena území přiléhající k obytné zástavbě a svým různorodým využitím nespádají do zbývajících kategorií.

### **Vodní plocha (VP)**

Tato třída zahrnuje plochy, které jsou trvale zamokřené, v případě zkoumaného povodí jsou jimi vodní toky a nádrže.

### **Orná půda (OP)**

Označení orná půda je přiřazeno území, které je využíváno pro pěstování kulturních plodin. Zahrnuty byly i plochy, které leží úhorem.

## **4.2 Podklady pro tvorbu map land-use**

V současnosti je k dispozici mnoho podkladových map zobrazující využití ploch na území České republiky. Některé jsou uloženy v papírové podobě a je možno je objednat jako digitální soubor. Využít se dají také elektronické mapy, které již byly georeferencovány a dají se připojit k souboru v ArcMap jako WMS, WMTS nebo ArcGis server. Někteří poskytovatelé vytvořili také webovou aplikaci ke shlédnutí map, například Národní geoportál INSPIRE.

Historické mapy, jak vojenské, tak civilní, byly inženýry v minulosti zakreslovány ručně na jednotlivé listy, jelikož digitální technologie nebyla k dispozici. Přesnost se lišila dle následného využití mapy.

V následných kapitolách představím jednotlivá historická i současná mapování, které jsem využila pro tvorbu map. Zahrnula jsem i mapy, které pro tvorbu map land-use využila Julie Winterová na jejíž práci navazuji a doplňuji mapy pro další časové horizonty. Podrobněji vysvětleno v kapitole 1.

V práci J. Winterové byly vytvořeny a zhodnoceny mapy pro celé povodí z let 2019 a 1983. Dále zpracovala také roky 1852 a 1938 pro jedno povodí IV. řádu a zhodnotila jeho vývoj ve všech časových horizontech. Moje práce zahrnuje vytvoření map land-use pro roky 1852 a 1954 pro celé povodí a následné zhodnocení všech časových horizontů.

### **4.2.1 I. vojenské mapování – Josefské**

Většina historických mapování byla tvořena pro potřeby armády a Josefské mapování nebylo výjimkou. Především Müllerovo mapování Čech a Moravy vyhotoveno v letech 1673 až 1721 neodpovídalo potřebám rakousko – uherské armády. Proto tehdy Marie Terezie rozhodla o vyhotovení nového mapového celku v měřítku 1:28 800. Okolí významných měst a vojenské prostory byly zpracovány v měřítku 1:14 400. (Zimová, 2005)



Při tvorbě map nebyla využita trigonometrická síť, většina plochy byla zaměřována odhadem při jízdě na koni, některé detaily byly odkrokovány. Do map byly zakresleny sídla, silnice a cesty, veškeré vodní zdroje, louky a pastviny. Po okrajích mapových listů byly zapsány stavy obyvatel, dobytka a možností ustájení koní. (Brůna a kol, 2002)

Výsledky jsou v dnešní době uchovány ve Válečném archivu Rakouského státního archivu ve Vídni. (Mikšovský a Zimová, 2006)



Obrázek 4 - I. vojenské mapování: oblast Nepoměřic a Miletic (Oldmaps.cz, 2020)

© Laboratoř geoinformatiky Univerzity J.E.Purkyně - [www.geolab.cz](http://www.geolab.cz)  
© Ministerstvo životního prostředí České republiky - [www.env.cz](http://www.env.cz)  
© Austrian State Archive/Military Archive, Vienna

#### 4.2.1.1 Využití pro mapy land-use

Pro mojí bakalářskou práci nejsou mapy I. vojenského mapování vhodné z důvodu malé polohové přesnosti. Je však možnost je použít v kombinaci s digitálním modelem reliéfu pro nalezení pozůstatků hrází a zátopového území v zájmu udržení vody v krajině. Tyto mapy zachycují území v době před průmyslovou revolucí a úpadkem rybníkářství u nás. (Havlíček a kol, 2019)

#### 4.2.2 II. vojenské mapování – Františkovo

Josefské mapování bylo vytvářeno v letech 1819–1858, Čechy byly zachyceny mezi lety 1836–1852. Jako podklad sloužila nová trigonometrická síť, vztažena ke Gutensbergu v Horních Rakousích. Bylo zachováno měřítko 1:28 800 a měření probíhalo pomocí měřického stolku a krokování. Svahy byly zachyceny šrafami, které zaznamenaly směr největšího spádu. Okraje map byly využity k zapsání možností ubytování mužů s koňmi. (Pešťák a Zimová, 2005)



Obrázek 5 - II. vojenské mapování: Štipoklas, Černíny a Zdeslavice (Oldmaps.cz, 2020)

© Laboratoř geoinformatiky Univerzity J.E.Purkyně - [www.geolab.cz](http://www.geolab.cz)

© Ministerstvo životního prostředí České republiky - [www.env.cz](http://www.env.cz)

© Austrian State Archive/Military Archive, Vienna

#### 4.2.2.1 Využití pro mapy land-use

Mapy byly zakresleny barevně s vyznačením sídel, komunikací a využití terénu, jsou tedy vhodné pro použití v této práci.

Jako klíč jsem využila katalog zpracovaný Ing. Martinou Vichrovou z katedry matematiky Fakulty aplikovaných věd ze Západočeské univerzity v Plzni. (Vichrová, 2005) Barevné provedení je však na jednotlivých listech různě vybledlé, což ztížilo rozdělení např. luk a polí a mohlo dojít k nepřesnostem při rozdělení do jednotlivých kategorií.

Mapy jsou dostupné georeferencované v digitální podobě na několika serverech. Pro náhled je vhodné použít [Mapy.cz](http://mapy.cz), kategorie mapy „Z 19. století“. Druhou možností je využít Národní Geoportál INSPIRE, který kromě prohlédnutí ve webové aplikaci nabízí také možnost si mapu připojit do projektu v podobě ArcGis, WMS nebo WMTS serveru. Mapy je možno prohlédnout také na webu Oldmaps spravovaného Laboratoří geoinformatiky Fakulty životního prostředí Univerzity J. E. Purkyně.

Odkazy na webové aplikace:

Národní geoportál INSPIRE: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

Mapy.cz: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4976000&y=50.1202000&z=11>

Oldmaps: [http://oldmaps.geolab.cz/map\\_root.pl?lang=cs&map\\_root=2vm](http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?lang=cs&map_root=2vm)



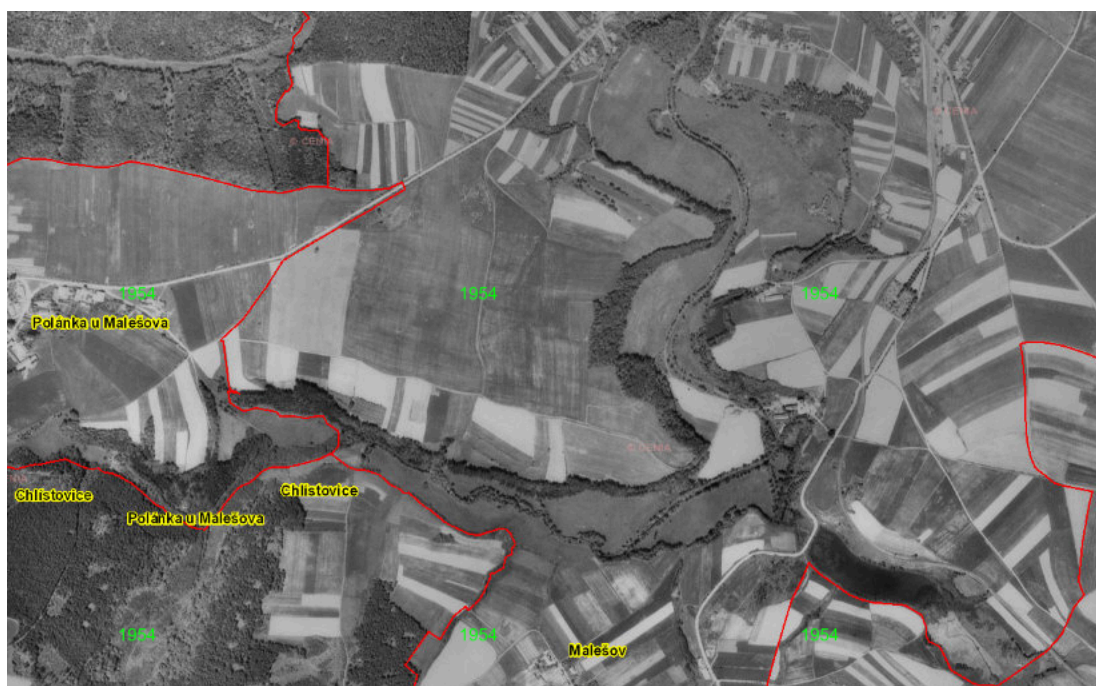
### 4.2.3 Letecké měřické snímky (LMS)

S rozvojem technologií se začaly vytvářet také fotografické snímky. První letecká fotografie byla pořízena roku 1935 a rok později se spustilo celoplošné dokumentování ČR, které probíhá až do současnosti. Tuto činnost zajišťovala armáda především pro své potřeby. Po roce 1990 se začal realizovat také soukromý sektor, který nabízí ortofotomapy na svých serverech. (Struha, 2009)

Snímkování bylo provedeno centrální projekcí, polohopisné údaje jsou nepřesné a k vytvoření ortofotomapy je potřeba snímky přesně georeferencovat, eliminovat překryvy a upravit dle výškových poměrů. Fotografie byly do roku 2002 pořizovány černobíle, v následujících letech pod záštitou ČÚZK a Ministerstva obrany byly vytvořeny snímky barevné. (ČÚZK, 2020)

Na mapách jsou dobře rozlišitelné obrysy územních jednotek nebo i vzrůst a hustota vegetace. Na druhou stranu černobílá fotografie neumožňuje přesné určení, zdali se jedná o ornou půdu nebo travní porost a mohlo dojít k nepřesnostem.

Historické snímky jsou archivovány v Archivu leteckých měřických snímků Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu (VGHMÚŘ) v Dobrušce a je možno je objednat jako jednotlivé naskenované snímky. Ty je ale třeba opakovaně georeferencovat z důvodu centrální projekce, která již dle své definice: „kartografické zobrazení vznikající středovým promítáním bodů z kulové referenční plochy na zobrazovací rovinu“ (VÚGTK, 2020), vede k polohopisné deformaci.



Obrázek 6 - Letecké měřické snímky: rok 1954 (LMS ČÚZK, 2020)

#### 4.2.3.1 Využití pro mapy land-use

Letecké měřické snímky byly využity pro tvorbu map land-use z roku 1954 a J. Winterová je využila pro roky 1938 a 1983.

Pro účely této práce jsem využila snímky z roku 1954, které pokrývají celé zájmové území a byly již georeferencovány. Dostupné jsou přes webovou aplikaci LMS ČÚZK nebo CENIA Kontaminace. Rok 1954 jsem zvolila z důvodu přístupu a zachycení změny od začátku přechodu na jednotné zemědělství a porovnání s rokem 1983, které zpracovala v předcházející práci Julie Winterová a které bylo také vytvořeno na základě výše popsaných leteckých měřických snímků.

Pro účely mé práce byly snímky do projektu přidány jako „*printscreens*“ obrazovky na velkém monitoru s velkým rozlišením a následně georeferencovány pomocí stálých bodů jako křižovatky nebo rohy domů.

Odkaz na webové aplikace:

LMS ČÚZK: [https://lms.cuzk.cz/lms/lms\\_prehl\\_05.html](https://lms.cuzk.cz/lms/lms_prehl_05.html)

CENIA Kontaminace: <https://kontaminace.cenia.cz/>

## 4.2.4 Podklady pro tvorbu současné mapy land-use

Pro přehlednost a kompletnost práce přebírám popis podkladů pro mapy současného land – use, které využila Julie Winterová při své bakalářské práci, na kterou navazuji. V další kapitole bude také krátce popsán postup její práce.

### 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.“* Převzato z: (Ministerstvo zemědělství, 2020) in (Winterová, 2019)

*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 hektaru. Tyto půdní bloky mohou být dále členěny na díly půdního bloku, jestliže jeho souvislá plocha představuje minimálně 0,01 hektaru a její hranici lze rozpoznat v terénu.* (Ministerstvo zemědělství, 2020 in Winterová, 2019)“ Převzato z: (Winterová, 2019)



## 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 zeměměřičtví podle zákona č. 200/1994 Sb. o zeměměřičtví.

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 (b), 2010 in Winterová, 2019), Převzato z: (Winterová, 2019)



Obrázek 8 - Databáze ZABAGED (geoportal.cuzk.cz, 2020)

## 4.3 Tvorba map land-use

Mapy jsem upravovala a revidovala v prostředí GIS ArcMap 10.7. Jako souřadný systém byl zvolen S-JTSK Křovák East – North. Pro obě mapy (z let 1852 a 1954) byla využita stejná „*Home geodatabase*“, kterou jsem si vytvořila, a výsledné mapy byly exportovány jako samostatný soubor „*shapefile*“.

Mezi podklady, které jsem obdržela od J. Winterové byly již vytvořené mapy land-use z let 2019 a 1983 pro celé povodí a z let 1852 a 1938 pro povodí IV. řádu pořadového čísla 1-04-01-028, na jejichž základech jsem pokračovala. Soubory byly tvořeny jednotlivými polygony, které tvoří bezešvý celek a jsou jim přiřazeny jednotlivé kategorie land-use.

### 4.3.1 Tvorba mapy z roku 1852 - II. vojenské mapování

Na začátku byl vytvořen nový projekt a nastaveny potřebné náležitosti včetně souřadnicového systému. Poté bylo přidáno hydrologické členění – povodí IV. řádu, dostupné na webových stránkách Oddělení grafických informačních systémů a kartografie Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka – databáze DIBAVOD. Z mapy celé ČR byly vyexportovány pouze potřebná povodí, se kterými bylo dále pracováno. Dále byl připojen ArcGis server INSPIRE, který obsahuje mimo jiné i II. vojenské mapování již georeferencované a bezešvé.

Mapy byly tvořeny na základě poskytnuté aktuální mapy land-use z roku 2019, která byla vyexportována jako nový soubor a následně upravována v editoru nad historickou mapou po jednotlivých povodích IV. řádu. Postupně byl také aktualizován land-use v atributové tabulce. Na závěr byly přepočítány plochy jednotlivých polygonů pomocí příkazu „*Calculate geometry*“ v tabulce atributů.

V průběhu editace, byl zjištěn nepatrný překryv cest a zpevněných ploch přes zbylé polygony. Ten byl vyřešen vyexportováním 2 zmíněných kategorií do 2 identických „*shapefilů*“. Jedním z těchto „*shapefilů*“ (tj. C a ZP) byly zbylé polygony oříznuty nástrojem „*Clip*“ a druhý byl připojen nástrojem „*Merge*“ zpět do souboru. Oprava této chyby byla důležitá především kvůli kalkulaci plochy. Software ArcMap 10.7 počítá na základě umístění a oběma překrývajícími se polygonům by přiřadil součet jejich plochy.

Odkazy na servery:

DIBAVOD: <http://www.dibavod.cz/27/struktura-dibavod.html>

Národní geoportál INSPIRE: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

### 4.3.2 Tvorba mapy z roku 1954 – Letecké měřické snímky

Postup pro vytvoření této mapy byl velmi podobný, pouze s několika malými rozdíly.

Jako podkladová mapa sloužily letecké snímky, které byly jako „*printscreen*“ z webové aplikace LMS ČÚZK v dostatečném rozlišení pro určení využití plochy, přidány do projektu. Jednotlivé snímky byly georeferencované pomocí neměnných bodů v krajině.

Pro úpravu byly využity land-use mapy z roku 1983, které mi byly poskytnuty Julií Winterovou. Znovu byly vyexportovány jako nový „*shapefile*“ a následně upraveny stejným postupem jako předcházející mapování.



### 4.3.3 Tvorba map z let 1938 a 1983 - Letecké měřické snímky

Obě tyto mapy vytvářela J. Winterová opět v prostředí ArcMap úpravou současné mapy land-use nad historickou mapou. Revize map byla prováděna v editoru. Jako mapový podklad historického stavu krajiny sloužily letecké měřické snímky, které byly objednány z Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu v Dobrušce. Jednalo se o naskenované analogové snímky, které byly přidány do projektu a následně je bylo nutno georeferencovat do správné polohy. Tento proces musel být opakován několikrát z důvodu polohopisné deformace LMS, jež jsou centrální projekcí a netvoří přesnou ortofotomapu. Proces byl stejný pro obě land-use mapy, jak z roku 1938, tak 1983. (Winterová, 2019)

### 4.3.4 Tvorba mapy z roku 2019 – LPIS a ZABAGED

Tato mapa byla opět vytvořena J. Winterovou. V této kapitole bude krátce představen postup její práce.

Jak již bylo popsáno v kapitole 4.2.4, jako podklad pro tvorbu mapy současného land-use sloužily data z databáze LPIS a ZABAGED. Do nově založeného projektu byla nahrána data z databáze LPIS v podobě vrstvy s polygonovými pozemky s přiřazenou kategorií land-use. Databáze LPIS rozřazuje pozemky do 12 kategorií, které byly pro tuto práci redukovány na 8, dle klíče uvedeného v kapitole 3.1.

Dále byly do projektu vloženy objekty ZABAGED a spuštěn nástroj, který sjednotil data z obou vstupních databází a vytvořil velmi přesnou geometrii polygonů. Výsledná mapa byla začištěna a zkontrolována v editoru nad ortofotomapou ČR.

### 4.3.5 Stanovení zastoupení kategorií využití půdy

Atributové tabulky vytvořených map byly exportovány do prostředí Excel, kde s nimi bylo dále pracováno. Pomocí funkce „SUMIF“ byly sečteny plochy jednotlivých kategorií. Pro kontrolu byla sečtena celková plocha jednotlivých povodí IV. řádu a celého povodí nádrže. Dále byly spočteny procentuální podíly plochy kategorií k rozloze celého území i jednotlivých povodí IV. řádu.

Při sčítání byla také provedena kontrola všech kategorií land-use v atributové tabulce. Při bližším prozkoumání map z roku 2019 od J. Winterové byla nalezena kategorie půdy nazvaná „*nejasně*“. Na celém území povodí nádrže tato půda tvořila 2,18 km<sup>2</sup>, téměř 4% plochy. Na základě porovnání s ortofotomapou ČR nebylo možno určit, zda se jedná o travní porost nebo ornou půdu. Kategorie „*nejasně*“ byla zařazena do orné půdy, aby následný výpočet byl na straně bezpečnosti. (Winterová, 2019)

Výsledky budou prezentovány v kapitole 6 včetně hodnot CN a objemů odtoků.

## 5 Srážkoodtokové poměry v povodí – metoda CN

V předcházející kapitole byla vysvětlena tvorba map land-use popisující zastoupení jednotlivých kategorií využití půdy v povodí, v jednotlivých časových horizontech.

Jelikož cílem této práce je popis vlivu změn využití území na srážko-odtokové poměry byly údaje o využití území v dalším kroku využity pro odhad retenční kapacity území a objemů odtoků z návrhových srážek. Využita k tomu byla jednoduchá a stabilní metoda CN.

### 5.1 Teorie metody CN

Metoda čísel odtokových křivek (CN – Curve number) je empirická metoda pro stanovení přímého odtoku nebo infiltrace z návrhové srážky. Byla vytvořena v USA v 70. letech pro SCS (Soil Conservation Service). Jedná se jednoduchou, ale poměrně přesnou metodu, do které vstupují snadno zjistitelná data. (Janeček, a další, 2012)

Nevýhoda této metody spočívá v nezahrnutí prostorového rozložení jednotlivých prvků v krajině, což může způsobovat nepřesnost. Ve sledovaném povodí byly zaznamenány změny uspořádání prvků s ohledem na snížení povrchového odtoku, které však metodou CN nejsou zachytitelné a můžeme tedy očekávat nadhodnocení odtoků v oblastech, které mají do krajiny zakomponované liniové prvky s malou plochou, ale účinně zadržující část srážky.

#### 5.1.1 Objem přímého odtoku

Metoda CN křivek je postavena na předpokladu, že objem odtoku z povodí je roven úhrnu srážky snížený o množství vody, které je zachyceno v povodí. Do modelu vstupuje také počáteční ztráta, která předchází samotnému odtoku a je rovna 20 % potenciální retence. (Janeček, a další, 2012)

Postup výpočtu objemu přímého odtoku je popsán níže Rovnice 2 Rovnice 3 Rovnice 4 prezentovanými v metodice Janečka. (2012)

Rovnice 2 - Výpočet výšky přímého odtoku

$$H_0 = \frac{(H_s - 0,2A)^2}{H_s + 0,8A} \quad \text{platné pro } H_s \geq 0,2A = I_a$$

Kde:  $H_0$  je přímý odtok (mm)  
 $H_s$  úhrn návrhového deště (mm)  
 $A$  potenciální retence (mm), vyjádřena pomocí křivek CN  
 $I_a$  počáteční ztráta (mm), rovna 20% potenciální retence

Rovnice 3 - Výpočet potenciální retence

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

Kde:  $A$  je potenciální retence (mm)  
 $CN$  je průměrné číslo CN křivky pro dané povodí (-)



Rovnice 4 - Výpočet objemu odtoku z povodí

$$O_{ph} = 1000 * P_p * H_0$$

Kde:  $O_{ph}$  je objem odtoku (m<sup>3</sup>)  
 $P_p$  je plocha povodí (km<sup>2</sup>)  
 $H_0$  je přímý odtok (mm)

## 5.1.2 Určení čísla CN

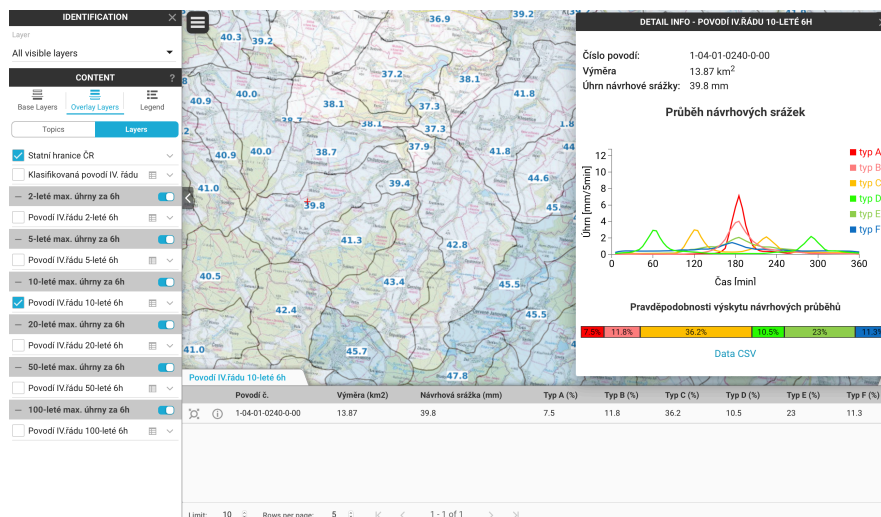
Čísla CN jsou určena na základě:

- Hydrologických vlastností půd (= HSP), kde rozeznáváme 4 skupiny A, B, C a D. Půdy jsou zatříděny dle rychlosti infiltrace vody po dlouhodobém sycení a bez pokrytí. Pro orientační hodnoty lze využít tabulku přiřazující hydrologickou skupinu dle zatřídění v katalogu BPEJ uvedenou v Janečkově metodice. (2012)
- Vlhkosti půdy, která je rozřazena do 3 kategorií „indexu předchozích srážek“ (IPS), kdy při IPS I je možno půdu stále obdělávat a při IPS III je přesycena vodou. Pro modelové účely volíme IPS II.
- Využití půdy (Janeček a kol, 2012)

## 5.1.3 Určení návrhové srážky

Metodika Janečka (2012) navrhuje využití služeb ČHMÚ. Pro účely méj práce byla využita aplikace „Rain“ provozovaná Katedrou hydromeliiorací a krajinného inženýrství fakulty Fsv ČVUT v Praze. Aplikace nabízí vyčíslené srážkové úhrny s dobou trvání 6 hodin pro povodí IV. řádu v době opakování 2, 5, 10, 20, 50 a 100 let. Data jsou zobrazována v návrhových hyetografech pro povodí s 6 variantami časového průběhu srážek. Pro moji práci byla využita data pro 2, 5 a 10 – leté opakování. Tyto intervaly opakování jsem zvolila proto, že cílem bylo posuzovat retenci, nikoliv extrémní odtoky. Pro výsledky této práce je důležité stanovit moment, kdy nastane povrchový odtok a jaká je retenční kapacita území, nikoliv odtok z extrémní srážky.

Vstupní podklady aplikace Rain pro výpočet tvořily hodnoty 10minutových srážkových intenzit pro desetileté období (2002 až 2011) pro měsíce květen až září s rozlišením 1 km. „Odhady 6hodinových maximálních úhrnů byly odvozeny frekvenční analýzou (...) V jednotlivých pixelech byly odvozeny distribuční funkce, které popisují rozdělení pozorovaných vysokých srážkových úhrnů, a to pro každý z typických průběhů srážek A-F zvlášť i bez ohledu na průběh srážek.“ (Fsv ČVUT v Praze, 2020)



Obrázek 9 - Grafické rozhraní webové aplikace Rain (Fsv ČVUT v Praze)

## 5.2 Praktické určení čísla CN

### 5.2.1 Podklady

Čísla CN byla určena na základě hydrologické skupiny půd (HSP) a kategorií map land-use. Vlhkost půdy byla uvažována IPS II.

HSP bylo poskytnuto z projektu ministerstva zemědělství pro práci mé předchůdkyně J. Winterové, která mi je předala společně s ostatními podklady. Mapa je tvořena polygony s přiřazenou skupinou půdy a tvoří bezešvý celek.

Mapy land-use vstupující do modelu byly popsány v kapitole 4.

### 5.2.2 Postup

V následující kapitole jsou popsány kroky, které jsem udělala pro výpočet hodnoty CN.

Nejdříve byla do projektu přidána vrstva polygonů HSP pro celé povodí. Mapy HSP a Land-use byly spojeny nástrojem „Intersect“ při ponechání všech polí v atributové tabulce. Většina původních polygonů land-use byla rozdělena na několik menších polygonů dle hydrologické skupiny, které měly přiřazeny hodnotu land-use i HSP.

Hodnoty čísel CN dle HSP a land-use byly vybrány na základě metodiky napsané Miloslavem Janečkem. (2012) V mapovém podkladu HSP byla nalezena skupina půdy B/D. Číslo CN pro tuto skupinu bylo vypočteno aritmetickým průměrem 2 zmíněných skupin zaokrouhlených nahoru.

Klíč pro přiřazení je obsažen v tabulce 1, za kterou následuje popis využitých kategorií. Tabulka byla převzata z Winterová, 2019.

Tabulka 1 - Hodnoty čísel CN dle HSP a land-use na základě metodiky Janečka (2012)

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

LP – lesní půda, zvolena střední hodnota

KP – křoviny a ovocné sady extenzivně udržované, zvolen pokryv 50–75 %

TP – travní porost – zvolena varianta sklizených luk

OP – orná půda, vypočten aritmetický průměr pro všechny kategorie

C – polní a lesní cesty, zvolena varianta nezpevněných, hlíněných

ZP – nepropustné plochy

Z – (Zahrady) na základě odhadu J. Winterové zvolen poměr ZP:TP:KP = 2:5:3

VP – vodním plochám je přiřazena hodnota 100, tj. nulová retenční kapacita. Je nutno zdůraznit, že každá nádrž v povodí má retenční kapacitu danou svým návrhem a manipulačním řádem

(ochranná kapacita VN Vrchlice je 1,463 mil. m<sup>3</sup> (Povodí Labe, 2009)). Nejedná se však o retenci sledovanou křivkami CN.

Přiřazení čísel CN k jednotlivým polygonům probíhalo v prostředí ArcMap 10.7. Jako pomocné nástroje byly využity programy MS Excel a MS Access.

Vrstva povodí obsahující atributy land-use i HSP byla vyexportována do „*Personal Geodatabase*“, kterou je možno otevřít MS Access a nahlédnout zde do atributových tabulek. Z MS Access byly zkopírovány sloupce land-use a HSP do MS Excel, kde byl vytvořen příkaz pro vyhledání hodnoty z tabulky 1 na základě hodnot land-use a HSP<sup>1</sup>. Nově vytvořený sloupec s hodnotami CN byl vložen zpět do atributové tabulky MS Access, tj. přímo do „*Personal geodatabase*“. Upravená vrstva byla otevřena v ArcMap 10.7 a exportována do nového „*shapefile*“. Tento proces byl opakován 4x pro všechny časové horizonty (1852, 1954, 1983 a 2019)

## 5.3 Výpočet objemu přímého odtoku

Objem odtoku byl vypočten na základě rovnic uvedených v kapitole 5.1.1 dle metodiky Janečka. (2012) Pro výpočet byl využit software ArcMap 10.7 a MS Excel.

Polygonová vrstva povodí s přiřazenými hodnotami CN byla nástrojem „*Polygon to Raster*“ převedena do rastrového obrázku. Velikost pixelu byla zvolena 1 x 1 m a určující hodnotou bylo CN. Pro rastrovou vrstvu byl použit nástroj „*Zonal Statistics as Table*“, kterým byly vypočteny statistické údaje jako průměr, rozptyl směrodatná odchylka nebo suma pixelů se stejnou hodnotou CN. Vzniklou tabulku jsem exportovala do prostředí MS Excel a váženým průměrem spočítala průměrnou hodnotu CN<sup>2</sup>. Tento proces jsem zopakovala pro všechny časové horizonty. Výsledky byly zkopírovány do 1 sešitu Excel, kde s nimi bylo dále pracováno. Do sešitu byly přidány také plochy povodí a hodnoty návrhových srážek, které jsou uvedeny v tabulce 2. Poté byly vypočteny hodnoty objemů odtoků pro všechna povodí IV. řádu ve všech časových horizontech dle rovnic popsanych v kapitole 5.1.1. Samotný výpočet a všechny hodnoty jsou přílohách. (Viz. kapitola 10, příloha 5)

Tabulka 2 - Hodnoty návrhových srážek dle webové aplikace Rain ( Fsv ČVUT v Praze, 2020)

Povodí č.	Návrhové srážky (mm)		
	2leté	5leté	10leté
1-04-01-021	28,2	37,2	43,4
1-04-01-022	27,1	35,5	41,3
1-04-01-023	25,9	33,8	39,4
1-04-01-024	26,3	34,3	39,8
1-04-01-025	25,4	33,0	38,3
1-04-01-026	25,7	33,4	38,7
1-04-01-027	25,2	32,7	37,9
1-04-01-028	27,8	36,7	42,8
1-04-01-029	25,0	32,3	37,3
1-04-01-030	25,4	32,9	38,1
1-04-01-031	24,9	32,2	37,2

<sup>1</sup> Technická poznámka: MS Excel nebyl schopen rozlišit při vyhledání hodnoty rozdíl mezi Z a ZP ani B/D, B a D. Bylo proto využito čísel pro land-use kategorie a písmeno E pro kategorii B/D při samotném vyhledání. Pomocí funkce „IF“ byly hodnoty na sebe odkazovány.

<sup>2</sup> Při kontrole hodnoty průměrného CN pro celé povodí z roku 2019 s hodnotou J. Winterové byla zjištěna nepřesnost. Má hodnota byla 69,78, J. Winterová došla k hodnotě 69,35. Tento rozdíl mohl být způsoben nastavením jiných parametrů při použití nástroje „*Polygon to Raster*“.

## 6 Zhodnocení vývoje využití území v povodí VN Vrchlice

V následujících kapitolách budou diskutovány změny využití půdy, objemu odtoku a retenční kapacity pro návrhové srážky, jak na úrovni celého povodí nádrže, tak po jednotlivých povodích IV. řádu. Pro lepší přehlednost jsou přiloženy tabulky a grafy, které porovnávají změny mezi jednotlivými roky.

V rámci zhodnocení jsem zahrнула také možné změny současného land-use, které by umožnily snížení hodnoty CN i objemu odtoku z povodí na hodnoty z roku 1852 nebo alespoň přiblížení se.

### 6.1 Vývoj využití území v celém povodí

Vývoj území je sledován v období dlouhém téměř 200 let, ve kterém proběhlo několik významných politických změn a 2 světové války. Od vlády Habsburské monarchie, přes období první republiky a komunismu až po dnešní politickou situaci.

Ačkoliv byly politické změny ve sledovaném období velmi radikální, využití půdy se procentuálně příliš neměnilo. Na druhou stranu, při pohledu na mapy je vidět jasný rozdíl v přístupu ke krajině. Tabulka 3 ukazuje číselné zastoupení jednotlivých kategorií a jejich změny v průběhu let, které budou diskutovány dále.

Tabulka 3 - Zastoupení kategorií land-use v celém povodí

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,68	0,69	1,09	1,12	0,69	0,71	0,69	0,71
Zpevněná plocha	1,53	1,57	2,12	2,17	2,34	2,39	2,51	2,57
Lesní porost	22,22	22,76	21,92	22,45	22,49	23,04	24,15	24,73
Travnatý porost	12,22	12,52	6,35	6,51	6,12	6,27	7,54	7,72
Křoviny	2,95	3,03	3,24	3,32	3,94	4,04	3,88	3,97
Vodní plocha	1,42	1,46	0,99	1,02	1,95	2,00	2,02	2,07
Zahrady	2,31	2,36	3,13	3,20	3,51	3,60	3,82	3,91
Orná půda	54,29	55,61	58,80	60,22	56,60	57,97	53,03	54,31

Při tvorbě II. vojenského mapování (1852) nebylo zakresleno, zda malá pole jednotlivých majitelů jsou fyzicky oddělena nebo zda je vysazena pouze jiná plodina. Na ostatních mapách už jsou rozdíly zaznamenány a můžeme vidět, že v roce 1954, pouze několik let po komunistickém převratu je **orná půda** stále jasně dělena na malé celky, které jsou povětšinou přilehlé, ve výjimečných případech oddělena úzkým příkopem. Větší celky jsou rozděleny polní cestou. V tomto roce bylo pozorováno také nejvyšší zastoupení OP ze všech pozorovaných období. Důvodem může být obtížné rozlišení travního porostu od orné půdy na černobílých leteckých snímcích.

Jak postupovalo jednotné zemědělství můžeme vidět na snímcích z roku 1983, kdy na polích velkých rozloh byla pěstována jen jedna plodina a byly zaorány meze. Trend jednotných polí velké rozlohy je vidět i v současnosti. Je však snaha od tohoto ustupovat a rozdělit na menší celky pomocí remízků nebo proti erozních příkopů či násypů. Důvodem je již zmiňovaná prevence proti erozi, zvýšení množství vody zadržené v krajině a zajištění úkrytů pro živočichy. Tento trend je vidět jak v Tabulka 3, tak i na obrázcích 10 a 11, které ukazují rozdíl ve využití půdy mezi lety 1983 a 2019.



Obrázek 10 - Využití půdy v roce 1983 (LMS ČÚZK, 2020)



Obrázek 11 - Využití půdy v roce 2019 (ČÚZK, 2019)



Významný úbytek zaznamenal **travní porost** mezi lety 1852 a 1954, kdy plocha klesla téměř na polovinu. Jedním z důvodů byla potřeba orné půdy a později v průběhu kolektivizace mezi 1954 a 1983 rozorání mezí a sjednocení velkých půdních celků. Dalším vstupujícím faktorem bylo rozšíření sídel pro zvyšující se počet obyvatel.

S tím souvisí i nárůst **zpevněné plochy** a přilehlých zahrad v průběhu celého sledovaného období. Za 200 let, se rozloha ZP zvýšila o 1 %, které se odehrálo díky růstu obcí a vzniku chatových oblastí. **Zahrady** s tím spojené se rozšířily z původních 2,31 km<sup>2</sup> na 3,82 km<sup>2</sup>, procentuálně o 1,55 bodu.

**Cesty** se drží v hladině 0,7 % až na rok 1954, kdy jejich velkou plochu můžeme přičíst přístupům k polím jednotlivých majitelů a zabíraly území 1,09 km<sup>2</sup> a 1,12 %. Sloužily také jako protierozní prvek, což je dokumentováno na obrázku 12.

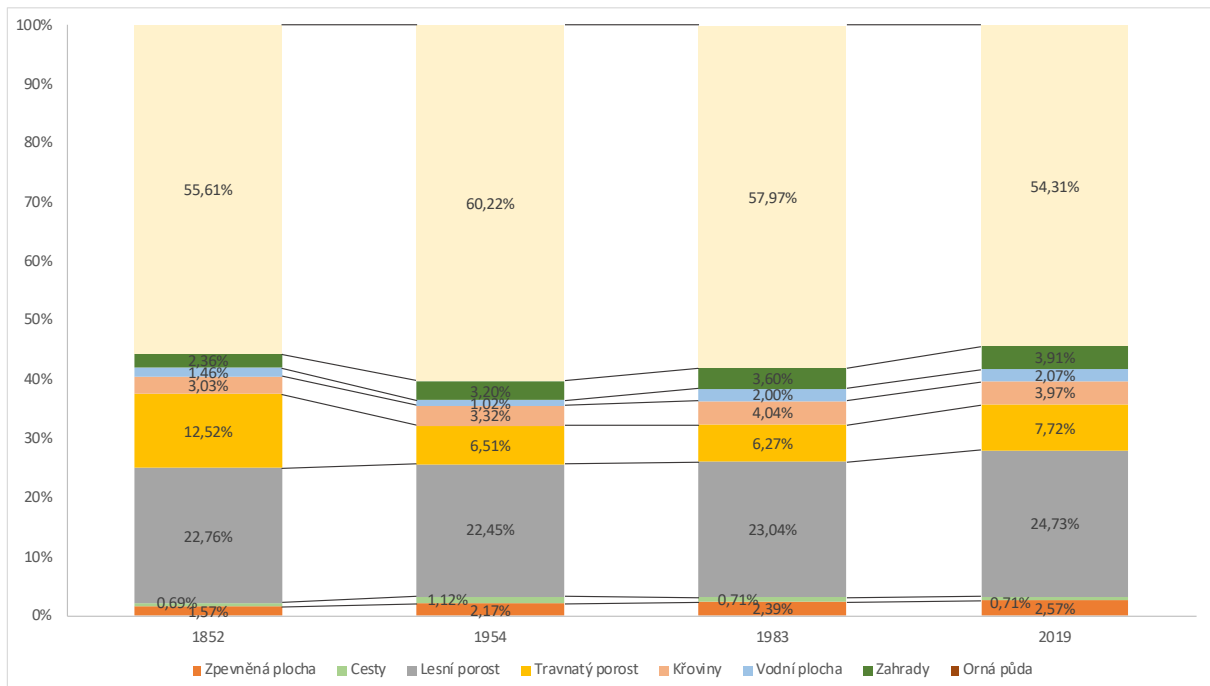


Obrázek 12 - Cesty v roce 1954 (LMS ČÚZK, 2020)

Jako pozitivní úkaz se dá hodnotit nárůst **lesní půdy** o necelá 2 % v celém pozorovaném období. Je nutno podotknout, že není známo, zda v průběhu II. vojenského mapování byly mýtiny uprostřed lesů nebo oblasti s mladými stromy průchodné pro armádu zaznamenány jako lesní, křovinatý nebo travní porost, protože v následujících mapováních byly tyto oblasti zařazeny jako les.

Nejmenší plocha **křovinatého** porostu byla zaznamenána v roce 1852, kdy zaujímal 293 ha a následně po změně politického režimu se zvýšila na 334 ha a s postupnou kolektivizací na 393 ha. Tato změna mohla být způsobena přístupem zemědělců k půdě, kdy jednotná družstva spravovala velké plochy a mohlo nastat situace, kdy na některou část území nezbyly prostředky nebo lidská síla. Z dat z roku 2019 už je patrný pokles křovinatého porostu na 388 ha.

**Vodní plocha** zaznamenala také změny. Po počátečním úbytku mezi lety 1852 a 1954, kdy zaniklo mnoho malých rybníků, byla v 60. letech minulého století vystavěna VN Vrchlice, která při hladině normálního nadržení zaujímá plochu 93,5 ha (Povodí Labe, 2009). Po změně politického systému v roce 1989 můžeme sledovat trend obnovy malých nádrží a zvýšení plochy z 195 ha na 203 ha.



Obrázek 13 - Vývoj využití území v celém povodí

Výsledky mapování potvrzují historický vývoj popsany v kapitole 3. Krajina byla v roce 1852 spravována především extenzivně, kdy se na velké rozloze pásli dobytek a orná půda nemusela zajistit obživu pro takové množství obyvatel jako dnes.

Komunistický převrat v roce 1948 výrazně rozšířil ornou půdu, většinou na úkor travního porostu. Po následné změně politického systému na kapitalismus můžeme vidět úbytek orné půdy a nárůst zmíněné kategorie. Pozitivní změna se odehrála především v uspořádání plochy při rozdělení velkých lánů polí na menší. Pro ilustraci jsou přidány fotografie z let 1983 a 2019. (Obrázek 14 a 15)



Obrázek 14 - Využití krajiny v roce 1983 (LMS ČÚZK,2020)



Obrázek 15 - Využití krajiny v roce 2019 (ČÚZK, 2019)



### 6.1.1 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Hodnoty průměrného CN pro celé povodí jsou v průběhu sledovaného období velmi vyrovnané s největším rozdílem 1,14 bodu. Ten se odehrál mezi lety 1852 a 1954 především díky výraznému úbytku travního porostu, který byl nahrazen ornou půdou. V následujícím období mezi lety 1954 a 1983 vidíme snížení hodnoty CN o 0,09, způsobené úbytkem orné půdy a rozšířením lesní půdy. Tato změna je však minimální. V současnosti vidíme opět pokles a hodnotu 69,78 a to především díky rozšíření travního a lesního porostu na úkor orné půdy. V tabulce 4 můžeme vidět přesné hodnoty CN a objemy odtoků pro dané srážkové události.

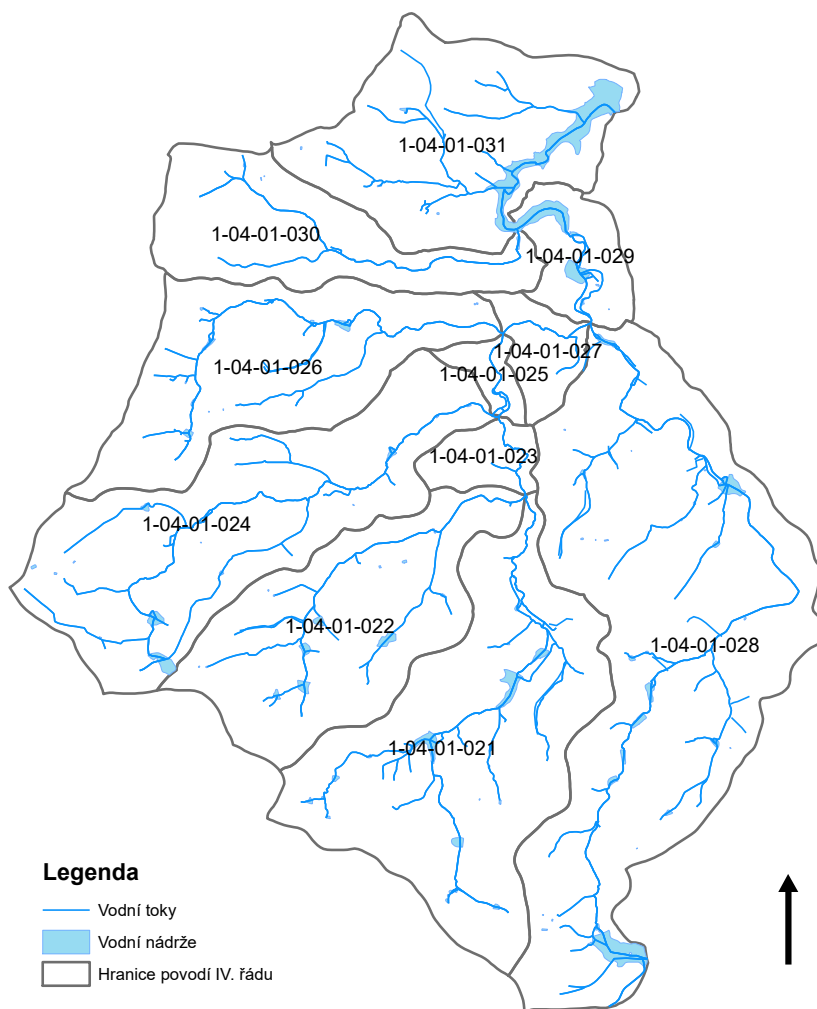
Tabulka 4 - Hodnoty CN a objemu odtoku z celého povodí

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	69,30	49 379	178 802	311 901
1954	70,44	65 157	212 076	358 457
1983	70,35	64 607	211 115	357 273
2019	69,78	55 027	191 617	330 712

## 6.2 Vývoj využití území v povodích IV. řádu

V této kapitole budou blíže popsána jednotlivá povodí IV. řádu a jejich využití. Mapy těchto povodí byly vytvořeny rozdělením map celého povodí VN Vrchlice v software ArcMap 10.7 za použití funkce „clip“. Následně byly atributové tabulky vyexportovány do programu MS Excel a zpracovány stejným způsobem jako tabulka předešlá.

Pro lepší orientaci je přiložen obrázek s jednotlivými čísly povodí.



Obrázek 16 - Vyznačení čísel povodí

(DIBAVOD, Vlastní zpracování)

## 6.2.1 Povodí 1-04-01-021

Povodí č. 021 se nachází na jihu a je 2. největším povodím s rozlohou 15,43 km<sup>2</sup> a také jedno z nejvýše položených. Pramení zde řeka Vrchlice.

### 6.2.1.1 Vývoj využití půdy

Téměř polovina jeho plochy je **zalesněna**. V celém sledovaném období se zastoupení lesní půdy pohybuje mezi 45 % až 46 %.

**Travnatý porost** sleduje stejný trend jako v celém povodí s významným snížením po roce 1852 na úkor především **orné půdy**. Ta zaznamenala nárůst v době komunistického režimu na 37,66% z původních 34,85 %. V současnosti zabírá téměř stejnou plochu jako za Rakouska – Uherska, tj. 34,71 %. Opět je vidět změna v uspořádání orné půdy na menší celky rozdělené travními pásy.

**Zpevněná plocha** zaznamenala největší nárůst mezi lety 1983 a 2019, především díky přesunu obyvatel na venkov z měst. Významný nárůst přišel i mezi lety 1954 a 1983, u rybníku Vidlák vznikla nová chatová osada a mnoho dalších chat stálo i osamoceně. Za zmínku stojí také 2 vzniklé průmyslové areály u obcí Štipoklasy a Černíny. (viz obrázky 17 a 18) S růstem zpevněné plochy souvisí i nárůst plochy **zahrad**, které zaujímají v současnosti 57 ha oproti původním 36 ha.



Obrázek 17 - Chatová osada západně od obce Černíny v roce 1954 (LMS ČÚZK, 2020)



Obrázek 18 - Chatová osada západně od obce Černíny v roce 2019 (ČÚZK, 2020)

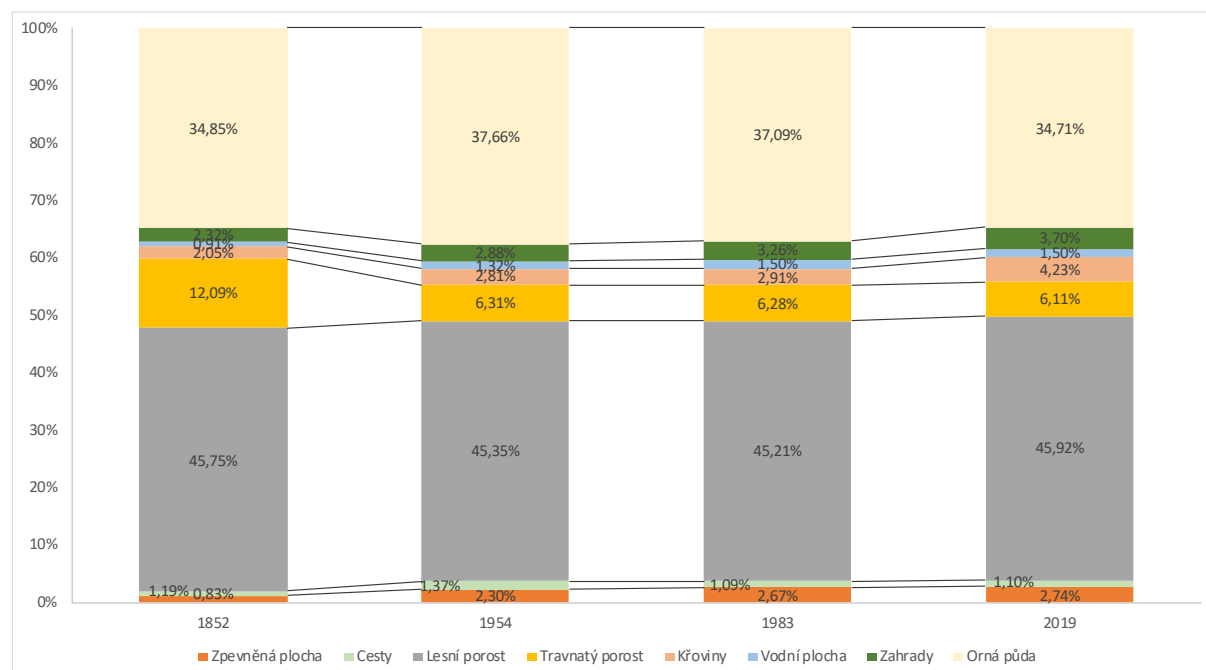
Mezi lety 1852 a 1954 vzniklo mnoho nových cest, v lese i na polích pro lepší dostupnost. Po roce 1954 ovšem polní komunikace téměř zanikly.

**Křovinatý porost** zaznamenal postupný nárůst až na dnešních 65 ha.

**Vodní plocha** také narostla. V povodí byly vybudované 2 nové rybníky, Svěčený a Podveský.

Tabulka 5 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-021

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,13	0,83	0,21	1,37	0,17	1,09	0,17	1,10
Zpevněná plocha	0,18	1,19	0,36	2,30	0,41	2,67	0,42	2,74
Lesní porost	7,06	45,75	7,00	45,35	6,98	45,21	7,09	45,92
Travnatý porost	1,87	12,09	0,97	6,31	0,97	6,28	0,94	6,11
Křoviny	0,32	2,05	0,43	2,81	0,45	2,91	0,65	4,23
Vodní plocha	0,14	0,91	0,20	1,32	0,23	1,50	0,23	1,50
Zahrady	0,36	2,32	0,44	2,88	0,50	3,26	0,57	3,70
Orná půda	5,38	34,85	5,81	37,66	5,72	37,09	5,36	34,71



Obrázek 19 - Graf využití území v povodí 1-04-01-021

O tomto typicky lesním povodí se dá říci, že sleduje trend ve vývoji celého povodí a nezaznamenalo radikální změnu ve svém využití.

### 6.2.1.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Hodnoty průměrného čísla CN pro povodí 021 ukazují nárůst o 1,43 bodu mezi lety 1852 a 1954. Tato změna byla způsobena významným úbytkem travního porostu, rozšířením zpevněných ploch a vybudováním několika nových nádrží. Malou změnu, kterou pozorujeme v průběhu jednotného zemědělství způsobilo zaorání cest a rozšíření orné půdy. Do roku 2019 se hodnota CN snížila o 0,3 bodu. Tato změna byla způsobena zvětšením ploch travního a křovinatého porostu na úkor orné půdy. Na druhou stranu, byla rozšířena také zpevněná plocha a zahrady, což hodnotu lehce navyšuje.

U objemů odtoku sledujeme stejný vývoj jako u hodnot CN. Zajímavostí je nulový odtok 2leté srážky, povodí je schopno absorbovat celý úhrn. U hodnot z let 1852 a 2019 můžeme také předpokládat, že hodnoty reálného odtoku budou menší, jelikož metoda CN křivek nepodchytí rozdíly v uspořádání krajiny. U obou zmíněných roků (tj. 1852 a 2019) je na mapách vidět rozdělení orných ploch na menší části, především v roce 1852.

Tabulka 6 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-021

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	60,51	0	1485	9200
1954	61,94	0	3419	13636
1983	62,03	0	3567	13943
2019	61,73	0	3088	12935

Toto povodí můžeme charakterizovat vysokou retenční kapacitou díky vysokému podílu zalesnění.

### 6.2.1.3 Scénáře změny využití land-use

V rámci zhodnocení odtokových poměrů jsem se zabývala také možnou změnou současného land-use, která by umožnila snížení současné hodnoty CN na hodnotu z roku 1852. Hypotéza vychází z předpokladu, že v minulosti byl odtokový režim stabilní a tedy, pokud byl během vývoje ovlivněn změnami ve využití území, jejich vrácením do původního stavu by se měly zlepšit i odtokové poměry. Přitom pochopitelně nelze vracet změny trvalého charakteru – například zástavbu, vodní nádrže apod. Pracovala jsem za předpokladu zachování současného stavu obcí.

Úpravy využití půdy probíhaly v prostředí MS Excel, v tabulkách shrnující statistické hodnoty povodí, exportovaných z programu ArcMap 10.7. Pracovala jsem na předpokladu nahrazení kategorie orná půda za travní porost na jednom typu hydrologické skupiny půdy. Zvolila jsem kategorii půdy B, což znamenalo odečtení plochy s číslem CN 78 (orná půda) a přičtení plochy s číslem 58 (travní porost). Pro přiblížení se k průměrné hodnotě CN z roku 1852 bylo nahrazeno 90 ha orné půdy travním porostem. V tabulce 7 jsou vidět výsledné objemy odtoku ( $O_{ph}$ ) pro jednotlivé srážky.

Tabulka 7 - Hodnota CN a objemy odtoků pro různé stavy povodí 1-04-01-021

Plocha (km <sup>2</sup> )	CN	A (mm)	0,2A (mm)
15,436	60,57	165,4	33,1
	Hs (mm)	Ho (mm)	O <sub>ph</sub> (m <sup>3</sup> )
2letá srážka	28,2	0	0
5letá srážka	37,2	0,1	1551,9
10letá srážka	43,4	0,6	9371,9

Při srovnání současného stavu a možné změny LU vidíme snížení odtoku 10leté srážky o 3563 m<sup>3</sup>, což se blíží stavu z roku 1852. Je nutno ovšem zvážit, zda bude pro zemědělce hospodařící na této půdě únosné přeměnit 90 ha orné půdy na trvalý travní porost. Nabízí se alternativa využít tuto půdu pro chov skotu, který je však momentálně koncentrován na velkých statcích, využívajících pastevní odchov pouze omezeně.

Tato metoda by mohla být zpracovaná i pro ostatní povodí IV. řádu, já jsem zvolila pouze ukázkou na povodí 021 z důvodu časové tísně.

## 6.2.2 Povodí 1-04-01-022

Povodí 1-04-01-022 je severozápadním sousedem povodí 021. Rozkládá se na 10,30 km<sup>2</sup> a je také relativně vysoko položené a pramení zde potoky Zdeslavický a Pastvický.

### 6.2.2.1 Vývoj využití půdy

Jedná se o povodí více jak z poloviny zalesněné. Rozloha **lesů** klesla o přibližně 2 % mezi lety 1852 a 1954, následně však vzrostla až o 6 % na úkor orné půdy nacházející se uprostřed lesa.

Nárůst osídlení se v tomto povodí neprojevil velmi výrazně. Plocha **zpevněné půdy** vzrostla pouze o 3 ha a rozloha **zahrad** o 5 ha. Opět se jednalo o rozšíření obcí a vzniku chatové osady.

Plocha **cest** se rozvíjela stejně jako v předcházejícím povodí s nejvyšší hodnotou 14 ha a 1,38 % v roce 1954, která poté klesla na 12 ha a 1,13 %.

**Travnatý porost** sleduje stejný trend jako celé povodí. Zatímco v roce 1852 bylo zatravněných celých 77 ha, s příchodem intenzivního zemědělství se území využilo pro ornou půdu nebo les. Hodnoty pro období minulého i současného režimu se v podstatě neliší, můžeme však vidět změnu v uspořádání.

**Křovinatý porost** zaznamenal nejvýznamnější nárůst z 2,58 % na 4,55 % mezi lety 1852 a 1954, především podél cest a vzniku mýtiny uprostřed lesa, která byla opět lesní půdou v roce 2019.

Vývoj plochy **orné půdy** se výrazně neliší od normálu. Opět sledujeme malé změny v ploše a výraznější změny v uspořádání.

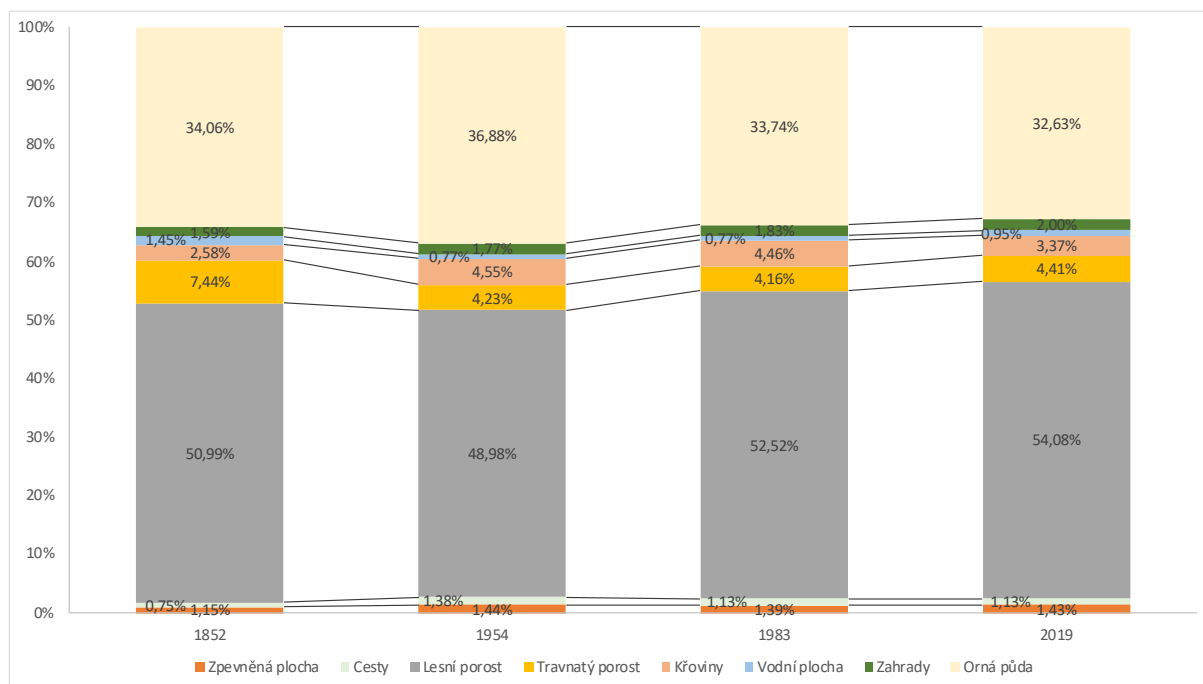
Plocha **vodní plochy** se snížila po roce 1852, kdy zanikly 2 rybníky na Zdeslavickém potoce. Hráze jsou však stále patrné a je možno je využít jako poldry nebo znovuobnovit nádrže.

V následující tabulce 8 a na obrázku 20 jsou k vidění přesná data vývoje.

Celkově toto povodí sleduje stejný vývoj jako celé povodí a nezaznamenalo žádnou radikální změnu.

Tabulka 8 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-022

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,08	0,75	0,14	1,38	0,12	1,13	0,12	1,13
Zpevněná plocha	0,12	1,15	0,15	1,44	0,14	1,39	0,15	1,43
Lesní porost	5,25	50,99	5,05	48,98	5,41	52,52	5,57	54,08
Travnatý porost	0,77	7,44	0,44	4,23	0,43	4,16	0,45	4,41
Křoviny	0,27	2,58	0,47	4,55	0,46	4,46	0,35	3,37
Vodní plocha	0,15	1,45	0,08	0,77	0,08	0,77	0,10	0,95
Zahrady	0,16	1,59	0,18	1,77	0,19	1,83	0,21	2,00
Orná půda	3,51	34,06	3,80	36,88	3,48	33,74	3,36	32,63



Obrázek 20 - Graf využití území v povodí 1-04-01-022

### 6.2.2.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Povodí 022 je typické velkým podílem lesa rostoucím na půdě s vysokou rychlostí infiltrace. Díky tomu jsou hodnoty CN nejnižší z celého povodí.

Zajímavé je také snížení hodnoty CN mezi lety 1954 a 1983. Na základě historického vývoje zemědělství v tomto povodí byl očekáván nárůst. Tato ojedinělá situace je způsobena zalesněním plochy orné půdy, která se nacházela uprostřed lesa. Můžeme se domnívat, že důvodem byla špatná dostupnost pro velké stroje, jež se začaly v tomto období používat.

Povodí 022 se vymyká také porovnáním hodnot CN z roku 1852 a 2019. U tohoto povodí IV. řádu je hodnota CN v roce 2019 nižší než v roce 1852. Rozdíl, který zde vidíme je však velmi malý a způsoben zalesněním, které již bylo popsáno.

Díky velmi nízkým hodnotám CN také nedochází k odtoku z povodí, ačkoliv jsou úhrny srážek třetí nejvyšší z celého povodí. Veškerý srážkový úhrn je absorbován v počáteční ztrátě. Pro představu jsou přidány hodnoty srážek a maximální retence v počáteční ztrátě v tabulkách 10 a 11.

Tabulka 9 - Hodnota návrhových srážek pro povodí 1-04-01-022

Návrhové srážky (mm)		
2leté	5leté	10leté
27,1	35,5	41,3

Tabulka 10 - Hodnota retence počáteční ztráty Ia

Rok	Ia (mm)
1852	44,6
1954	43,0
1983	44,6
2019	44,8

Tabulka 11 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-022

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m3)		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	53,28	0	0	0
1954	54,17	0	0	0
1983	53,27	0	0	0
2019	53,16	0	0	0

### 6.2.3 Povodí 1-04-01-023

Povodí 023 se nachází uprostřed povodí, jižně od obce Chlístovice, a je 2. nejmenším v celém povodí nádrže s rozlohou 1,44 km<sup>2</sup>.

#### 6.2.3.1 Vývoj využití půdy

Území tohoto povodí je atypické nepřítomností jakéhokoliv osídlení, zpevněné plochy se zde vyskytují pouze jako komunikace a nejsou a nebyly tu žádné **zahrady**. **Zpevněné plochy** zde zabírají pouze 0,5 ha od roku 1954 až do současnosti. S tím spojené **cesty** kolísají mezi 2 a 3 ha v průběhu celého sledovaného období.

Tabulka 12 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-023

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,02	1,69	0,03	2,09	0,02	1,24	0,02	1,24
Zpevněná plocha	0,00	0,00	0,005	0,32	0,005	0,32	0,005	0,32
Lesní porost	0,39	26,96	0,36	25,09	0,35	24,20	0,40	27,65
Travnatý porost	0,14	9,42	0,08	5,26	0,06	4,11	0,07	4,78
Křoviny	0,001	0,08	0,01	0,62	0,01	0,63	0,01	0,41
Vodní plocha	0,003	0,18	0,003	0,18	0,003	0,18	0,003	0,18
Zahrady	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Orná půda	0,89	61,67	0,96	66,44	1,00	69,32	0,95	65,41

Plocha povodí je a byla využita především zemědělsky, kdy **orná půda** zabírá více jak 60 % plochy. Již od roku 1852 a až do roku 1983 její plocha roste až téměř k 70 %. V současnosti vyplňuje 65,41%. Sledujeme stejný trend jako v předchozích povodích, kdy byla orná půda historicky více rozdělena např. **travními mezemi**, které vymizely v průběhu komunismu a nyní je snaha je do krajiny opět vrátit, viz obrázek 21. Jak je vidět na grafu 22 níže, plocha travního porostu klesla po roce 1852 z původních 9,52 % na 4,11 % v roce 1983. V současné době je na úrovni 4,78 % plochy.



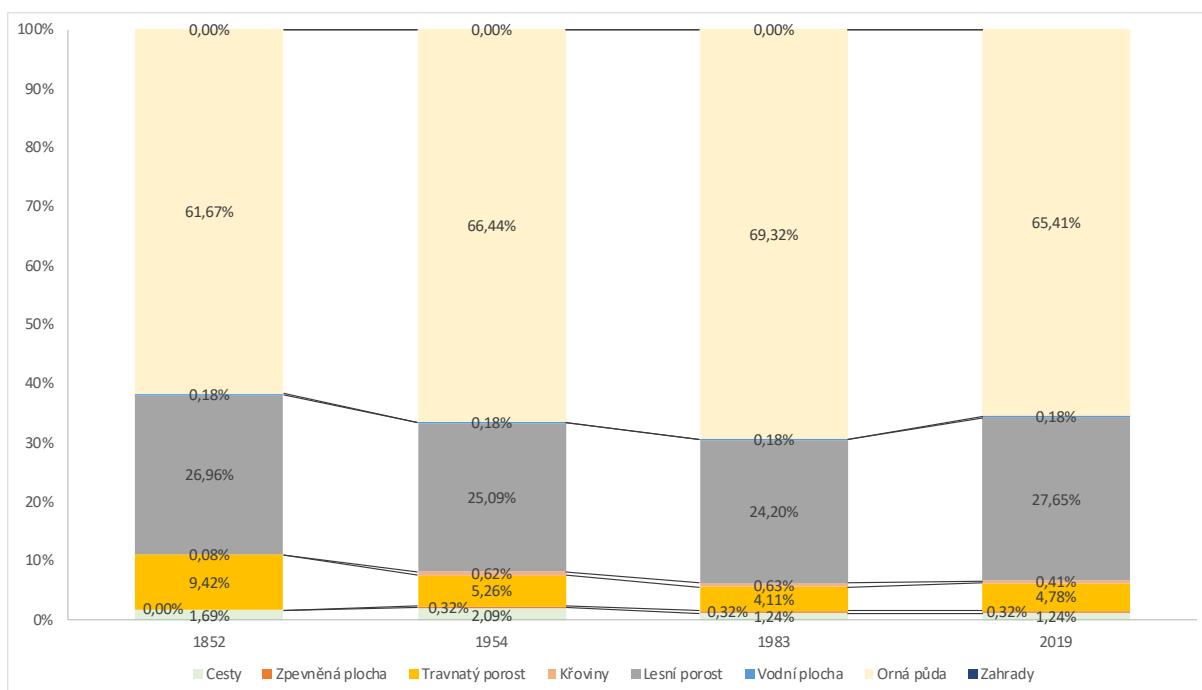


Obrázek 21 - Ukázka travní meze v roce 2019 (ČÚZK, 2019)

**Křovinatý porost** se v povodí téměř nevyskytuje. V roce 1852 bychom ho našli pouze na malém úseku podél lesa a později přibyl jako liniový prvek podél nově vzniklé komunikace a podél krátkého úseku potoka. Jeho rozloha se zvýšila z původního 0,1 ha na 1 ha.

Podíl **lesní plochy** se pohybuje okolo  $\frac{1}{4}$  rozlohy povodí. Z počátečních 39 ha se v průběhu komunismu 4 ha proměnily na ornou půdu. V současnosti zabírá 40 ha, z čehož část byla odebrána orné půdě a část travnímu porostu.

Tímto povodím **protéká** řeka Vrchlice a pramení zde jeden z jejích malých přítoků, jejichž plocha zůstává neměnná v průběhu let.



Obrázek 22 - Graf využití území v povodí 1-04-01-023

### 6.2.3.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

U povodí 023 sledujeme typický vývoj pro sledovanou oblast. Hodnoty CN i objemu odtoku stoupají až do roku 1983, především kvůli úbytku travního porostu, který byl nahrazen ornou půdou. Pokles zaznamenaný mezi lety 1983 a 2019 byl zapříčiněn obnovou travního porostu a rozšířením lesa.

Objem odtoku srážek je díky malé rozloze povodí relativně malý, ale přímo koresponduje s hodnotami CN.

Tabulka 13 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-023

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	72,38	593	2697	4951
1954	73,31	793	3140	5569
1983	73,65	874	3311	5805
2019	72,90	702	2942	5294

### 6.2.4 Povodí 1-04-01-024

Povodí 024 se nachází v západní části sledované oblasti a s průměrnou nadmořskou výškou 471 metrů nad mořem patří k výše položeným. Rozloha je 13,84 km<sup>2</sup>. Pramení a protéká zde Chlístovický potok, který se vlévá do Vrchlice u obce Chlístovice.

#### 6.2.4.1 Vývoj využití území

Území tohoto povodí je využíváno především k pěstování kulturních plodin se zastoupením **orné půdy** pohybující se mezi 64 % a 72 %. Na rozdíl od předchozích povodí sledujeme výjimečnou situaci, kdy v roce 1954 bylo OP pokryto největší část území, především na úkor travního porostu a lesa oproti předešlému období. Pro přístup k jednotlivým pozemkům byly pole děleny cestami, které vymizely do roku 1983. Rozloha OP se mezi rokem 1983 a současností příliš neměnila, ubylo pouze 25 ha, především díky osídlení a křovinatému porostu.

Výměra **zpevněné plochy** se postupně zvětšovala stejně jako v ostatních povodích s rostoucími potřebami obyvatel. Vznikly zde také 3 nové průmyslové celky. V roce 1852 ZP zabírala 30 ha a postupně se rozrostla na dnešních 43 ha. **Zahrady** zaznamenaly podobný nárůst z 49 ha na 74 ha.

U **cest** můžeme pozorovat nárůst mezi lety 1852 a 1954 z 8 ha na 14 ha a následný prudký pokles na 5 ha v roce 1983 a udržení této rozlohy do dnes. Opět se jednalo o polní cesty, které byly zaorány a také komunikace, které byly přeměněny na asfaltové, tj. zpevněnou plochu.

**Lesní porost** není úplně typický pro toto povodí. Z celkové rozlohy 13,78 km<sup>2</sup> se dnes nachází pouze na 1,26 km<sup>2</sup>. Na velmi podobné hodnotě byl i v roce 1852. V průběhu komunismu byl částečně vykácen pro ornou půdu a rozkládal se na necelém 1 km<sup>2</sup>.

V průběhu sledovaného období se **křovinatý porost** vyskytoval jako liniový prvek podél Chlístovického potoka na rozloze přibližně 40 ha. Na mapách z roku 1983 je vidět také podél lesa na jihozápadě povodí a v okolí obce Kraličky, tj. na 79 ha. Část byla následně vysekána a jeho rozloha klesla na dnešní 64 ha.

Rozložení **travního porostu** v roce 1852 bylo rozdrobené a střídalo se s ornou půdou. Vyskytoval se především v západní polovině povodí s celkovou rozlohou 213 ha. Na mapě z roku 1954 můžeme vidět značný úbytek, kdy byl TP přeměněn především na ornou půdu a jeho plocha se snížila téměř na polovinu. V následujících letech se jeho plocha opět zvětšila, ale byl koncentrován ve větších plochách s celkovou rozlohou 175 ha, především okolo obce Žandov. Mezi lety 1983 a 2019 se část přeměnila na lesní a křovinatý porost, jeho plocha však klesla jen o 5 ha.

Nejzajímavější sledovanou změnou je rozloha a rozmístění **vodní plochy**. V roce 1852 se v povodí nacházelo 11 malých a 4 větší nádrže na ploše 26 ha. Přehrazen byl jak Chlístovický potok, tak všechny jeho přítoky. Větší rybníky se nacházely na výše položené západní části. Na následující mapě už můžeme vidět pouze 5 nádrží, z čehož 2 jsou větší rybníky (Bezděkov a Krsovický rybník) s rozlohou 14 ha. Tento stav přetrvával až do současnosti. (viz. obrázky 23 a 24)



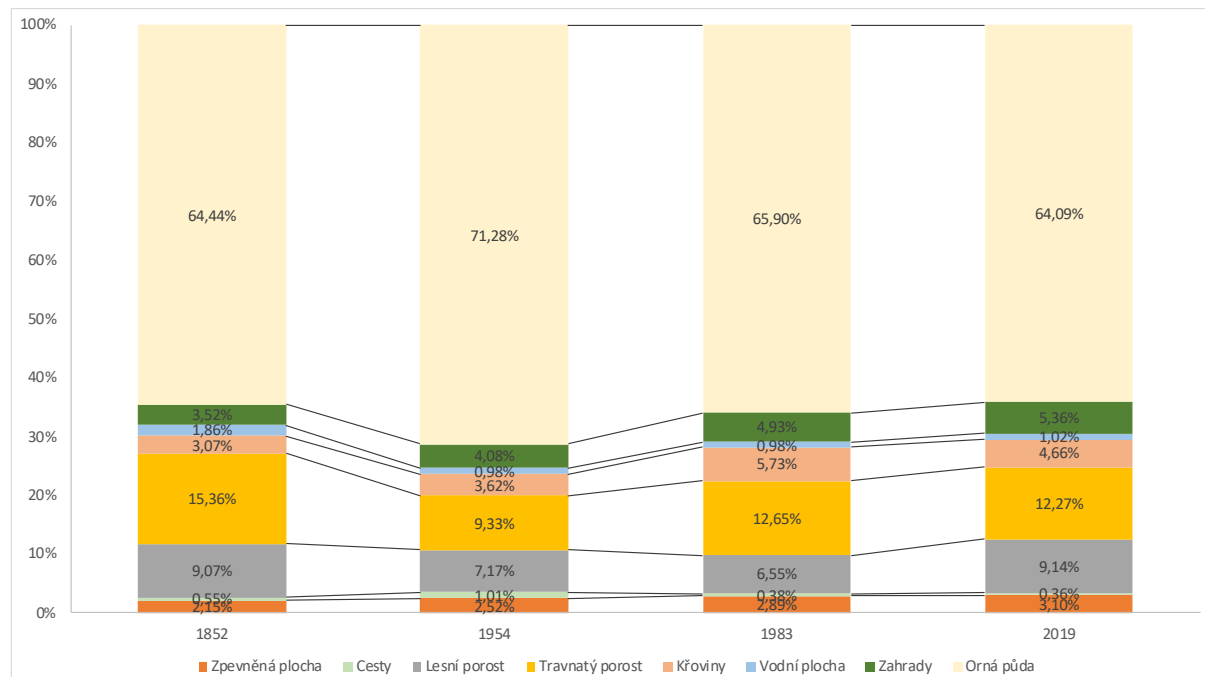
Obrázek 23 - Rozložení travního porostu v roce 1852 (CENIA, 2020)



Obrázek 24 - Rozložení travního porostu v roce 1954 (LMS ČÚZK, 2020)

Tabulka 14 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-024

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,08	0,55	0,14	1,01	0,05	0,38	0,05	0,36
Zpevněná plocha	0,30	2,15	0,35	2,52	0,40	2,89	0,43	3,10
Lesní porost	1,25	9,07	0,99	7,17	0,91	6,55	1,26	9,14
Travnatý porost	2,13	15,36	1,29	9,33	1,75	12,65	1,70	12,27
Křoviny	0,42	3,07	0,50	3,62	0,79	5,73	0,64	4,66
Vodní plocha	0,26	1,86	0,14	0,98	0,14	0,98	0,14	1,02
Zahrady	0,49	3,52	0,56	4,08	0,68	4,93	0,74	5,36
Orná půda	8,92	64,44	9,86	71,28	9,12	65,90	8,87	64,09



Obrázek 25 - Graf využití území v povodí 1-04-01-024

Toto povodí zaznamenalo změny typické pro sledované území jako přeměna travního porostu na ornou půdu nebo rozšíření zpevněné plochy v okolí sídel. Zdůraznit je potřeba zánik 10 rybníků, jejichž obnovení by mohlo napomoci udržení vody ve vyšších polohách povodí. Na druhou stranu, při malém odtoku z těchto rybníků by stav krajiny nezlepšily, pouze by zadržovaly vodu.

#### 6.2.4.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Hodnoty průměrného CN se v tomto povodí pohybují nad průměrem celé sledované oblasti. Důvodem je velká rozloha orné půdy, přesahující 65 % rozlohy, nebo také malý podíl lesů a travního porostu.

Vývoj hodnot sleduje podobný trend jako celé povodí, kdy byla nejvyšší hodnota pozorována v roce 1954 díky největší rozloze orné půdy. Zajímavostí je současná hodnota CN 71,83, která je menší než v roce 1852, 72,12. Rozdíl je velmi malý, pravděpodobně způsobený nižším zastoupením orné půdy a vyšším podílem lesů. Ke snížení hodnoty mohlo přispět i vypuštění rybníků, jejichž hodnota CN je 100.

Tabulka 15 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-024

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	72,12	5848	26340	47502
1954	73,19	8128	31339	54406
1983	72,18	5965	26607	47874
2019	71,83	5313	25102	45769

## 6.2.5 Povodí 1-04-01-025

Povodí 025 je severním sousedem povodí 023 a je rozlohou nejmenší (0,82 km<sup>2</sup>). Protéká jím řeka Vrchlice a pramení zde bezejmenný potok, který ústí do Vrchlice po 650 m své existence.

### 6.2.5.1 Vývoj využití území

Rozložení jednotlivých kategorií land-use se v tomto povodí za 200 let téměř nezměnilo. **Lesní porost** i **orná půda** se rozkládají v průběhu let na 36 až 38 ha.

**Vodní plocha** nezaznamenala žádnou změnu. Jak bylo řečeno v předcházejícím odstavci, povodím protéká Vrchlice a její krátký přítok, které zaujímají plochu 0,2 ha.

Rozloha **křovinatého porostu** kolísá mezi 1 ha až 2 ha.

**Travnatý porost** se rozšířil oproti roku 1852, kdy zaujímal 2 ha, na 4 ha v roce 1983. V současnosti zaujímá 3 ha.

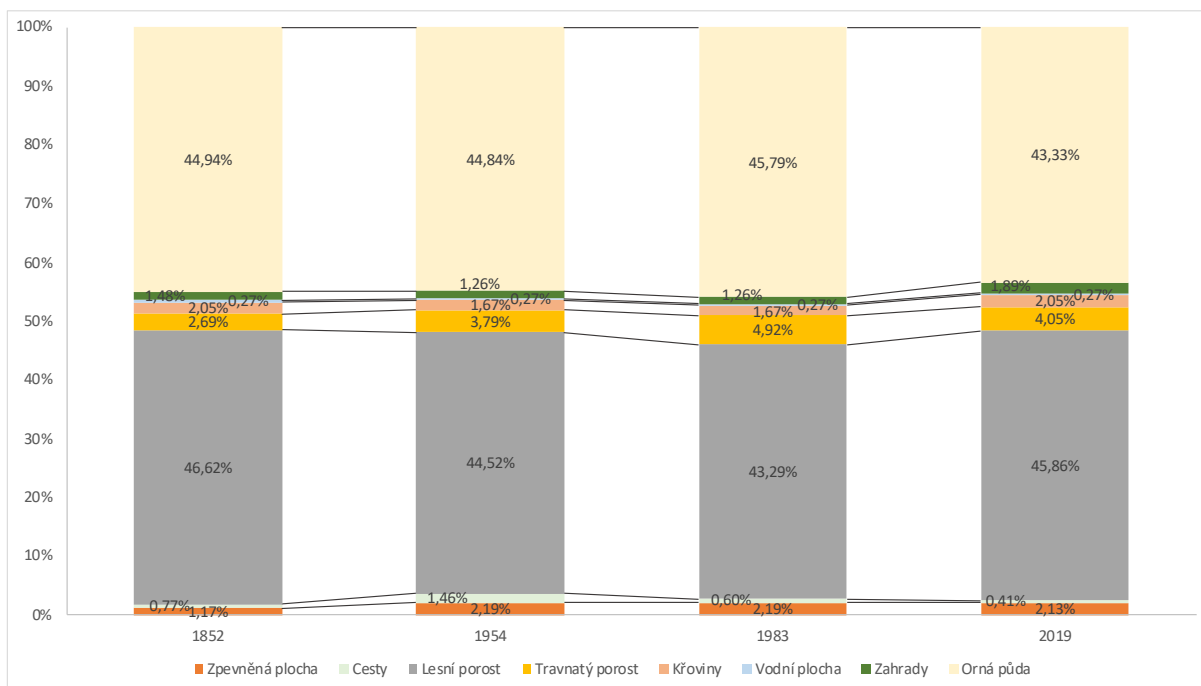
V povodí se nachází 1 hospodářský komplex (**zpevněná plocha**), který se postupně od roku 1852 rozšiřoval z 1 ha na dnešní 2 ha. Přílehlé plochy **zahrad** zaznamenaly stejný růst.

V povodí vzniklo několik nových **cest** mezi lety 1852 a 1954, které postupně zanikaly a v současnosti se rozkládají na ¼ území, které zaujímaly v roce 1954.

Tabulka 16 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-025

	1852		1954		1983		2019	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Cesty	0,006	0,77	0,012	1,46	0,005	0,60	0,003	0,41
Zpevněná plocha	0,01	1,17	0,02	2,19	0,02	2,19	0,02	2,13
Lesní porost	0,38	46,62	0,37	44,52	0,36	43,29	0,38	45,86
Travnatý porost	0,02	2,69	0,03	3,79	0,04	4,92	0,03	4,05
Křoviny	0,02	2,05	0,01	1,67	0,01	1,67	0,02	2,05
Vodní plocha	0,002	0,27	0,002	0,27	0,002	0,27	0,002	0,27
Zahrady	0,01	1,48	0,01	1,26	0,01	1,26	0,02	1,89
Orná půda	0,37	44,94	0,37	44,84	0,38	45,79	0,36	43,33





Obrázek 26 - Graf využití území v povodí 1-04-01-025

Změny v tomto povodí jsou velmi nepatrné. Pokud přičteme fakt, že jeho rozloha není ani 1 % z celkové plochy sledovaného území, jsou změny v podstatě zanedbatelné.

### 6.2.5.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Hodnoty CN se v tomto povodí pohybují těsně pod průměrem celého povodí VN Vrchlice. V průběhu sledovaného období hodnoty kolísají v rozmezí 69,38 až 69,93, což je minimální změna. Tím pádem i hodnoty odtoků srážek zůstaly velmi podobné. Jak již bylo zmíněno výše v textu, rozloha povodí je také velmi malá, tudíž vliv na celkové výsledky je téměř zanedbatelný.

Tabulka 17 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-025

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m3)		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	69,47	68	767	1647
1954	69,93	92	851	1774
1983	69,86	88	838	1755
2019	69,38	64	753	1625

## 6.2.6 Povodí 1-04-01-026

Povodí 026 patří k západním, svou rozlohou 10,01 km<sup>2</sup> jej můžeme zařadit mezi průměrné. Pramení zde potoky Košický a Bedřichovský, které se slévají a pokračují do Vrchlice.

### 6.2.6.1 Vývoj využití území

Z tabulky 18 je patrné, že se jedná především o zemědělsky využívanou oblast. **Orná půda** v minulosti i současnosti zabírá více jak polovinu povodí. Při pohledu na mapu z roku 1852 je vidět rozdrobenost polí pomocí travních pásů. I přesto se OP rozkládala na 67,81 % plochy. Po převratu se rozloha ještě zvýšila na úkor travního porostu a lesa na 77,18 %, ale velké celky zůstávaly stále dělené přístupovými cestami. V roce 1983 můžeme vidět sjednocení polí do velkých lánů, ačkoliv celková rozloha klesla o 0,61 %, neboli 6 ha. V současnosti je rozloha OP 73 %. Její zmenšení bylo způsobeno přeměnou na les a travní porost. Pole však zůstala jednotná.

**Lesní půda** zaznamenala výrazný pokles po roce 1852 díky vykácení 42 ha lesa pro ornou půdu. Z původních 117 ha zbylo pouze 75 ha v roce 1954. Pozorování z roku 1983 ukazuje nárůst o 1 ha. V současnosti se lesní půda rozkládá na 100 ha, které přibyly především rozšířením lesního pásu podél obou potoků.

**Travní porost** sleduje stejný trend jako celé povodí. V roce 1852 se rozkládal na 124 ha roztroušený mezi poli a podél potoků. V polovině 20. století bylo více jak 50 % přeměněno na ornou půdu. Pro rok 1983 pozorujeme mírný nárůst, důležitější je však změna rozložení. TP se koncentroval okolo obce Nepoměřice a téměř vymizel ze zbytku povodí. Do roku 2019 nastalo zvýšení o 10 ha, které byly původně využity pro ornou půdu.

**Křoviny** mají v tomto povodí velmi malé zastoupení. Vyšších hodnot (až 3,5 %) dosahovaly v období komunistického režimu v okolí obcí a rybníku Podskalák. V současnosti se rozkládají na 2,93 %.

**Zpevněná plocha** zaznamenala postupný růst stejně jako v ostatních povodích. Jednalo se především o rozšíření obcí. V polovině 19. století zaujímala 20 ha a v průběhu let se rozšířila až na 27 ha. **Zahrady** sledují stejný trend, kdy na počátku sledovaného období zaujímaly 27 ha a v současnosti 37 ha.

**Cesty** zaznamenaly růst mezi lety 1852 a 1954 z 5 ha na 9 ha. Jednalo se především o přístupové cesty k jednotlivým polím, které vymizely do roku 1983.

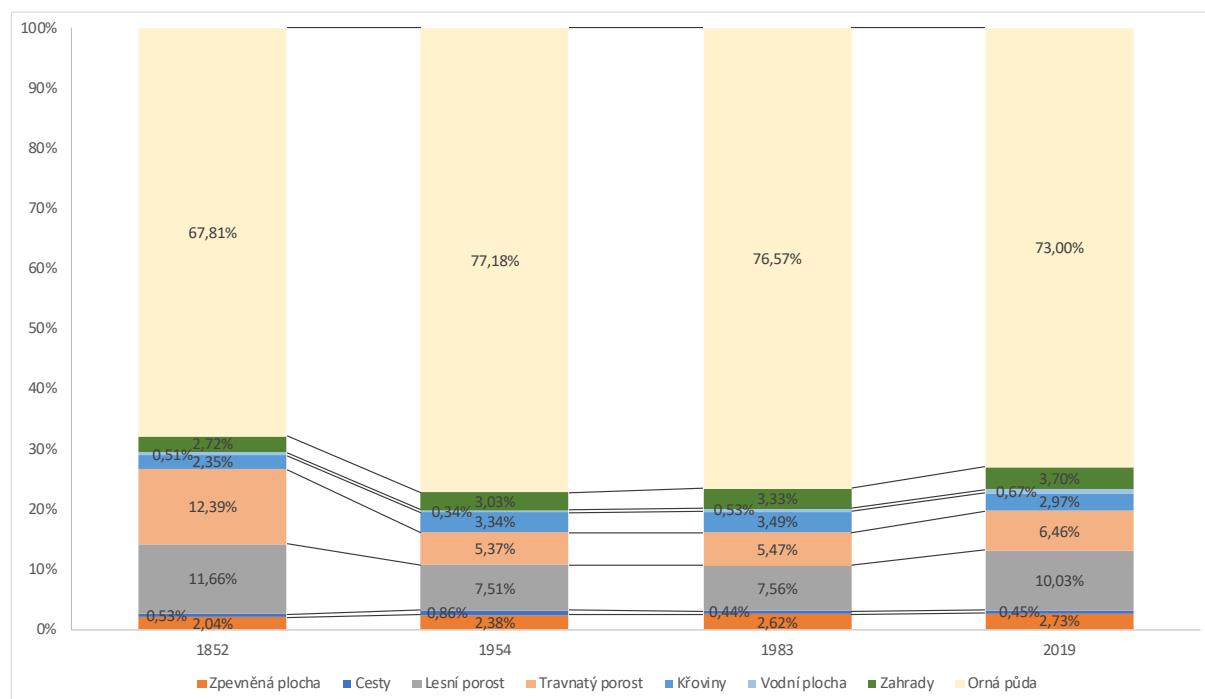
V roce 1852 se v povodí nacházely 4 malé nádrže, z nichž 3 byly do roku 1954 zrušeny a vybudována 1 nová na Košickém potoku. Do roku 1983 byla vybudována další nádrž východně od obce Albrechtice a v následujícím období byly obnoveny Panský rybník a nádrž v obci Albrechtice. Číselně vyjádřeno, v roce 1852 se **vodní plocha** rozkládala na 5 ha, v roce 1954 na 3 ha, v roce 1983 opět na 5 ha a nyní na 7 ha.



Obrázek 27 - Panský rybník jižně od obce Nepoměřice (ČÚZK, 2019)

Tabulka 18 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-026

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,05	0,53	0,09	0,86	0,04	0,44	0,05	0,45
Zpevněná plocha	0,20	2,04	0,24	2,38	0,26	2,62	0,27	2,73
Lesní porost	1,17	11,66	0,75	7,51	0,76	7,56	1,00	10,03
Travnatý porost	1,24	12,39	0,54	5,37	0,55	5,47	0,65	6,46
Křoviny	0,23	2,35	0,33	3,34	0,35	3,49	0,30	2,97
Vodní plocha	0,05	0,51	0,03	0,34	0,05	0,53	0,07	0,67
Zahrady	0,27	2,72	0,30	3,03	0,33	3,33	0,37	3,70
Orná půda	6,78	67,81	7,72	77,18	7,66	76,57	7,30	73,00



Obrázek 28 - Graf využití území v povodí 1-04-01-026



V tomto povodí sledujeme podobné změny jako na celém území, a to přechod od rozdrobené krajiny Rakouska-Uherska na jednotné zemědělství v druhé polovině 20. století a následnou snahu obnovit rozmanitost krajiny v současnosti. Zajímavostí tohoto povodí je obnova původních a budování nových rybníků. Příkladem je například Panský rybník jižně od obce Nepoměřice, který byl vypuštěn po roce 1852 a obnoven až v roce 1995. (Obec Nepoměřice, 2020) V průběhu komunismu byl vybudován také nový rybník východně od obce Albrechtice.

### 6.2.6.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Hodnoty CN jsou v tomto povodí vyšší než celkový průměr povodí. Tento fakt můžeme přičíst vysokému podílu orné půdy, kolísající okolo 70 %, a nízkému podílu travního i lesního porostu, pro obě kategorie kolísající okolo 10 %.

Můžeme vidět také navýšení mezi lety 1852 a 1954, z 74,74 na 76,48. Tato změna byla způsobena vykácením lesa u obce Košice a také rozšířením orné půdy na úkor travního porostu. Je potřeba také zdůraznit, že odtoky v roce 1852 byly pravděpodobně nižší, než uvádí výpočet, díky prostorovému uspořádání, které metoda CN není schopna zahrnout.

V průběhu jednotného zemědělství (tj. mezi lety 1954 a 1983) nenastala téměř žádná změna v hodnotě CN. Na druhou stranu, objemy odtoků v roce 1954 mohly být reálně nižší, ze stejného důvodu jako v předešlém odstavci.

Snížení, které je vidět mezi lety 1983 a 2019 je způsobeno rozšířením travních pásů a lesní půdy. Rozložení v krajině se však velmi nezměnilo, pouze se zvětšila plocha již existujících TP a LP.

Tabulka 19 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-026

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m3)		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	74,74	7708	25809	43180
1954	76,48	11521	32976	52659
1983	76,47	11497	32933	52604
2019	75,98	10342	30821	49834

### 6.2.7 Povodí 1-04-01-027

Povodí číslo 027 se nachází na východní straně území a patří k nejmenším s rozlohou 1,64 km<sup>2</sup>. Protéká zde řeka Vrchlice a pramení tu potok s občasnou vodotečí.

#### 6.2.7.1 Vývoj využití území

Na tomto malém povodí převažuje **orná půda** se zastoupením přes 60 %. V roce 1852 byla vyměřena na 63 %, v průběhu komunismu se rozšířila až na úkor lesního a travního porostu na 67 %. V současnosti se vyskytuje opět na 63 % plochy.

**Křovinatý porost** je zastoupen velmi málo, jeho hodnoty vyrostly od roku 1852 ze 3 ha na dnešní 5 ha a vyskytuje se především podél lesa a travního porostu.

Řeka Vrchlice je zde obklopena v průběhu sledovaného období **lesem** nebo loukami. V roce 1852 je to především LP, která zaujímá 36 ha. Následně je část vykácena pro ornou půdu a TP a jeho plocha je snížena na 22 ha. V současnosti je obnoven téměř na původní hodnotu.

Jak již bylo zmíněno, **travní porost** obklopuje tok Vrchlice. Historicky jeho plocha kolísala mezi 14 a 15 ha, v současnosti roste pouze na 8 ha.

Do oblasti spadá část obce Polánka, jež v roce 1852 společně s komunikacemi zaujímalu většinu **zpevněné plochy** (3 ha). V následujících 100 letech však významný rozvoj zaznamenala obec Maxovna, která se několika násobně rozšířila. ZP dnes zabírá 4 ha, z čehož stále většinu zaujímají zpevněné komunikace.

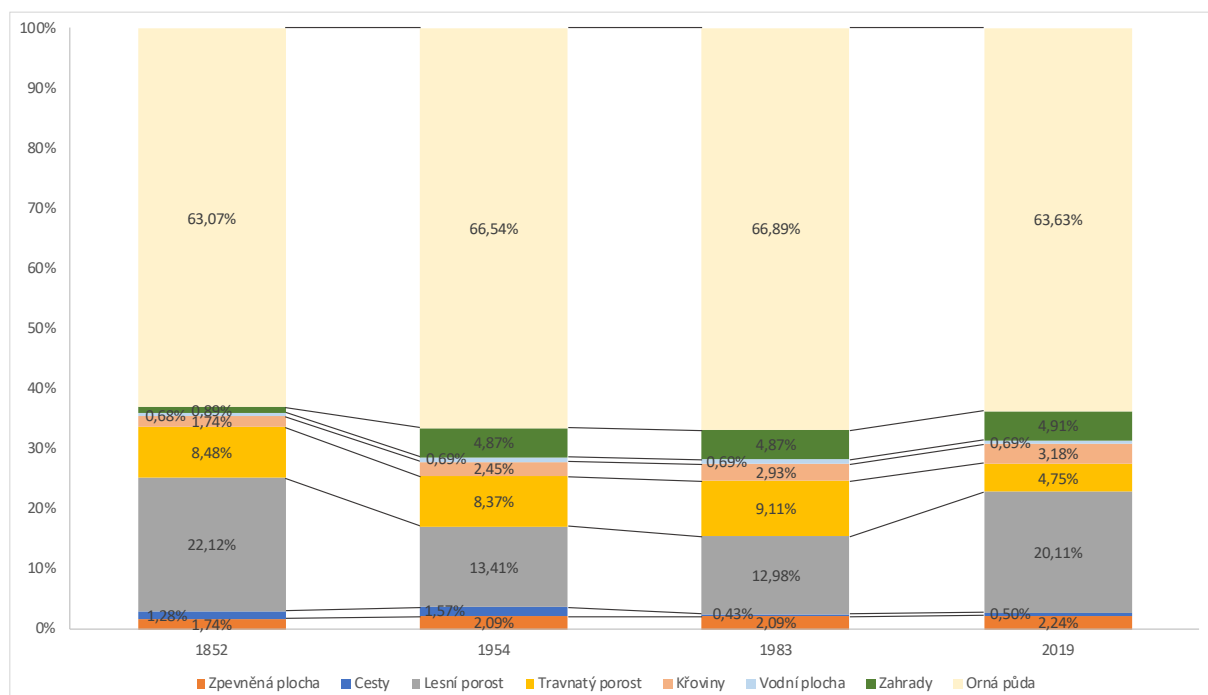
**Zahrady** zaznamenaly prudký nárůst mezi lety 1852 a 1954 z 1 ha na 8 ha a od té doby se jejich rozloha neměnila.

**Cesty** tvořily v polovině 19. století pouze 1,28 % celkové plochy, poté se především díky polním cestám nacházely na 3 ha, které byly po roce 1954 zredukovány na 1 ha.

**Vodní plocha** zůstala po celou dobu neměnná.

Tabulka 20 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-027

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,02	1,28	0,03	1,57	0,01	0,43	0,01	0,50
Zpevněná plocha	0,03	1,74	0,03	2,09	0,03	2,09	0,04	2,24
Lesní porost	0,36	22,12	0,22	13,41	0,21	12,98	0,33	20,11
Travnatý porost	0,14	8,48	0,14	8,37	0,15	9,11	0,08	4,75
Křoviny	0,03	1,74	0,04	2,45	0,05	2,93	0,05	3,18
Vodní plocha	0,01	0,68	0,01	0,69	0,01	0,69	0,01	0,69
Zahrady	0,01	0,89	0,08	4,87	0,08	4,87	0,08	4,91
Orná půda	1,04	63,07	1,09	66,54	1,10	66,89	1,04	63,63



Obrázek 29 - Graf využití území v povodí 1-04-01-027

V tomto malém povodí se neodehrály žádné radikální změny. Především procentuálně k celému povodí nádrže, jsou téměř zanedbatelné.

## 6.2.7.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Povodí 027 se opět hodnotami CN dostává nad průměr celého povodí. Jejich změna je velmi malá a sleduje trend celého povodí. V pohledu na celkové výsledky jsou změny téměř zanedbatelné, jelikož se jedná o velmi malé povodí.

Tabulka 21 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-027

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	73,59	813	3255	5732
1954	74,59	1083	3817	6500
1983	74,24	983	3613	6224
2019	73,84	876	3389	5917

## 6.2.8 Povodí 1-04-01-028

Povodí 028 je největším povodím IV. řádu s rozlohou 24, 34 km<sup>2</sup>. Nachází se na východní straně povodí a pramení zde nejdelší přítok Vrchlice, Opatovický potok.

Vývoj land-use v povodí byl podrobně popsán J. Winterovou v její práci „*Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek*“. Zpracovala vývoj pro celé povodí VN Vrchlice v letech 1983 a 2019 a pro povodí IV. řádu číslo 028 zpracovala také roky 1852 a 1938. (2019) Pro mou práci jsem převzala a upravila kapitolu popisující vývoj povodí 028 z její práce a doplnila mapy a posouzení pro rok 1954, z mého vlastního šetření. Pro větší přehlednost jsem opět vytvořila tabulku a graf shrnující číselné údaje.

### 6.2.8.1 Vývoj využití území

Využití tohoto povodí je především zemědělské, jak můžeme vidět v tabulce 22. **Orná půda** se nachází na více než polovině rozlohy a stabilně se v minulosti pohybovala okolo 60 % území. Výjimkou je rok 1938, kdy bylo velké množství pozemků zatravněno a plocha OP klesla na 56,92 %. Opět je možno sledovat trend proložení orné půdy travními pásy v době II. vojenského mapování, následné sjednocení ploch v průběhu jednotného zemědělství a snaha o obnovu roztráštěných velkých ploch v současnosti.

U **zpevněných ploch** je vidět postupný růst ze 40 ha půdy na dnešních 71 ha díky rozšíření obcí, výstavbě nových komunikací nebo halových staveb. S tím související **zahrady** se rozrostly z původních 51 ha v roce 1852 na dnešních 104 ha.

**Cesty** byly nejvíce zastoupeny v roce 1954, kdy zabíraly až 20 ha plochy a sloužily především jako přístupové cesty k jednotlivým polím. Opět můžeme sledovat trend jejich zániku s postupem jednotného zemědělství a zmenšení jejich plochy na 12 ha v roce 1983.

Výskyt **křovinatého porostu** se v průběhu let velmi neměnil. Neustále kolísal okolo 4 % a vyskytoval se především v okolí toku Opatovického potoku.

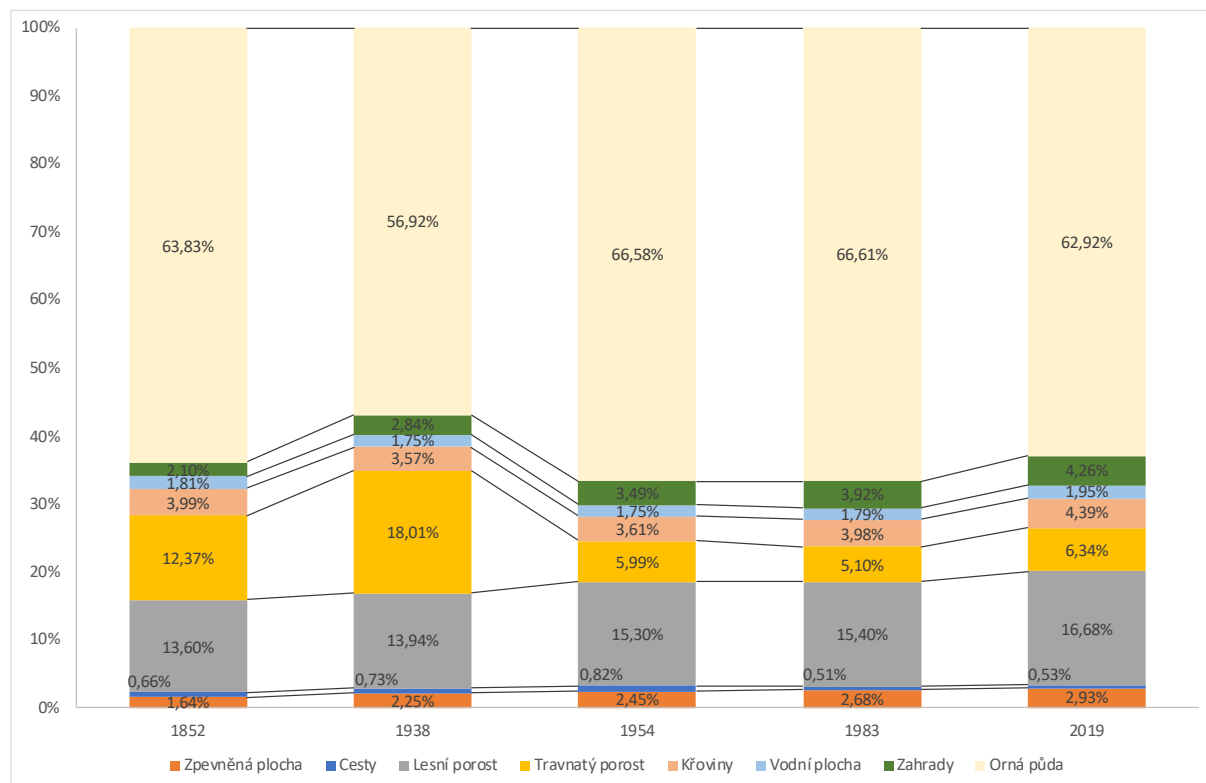
**Lesní porost** zaznamenal v průběhu celého období postupný růst z 13,60 % na 16,68 % díky rozrůstání lesů v jižní polovině povodí.

Největší kolísání můžeme vidět u **travního porostu**. V roce 1938 zabíral až 18,01% plochy, jelikož bylo mnoho pozemků zemědělské půdy zatravněno. Následoval prudký pokles do roku 1954, kdy se objevoval pouze na 5,99 % a postupně klesnul až na 5,10 % v roce 1983. V následujícím období byl zaznamenán malý nárůst na hodnotu 6,36 %, což je přibližně polovina původní plochy z roku 1852.

U **vodní plochy** si můžeme všimnout kolísání rozlohy mezi 42 ha a 47 ha. V povodí se v průběhu sledovaného období vybudovalo a opět vypustilo několik rybníků, z čehož stále napuštěné zůstaly pouze Katlov a Březovský rybník.

Tabulka 22 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-028

	1852		1938		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,16	0,66	0,18	0,73	0,20	0,82	0,12	0,51	0,13	0,53
Zpevněná plocha	0,40	1,64	0,55	2,25	0,60	2,45	0,65	2,68	0,71	2,93
Lesní porost	3,31	13,60	3,39	13,94	3,72	15,30	3,75	15,40	4,06	16,68
Travnatý porost	3,01	12,37	4,38	18,01	1,46	5,99	1,24	5,10	1,54	6,34
Křoviny	0,97	3,99	0,87	3,57	0,88	3,61	0,97	3,98	1,07	4,39
Vodní plocha	0,44	1,81	0,42	1,75	0,43	1,75	0,44	1,79	0,47	1,95
Zahrady	0,51	2,10	0,69	2,84	0,85	3,49	0,95	3,92	1,04	4,26
Orná půda	15,53	63,83	13,85	56,92	16,20	66,58	16,21	66,61	15,32	62,92



Obrázek 30 - Graf využití území v povodí 1-04-01-028

U tohoto povodí nenastaly žádné radikální změny využití půdy. Nejzajímavějším prvkem je zatravnění orné půdy v roce 1938, které však bylo pouze výjimkou v celém období. Krajina opět sleduje trend popsany v kapitole 3, kdy již po konci 19. století nedocházelo k rozšiřování OP, ale jednalo se spíše o změny v uspořádání půdy, viz obrázky 31 a 32.



Obrázek 31 - Obec Opatovice I a její okolí v roce 2019 (ČÚZK, 2019)



Obrázek 32 - Obec Opatovice I a její okolí v roce 1954 (ČÚZK, 2020)

## 6.2.8.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Hodnoty CN v povodí 028 se opět pohybují nad celkovým průměrem. Velká rozloha tohoto povodí IV. řádu znamená, že se případné změny projeví na celkových výsledcích.

Nejnižší hodnota CN byla v roce 1938 díky velké rozloze travního porostu. Následoval nárůst v průběhu jednotného zemědělství a opět pokles v roce 2019, který se přiblížil hodnotě z roku 1852. Za změnou stojí především travní a orná půda, přičemž v letech 1852, 1938 a 2019 měl travní porost vyšší rozlohu než ve 2. polovině 20. století.

Tabulka 23 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-028

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	74,31	26001	83322	137096
1938	73,40	21159	73800	124359
1954	75,47	33035	96526	154507
1983	75,29	31909	94455	151793
2019	74,73	28429	87954	143234

## 6.2.9 Povodí 1-04-01-029

Povodí 029 se nachází také na východní straně a začíná zde VN nádrž Vrchlice. Je to malé povodí s rozlohou 2,54 km<sup>2</sup> a v současné době především osídleno (obec Malešov). Hranice povodí jsou určeny rozvodnicemi mezi potoky Švadlenka a Opatovický a řekou Vrchlice.

### 6.2.9.1 Vývoj využití území

Nejzajímavějším prvkem tohoto povodí je vývoj **vodní plochy**, od kterého se odvíjí i vývoj ostatních přírodních kategorií. V roce 1852 se v povodí nacházely 2 rybníky, z čehož jeden je dnešní Hamerský a druhý je v současnosti součástí zátopy nádrže Vrchlice. Tyto 2 rybníky se rozkládaly na ploše 30 ha a do roku 1954 byly oba vypuštěny a nahrazeny travním a částečně křovinatým porostem. V 60. letech minulého století byla postavena nádrž Vrchlice, která zaplavila celé zátopové území již zmíněného rybníka a pokračovala dále po toku, kde se již původní rybník nenacházel. Byl také obnovený Hamerský rybník, ne však v původní velikosti, pouze do 2/3 jeho velikosti v minulosti. Pokud se podíváme na data z roku 1852, zjistíme, že zátopové území původních 2 rybníků bylo větší než dnešní nádrž spolu s obnoveným Hamerským rybníkem a to o 2 ha.

S vývojem vodních ploch úzce souvisí také rozloha **travního porostu**. Původně se TP rozkládal na 29 ha, místo orné půdy a zátopy nádrže. Poté v roce 1954 jeho rozloha vzrostla až na 40 ha díky vypuštění obou rybníků. Na druhou stranu část byla přeměněna na ornou půdu. Na mapě z roku 1983 již můžeme vidět úbytek na 17 ha po napuštění obou nádrží. Mezi lety 1983 a 2019 můžeme sledovat další úbytek. Na 4 ha původně travního porostu byl vysazen les.

Také **orná půda** nesleduje trend ostatních povodí. Nejhojněji byla zastoupena v roce 1852 a to 49 %. Poté její rozloha postupně klesala až na dnešních 34,03 %. Po celou dobu byla rozdělena některou z ostatních kategorií (především cestami, travní nebo lesní půdou) na menší celky.

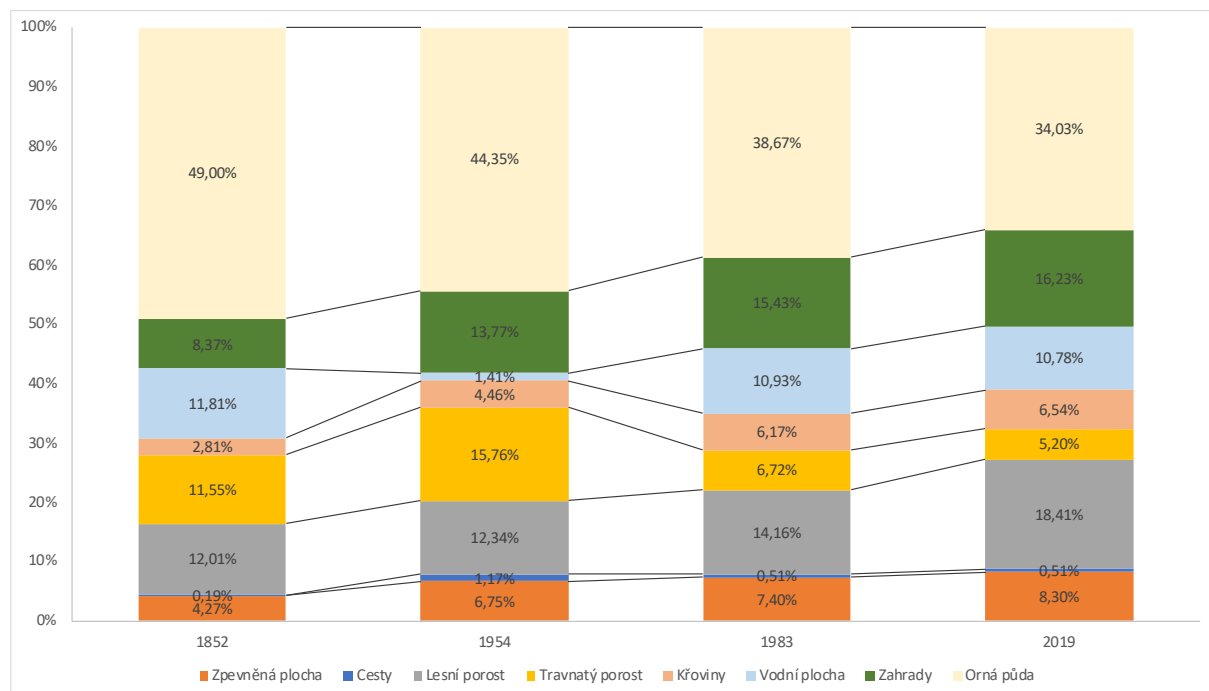
Zastoupení **zpevněné plochy** a **zahrad** postupně rostlo s rozvojem obce Malešov, která v současnosti zabírá přibližně polovinu povodí. V roce 1852 se obec rozkládala na 11 ha ZP a 21 ha zahrad a postupně se zvětšovala na dnešních 21 ha ZP a 41 ha zahrad.

**Cesty** byly zastoupeny nejvíce v roce 1954 a to na 3 ha, poté byly buď zrušeny nebo nahrazeny ZP (asfaltové komunikace) a zabírají 1,3 ha.

Zajímavostí je také stálý růst plochy **lesa a křovin**, který nebyl přerušen jednotným zemědělstvím, jako v předcházejících povodích. V polovině 19. století se les rozkládal na 12 %, které se vyšplhaly až na dnešních 18,41 % a to především na úkor orné půdy. Plocha křovin se rozšířila z původních 2,81 % v roce 1852 na dnešních 6,54 %, především po okrajích lesa a Hamerského rybníku.

Tabulka 24 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-029

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,005	0,19	0,03	1,17	0,013	0,51	0,013	0,51
Zpevněná plocha	0,11	4,27	0,17	6,75	0,19	7,40	0,21	8,30
Lesní porost	0,30	12,01	0,31	12,34	0,36	14,16	0,47	18,41
Travnatý porost	0,29	11,55	0,40	15,76	0,17	6,72	0,13	5,20
Křoviny	0,07	2,81	0,11	4,46	0,16	6,17	0,17	6,54
Vodní plocha	0,30	11,81	0,04	1,41	0,28	10,93	0,27	10,78
Zahrady	0,21	8,37	0,35	13,77	0,39	15,43	0,41	16,23
Orná půda	1,24	49,00	1,13	44,35	0,98	38,67	0,86	34,03



Obrázek 33 - Graf využití území v povodí 1-04-01-029

Ačkoliv je vývoj tohoto povodí zajímavý a atypický z pohledu zbylého území, je zapotřebí uvážit jeho velmi malou rozlohu. Proto by vliv na srážkoodtokové poměry z celého území neměl být výrazný.



## 6.2.9.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Toto relativně malé povodí má hodnoty CN lehce nad celkovým průměrem.

Zajímavý je vývoj dokumentující přítomnost vodních nádrží. V roce 1852 se v povodí nacházely 2 rybníky s celkovou rozlohou 27 ha, které zaujímaly 11 % celkové plochy. Jejich následné vypuštění a přeměna na travní porost před rokem 1954 snížilo hodnotu CN o téměř 4 body, stejně tak se výrazně podepsalo na odtoku z území. Po výstavbě VN Vrchlice v 60. letech, která zasahuje do povodí 18 ha své zátopy a obnově části Hamerského rybníka, se hodnota CN opět vyhoupla na 74,94 bodu. Následný malý pokles do roku 2019 je způsoben zatravněním části orné půdy.

Tabulka 25 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-029

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m3)		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	75,43	1987	6391	10557
1954	71,80	618	3454	6525
1983	74,94	1751	5932	9944
2019	74,44	1531	5491	9350

## 6.2.10 Povodí 1-04-01-030

Povodí 030 se nachází na severozápadě sledované oblasti a rozkládá se na 6,77 km<sup>2</sup>. Pramení zde potok Švadlenka, který u obce Malešov ústí do Vrchlice.

### 6.2.10.1 Vývoj využití území

V tomto povodí opět převládá **orná půda**, která v průběhu celého sledovaného intervalu zabírala více než 50 % území. Můžeme sledovat typický trend nárůstu plochy orné půdy v období komunismu, kdy se z původních 54,92 % v roce 1852 rozšířila na 66,02 % a poté 67,44 %. Příčinou pozorovaného růstu mezi lety 1954 a 1983 je zaorání cest a travních mezí. V současnosti je hodnota na 62,88 % díky obnovení části travních pásů podél potoku Švadlenka.

Rozloha **lesa** se nijak výrazně neměnila. V roce 1954 byl sice zaznamenán pokles o 7 ha, ty byly ale znovu doplněny a v současnosti je rozloha shodná se stavem v roce 1852, tj. 185 ha.

V povodí se nenachází žádná obec, pouze zámek a protínající komunikace. Tento stav byl neměnný v průběhu celého období, přičemž nárůst hodnoty **ZP** o 1 ha byl způsoben rozšířením vozovky a vydlážděním dvora zámku.

Hodnoty **zahrad** jsou téměř zanedbatelné, jelikož v průběhu sledovaného období nepřekročily hodnotu 1 ha.

**Cesty** zaznamenaly nárůst mezi lety 1852 a 1954 především díky lesním komunikacím a přístupovým polním cestám. Jejich hodnota se zvýšila z původních 7 ha na 12 ha. Následné zaorání části polních cest hodnotu o 2 ha snížilo.

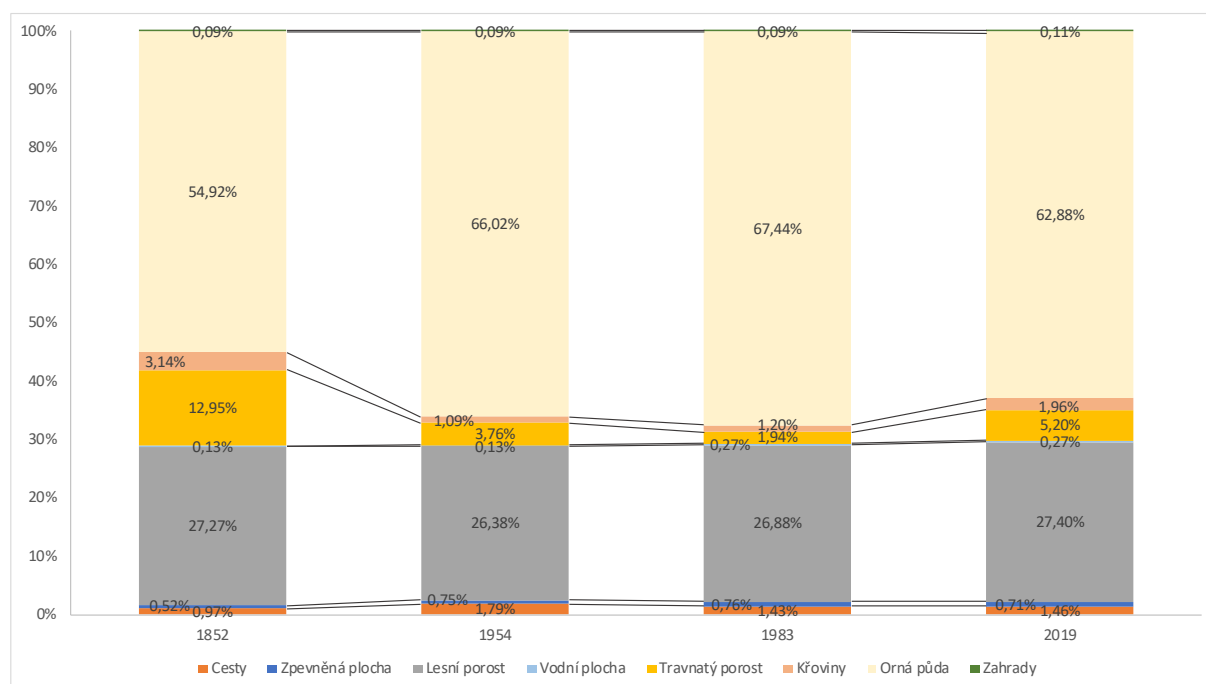
**Vodní plochy** nezaznamenaly výraznou změnu. Plocha v letech 1852 a 1954 byla tvořena potoky. Následně po vybudování VN Vrchlice, která částečně do povodí zasahuje, a malé nádrže těsně před ústím potoka Švadlenky do nádrže, se hodnota zvýšila na 1,8 ha.

**Travní porost** sleduje stejný trend jako celé povodí, kdy v roce 1852 zaujímal téměř 13 % plochy. Následně přišel velký pokles až na necelá 2 % zaznamenaný v roce 1983, kdy byla půda využita pro pěstování kulturních plodin. V současnosti při snaze obnovit travní porost se hodnota dostala na 5,2 %.

**Křoviny** zaznamenaly velmi podobný vývoj, kdy z původních 3,14 % se v průběhu komunismu rozkládaly pouze na 1 % plochy. V dnešní době rostou křovinaté porosty na necelých 2 % plochy.

Tabulka 26 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-030

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,07	0,97	0,12	1,79	0,10	1,43	0,10	1,46
Zpevněná plocha	0,04	0,52	0,05	0,75	0,05	0,76	0,05	0,71
Lesní porost	1,85	27,27	1,78	26,38	1,82	26,88	1,85	27,40
Travnatý porost	0,88	12,95	0,25	3,76	0,13	1,94	0,35	5,20
Křoviny	0,21	3,14	0,07	1,09	0,08	1,20	0,13	1,96
Vodní plocha	0,009	0,13	0,009	0,13	0,018	0,27	0,018	0,27
Zahrady	0,006	0,09	0,006	0,09	0,006	0,09	0,008	0,11
Orná půda	3,72	54,92	4,47	66,02	4,56	67,44	4,26	62,88



Obrázek 34 - Graf využití území v povodí 1-04-01-030

Vývoj v tomto povodí sledoval stejný trend jako celé povodí nádrže, a to rozšíření a sjednocení orné půdy v průběhu komunismu a následná snaha krajinu roztříštit do menších celků. To bylo docíleno obnovou části travních pásů na západní straně povodí.

## 6.2.10.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

V tomto téměř neobydleném povodí se hodnoty CN pohybují mezi 71 a 74 bodu. Nejnižší hodnotu můžeme opět vidět v roce 1852 díky nejvyššímu zastoupení travního porostu. Jeho přeměna na ornou půdu v průběhu 20. století navýšila hodnotu na 73,52 a následně na 73,72. Na současné mapě můžeme vidět obnovu části TP z roku 1852 a díky tomu snížení hodnoty CN.

Tabulka 27 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-030

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	71,32	1561	9183	17638
1954	73,52	3467	13612	23859
1983	73,72	3672	14046	24454
2019	72,90	2850	12269	22002

## 6.2.11 Povodí 1-04-01-031

Povodí 031 je nejsevernější a nejnižší položené povodí. Rozkládá se na 10,51 km<sup>2</sup> a zahrnuje většinu zátopy nádrže a tvoří uzávěrový profil celého povodí. Pramení zde Tuchotický potok, který se vlévá do potoka Vidického. Ten se následně vlévá do zátopy nádrže.

### 6.2.11.1 Vývoj využití území

Většina plochy je v tomto povodí využita pro pěstování kulturních plodin. **Orná půda** se v roce 1852 rozkládala na téměř 66 % plochy, typicky pro toto období rozdělena travními a křovinatými pásy. Po následném převratu byla rozšířena až na 70,25 %. Po napuštění nádrže v roce 1970 se její rozloha snížila o 10 %, to jak z důvodu zaplavení, tak i díky výsadbě ochranného pásma lesů v okolí zátopy. Pole však byla spojena do větších celků. V současnosti je podíl OP nižší, především díky zatravnění oblasti v okolí obce Roztěž na jihu povodí. Celková plocha se snížila na 50,94 %, na nejnižší hodnotu ve sledovaném období.

Podíl **zpevněné plochy** mezi lety 1852 a 1954 narostl pouze o 0,06 %, z původních 1,40 %. V následujícím období se rozšířil o 0,17 %, ale je nutno brát v úvahu, že 2 obce byly zaplaveny nádrží, takže reálný rozvoj okolních obcí byl větší. Mezi lety 1983 a 2019 se výrazně rozšířila obec Vidice, která nejvíce přispěla zvýšení podílu ZP na 2,01 %.

**Zahrady** přilehlé k jednotlivým stavbám zaznamenaly podobně malý nárůst. V průběhu let se postupně rozšiřovaly z 27 ha na dnešních 38 ha.

**Cesty** se vyvíjely shodně s celým povodím. Můžeme si opět všimnout výrazného nárůstu v roce 1954 a následného poklesu na polovinu v roce 1983. Tento stav se již neměnil.

**Lesní porost** se v roce 1852 nacházel pouze na 89 ha, a to především v jižní části povodí. Na následující mapě je již vidět zvětšení plochy o 47 ha, které narostly podél toku Vrchlice místo původního travního porostu. Po dokončení nádrže v roce 1970 bylo vytvořeno lesní ochranné pásmo kolem zátopy, které bylo o 23 ha větší než původní les podél řeky. Dnešního stavu 173 ha bylo dosaženo rozšířením ochranného pásma a přeměnou části křovinatého porostu na lesní.

Podíl a rozložení **travního porostu** v roce 1852 bylo podobné jako v předcházejících povodích, kdy zaujímal 16,64 %. Toto číslo bylo do roku 1954 redukováno přibližně na polovinu a do roku 1983 se snížilo ještě o jedno procento. V současnosti můžeme vidět nárůst plochy na 15,17 %, což sleduje tendence ochrany krajiny. Tento nárůst byl zapříčiněn především zatravněním orné půdy na jihu povodí.

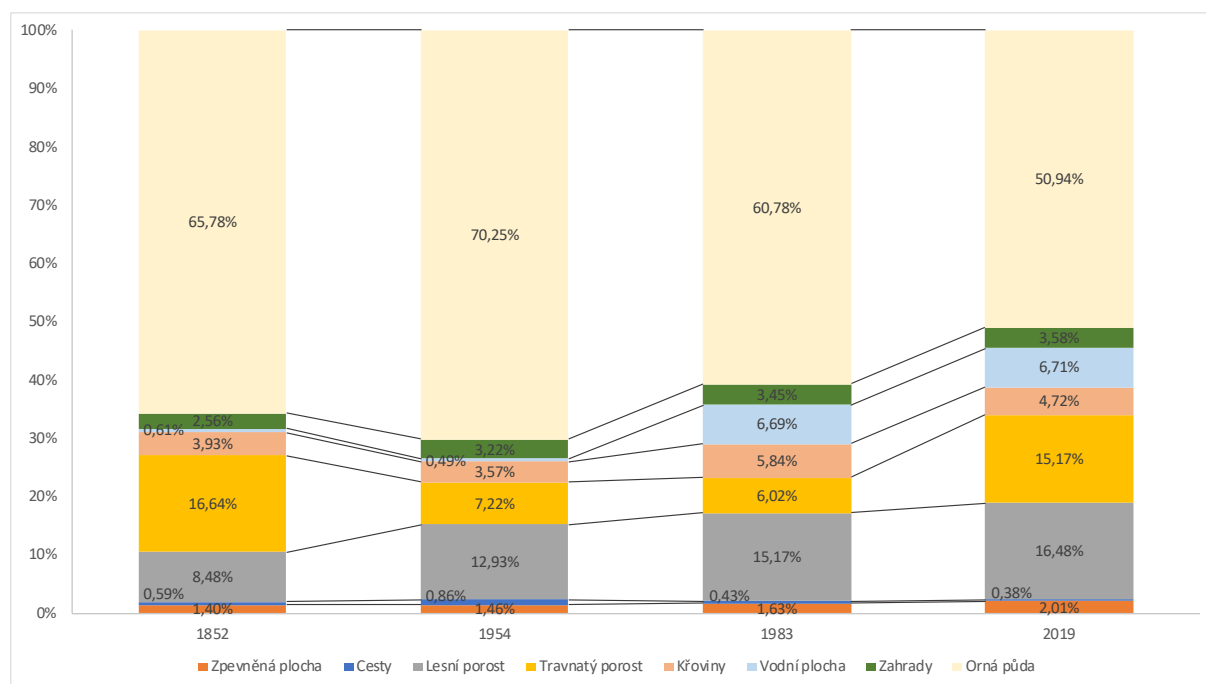
Zastoupení **křovinatého porostu** není v tomto povodí vysoké. Pro oba sledované roky 1852 a 1954 byla vypočtena hodnota okolo 4 %. Nárůst přišel v roce 1983, kdy se hodnota dostala na

5,84 %. Tato změna se odehrála především v okolí obce Nová Lhota a u hráze nádrže. V současnosti je zastoupení na 4,72 %, kdy byla část KP přeměněna na lesní nebo travní porost.

**Vodní plocha** tvoří významný prvek v tomto povodí. V roce 1852 se zde vyskytovalo několik malých rybníků s celkovou rozlohou 6 ha. Po vypuštění několika z nich v období 1852 a 1954 hodnota klesla o 1 ha. Po dokončení nádrže Vrchlice v roce 1970 se hodnota zvedla na 70 ha. Mezi lety 1983 a 2019 byly díky výstavbě golfového hřiště také obnoveny vypuštěné rybníky na jihu povodí a rozloha vodní plochy se zvedla o 1 ha, o který přišla v minulosti.

Tabulka 28 - Zastoupení kategorií land-use v povodí 1-04-01-031

	1852		1954		1983		2019	
	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%
Cesty	0,06	0,59	0,09	0,86	0,04	0,43	0,04	0,38
Zpevněná plocha	0,147	1,40	0,153	1,46	0,17	1,63	0,21	2,01
Lesní porost	0,89	8,48	1,36	12,93	1,59	15,17	1,73	16,48
Travnatý porost	1,75	16,64	0,76	7,22	0,63	6,02	1,59	15,17
Křoviny	0,41	3,93	0,37	3,57	0,61	5,84	0,50	4,72
Vodní plocha	0,06	0,61	0,05	0,49	0,70	6,69	0,71	6,71
Zahrady	0,27	2,56	0,34	3,22	0,36	3,45	0,38	3,58
Orná půda	6,91	65,78	7,38	70,25	6,39	60,78	5,35	50,94



Obrázek 35 - Graf využití území v povodí 1-04-01-031

Změny zaznamenané v tomto povodí jsou spjaty především s vybudovanou vodní nádrží Vrchlice. Rozloha vodní plochy byla několikanásobně zvýšena oproti původní hodnotě a přilehlá ochranná pásma zajistila také nárůst podílu lesní plochy.

### 6.2.11.2 Hodnoty čísel CN a objem odtoku z povodí

Vývoj hodnot CN v tomto povodí je úzce spjat s výstavbou VN Vrchlice.

Nejnižší hodnotu můžeme opět vidět v roce 1852, a to 73,61, kdy velké množství travního porostu zachytilo značnou část srážky. Po jejich zaorání můžeme vidět nárůst 0,97 bodu. Výstavba

nádrže zvýšila hodnotu mezi lety 1954 a 1983 na 75,34. Současné hodnoty 73,68 bylo docíleno především vytvořením golfového hřiště a zatravnění oblastí podél potoků.

Tabulka 29 - Hodnoty CN a objemu odtoku z povodí 1-04-01-031

Rok	Průměrné CN	Objem odtoku z povodí (m <sup>3</sup> )		
		2letá srážka	5letá srážka	10letá srážka
1852	73,61	4800	19552	34397
1954	74,58	6419	22942	39021
1983	75,34	7867	25813	42877
2019	73,68	4919	19809	34751

## 6.3 Závěr zhodnocení jednotlivých povodí

Na závěr bych si dovolila shrnout nejzajímavější změny, které se v jednotlivých povodích odehrály.

V **povodí 021** nacházející se na jižní straně zaznamenal největší změnu travnatý porost. Jeho rozloha se po roce 1852 zmenšila na polovinu. Odebraná plocha připadla především orné půdě, ale také zpevněné ploše, cestám, křovinám a zahradám.

Hodnoty CN se díky zmenšení plochy travního porostu zvedly. Je však nutné zmínit, že se stále drží na nízkých hodnotách a po celé sledované období je povodí schopné zachytit celou 2letou srážku. Viz kapitola 6.2.1.

**Povodí 022** je z poloviny zalesněno a tato hodnota od roku 1852 stoupala na dnešních 54,08 %. Můžeme si také všimnout úbytku malých nádrží mezi lety 1852 a 1954. Po roce 1989 byly některé obnoveny, stále však jejich plocha nedosahuje hodnoty z doby Rakouska-Uherska.

Ačkoliv bylo povodí značně odlesněno, hodnoty CN jsou po celou dobu velmi nízké. To znamená, že jako jediné je toto povodí schopno zachytit i celou 10letou srážku. Viz kapitola 6.2.2.

**Povodí 023** patří k těm nejmenším povodím IV. řádu, proto je vliv změn na celé povodí velmi malý. Na tomto území se vyskytují převážně orná a lesní půda doplněna travnatým porostem a několika cestami. Zajímavou změnou byl opět úbytek travního porostu po roce 1852, který byl přeměněn na travní porost.

Objemy odtoků jsou díky velikosti povodí velmi malé, nepřesahující 6000 m<sup>3</sup>. Viz kapitola 6.2.3.

Nejvýraznější změna v **povodí 024** se odehrála v rozloze orné půdy, což úzce souviselo také s travním porostem. Zatímco v letech 1852, 1983 a 2015 rozloha OP kolísá okolo 65 %, v roce 1954 můžeme vidět nárůst na 71,28 %, právě na úkor především travního porostu. Na rozdíl od ostatních povodí, můžeme pozorovat zvětšení TP už v roce 1983, a ne až v roce 2019. V tomto povodí si také můžeme všimnout zániku malých rybníků po roce 1852 a jejich částečnou obnovu mezi lety 1983 a 2019.

Můžeme si zde také všimnout, že hodnota CN a s tím související odtoky jsou v roce 2019 nižší než v roce 1852. Ve zbylých povodích i celkovém průměru je tomu naopak. Viz kapitola 6.2.4.

V nejmenším **povodí 025** jsou změny téměř nezaznamatelné, kdy největší změnou mezi jednotlivými časovými horizonty je 1 %. Retenční kapacita povodí je také ustálená. Viz kapitola 6.2.5.

**Povodí 026** se vyznačuje vysokým zastoupením orné půdy, která se nachází na více než polovině povodí. Nejvyšší rozlohy dosáhla v roce 1954, a to 77,18 % z původní hodnoty 67,81 % v roce 1852. Rozšířila se především na úkor travního porostu a lesní půdy.

Velká rozloha OP zapříčinila nejvyšší hodnotu CN, kolísající mezi 74 a 77 body, což zapříčinilo vysoké odtoky. Je důležité také zvážit způsob obdělávání orné půdy, který může při velké rozloze OP způsobit velké rozdíly v odtocích. Viz kapitola 6.2.6.

Velmi malé **povodí 027** nezaznamenalo výraznou změnu v celkové struktuře. Za zmínku však stojí výrazný nárůst rozlohy zahrad po roce 1852 na hladinu 5 %, kterou si zahrady udržely až do současnosti. Může to být způsobeno nezakreslením zahrad na mapy II. vojenského mapování.

Objemy odtoků jsou zde velmi malé díky malé rozloze, ačkoliv se hodnoty CN pohybují v hladině 74 bodů. Viz kapitola 6.2.7.

**Povodí 028** je největším povodím IV. řádu s rozlohou 24,33 km<sup>2</sup> a jako jediné bylo sledováno v 5 časových horizontech, tj. 1852, 1938, 1954, 1983 a 2019. Všechny kategorie využití území si drží velmi stálou rozlohu. Jedinou výraznou změnou je nárůst rozlohy travního porostu mezi lety 1852 a 1938 z původních 12,37 % na 18,01 %. Po roce 1938 však následuje pokles na rozlohu zaujímající 6 %, která přetrvávala až do současnosti.

Hodnoty CN sledují vývoj rozlohy travního porostu a nejnižších hodnot dosahují za doby první republiky. Objemy odtoků jsou díky velké rozloze povodí nejvyšší z celého povodí VN Vrchlice. Viz kapitola 6.2.8.

Ačkoliv je **povodí 029** velmi malé, zaznamenalo výrazné změny vázané na vodní plochu. Dva rybníky, které se v povodí nacházely v roce 1852 byly před rokem 1954 vypuštěny a nahrazeny travním a křovinatým porostem. Po dostavbě VN Vrchlice a částečným obnovením jednoho z rybníků se rozloha vodní plochy dostala na téměř svou původní hodnotu. Samozřejmě na úkor travního a křovinatého porostu.

Co se týče hodnot průměrného CN, můžeme díky vypuštění rybníků po roce 1852 vidět největší pokles hodnot, o 4 body. Po opětovném napuštění nádrží v 70. letech CN opět vzrostlo o 3 body což znamená, že nejvyšší hodnota byla v roce 1852. Viz kapitola 6.2.9.

Nejzajímavějším vývojem v **povodí 030** prošel travní porost, jehož rozloha se po roce 1852 snížila z necelých 13 % na 4 % a následně klesla na 2 %. V současnosti je zastoupen na 5 % rozlohy. Tyto změny byly vázané na ornou půdu, se kterou se travní porost vyměňoval. Hodnoty CN opět sledují vývoj travního porostu s výrazným nárůstem v průběhu 20. století a poklesem na začátku 21. století. Viz kapitola 6.2.10.

Velmi zajímavý vývoj se odehrál v **povodí 031**. Je spojen především s výstavbou VN Vrchlice, jejíž zátopa se nachází z většiny v tomto povodí. V roce 1852 můžeme sledovat typickou skladbu kategorií s 65 % orné půdy a 17 % travního porostu. O 100 let později vidíme nárůst rozlohy orné půdy na úkor TP. Po napuštění nádrže a vytvoření ochranných pásem se zvýšila rozloha lesa o 3% a především vodní plochy o 6 %. Naopak orná půda zaznamenala pokles o 10 %. Mezi lety 1983 a 2019 se zvýšila především rozloha travního porostu o 10 % a to opět na úkor především orné půdy.



Vývoj hodnot CN je tomto velmi pozitivní. V současnosti je hodnota téměř totožná se stavem v 19. století i přes velkou plochu vodní nádrže. Opět můžeme vidět vyšší hodnoty v průběhu století dvacátého. Viz kapitola 6.2.11.

Celkově shrnuto, jedná se o povodí již historicky intenzivně hospodářsky využívané, kde se v krajině od doby Rakouska-Uherska neodehrávaly žádné zásadní změny ve způsobu využití území. Všeobecně je patrné postupné snižování plochy trvalých travních porostů. Z původních 12,52 % byly 2 % přiděleny lesní půdě, a po 1 % křovinám, zpevněné a vodní ploše.

K nepochybným změnám došlo ve způsobu obdělávání hospodářských pozemků, co se týče technologie. Určitě jsou využívány větší stroje, půda je utuženější, pěstují se jiné plodiny. Nepochybně stoupl podíl kukuřice a řepky – plodin, které jsou v současnosti z hlediska odtokových poměrů klasifikovány jako nebezpečné. (Ministerstvo zemědělství ČR, 2019) To se ale nepodařilo dokumentovat, přesto, že byly kontaktovány instituce: Český statistický úřad, Ministerstvo zemědělství, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský a Státní zemědělský intervenční fond.

## 6.4 Retenční kapacita povodí při návrhových srážkách

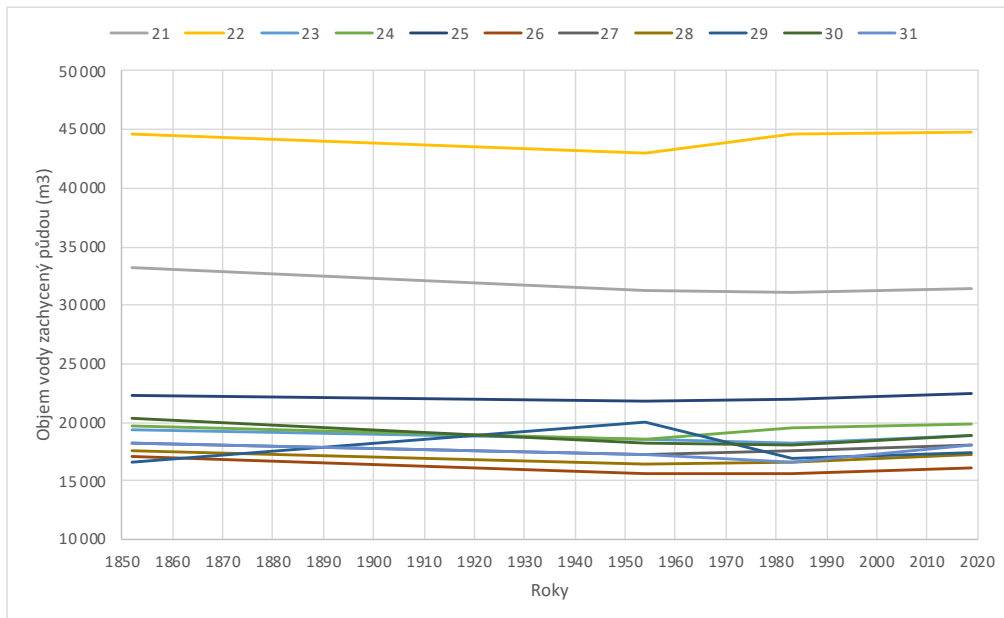
V této kapitole představím potenciální retenční kapacity jednotlivých povodí a retenční kapacity při určitých srážkách.

Opět jsem vypracovala přehledné grafy, které ukazují retenční kapacitu na 1 km<sup>2</sup>. Barevné čáry znázorňují retenční kapacitu jednotlivých povodí v průběhu let. Příkládám tabulku s objemy spadlých srážek pro jednotlivá povodí pro lepší představu.

Tabulka 30 - Objem spadlé srážky na km<sup>2</sup> pro návrhové srážky

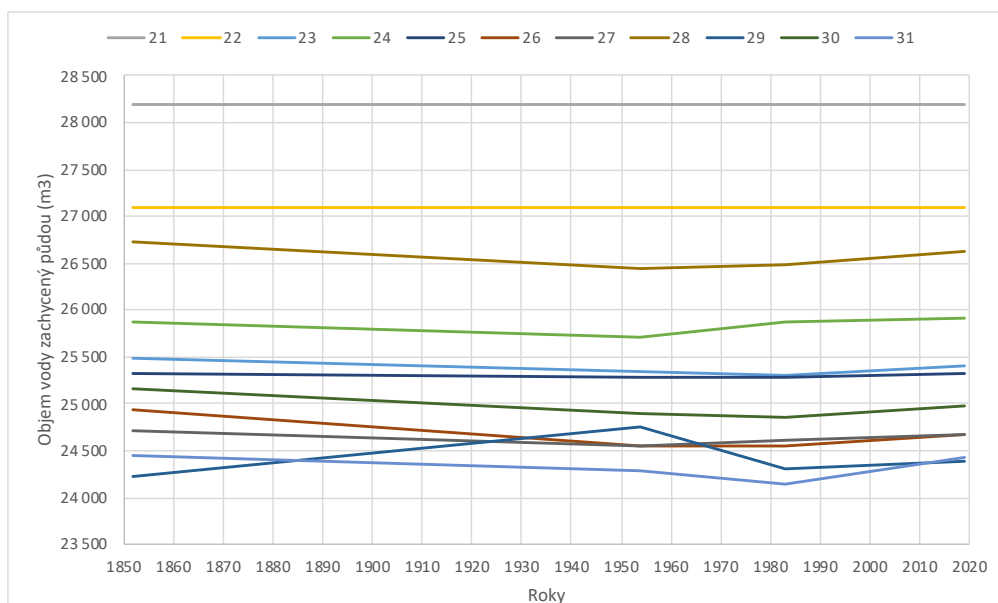
Objem spadlé srážky na km <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )		
2leté	5leté	10leté
28200	37200	43400
27100	35500	41300
25900	33800	39400
26300	34300	39800
25400	33000	38300
25700	33400	38700
25200	32700	37900
27800	36700	42800
25000	32300	37300
25400	32900	38100
24900	32200	37200

Graf číslo 36 ukazuje potenciální retenční kapacitu jednotlivých povodí, což znamená maximální objem spadlé srážky, kterou by povodí mohlo absorbovat, dokud nenastane povrchový odtok. Na grafu vidíme jasně oddělená povodí 21 a 22 od zbytku. To je zapříčiněno velmi nízkými čísly CN pohybující se okolo 61 pro povodí 21 a 54 pro povodí 022. Také povodí 25 se distancuje díky hodnotám CN nižším než 70. Na grafu je také dobře vidět skok v hodnotách pro povodí 029 díky již zmiňovanému vypuštění a následnému napuštění vodní nádrží. Zbývající povodí se pohybují v hodnotách CN přes 70.



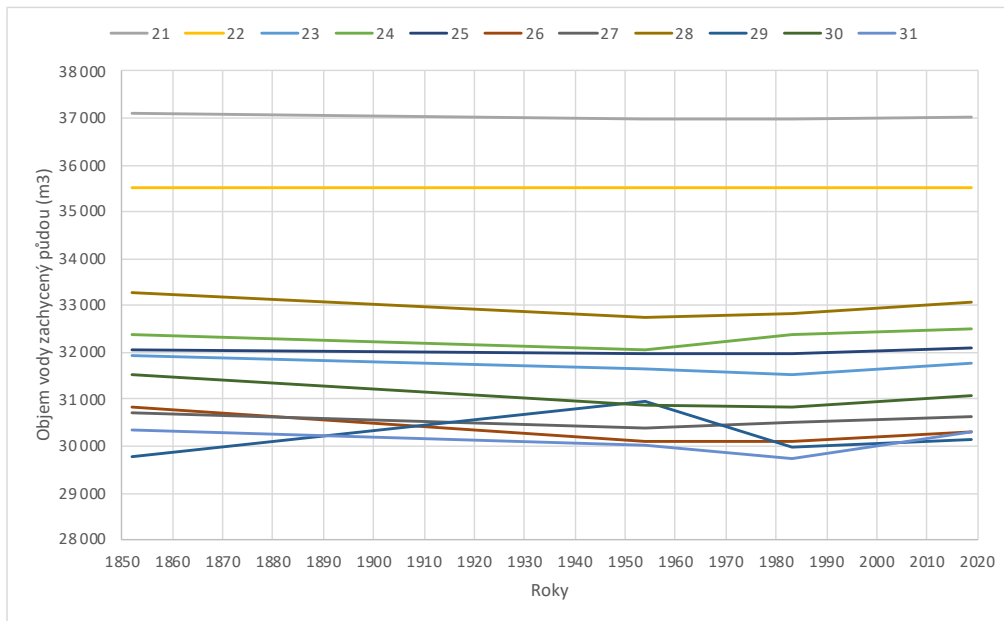
Obrázek 36 – Potenciální retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km<sup>2</sup>

Na grafu 37 můžeme vidět retenční kapacity při 2letých návrhových srážkách. Retenční kapacity jednotlivých povodí jsou odstupňovány podle hodnot CN mezi 24 a 28,5 tisíce m<sup>3</sup>. Díky nízkým hodnotám CN mají největší kapacitu povodí 21 a 22, které jsou obě schopny pojmout celou návrhovou srážku. Ačkoliv má v grafu povodí 21 vyšší hodnotu, jeho reálná retenční kapacita je nižší. Je to dáno pouze vyšším návrhovým úhrnem pro toto povodí. Na grafu je také jasně vidět skok v objemu odtoku pro povodí 25, které bylo způsobeno změnou rozlohy vodní plochy.



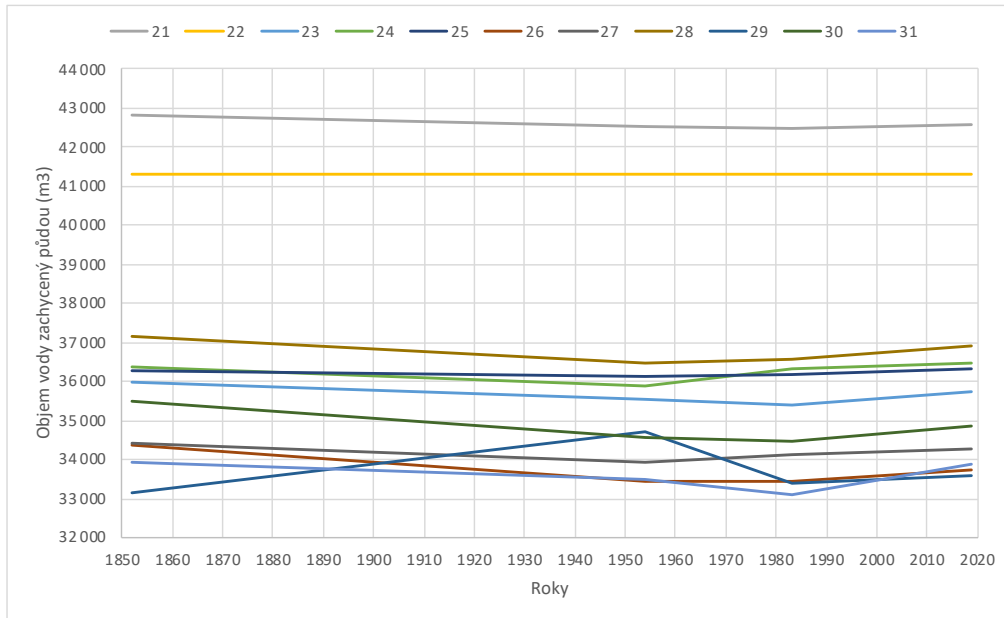
Obrázek 37 - Retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km<sup>2</sup> pro 2letou návrhovou srážku

Na grafu pro 5letou srážku (obrázek 38) už je vidět výraznější rozdíl mezi retenčními kapacitami jednotlivých povodí. Povodí 21 a 22 jsou jasně odděleny od zbytku díky nízkým číslům CN. První jmenované povodí dosahuje hodnot retenční kapacity až 37 tisíc m<sup>3</sup> na km<sup>2</sup>. Druhé povodí se drží na hladině 35,5 tisíc m<sup>3</sup> na km<sup>2</sup>. Pro obě povodí jsou tyto hodnoty téměř neměnné, dané především stálostí lesů v průběhu let. U zbylých povodí vidíme výraznější změny, které ale nepřesahují 1000 m<sup>3</sup> na km<sup>2</sup>. Z grafu je dobře patrný také vývoj využití území popisovaný v předcházejících kapitolách (6.1–6.3), kdy v průběhu 20. století retenční kapacita klesala a po roce 1989 začíná opět stoupat. Je nutno podotknout také nepřesnost metody CN, která neumí zahrnout prostorové uspořádání prvků. Díky rozdrobenosti krajiny mohou být reálné hodnoty z let 1852 a 2019 ještě vyšší.



Obrázek 38 - Retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km<sup>2</sup> pro 5letou návrhovou srážku

Poslední graf ukazuje retenční kapacity pro povodí při 10leté návrhové srážce. Můžeme si všimnout ještě výraznějšího oddělení povodí 21 a 22, které přesahují hodnoty 40 tisíc m<sup>3</sup> na km<sup>2</sup>. Hodnoty jsou opět velmi stabilní. Retenční kapacity zbylých povodí se pohybují mezi 33 a 38 tisíci m<sup>3</sup> na km<sup>2</sup>. Opět vidíme větší kolísání hodnot v průběhu sledovaného období s pokles v průběhu 20. století.



Obrázek 39 - Retenční kapacita jednotlivých povodí na 1 km<sup>2</sup> pro 10letou návrhovou srážku

Ze všech grafů uvedených v této kapitole je patrná vysoká retenční kapacita a stálost dvou zalesněných povodí. Zbylá povodí jsou především zemědělsky využívaná a proběhla zde výraznější změna. Nedá se však říci, že by se jednalo o radikální přeměnu charakteru povodí, jednalo se především o strukturální změny, které sledovaly vývoj hospodářství.

## 7 Diskuze

Zpracování map land-use probíhalo v polohově přesném programu ArcMap 10.7, který umožňuje prohlížení, úpravu a práci s mapovými díly. Pro tuto práci byly využity ručně zakreslené mapy 2. vojenského mapování, jejichž přesnost vychází z účelu, pro který byly vytvořeny. Mohlo se tedy stát, že některé kategorie využití půdy, které jsem já hodnotila, nebyly zakresleny. Jako příklad bych uvedla malé vodní toky, kterých je dle DIBAVOD v povodí několik, ale v mapách II. vojenského mapování nebyly zakresleny. Při úpravě mapy z roku 2019 na stav z roku 1852 jsem tyto potoky v mapách LU nechala, jelikož předpokládám jejich neměnnost v průběhu 200 let a zanedbatelnost pro průchod vojska.

Další nepřesnost při tvorbě map LU z roku 1852 mohla nastat při editaci. K rozdělení polygonů jsem vždy využívala lomenou čáru, která sledovala křivky zakreslené na historické mapě. Z hlediska celkové plochy je však tato nepřesnost zanedbatelná.

Dalším využitým podkladem byly letecké měřické snímky, které byly již georeferencové a bezešvé. Při tvorbě mapy z roku 1954 jsem se potýkala s problémem obtížné rozeznatelnosti kategorií travní porost a orná půda díky tomu, že fotografie byly černobílé. Je také nutno podotknout, že malá přiléhající pole jednotlivých majitelů nebyla dělena a byly klasifikovány jako jeden polygon. Zaznamenány byly všechny polní cesty, které se zde nacházely. Při editaci byla opět využita lomená čára při dělení polygonů, která umožnila malé nepřesnosti, které jsou ale zanedbatelné v celkových výsledcích.

Na základě vytvořených map byly zpracovány odtokové poměry v povodí pomocí metody CN. Jedná se o velmi jednoduchou a populární metodu, která byla odvozena v USA na ploše 0,04 km<sup>2</sup>, běžně je však využívána i pro větší plochy jako i v mém případě (největší rozloha 23,34 km<sup>2</sup>), z čehož plynou nepřesnosti. Metoda CN např. nezohledňuje průběh a intenzitu srážky, která může značně ovlivnit retenci do půdního profilu. Podle některých autorů je také počáteční ztráta silně nadhodnocena. (Ponce a Hawkins, 1996)

Metoda CN také zanedbává prostorové rozložení prvků v krajině a pracuje pouze s velikostí ploch. Velký rozdíl nastává především u liniových prvků (např. zatravnění, protierozní příkopy), které jsou při správném umístění schopny zachytit značné množství odtoku. Ve sledovaném povodí se tyto strukturní změny odehrály a lokálně mohou mít vliv pro jednotlivé odtoky.

Pro jedno povodí IV. řádu byl také zpracovaný možný scénář změny využití území za účelem snížení objemu odtoku na hodnotu z roku 1852. Tato varianta by byla realizovatelná za předpokladu buď finanční dotace nebo extenzivního chovu dobytka.

## 8 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo posouzení vývoje využití území a jeho vliv na retenční kapacitu v povodí vodní nádrže Vrchlice a je navazující prací na „*Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek*“ (Winterová, 2019).

J. Winterová pro svou práci vytvořila digitální mapy land-use celého povodí pro roky 1983 a 2019. Doplnila také mapy z roku 1852 a 1938 pro jedno povodí IV. řádu. Změny využití území posoudila a vytvořila charakteristiky odtokového režimu pomocí průměrných hodnot CN.

Ačkoliv moje práce navazuje, snažila jsem se vytvořit samostatnou kompletní práci, zahrnující i podklady a metody, které ve své práci J. Winterová využila.

Na začátku jsem se věnovala charakteristice přírodních podmínek v povodí zahrnující geomorfologii, geologii, pedologii, klimatické a hydrologické podmínky. Pro ilustraci hospodářských podmínek v území jsem v následující kapitole přiblížila historii úzce spojenou s městem Kutná Hora. V kapitole jsem se také věnovala vývoji zemědělství a popisu samotné vodní nádrže Vrchlice, která tvoří uzávěrový profil tohoto povodí.

V následujících kapitole byly představeny podklady a metodika tvorby map land-use, které sloužily nejen ke zhodnocení vývoje využití krajiny, ale také jako podklad pro výpočet srážko-odtokových událostí.

Mapy land-use jsou tvořeny polygony s přiřazenou kategorií využití území. Pro účely mé práce jsem využila 8 kategorií sledující retenční kapacitu daného povrchu.

Pro vytvoření map LU jsem využila digitálně dostupné mapy II. vojenského mapování (1852) a letecké měřické snímky (1954). Tvorba probíhala v editoru na základě map LU vytvořených J. Winterovou.

Metodická část práce zahrnovala také popis a výpočet retenční kapacity území metodou land-use. Využité podklady a metoda výpočtu byla popsána v kapitole 5.

Kapitola 6 se věnovala zhodnocení výsledků jak změny využití území, tak její vliv na srážko-odtokové poměry. Z výsledků vyplývá, že se v povodí neodehrály žádné zásadní změny využití území ani retenční kapacity. Můžeme vidět změny strukturní, které mají vliv na retenční kapacitu území, ale jsou limitovány hospodářskými i přírodními poměry v povodí. Velká nejistota se skrývá ve způsobu obdělávání polí, které zaujímají více jak polovinu povodí. Při konvenčním obdělávání orbou nebo pěstováním širokořádkových plodin (okopaniny) je hodnota odtoku vyšší než při výsadbě úzkořádkových obilnin. Retence krajiny je také ovlivněna směrem řádkování. Vedení po vrstevnici umožňuje delší čas infiltrace vody. (Janeček a kolektiv, 2012) Pro zjištění těchto dat bylo kontaktováno několik institucí, jmenovaných v kapitole 6.4, které mi však data nebyly schopny poskytnout.

Práci jsem zakončila porovnáním retenčních kapacit jednotlivých povodí při návrhových srážkách. Data byla vyobrazena v grafech ukazující objem vsáklé vody na 1 km<sup>2</sup>. Z výsledků je jasně vidět stálost všech povodí v průběhu sledovaného období. Pozorované změny přítoku do VN Vrchlice mohly být způsobeny změnou klimatu nebo také evapotranspirací rostlin, jejichž skladba se v průběhu sledovaného období změnila.

## 9 Použitá literatura

CHLUM, Antonín, kolektiv. 1977. *Vodní dílo Vrchlice*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1977. ISBN 07-042-77-05/105.

Česká geologická služba. 2020. Mapové aplikace. *Česká geologická služba*. [Online] 2020. [Citace: 23. 4 2020.] <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>.

ČHMI. 2020. *Dlouhodobé průměrné průtoky v profilech vodních útvarů - mapová webová aplikace*. ČHMI. [Online] 2020. [Citace: 30. 4 2020.] <https://chmi.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=4c9d11fbb8e347e483ec2bc792df09da>.

ČÚZK (b). 2010. *ZABAGED® - polohopis - úvod*. Geoportál ČÚZK. [Online] 2010. [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(zabxmbmrtbttoftxycaqpk\)\)/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=dSady\\_zabaged&side=zabaged&menu=24&head\\_tab=sekce-02-gp](https://geoportal.cuzk.cz/(S(zabxmbmrtbttoftxycaqpk))/default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24&head_tab=sekce-02-gp).

ČÚZK. 2020. *Letecké měřické snímky - úvod*. Geoportál ČÚZK. [Online] 2020. [Citace: 26. 4 2020.] [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).

ŠAMALÍKOVÁ, Milena, LOCKER, Jiří a POSPÍŠIL, Pavel. 2018. *Geologie*. Vysoké učení technické v Brně. [Online] 2018. [Citace: 23. 4 2020.] <https://geotech.fce.vutbr.cz/wp-content/uploads/sites/17/2018/09/geologie.pdf>.

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2009. *Křoviny*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. [Online] 2009. [Citace: 24. 4 2020.] <http://ceskyles.ochranaprirody.cz/res/archive/385/062305.pdf?seek=1520331073>.

ŠTROBLOVÁ, Helena, a kolektiv. 2000. *Kutná Hora*. Praha : Nakladatelství Lidové noviny, 2000. ISBN:80-7106-186-7.

BARTOŠ, Martin. 2004. *Středověké dobývání v Kutné Hoře*. Research Gate. [Online] 6 2004. [Citace: 2. 5 2020.] [https://www.researchgate.net/profile/Martin\\_Bartos/publication/235652248\\_Stredoveke\\_dob\\_yvani\\_v\\_Kutne\\_Hore/links/55e8932d08ae65b6389986be/Stredoveke-dob\\_yvani-v-Kutne-Hore.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Martin_Bartos/publication/235652248_Stredoveke_dob_yvani_v_Kutne_Hore/links/55e8932d08ae65b6389986be/Stredoveke-dob_yvani-v-Kutne-Hore.pdf).

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

BIČÍK, Ivan a JANČÁK, Vít. 2005. *Transformační procesy v českém zemědělství po roce 1990*. Praha : Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, 2005. 80-86561-19-4.

BIČÍK, Ivan a kolektiv. 2010. *Vývoj využití ploch v Česku*. Praha : Česká geografická společnost, 2010. str. 250.

BROŽA, Vojtěch. 2005. *Přehrady Čech, Moravy a Slezska*. místo neznámé : Knihy 555, 2005. 8086660117.

BRŮNA, Vladimír, BUCHTA, Ivan a UHLÍŘOVÁ, Lenka. 2002. *Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování*. Academia Edu. [Online] 2002.



[Citace: 26. 4 2020.]

[https://www.academia.edu/3021924/Identifikace\\_historick%C3%A9\\_s%C3%ADt%C4%9B\\_prvk%C5%AF\\_ekologick%C3%A9\\_stability\\_krajiny\\_na\\_map%C3%A1ch\\_vojensk%C3%BDch\\_mapov%C3%A1n%C3%AD](https://www.academia.edu/3021924/Identifikace_historick%C3%A9_s%C3%ADt%C4%9B_prvk%C5%AF_ekologick%C3%A9_stability_krajiny_na_map%C3%A1ch_vojensk%C3%BDch_mapov%C3%A1n%C3%AD).

Gisat. 2020. *Data ke stažení*. Gisat. [Online] 2020. [Citace: 22. 4 2020.]

<http://gisat.cz/content/cz/produkty/data-ke-stazeni>.

Fsv ČVUT v Praze. 2020. *Průběhy 6hodinových návrhových srážek na povodí IV. řádu*. Rain @ Fsv ČVUT v Praze. [Online] 2020. [Citace: 2. 5 2020.] <https://rain.fsv.cvut.cz/webapp/gisquick/>.

HAUBELT, Josef. 1981. *Zrušení nevolnictví - významná událost v dějinách našeho lidu*. Praha : Horizont, 1981.

HAVLÍČEK, Marek, a kolektiv. 2019. *Možnosti využití starých topografických map z let 1763–1768 pro hodnocení vývoje vodních ploch a potenciál jejich obnovy*. VTEI. [Online] 12. 2 2019. [Citace: 24. 4 2020.] <https://www.vtei.cz/2019/02/moznosti-vyuziti-starych-topografickych-map-z-let-1763-1768-pro-hodnoceni-vyvoje-vodnich-ploch-a-potencial-jejich-obnovy/>.

REDERER, Luděk a FERBAR, Petr. 2017. *Vodárenské zdroje na Severovýchodě Čech*. Povodí Labe, státní podnik. [Online] 11 2017. [Citace: 14. 4 2020.]

[http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/publikace/2017\\_Vodarenske\\_zdroje.pdf](http://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/publikace/2017_Vodarenske_zdroje.pdf).

JANEČEK, Miloslav a kolektiv. 2012. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha : Česká zemědělská univerzita - Fakulta životního prostředí, 2012.

KÁCOVSKÁ, Karolina. 2014. *Místní klima povodí Vrchlice*. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie. [Online] 2014. [Citace: 22. 4 2020.]

[https://geography.upol.cz/soubory/studium/bp/2014-geo/2014\\_Kacovska.pdf](https://geography.upol.cz/soubory/studium/bp/2014-geo/2014_Kacovska.pdf).

MALENICKÁ, Iva. 2013. *Dotace v zemědělském podniku, jejich úloha a vliv na strukturu a výsledek hospodaření, účetní a daňové souvislosti*. Jihočeská univerzita - Digitální depozitář. [Online] 2013. [Citace: 10. 5 2020.] <https://theses.cz/id/ck7ai5/5024204>.

MIKŠOVSKÝ, Miroslav a ZIMOVÁ, Růžena. 2006. *Historická mapování českých zemí*. Katedra mapování a kartografie Fakulty stavební ČVUT v Praze. [Online] 2006. [Citace: 24. 4 2020.]

[http://www.geolab.cz/projekty/gacr/a/files/miks\\_zim\\_GEOS06.pdf](http://www.geolab.cz/projekty/gacr/a/files/miks_zim_GEOS06.pdf).

Ministerstvo zemědělství ČR. 2019. *Eroze od roku 2019 - uživatelská příručka*. Ministerstvo zemědělství ČR - eagri.cz. [Online] 2019. [Citace: 20. 5 2020.]

[http://eagri.cz/public/web/file/609079/Prirucka\\_eroze\\_od\\_2019.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/609079/Prirucka_eroze_od_2019.pdf).

Ministerstvo zemědělství. 2020. eAGRI. *O aplikaci Registr půdy*. [Online] 2020. [Citace: 26. 4 2020.] <http://eagri.cz/public/web/mze/farmar/LPIS/>.

Ministerstvo zemědělství. 2020. *Zákon č 252/1997 Sb. - Zákon o zemědělství*. eAgri - Ministerstvo zemědělství. [Online] 2020. [Citace: 25. 4 2020.]

[http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe\\_uplna-zneni\\_zakon-1997-252-viceoblasti.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1997-252-viceoblasti.html).

MVČR. 2020. *Vyhláška č.357/2013 Sb. Zákony pro lidi*. [Online] 2020. [Citace: 24. 4 2020.]

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-357>.

NOVÁK, Pavel. 1999. *Vývoj struktury pozemkové držby a zemědělské "velkovýroby" na okrese Kutná Hora*. Vlastivědný Sborník 2/99. [Online] 1999. [Citace: 2. 5 2020.] [https://www.cms-kh.cz/sites/default/files/books/kutnohorsko-vlastivedny\\_sbornik\\_02-99.pdf](https://www.cms-kh.cz/sites/default/files/books/kutnohorsko-vlastivedny_sbornik_02-99.pdf).

Obec Nepoměřice. 2020. *O obci*. Nepoměřice - oficiální stránky obce. [Online] 2020. [Citace: 9. 5 2020.] <https://www.nepomerice.cz/nepomerice/o-obci/>.

PEŠTÁK, Jaroslav a ZIMOVÁ, Růžena. 2005. *Polohová přesnost objektů na mapách prvního a druhého vojenského mapování*. Kartografické listy. 2005, Sv. 13. [Online] 2005 [Citace: 2. 5. 2020.] [http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/pestak\\_zimova.pdf](http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/pestak_zimova.pdf)

POMICHALKOVÁ, Iveta. 2016. *Vývoj obyvatelstva v politickém okrese Kutná Hora v letech 1880 - 1910*. Univerzita Karlova v Praze - Digitální depozitář. [Online] 2016. [Citace: 10. 5 2020.] [https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/87612/BPTX\\_2015\\_1\\_11310\\_0\\_412158\\_0\\_173813.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/87612/BPTX_2015_1_11310_0_412158_0_173813.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

PONCE, Victor M. a HAWKINS, Richard. 1996. *Runoff Curve Number: Has It Reached Maturity?* Research Gate. [Online] 1 1996. [Citace: 20. 5 2020.] [https://www.researchgate.net/publication/245287332\\_Runoff\\_Curve\\_Number\\_Has\\_It\\_Reached\\_Maturity](https://www.researchgate.net/publication/245287332_Runoff_Curve_Number_Has_It_Reached_Maturity).

Povodí Labe. 2009. *Vodní Dílo Vrchlice*. Povodí Labe. [Online] 2009. [http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/prehrada\\_vrchlice.pdf](http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/prehrada_vrchlice.pdf).

STRUHA, Pavel. 2009. *Historie archivu leteckých snímků*. Magistrát města Hradec Králové. [Online] 2009. [Citace: 26. 4 2020.] [http://m.muhb.cz/assets/File.ashx?id\\_org=3782&id\\_dokumenty=820503](http://m.muhb.cz/assets/File.ashx?id_org=3782&id_dokumenty=820503).

VACHUDA, Jan. 2017. *Analýza změn zemědělského landuse v ČR a v modelovém regionu (katastrální území)*. Masarykova Univerzita - Digitální depozitář. [Online] 2017. [Citace: 2. 5 2020.] [https://is.muni.cz/th/yphbi/Dis\\_prace\\_Jan\\_Vachuda\\_finale.pdf](https://is.muni.cz/th/yphbi/Dis_prace_Jan_Vachuda_finale.pdf).

VALENTOVÁ, Jarmila a ŠUMBEROVÁ, Radka. 1999. *Kutnohorsko - vlastivědný sborník: Pravěk. Kutné Hory ve světle nových archeologických výzkumů*. [Online] 1999. [Citace: 22. 4 2020.] [https://www.cms-kh.cz/sites/default/files/books/kutnohorsko-vlastivedny\\_sbornik\\_01-99.pdf](https://www.cms-kh.cz/sites/default/files/books/kutnohorsko-vlastivedny_sbornik_01-99.pdf).

VELÍMSKÝ, Filip. 2009. *Raně středověké osídlení Kutnohorska s přihlédnutím k sídelnímu vývoji centrálního hradiště v Malíně a vývoji vesnického osídlení v Bylanech u Kutné Hory*. [Online] 2009. [Citace: 22. 4 2020.] <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/21519/140020182.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VICHROVÁ, Martina. 2005. *Katalog objektů II. vojenského mapování (Františkova)*. Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni. [Online] 2005. [Citace: 24. 4 2020.] [http://home.zcu.cz/~vichrova/clanky/Katalog\\_objektu\\_VII.pdf](http://home.zcu.cz/~vichrova/clanky/Katalog_objektu_VII.pdf).

VÚGTK. 2020. *Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí*. [Online] 2020. [Citace: 26. 4 2020.] [http://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova\\_verze=&tid=3281&l=centralni-projekce--gnomonicka-projekce](http://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=3281&l=centralni-projekce--gnomonicka-projekce).

VÚMOP. 2020. *eKatalog BPEJ*. [Online] 2020. [Citace: 29. 4 2020.] <https://bpej.vumop.cz/52951>.

WINTEROVÁ, Julie. 2019. *Posouzení změn využití území v povodí VN Vrchlice a jejich vlivu na retenci srážek*. Praha : ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 2019.

ZIMOVÁ, Růžena. 2005. *Kartografická analýza map historických vojenských mapování*. Katedra mapování a kartografie Fakulty stavební ČVUT v Praze. [Online] 2005. [Citace: 26. 4 2020.] <http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/zimova.pdf>.

## Využití databáze a mapové podklady:

Cenia. *II. vojenské mapování* [mapa]. 2020. [Citace 14. 4. 2020]. ArcGis Server: <http://geoportal.gov.cz/arcgis/services>; webový portál: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/home>

Česká geologická služba. *Geologická mapa 1:25 000* [mapa]. 2020. [Citace 2. 5. 2020] <http://www.geology.cz/extranet/sluzby/aplikace/mapove>

ČÚZK. *Letecké měřické snímky – přehledka* [mapa]. 2020 [Citace 15. 4. 2020]. [https://lms.cuzk.cz/lms/lms\\_prehl\\_05.html](https://lms.cuzk.cz/lms/lms_prehl_05.html)

ČÚZK. *Ortofoto České republiky* [mapa]. 2020 [Citace 14. 4. 2020]. Mapový podklad © Český úřad zeměměřický a katastrální, [www.cuzk.cz](http://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 [Citace 10.4. 2020]. <http://www.dibavod.cz/index.php?id=27>

Fsv ČVUT v Praze. *Rain WebApp* [online databáze]. 2020. [Citace 10. 5. 2020]. <https://rain1.fsv.cvut.cz/?PROJECT=rain%2Fwebapp>

Seznam.cz. *Mapy.cz* [mapa]. 2020. [Citace 10. 5. 2020]. [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

## Software:

ARCDATA PRAHA. *ArcMap 10.7* [software]. 2017. [přístup od 10. 2. 2020]. <https://www.arcdata.cz/produkty/arcgis/desktopovy-gis/arcmap>

Microsoft. *Microsoft Excel 2020* [software]. 2020. [přístup od 10. 2. 2020]. <https://products.office.com/excel>

Microsoft. *Microsoft Access 2019* [software]. 2019. [přístup od 10. 2. 2020]. <https://products.office.com/access>

## 10 Seznam příloh

- 1) Mapa land-use z roku 1852
- 2) Mapa land-use z roku 1954
- 3) Mapa hodnot CN z roku 1852
- 4) Mapa hodnot CN z roku 1954
- 5) Výpočty odtokových poměrů pro 2, 5 a 10letou srážku