

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



**Změna land cover a její vliv na srážkoodtokové
poměry**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:	Veronika Kusková
Studijní program:	N1501 – Biologie
Studijní obor:	Hydrobiologie
Forma studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	Doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.
Rok:	2021

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval/a samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním diplomové práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byl/a jsem seznámen/a s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Olomouci dne:

Za odborné vedení mé diplomové práce, velkou míru trpělivosti a ochoty, lidský přístup a také za cenné a velmi podnětné rady při zpracovávání práce děkuji vedoucímu práce Doc. RNDr. Martinu Rulíkovi, Ph.D. Taktéž bych chtěl(a) poděkovat Mgr. Janu Šrejberovi z oddělení hydrologie Českého hydrometeorologického ústavu za vstřícnost, ochotu a pomoc při získání potřebných informací a podkladů.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora	Veronika Kusková
Název práce	Změna land cover a její vliv na srážkoodtokové poměry
Typ práce	Diplomová
Pracoviště	Katedra ekologie a životního prostředí
Vedoucí práce	Doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.
Rok obhajoby práce	2021

Abstrakt

Cílem diplomové práce „Změna land use a její vliv na srážkoodtokové poměry“ je seznámit čtenáře s problematikou využívání krajiny a pokusit se prokázat vliv změny krajinného pokryvu na srážkoodtokové poměry na vybraných lokalitách v Libereckém kraji. Teoretická část práce je zaměřena na stručné uvedení do problematiky krajiny a jejího využívání a jsou popsány klasifikační systémy, podle kterých se krajinný pokryv třídí. Dále se práce věnuje vodě v krajině a klimatickým poměrům v České republice. V části materiál a metody jsou popsány podkladové materiály a postup práce v mapovém programu ArcMap, ve kterém byly vytvořeny výstupní mapy. Praktická část je věnována čtyřem vybraným lokalitám, jsou zde znázorněny proměny v krajinném pokryvu a srážkoodtokových poměrech. Pomocí mapování a dostupných dat se podařilo prokázat, že i přesto, že se roční průměr srážek zvyšuje, celkový roční odtok se snižuje. Vzhledem k rostoucí roční průměrné teplotě, může být snižující se odtok vyrovnám vyšším výparem, ale podle třetinového pravidla by se stejnou měrou mělo zvyšovat i množství infiltrované vody. Pozitivní změna krajinného pokryvu, ke které na vybraných územích došlo, by mohla mít vliv na retenci vody, bylo by ale potřeba měřit zvláště evapotranspiraci, aby bylo možné to prokázat. V kapitole diskuze jsou shrnuty výsledky z širšího hlediska a jsou zde navržena různá opatření pro zlepšení retenční schopnosti.

Klíčová slova	Krajinný pokryv, využití krajiny, retence, akumulace
Počet stran	96
Počet příloh	11
Jazyk	Český

Bibliographical identification

Autor's first name and surname	Veronika Kusková
Title	Land Cover Changes and Their Effect on Runoff Conditions
Type of thesis	Diploma
Department	Department of ekology and Environmental Sciences
Supervisor	Doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.
The year of presentation	2021

Abstract

The aim of this thesis „Land Cover Changes and Their Effect on Runoff Conditions“, is to familiarise the reader with the issue of land use and attempt to prove the effect of land use cover on runoff conditions in chosen areas of the Liberec region. The theoretical part of this thesis aims to briefly introduce the issue of landscapes and their usage and it also contains descriptions of classification systems, according to which land cover is sorted. Furthermore, the thesis deals with water in the landscape as well as climatic conditions in the Czech Republic. The materials and methods chapter describes the background material used and the work process used in the mapping programme ArcMap, in which all the maps in this thesis were created. The practical part concerns itself with four chosen locations which give examples of the changes in land cover and runoff conditions. With the help of mapping and available data, it was successfully proven that although the annual precipitation rate is rising, the total annual drainage of water is in fact decreasing. Given that annual average temperatures are rising, the decreasing water drainage could mean increased water evaporation, but as according to the three rules of the hydrologic cycle, the amount of infiltrated water should also increase by the same amount. The positive changes which have taken place in the land cover within the chosen locations, could have an influence on the amount of water retention, but this would have to be measured separately using evapotranspiration in order to be proven. The discussion chapter features the summary of the results from a broader context and there are suggestions of various measures which can be taken to improve the retention capacity of the landscape

Keywords	Land use, land cover, retention, accumulation
Number of pages	96
Number of appendices	11
Language	Czech

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK

SEZNAM GRAFŮ

1 ÚVOD.....	12
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	14
2.1 KRAJINA	14
2.1.1 VÝVOJ KRAJINY NA NAŠEM ÚZEMÍ.....	15
2.1.2 TYPOLOGIE KRAJINY	16
2.1.3. STRUKTURA KRAJINY	16
2.2 VYUŽÍVÁNÍ KRAJINY	17
2.2.1 VYUŽITÍ KRAJINY (LAND USE).....	17
2.2.2 KRAJINNÝ POKRYV (LAND COVER).....	18
2.3 KLASIFIKAČNÍ SYSTÉMY	20
2.3.1 IGU LUCC.....	20
2.3.2 CORINE LAND COVER.....	23
2.4 VODA V KRAJINĚ.....	28
2.4.1 RETENCE VODY V KRAJINĚ	28
2.4.2 RETENCE NA RŮZNÝCH TYPECH KRAJINNÉHO POKRYVU	29
2.4.2 AKUMULACE VODY V KRAJINĚ.....	31
2.5 KLIMATICKÉ POMĚRY V ČESKÉ REPUBLICCE.....	32
2.5.1 PROBLÉMY SPOJENÉ SE ZMĚNAMI KLIMATU A NEVHODNÝM VYUŽÍVÁNÍM PŮDY	32

3	MATERIÁL A METODY.....	38
3.1	VÝBĚR ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	38
3.2	TERÉNNÍ PRŮZKUM.....	38
3.3	PODKLADOVÉ MATERIÁLY.....	39
3.4	KLASIFIKAČNÍ SYSTÉM LAND COVER.....	40
3.5	SRÁŽKODTOKOVÉ POMĚRY VE ZKOUMANÝCH LOKALITÁCH.....	41
3.6	PRÁCE S DATY V PROSTŘEDÍ ARCGIS DESKTOP 10.4.....	43
3.7	VÝSTUPY Z ARCMAP.....	49
3.8	VÝSTUPY Z MICROSOFT EXCEL.....	50
4	VÝSLEDKY.....	51
4.1	LOKALITA 1 – CENTRUM LIBERCE.....	52
4.2	LOKALITA 2 – STRÁŽ NAD NISOU.....	57
4.3	LOKALITA 3 – PROSEČ NAD NISOU.....	62
4.4	LOKALITA 4 – HRÁDEK NAD NISOU.....	67
4.5	SRÁŽKODTOKOVÉ POMĚRY.....	72
5	DISKUZE.....	75
6	ZÁVĚR.....	80

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Ukázka mapování krajinné pokrývky (land cover) a využití země (land use) stejného území

Obr. č. 2: Corine Land Cover 1990

Obr. č. 3: Corine Land Cover 2000

Obr. č. 4: Corine Land Cover 2006

Obr. č. 5: Corine Land Cover 2012

Obr. č. 6: Corine Land Cover 2018

Obr. č. 7: Legenda pro Corine land cover

Obr. č. 8: Okres Liberec v rámci ČR

Obr. č. 9: Lužická a Černá Nisa se zvýrazněným směrem toku a jednotlivými stanicemi

Obr. č. 10: Evidenční list hlásného profilu – Liberec

Obr. č. 11: Evidenční list operativního profilu – Stráž nad Nisou

Obr. č. 12: Evidenční list hlásného profilu – Proseč nad Nisou

Obr. č. 13: Evidenční list hlásného profilu – Hrádek nad Nisou

Obr. č. 14: Založení nového prázdného mapového projektu

Obr. č. 15: Add data

Obr. č. 16: Připojení k WMS serveru

Obr. č. 17: Změna souřadnicového systému

Obr. č. 18: Georeferencování

Obr. č. 19: Tvorba nových shapefiles

Obr. č. 20: Zahájení editace

Obr. č. 21: Nové pole v atributové tabulce

Obr. č. 22: Výpočet plochy

Obr. č. 23: Odlišení jednotlivých typů pokryvu

Obr. č. 24: Liberec – 1952

Obr. č. 25: Liberec – 2020

Obr. č. 26: Zastoupení krajinného pokryvu – Liberec 1952

Obr. č. 27: Zastoupení krajinného pokryvu – Liberec 2020

Obr. č. 28: Stráž nad Nisou – 1952

Obr. č. 29: Stráž nad Nisou – 2020

Obr. č. 30: Zastoupení krajinného pokryvu – Stráž nad Nisou 1952

Obr. č. 31: Zastoupení krajinného pokryvu – Stráž nad Nisou 2020

Obr. č. 32: Proseč nad Nisou – 1952

Obr. č. 33: Proseč nad Nisou – 2020

Obr. č. 34: Zastoupení krajinného pokryvu – Proseč nad Nisou 1952

Obr. č. 35: Zastoupení krajinného pokryvu – Proseč nad Nisou 2020

Obr. č. 36: Hrádek nad Nisou – 1952

Obr. č. 37: Hrádek nad Nisou – 2020

Obr. č. 38: Zastoupení krajinného pokryvu – Hrádek nad Nisou 1952

Obr. č. 39: Zastoupení krajinného pokryvu – Hrádek nad Nisou 2020

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Kategorie využití ploch a jejich slučování v IGU LUCC

Tabulka č. 2: Změny krajinného pokryvu (km²) v okrese Liberec podle databáze LUCC

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 1 v období 1952 až 2020

Graf č. 2: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 2 v období 1952 až 2020

Graf č. 3: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 3 v období 1952 až 2020

Graf č. 4: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 4 v období 1952 až 2020

Graf. č. 5: Průměrný denní průtok v letech od 1950 do 2020

Graf č. 6: Průměrný denní průtok

Graf č. 7: Poměr srážek vůči celkovému ročnímu odtoku

Graf č. 8: Průměrná roční teplota v Libereckém kraji

Graf č. 9: Souhrnná změna krajinného pokryvu od roku 1952 do roku 2020

CÍLE PRÁCE

Tato práce si klade za cíl vytvoření obrazu dané lokality v kontextu vlivu krajinného pokryvu na srážkoodtokové poměry, tedy na retenci krajiny. Tohoto cíle by mělo být dosaženo za pomoci analýzy prvků v daných územích jako je typ krajinného pokryvu či srážkoodtokové poměry, a to s použitím geografických informačních systémů, jejichž pomocí se zpracují vstupní hydrometeorologická data, určí se typ krajinného pokryvu a jeho zastoupení v daných územích. Za pomoci historických dat budou popsány změny, ke kterým na zvolených územích docházelo, ať už se jednalo o zastavování území, zásahy do vodních toků či změny v pěstování plodin.

Jedním z dalších cílů předložené práce je snaha o uvedení čtenáře do problematiky, a ucelení poznatků, a to i z důvodu, že v současné době jedná o velmi aktuální téma, kterým se v následujících letech budou zabývat mnozí další. Proto by výsledky této práce mohly sloužit pro navazující výzkum. Dalším cílem by mělo být navržení vylepšení pro využívání půdy ve zvolených lokalitách s možností aplikace na celé Česko, které jsou podrobněji popsány v závěru práce. Výstupem by pak měly být také tabulky, grafy a mapy, na kterých bude znázorněn momentální stav krajiny a popisovány změny, ke kterým na zvolených územích docházelo.

Hlavní cíle:

- Vyhodnocení změn krajinného pokryvu ve vybraných územích za zvolené časové období
- Vyhodnocení změn srážkoodtokových poměrů ve vybraném území za zvolené časové období

Vedlejší cíle:

- Základní vstup do problematiky vody a krajinného pokryvu
- Doporučení možných vylepšení ve využívání půdy

K dosažení těchto cílů mají dopomoci tyto výzkumné otázky.

1. **Jaký má krajinný pokryv vliv na retenční a akumulární schopnost krajiny?**
2. **K jakým změnám docházelo od roku 1952 na území Liberecka?**

1 ÚVOD

Není překvapením, že na naší planetě můžeme najít velmi různorodou krajinu, kterou si lidé už po velmi dlouho dobu mění, přizpůsobují, zvelebují a upravují tak, aby jim přinášela co největší užitek. Nárůst lidské populace měl za následek zvýšení nároků na produkci a zdroje, což se projevilo mimo jiné i ve změně konceptu využívání půdy. Ve výsledku tak docházelo ke stále výraznějším proměnám, jejichž rozsah lze zjistit z archivních dat, map a jiných materiálů. Při pohledu do historie však můžeme identifikovat časové periody v průběhu kterých se ráz využívání půdy mění signifikantněji oproti ostatním. Za jedno z takových období lze bez pochyby označit raný středověk, jehož technologie a plodiny představují základní pilíř moderního zemědělství. K dalším významným zásahům docházelo během průmyslové revoluce, ovšem nejzásadnější vývoj nastal po druhé světové válce, ať už v podobě masivní urbanizace, intenzifikace zemědělství či zásahů do vodních toků.

V současné době je už téměř nemožné nalézt na zemi místo, které by nadále zůstalo nedotčeno vlivem lidské činnosti. Krajina je bez ustání vystavována vnějším vlivům, které narušují její rovnovážný stav a mohou mít za následek dopady, jak pozitivní, tak negativní. Je proto třeba zjišťovat rozsah těchto změn a přemýšlet nad jejich důsledky a vlivy, jako je snížená retence půdy, změny ve srážkoodtokových poměrech, eroze půdy, degradace živin v půdě a další. Moderní technologie a dlouhodobé shromažďování dat, činí tento úkol výrazně jednodušším než v minulosti a mělo by tudíž být snazší předejít dalším škodám. Je nám tak umožněno se zaměřit na správné využívání a nakládání s krajinou a půdou s cílem přiblížit se co nejvěrněji přírodnímu stavu, čímž bude i nadále zajištěna možnost obyvatelstva ČR nakládat s vodními zdroji v míře potřebné.

Diplomová práce si klade za cíl seznámit čtenáře s problematikou využívání krajiny a pokusit se prokázat vliv změny ve využívání půdy na srážkoodtokové poměry na vybraných územích v Česku. Hlavní výzkum se zabývá analýzou 4 vybraných lokalit o celkové rozloze 4 km², které byly vybrány podle potřeby práce. Podmínka, aby se ve zkoumaném území nacházela dostatečně dlouho fungující vodoměrná stanice, z níž by bylo možné využít data o průtoku a srážkách, byla určena hlavním kritériem. Tato práce si klade za cíl odpovědět na předem položené výzkumné otázky týkající se vyhodnocení dopadů změn na krajinu a možnostem budoucího vývoje. Toho je docíleno za pomoci řady analýz a jejich následného hodnocení.

Práce je strukturována do jednotlivých, vzájemně na sebe navazujících kapitol. V první z nich se čtenář seznámí s obecnými definicemi, jako je krajina, land use a land cover, což mu poskytne širší náhled na problematiku. Dále se práce věnuje klasifikačním systémům krajinného pokryvu. Následuje část, která je zaměřena na vodu a její retenci na různých typech krajinného pokryvu na kterou navazuje popis problémů související se změnami klimatu, se kterými se nejen Česko, ale i celý svět, v současné době potýká.

Další na řadu přichází metodická část, ve které jsou podrobně vyjmenovány podkladové materiály i se zdroji dat. Následuje soupis typů krajinného pokryvu, které se na lokalitách vyskytují a poté je zde popsán postup práce v mapovém programu ArcMap. Kapitola je ukončena popisem jednotlivých výstupů v praktické části.

Po této poměrně obsáhlé části následuje shrnutí výsledků. Prvky jsou popsány postupně ve všech čtyřech lokalitách pomocí vytvořených map, na kterých je možné vidět stav v roce 1952 a v roce 2020. Součástí shrnutí je sloupcový graf, který graficky znázorní změnu zaznamenanou v rámci tohoto období. Další část se věnuje srážkoodtokovým poměrům a změnám, ke kterým u nich došlo.

Na tuto kapitolu navazuje diskuze, která rekapituluje výsledky nejprve týkající se srážkoodtokových poměrů a následně krajinného pokryvu a uvádí je do širších souvislostí. Poslední částí diplomové práce je závěr, který shrnuje podstatu této práce.

2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

2.1 KRAJINA

Pojem krajina je poměrně obtížně definovatelný, především proto, že krajina je prostorem, ve kterém lidé společně žijí a zároveň ji využívají ke svým rozličným zájmům, a tudíž definice se většinou zakládá na specializaci autora. Můžeme se setkat s geomorfologickým, ekologickým, historickým, uměleckým pojetím krajiny a mnoha dalšími (Poleno, 1994). V této práci se autorka bude zabývat krajinou především z geografického hlediska.

Samotné slovo *krajina* je starogermánského původu a v období raného středověku se tak označoval pozemek, který obdělával jeden hospodář. Jednalo se o území, jež bylo možné pozorovat z jednoho místa (Sklenička, 2003).

Z právního hlediska je *krajina část zemského povrchu s charakteristickým reliéfem, tvořená souborem funkčně propojených ekosystémů a civilizačními prvky* (zákon č. 114/92 Sb.).

Pojem krajina je možné popsat jako část území, tak jak je vnímána lidmi, jejíž charakter je výsledkem činnosti a vzájemného působení přírodních nebo lidských faktorů. (Evropská úmluva o krajině, 2000).

Forman a Godron, (1986) definují krajinu jako *ekologicky heterogenní území o řádové rozloze čtverečních kilometrů, složené z ekosystémů, které se navzájem ovlivňují*.

Z pohledu geografie definuje Demek (1999) krajinu jako území na zemském povrchu, které může mít rozlohu od několika km² až po tisíce km², má celistvý charakter a lze ho odlišit od okolí. Má svou specifickou polohu, hranice i vzhled.

I když zatím neexistuje jednotná definice krajiny, společným rysem je polyfunkční charakter krajiny (Sklenička, 2003).

2.1.1 VÝVOJ KRAJINY NA NAŠEM ÚZEMÍ

Vývoj krajiny a změny v jejím využívání souvisí se změnami potřeb člověka a se zvyšujícími se nároky na půdu, především s rozvojem zemědělstvím a urbanizací. Antropogenní procesy měnící krajinnou strukturu svou rychlostí výrazně převyšují rychlost procesů přírodních a výsledkem je krajina, jak ji známe dnes (Lindenmayer a Fischer, 2006).

Období na přelomu 18. a 19. století lze považovat za poslední, kdy vedle sebe člověk a příroda existovali v rovnovážném stavu (Löw a Míchal, 2003). Takzvaná barokní krajina se vyznačovala mozaikovitým charakterem s převahou menších polí, kdy bylo hojně využíváno protierozních prvků například remízku a mezí, a malým podílem lesa (Lipský, 2000).

Od počátku 19. století je vývoj krajiny silně spojený s průmyslovou revolucí a je možné si všimnout stále vyšší fragmentace krajiny. (Sklenička 2003) Jednou z hlavních příčin je neustávající drobení půdních pozemků vlivem institutu dědění. Výměra většiny statků nedosahovala v tehdejší době ani 20 hektarů. I přesto se celkový podíl orné půdy zvýšil o 50 % (Lipský, 2000), díky čemuž výrazně vzrostla jak zemědělská produkce, tak došlo k exponenciálnímu nárůstu lidské populace, která v roce 1845 v Čechách čítala na 6,5 milionu obyvatel. Ve 20. století se na přírodním rázu krajiny výrazně podepsali dvě světové války. Roku 1918 vzniká Československý stát a v rámci následné pozemkové reformy dochází ke zkonfiskování císařského majetku a půdy, jež jsou následně rozprodány drobným hospodářům. Přijatý zákon měl za následek vznik zbytkových statků s rozlohou cca 100 hektarů (Löw a Míchal, 2003).

S nástupem komunismu po 2. světové válce se začíná uplatňovat na politické úrovni snaha o centrální jednotné řízení, ať už v zemědělství, lesnictví nebo v průmyslu. Nepovažovalo se za relevantní, zda lokální specifické podmínky odpovídají potřebám pěstovaných plodin. Dalším klíčovým faktorem, který v této době výrazně ovlivnil vzhled krajiny byla kolektivizace, během níž se soukromým majitelům odebrala půda a docházelo k vytváření velkých zemědělských družstev, což změnilo vnímání lidí k půdě, kterou obdělávali, jelikož najednou už nebyla jejich. Poslední zmíněná podstatná změna v rostlinné produkci byla zapříčiněna zvýšenou chemizací (Löw a Míchal, 2003).

V sedmdesátých letech 20. století dochází poté k největším a nejtěžším zásahům do krajiny. Pro potřeby velkovýrobních technologií bylo nutné stále zvětšovat velikost jednotlivých zemědělských ploch a tím docházelo k zanikání protierozních prvků (Lipský, 2000).

Rok 1989 sebou nese obrat k lepšímu v téměř všech krajinných prvcích, snižování chemizace, zvyšování biodiverzity či návratu půdy původním vlastníkům. Dochází zároveň též ke vzniku rodinných farem (Lipský, 2000). Za negativní příčinu tlaku na krajinu můžeme považovat hlavně velký rozvoj infrastruktury a průmyslu (Sklenička, 2003).

2.1.2 TYPOLOGIE KRAJINY

Ve většině publikací se krajina se dělí do dvou základních kategorií, krajina přírodní a krajina kulturní.

Přírodní krajinou se označuje území, které vzniklo vlivem přírodních, biotických a abiotických procesů a nepůsobí na něj antropogenní faktory a pokud ano, tak pouze minimálně (Löw, 1995). V Česku se s nimi lze setkat jen vzácně, například se jedná o zbytky pralesů, rašelinišť či skalních společenstev (Maděra a Zimová, 2005).

Pro vznik kulturní krajiny je nutná interakce člověka a přírody a její vznik je spjat s vývojem zemědělství a dalšími ekonomickými, politickými či demografickými změnami ve společnosti (Lipský, 1995). Kulturní krajina se dále dle lidského vlivu na narušenou, kultivovanou a devastovanou či podle využívání na sídelní, zemědělskou, lesohospodářskou a těžební (Komárek, 2008).

2.1.3. STRUKTURA KRAJINY

Strukturou krajiny popisujeme prostorové vazby mezi ekosystémy a využíváme k tomu tři typů prvků, ze kterých se vzor krajiny skládá: plošky („patches“), koridory („corridor“) a matrice („matrix“) (Forman a Godron, 1993). Jsou užitečné hlavně při porovnávání krajin, které si nejsou podobné a pro zobecňování principů, které v nich popisujeme.

Plošku lze definovat jako homogenní oblast, kterou je možné odlišit od jejího okolí (Forman, 1995). Plošek je velké množství druhů, například les, rybník, město.

Koridor je lineární pruh jednotlivých typů plošek, který se liší od přilehlých plošek a propojuje dvě a více plošek (Lindenmayer a Fischer, 2006). K jejich hlavní funkci patří umožnění pohybu zvířat či živin, ale fungují i jako samostatná specifická stanoviště. Řadíme sem například přirozené vodní toky či člověkem vytvořené elektrické vedení (Leitão et al., 2006).

Matrice je definována jako nejhojněji zastoupený a prostorově nejvíce propojený typ krajinného pokryvu, který dominuje ve fungování krajiny a určuje, jak bude fungovat tok hmoty, energie či organismů. (Lipský, 1998). Matrici v krajině je možné identifikovat poměrně jednoduše, když jeden typ krajinného pokryvu pokrývá více než 50% celkové rozlohy, s velkou pravděpodobností se jedná o matrici (Leitão a kol., 2006).

2.2 VYUŽÍVÁNÍ KRAJINY

2.2.1 VYUŽITÍ KRAJINY (LAND USE)

Mezi pojmy „land cover“ (krajinný pokryv) a „land use“ (využití krajiny) je třeba rozlišovat, i přesto, že v dnešní době jsou v mnoha vědeckých člancích považovány za totéž. Od 30. let 20. století se touto problematikou ve využívání půdy a krajiny začali hlouběji zabírat především geografové a jiné vědečtí pracovníci (Žigrai, 1983).

Člověk jakožto hlavní krajino tvorný činitel, určuje, jakým způsobem bude využívat zemi, na které se nachází, jakým způsobem ji bude přetvářet pro své potřeby a jaké bude rozmístění jednotlivých struktur v krajině (Lipský a Kvapil, 2000). Tyto změny je možné pozorovat z více zdrojů, ať už z archivních leteckých snímků, historických map či záznamů jednotlivých obcí. Při tvorbě map krajinného pokryvu se využívá jejich funkčních vlastností (pastevcí využívaná louka, ovesné pole a jiné) (O’ahel a Feranec, 1995).

Land use neboli využití ploch krajiny se používá k popisu přeměny původního přírodního prostředí na člověkem vytvořené prostředí, například orná půda, louky nebo městská zástavba. Dá se tedy říct, že se jedná o kolonizaci přírodního prostředí (Grünbühel a kol. 2003).

Sklenička (2003) uvádí, že pojem *land use* je dynamický, lze ho použít k hodnocení historického i současného stavu, ale také s ním lze zjistit potenciál způsobu využívání půdy. Dle jeho názoru lze tímto pojmem popsat nejen využití půdy, ale i využití krajiny jako takové.

Podle De Sherbinina (2002) se pojmem *land use* popisuje lidské používání půdy nebo bezprostřední akce, úpravy nebo změny půdního pokryvu, ve kterém lze rozlišovat mnoho obsáhlých a různorodých kategorií od lidského osídlení přes chráněné oblasti až po zemědělství. Tyto obecné kategorie se dále dělí například na městská a venkovská sídla, národní parky a rezervace nebo dopravní a další infrastrukturu.

V ČR dochází k největším změnám ve využívání pokryvu v horských a podhorských oblastech, které nejsou příliš úrodné a panují v nich horší klimatické poměry. Oproti tomu v úrodných nížinných částech Česka docházelo jen k mírným změnám (Bičík, 2004).

Důležitým způsobem zkoumání krajiny jsou studie, které se zabývají dlouhodobými změnami ve využití krajiny („long-term land-use changes). Jejich cílem je většinou hodnocení změn *land use/land cover* v dlouhodobém horizontu a hledání příčin takových změn (Štych, 2010).

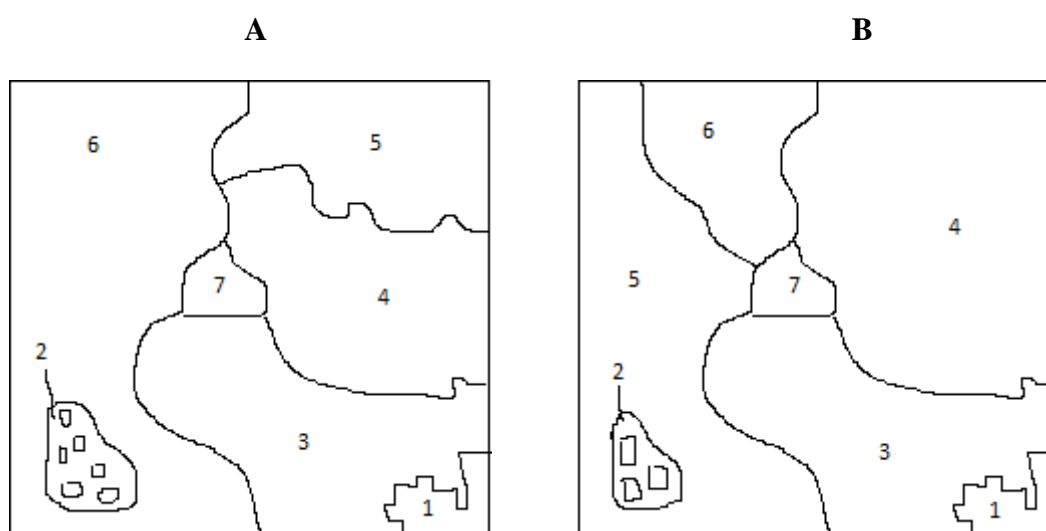
2.2.2 KRAJINNÝ POKRYV (LAND COVER)

Pomocí tohoto pojmu lze označit současný stav *land use* a rostlinstva, které pokrývá zemský povrch. Tento ukazatel se používá hlavně pro potřeby podrobnějšího zhodnocení kvality daného území a při návrzích budoucích opatření pro její udržitelnost (Guth a Kučera, 1997).

Lambin (2006) popisuje *land cover* jako zemský povrch, který zahrnuje biotu, půdy, topografii, povrchovou a podzemní vodu, zastavěné území. To, jakým způsobem člověk *land cover* používá, či jak s ním nakládá s jeho biofyzikálními vlastnostmi je dle něj definicí *land use*. *Land cover* popisuje hlavně okem viditelné rysy zemského povrchu. Na rozdíl od *land use*, kdy je nutné využívat sekundární data z územního plánování či jiných socioekonomických zdrojů, čerpá především z dat dálkového průzkumu, jako jsou letecké a družicové snímky či terénního průzkumu. Zároveň pracuje s kategorizací typu les, vodní plochy, polní kultury, pastviny a další.

Pojem *land cover* se zakládá na pro člověka přirozeném vnímání krajiny nebo bere na zřetel geografické hledisko ekologie krajiny (Gut, Kučera, 1997).

Na základě těchto výzkumů je zřejmé, že je důležité mít tyto pojmy správně definované, protože důsledkem jejich zaměňování jsou především obsahové a interpretační chyby (Aspinall a Hill, 2008). Krajinný pokryv (land cover) je odrazem aktuální situace v krajině, kterou může každý jedinec pozorovat, zatímco pro zjištění využití půdy (land use) je potřeba náhled do evidence, která popisuje druh pozemku či typ kultury (Falt'an, 2000). Rozdíl mezi těmito dvěma pojmy lze vidět na obr. 1 podle FERANEC et al., (1996).



Obr. č. 1: Ukázka mapování krajinné pokrývky (land cover) a využití země (land use) stejného území

A – land cover – **krajinný pokryv**

- 1) zastavěný komplex
- 2) zástavba rozptýlených budov
- 3) půda bez vegetace
- 4) louka
- 5) louka s rozptýlenými stromy a keři
- 6) jehličnatý les
- 7) vodní plocha

B – land use – **využití krajiny**

- 1) zástavba zemědělských budov
- 2) rekreační areál
- 3) orná půda bez vegetace
- 4) pastvina
- 5) jehličnatý les s ochrannou vodohospodářskou funkcí
- 6) přírodní rezervace
- 7) rybník

V dnešní době je velmi důležité pečlivě sledovat změny krajinného pokryvu, tak, aby bylo umožněno její co nejdelší využívání a zároveň nedocházelo k jejímu nevhodnému přetváření z důvodu nepochopení fungování přírodních vazeb. Následkem takového nepochopení může být nevratná či jen velmi obtížně napravitelná devastace rozsáhlých území, proti čemuž v současné době bojuje zvyšující se snahou o ochranu životního prostředí a přírody jako takové (Bičík, 2010). V Česku k tomu slouží poměrně rozsáhlé množství vhodných dat o tom, jak se zde dlouhodobě vyvíjel půdní fond (Štych, 2010).

2.3 KLASIFIKAČNÍ SYSTÉMY

Vzhledem k tomu, že existuje velké množství klasifikačních systémů, je potřeba zvolit takové, které bude odpovídat účelu mapování, velikosti zpracovávaného území, měřítku nebo způsobu vypracování (Hanzlová a kol, 2007). Pro některé účely stačí využít prosté statistické vyhodnocení land use, jindy je potřeba pracovat s metodami dálkového průzkumu země (Sklenička, 2003).

V Česku se mezi nejčastěji používané třídící klíče řadí ty z projektů IGU LUCC, VÚKOZ a dále odvozené typy kódování z projektu CORINE. V zahraničí se dále využívají systémy FAO (Food and agriculture organization of the United Nations) či Urban Atlas.

2.3.1 IGU LUCC

Mezinárodní výzkum Land Use Land Cover Change, za kterým stojí IGU LUCC (International Geographical Union – Commission on Land Use and Land Cover Change) umožnil vznik databáze základních územních jednotek (ZÚJ). O českou verzi databáze LUCC UK Prague se zapříčinila katedra sociální geografie a regionálního rozvoje PřF UK za podpory Grantové agentury ČR. Vznikala mezi lety 1995 a 2001 a podrobně analyzuje změny ve využívání ploch, a to pro roky 1845, 1948, 1990, 2000. Na území Česka bylo evidováno k 31.12.2019 13 076 katastrálních území (ČUZK). Za sledovaných 160 let docházelo k vzniku a zániku mnoha z nich, jiné měnily svou rozlohu. Pro potřeby

databáze byly katastry sloučeny do 8903 srovnatelných územních jednotek (SÚJ) s průměrnou výměrou 8,9 km² (Kabrda et al., 2006).

Pro první časové období bylo využito mapování Stablního katastru (1826 – 1843), další údaje vychází z Centrální databáze Katastrálního úřadu v Praze (LUCCCZ, 2021)

Databáze se snaží hodnotit vývoj a změny ve využívání půdy, a to jak v krajích, okresech, katastrech, tak i v chráněných území nebo obtížněji regionech, vymezených hranicemi katastrálních území. V databázi je možné najít i porovnání pro jiné charakteristiky jako jsou půdní typy, přírodní či socio-ekonomické podmínky.

Projekt IGU LUCC si klade za cíl vysvětlit a hodnotit příčiny i souvislosti ve vývoji české a evropské kulturní krajiny a zároveň popsat změny, ke kterým v období mezi lety 1845, 1948, 1990, 2000 a 2010 docházelo. Proto byl vytvořen klasifikační klíč, který je v současné době tvořen 8 základními kategoriemi. Jsou jimi orná půda, trvalé kultury, louky, pastviny, lesní plochy, vodní plochy, zastavěné plochy a ostatní plochy, kam je možné zařadit celou škálu různorodých ploch, ať už člověkem ovlivněných nebo i přírodních, například sportovní areály, doly, skládky, přírodní rezervace a jiné (tab. 1).

Tabulka č. 1: Kategorie využití ploch a jejich slučování v IGU LUCC

Sumární kategorie	Základní kategorie	Zahrnuje
Zemědělská půda	Orná půda	
	Trvalé kultury	Sady, chmelnice, zahrady, vinice
	Louky	Trvalé travní porosty
	Pastviny	
Lesní plochy	Lesní plochy	
Jiné plochy	Vodní plochy	Vodní plochy a vodní toky
	Zastavěné plochy	
	Ostatní plochy	

Na území České republiky lze rozpoznat 5 regionů podle vývoje land use:

- půda → zastavěné plochy + ostatní plochy (dobré podmínky)
- vznik hustých zastavěných ploch, nákupních center, průmyslových zón, ale i domů a bytů v okolí velkých měst jako je Praha (dobré podmínky)
- orná půda → mírná změna na les, trvalé travní porosty (v nadmořských výškách nad 550 m.n.m.)
- orná půda → výrazná změna na les
- hospodářské lesy → národní parky (Bičík a Jeleček, 2009)

Konkrétní příklad změny krajinného pokryvu v zájmové oblasti ukazuje následující tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Změny krajinného pokryvu (km²) v okrese Liberec podle databáze LUCC

Krajinný pokryv/rok	1845	1948	1990	2000
orná půda	35574	36685	25039	22828
trvalé kultury	638	1783	3047	3091
louky	9756	10028	11498	13497
pastviny	3408	1745	3321	3372
lesy	34674	32867	35863	35853
vody	387	339	740	761
zástavba	514	1205	1562	1623
ostatní	2642	2889	6493	6540
Jiné (nerozlišitelné)	3543	4432	8796	8925

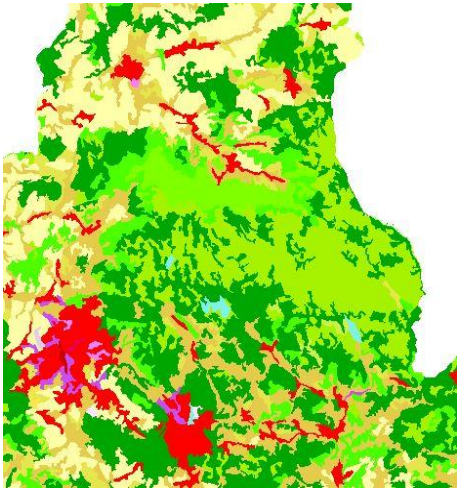
2.3.2 CORINE LAND COVER

Od roku 1985 funguje program Corine (Coordination of Information on the Environment), za kterým stojí Evropská komise. Projekt CORINE, jenž nyní spravuje Evropská agentura životního prostředí (EEA), si dává za cíl sbírat, koordinovat a zajišťovat kvalitní informace o životním prostředí a přírodních zdrojích, porovnat tyto data v rámci Evropského společenství a na základě jednotné metodiky následně vytvořit databázi krajinného pokryvu a pravidelně ji aktualizovat. K tomu všechny státy v Evropě využívají družicové snímky, pomocí nichž se následně vytváří mapy krajinného pokryvu (Cenia, 2021).

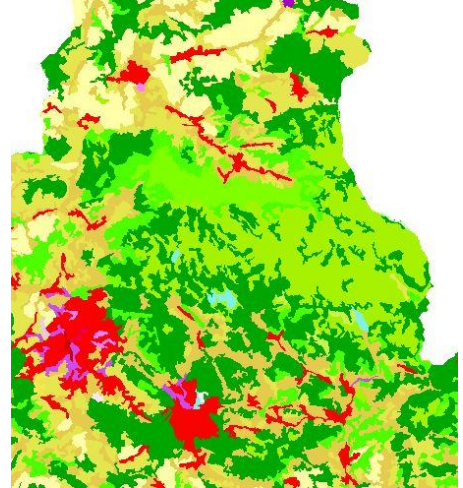
Česko se k projektu připojilo mezi prvními státy v roce 1991 jako tehdejší Československo a v současné době ho spravuje agentura Cenia, česká informační agentura životního prostředí, která se zabývá výzkumem ekologie a monitoringem, ochranou životního prostředí a poskytováním dat široké veřejnosti (Cenia, 2021).

Databázi CORINE tvoří polygony, jež vznikly interpretací družicových snímků nasnímaných v příslušném ročním období. Výstupem jsou mapy krajinného pokryvu s měřítkem 1:100 000, které se dělí do 44 tříd, z nichž 28 se vyskytuje na území České republiky. V současné době existuje již 5 databází, a to pro rok 1990 (CLC90), 2000 (CLC2000), 2006 (CLC2006), 2012 (CLC2012) a 2018 (CLC2018), mapy tak znázorňují, jak byl rozložen krajinný pokryv v konkrétním roce, a to pro území od 25 hektarů (obr. 2 – 6). První dvě databáze využily data z družice Landsat, zatímco další čerpaly z dat družice SPOT (EEA, 2021).

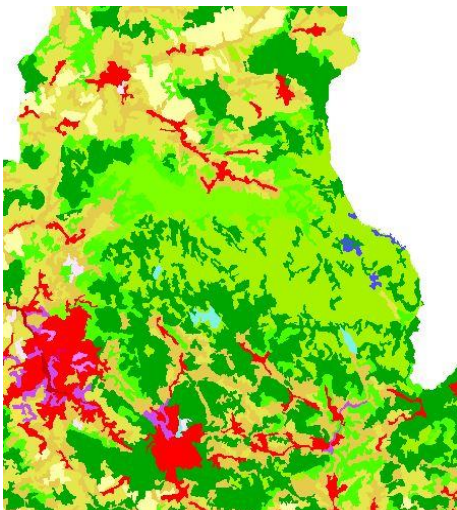
Dalším výstupem je hodnocení změn přírůstků a úbytků jednotlivých tříd, ke kterým došlo mezi dvěma referenčními lety. Zjištěná data slouží k lepší informovanosti o využívání krajiny a jsou podkladem mnoha vědeckých projektů. Lze z nich zároveň vycházet při územním a krajinným plánováním (Cenia, 2021).



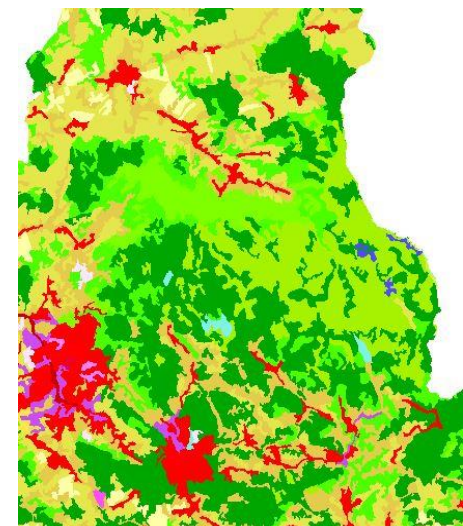
Obr. č. 2: Corine Land Cover 1990 (Liberecký kraj)
(Liberecký kraj)



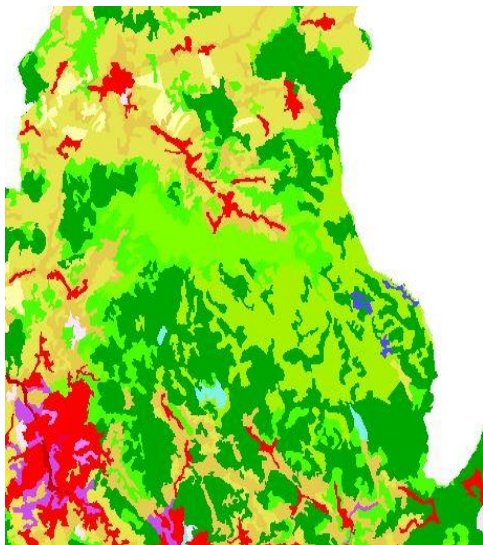
Obr. č. 3: Corine Land Cover 2000



Obr. č. 4: Corine Land Cover 2006 (Liberecký kraj)
(Liberecký kraj)



Obr. č. 5: Corine Land Cover 2012



Obr. č. 6: Corine Land Cover 2018 (Liberecký kraj)

■	1.1.1. Souvislá městská zástavba
■	1.1.2. Nesouvislá městská zástavba
■	1.2.1. Průmyslové a obchodní areály
■	1.2.2. Silniční a železniční síť s okolím
■	1.2.3. Přístavy
■	1.2.4. Letiště
■	1.3.1. Oblasti současné těžby surovin
■	1.3.2. Haldy a skládky
■	1.3.3. Staveniště
■	1.4.1. Městské zelené plochy
■	1.4.2. Sportovní a rekreační plochy
■	2.1.1. Nezavlažovaná orná půda
■	2.2.1. Vinice
■	2.2.2. Sady, chmelnice a zahradní plantáže
■	2.3.1. Louky a pastviny
■	2.4.2. Směsice polí, luk a trvalých plodin
■	2.4.3. Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací
■	3.1.1. Listnaté lesy
■	3.1.2. Jehličnaté lesy
■	3.1.3. Smíšené lesy
■	3.2.1. Přírodní louky
■	3.2.2. Stepi a křoviny
■	3.2.4. Nízký porost v lese
■	3.3.2. Skály
■	4.1.1. Mokřiny a močály
■	4.1.2. Rašeliniště
■	5.1.1. Vodní toky
■	5.1.2. Vodní plochy

Obr. č. 7: Legenda pro Corine land cover (Cenia)

Přehled tříd databáze Corine Land Cover, které se vyskytují v České republice

1. Urbanizovaná území (artificial areas)
 - 1.1 Obytné plochy
 - 1.1.1 **Městská souvislá zástavba**
 - 1.1.2 **Městská nesouvislá zástavba**
 - 1.2. Průmyslové a obchodní zóny, komunikační síť
 - 1.2.1 **Průmyslové nebo obchodní zóny**
 - 1.2.2 **Silniční a železniční síť a přilehlé prostory**
 - 1.2.3 **Přístavní zóny**
 - 1.2.4 **Letiště**
 - 1.3. Doly, skládky a staveniště
 - 1.3.1 **Těžba hornin**
 - 1.3.2 **Skládky**
 - 1.3.3 **Staveniště**
 - 1.4 Plochy umělé, nezemědělské zeleně
 - 1.4.1 **Plochy městské zeleně**
 - 1.4.2 **Zařízení pro sport a rekreaci**
2. Zemědělské plochy (Agricultural areas)
 - 2.1 Orná půda
 - 2.1.1 **Orná půda mimo zavlažovaných ploch**
 - 2.2 Stálé kultury
 - 2.2.1 **Vinice**
 - 2.2.2 **Ovocné sady a keře**
 - 2.3 Pastviny
 - 2.3.1 **Louky**
 - 2.4 Různorodé zemědělské plochy
 - 2.4.1 **Roční kultury přidané ke stálým kulturám**
 - 2.4.2 **Komplexní systémy kultur a parcel**
 - 2.4.3 **Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace**

3 Lesy a polopřirodní oblasti (Forest and semi-natural areas)

3.1 Lesy

3.1.1 **Listnaté lesy**

3.1.2 **Jehličnaté lesy**

3.1.3 **Smíšené lesy**

3.2 Plochy s křovinnou a travnatou vegetací

3.2.1 **Přírodní pastviny**

3.2.2 **Slatiny a vřesoviště, křovinaté formace**

3.2.4 **Přechodová stadia lesa a křoviny**

3.3 Otevřené plochy s malým zastoupením vegetace nebo bez vegetace

3.3.2 **Holé skály**

4 Humidní území (Wetlands)

4.1 Vnitrozemská humidní území

4.1.1 **Vnitrozemské bažiny**

4.1.2 **Rašeliniště**

4.2 Přímořská humidní území

5 Vodní plochy (Water bodies)

5.1 Pevninské vody

5.1.1 **Vodní toky a cesty**

5.1.2 **Vodní plochy**

5.2 Mořské vody

2.4 VODA V KRAJINĚ

V přírodě má voda nenahraditelnou funkci a její přítomnost či nepřítomnost určuje, zda se na nějakém území bude vyskytovat život (Moldan, 2018). Voda je též hlavním faktorem pro vzhled a vývoj krajiny, zajišťuje ekologickou stabilitu a má vliv i na to, jak bude na daném území pracovat člověk (Mezera a kol., 1979). Voda je v krajině nerovnoměrně rozložená a vzhledem ke stále větším nárokům obyvatelstva, docházelo už od starověku k největším změnám land use právě v její blízkosti (White a O'Neill, 2004).

2.4.1 RETENCE VODY V KRAJINĚ

Za jednu z hlavních funkcí krajiny se považuje její schopnost dočasně zadržovat vodu (tzv. retence), ať už na povrchu půdy, ve vodních nádržích, suchých poldrech, v korytě toku, na vegetaci a jiných objektech v povodí (Petříček a Cudlín, 2003). Takto zachycená voda představuje zdroj pro sušší období s menším množstvím srážek (Pavlásek, 2010). To je v České republice zcela klíčové, neboť na její území nepřitéká, až na pár drobných výjimek, žádný tok. Jediným zdrojem vody jsou srážky, dešťové či sněhové. Nepomáhá ani to, že více než polovinu území tvoří podloží s krystalickými horninami, které kryjí kambizemě s malou až střední infiltrační kapacitou, což komplikuje vyšší vsakování vody (Kvítek, 2016).

S nedostatečnou retencí souvisí mnoho problémů např. horší následky přívalových dešťů a na ně navazujících povodní, sucho, eroze a snižování hladiny povrchových i podzemních vod (Kvítek, 2016). Naopak vyšší retence podporuje výrazně vyšší biodiverzitu, protože mnoho druhů rostlin či ptactva svou existenci přímo spojuje s výskytem vodních toků či ploch. K dalším unikátním vlastnostem vody patří její vysoká měrná tepelná kapacita, proto napomáhá vyrovnávat teplotní rozdíly a celkově zlepšuje klima v ekosystému.

Při vzhledu do historie je zřejmé, že nakládání s vodou na území České republiky či tehdejšího Československa nebylo vždy adekvátní. V sedmdesátých letech docházelo ke scelování polí a výrazné likvidaci retenčních struktur, jako jsou remízky, meze, háje a břehová zeleň a zároveň se zahlubovaly, napřimovaly, případně zatrubňovaly vodní toky (Pokorný, 2017).

Proto je v současné době velmi důležité zaměřit se na obnovu, nápravu a zvyšování retenční schopnosti krajiny a půdy, ať už zvyšováním plochy lesa i luk oproti orné půdě, oddělování jednotlivých orných ploch remízky, případně jejich zmenšování a rozdělování na menší plochy orné půdy (Kender, 2004).

2.4.2 RETENCE NA RŮZNÝCH TYPECH KRAJINNÉHO POKRYVU

Způsob, jakým je půda využívána, do velké míry ovlivňuje její schopnost retence, akumulace i infiltrace a má vliv i na rychlost odtoku vody z povodí.

LES

Retence se na jednotlivých typech krajinného pokryvu výrazně liší. Lesy jsou tak např. schopny zachytit až 9x více vody než území bez lesa (Kantor a Krečmer, 2003). Využívají k tomu svou vyšší schopnost intercepce. Krämer a Hölscher (2009) uvádějí, že při slabších srážkách jsou lesy schopny zachytit až 30% spadlé vody. Skutečnost, že je v lesích větší vlhko, menší vliv větru a rozsáhlejší zastínění zapříčiněné korunami stromů, zabraňuje vyššímu výparu, poskytuje vodě více času stéct až k půdě a vsáknout se do hlubších vrstev lesa, k čemuž využívá hlubokého kořenového systému, kde vytváří zásobu (Krečmer, 2003). Zásadní vliv na retenci má v lese také jiný typ půdy s vyšším množstvím organické hmoty, jejíž schopnost retence je výrazně vyšší, než je tomu například u orné půdy. Dalšími faktory, které pozitivně ovlivňují retenci půdy je přítomnost mechů a lišejníků a také rozkládající se dřevo (Kantor a Krečmer, 2003). Výzkumy ukazují, že listnaté a smíšené lesy mají lepší retenční schopnost než smrkové monokultury, jelikož půda v jejich okolí má lepší infiltrační schopnost a díky hlubšímu kořenovému systému se voda vsákne i do spodních vrstev půdy a povrchový odtok je menší než například na pastvinách a polích (Válek, 1977).

TRAVNÍ POROSTY

Travní porost je takový typ krajinného pokryvu, jehož povrch je neustále pokryt vegetací, která je nějakým způsobem udržována, ať už sečením nebo pastvou. Nedochozí zde však k rozrušování půdního profilu. Podle Rychnovské (1985) je zapojený drnový porost o 10 % pórovitější než orná půda – i pod hustý zapojený drn prosákne 15 – 35 %

dešťových srážek. Tato schopnost se liší podle typu trávníku a obsahu organické hmoty v půdě. Travní porosty působí také jako filtr, brání vsakování, například dusičnanů, do hlubších vrstev půdního profilu a jejich splachu do povrchových vod a podzemních vod, čímž snižují jejich eutrofizaci. Travní porost je také schopen vytvořit izolační vrstvu, která snižuje výpar při vysokých teplotách (Agris, 2021).

ORNÁ PŮDA

Na více než polovině České republiky je možné najít zemědělsky využívané plochy, kam se řadí orná půda a trvalé travní porosty. S pokryvem orné půdy je spojeno několik problémů souvisejících s nižší retencí. Ta je závislá na organickém uhlíku, jehož množství se kvůli orbě snižuje (Carvajal et al., 2006) Není mnoho typů pěstovaných plodin, které by zvyšovaly podíl uhlíku v půdě, u nás k nim patří pouze jeteloviny a luštěniny, které mají hlubší kořenový systém, jiné plodiny však množství uhlíku snižují (Šarapatka et al., 2002). Většina autorů se shoduje, že pravidelná orba zvyšuje erozi a zhoršuje retenci i strukturu půdy. Další problém orby představuje i používání těžké techniky, která utemuje půdu a zabraňuje průniku vody do hlubších vrstev (Šarapatka et al., 2002). Problémem orných půd je také vyšší teplota, která zvyšuje výpar (Rožnovský, 2014).

VODNÍ PLOCHY

Mezi vodní plochy patří plochy přírodní, jako jsou jezera, a dále plochy vytvořené člověkem, například rybníky, přehrady a malé vodní nádrže. Jejich retenční funkce je viditelná pouhým okem., například všechny rybníky v ČR dohromady mají kapacitu cca 0,5 mld m³. Bohužel mnoho rybníků je zaneseno sedimenty, které se do nich dostávají hlavně splachem z polí, a jejich retenční schopnost se tím snižuje. V České republice jsou tyto vodní plochy zásobovány srážkami a přítoky, tudíž jsou přímo ovlivňovány retenční schopností okolní krajiny (Havlová, 2018). Zásadnější jsou pro retenci vody přehrady – zachytit vodu je jejich primárním účelem, ať už vodu pitnou, pro potřeby průmyslu, zemědělství či zavlažování (Přehradní, 2018). V dnešní době se stále více diskutuje o tom, zda jsou pro retenci vody v krajině vhodnější přehrady či přírodě blízká opatření, neboť v jejich případě se voda nekumuluje na jednom území, ale může se rozptýlit po celé

krajině. Zároveň jsou tato přírodní opatření řádově levnější než stavba nových přehrad (Konvalinková, 2017).

URBANIZOVANÁ ÚZEMÍ

Urbanizovaná území zahrnují všechny zastavěné plochy včetně průmyslových a logistických areálů, rekreační zástavby a také dopravní infrastrukturu, jako jsou silnice, dálnice, železnice a jiné. Pro zastavěná území je charakteristická nejmenší retenční schopnost, neboť jsou vystavěny na pevném podkladu, což neumožňuje vodě se přirozeně vsakovat do půdy, v důsledku čehož se snižují zásoby podzemní vody, méně vody je i ve studnách. Je zde výrazně vyšší povrchový odtok, v hustě zastavěných oblastech může být až pětinasobný (Paul a Meyer, 2001). Velké množství zpevněného povrchu mění celostní mikroklima, zvyšuje se celková teplota, dochází k přehřívání těchto povrchů, což má za následek nižší evapotranspiraci, rychlejší odtok srážkových vod či vyšší prašnost. Díky systému jednotné kanalizace dochází ke snadnější kontaminaci povrchových i podpovrchových vod (Köhler et al., 2001).

2.4.2 AKUMULACE VODY V KRAJINĚ

To, jak je krajina schopna z dlouhodobého hlediska hromadit a zadržovat vodu, udává její *akumulační schopnost*. Mezi přirozené akumulační procesy patří tvorba podzemní vody, která se zvyšuje při srážkách. Podzemní voda se hromadí například v lužních lesích, údolních nivách, mokřadech či bažinách. Mezi člověkem vytvořené akumulační prostory řadíme poldery, všechny druhy nádrží či rybníky (Černošous a Šach, 1998).

2.5 KLIMATICKÉ POMĚRY V ČESKÉ REPUBLICE

Klima, jakožto důležitá součást krajinné sféry, určuje její vlastnosti, a to, jak bude člověkem využívána. Lze ho popsat průměrnými hodnotami meteorologických prvků a jejich extrémy, případně do něj zahrnout jiné statistické charakteristiky. Klimatologie, nauka o klimatu se zabývá změnami klimatu (podnebí) v průběhu času, podmínkách a příčinách a důsledcích jejich formování a tím, jak působí na člověka, ať už z krátkodobého, tak dlouhodobého hlediska (Pretel, 2012).

Klimatické poměry v České republice se odvíjejí od její polohy v mírném klimatickém pásu s poměrně vyrovnaným srážkovým režimem, proto zde hrozba dlouhodobého sucha či jiných extrémů nebyla tak velká (Koncepce, 2021). V posledních letech dochází ke změnám a zvyšování počtu suchých období, která se střídají s kratšími silnými srážkami. Dalším problémem jsou stále sušší zimy bez velkého množství sněhových srážek, které by na jaře tály a doplňovaly hladiny jak povrchových, tak podzemních vod a vytvářely tak optimální podmínky pro další suchá období (Obce a změna klimatu: na cestě k adaptaci, 2016).

2.5.1 PROBLÉMY SPOJENÉ SE ZMĚNAMI KLIMATU A NEVHODNÝM VYUŽÍVÁNÍM PŮDY

Kombinace klimatických změn a antropogenní činnosti vede k urychlování dlouhodobých půdních procesů, čímž dochází k degradaci půdy, tzn. zhoršování její kvality. Degradace může být fyzikální (eroze, desertifikace, zábor, odvodnění), chemická (acidifikace, eutrofizace, ztráta živin, zasolování) a biologická (ztráta humusu a organismů). Degradace půdy má negativní vliv na retenci vody, proto je potřeba ji aktivně řešit a vytvářet opatření, aby k degradaci nedocházelo vůbec nebo jen minimálně (Rejšek a Vácha, 2018).

Problémy ale způsobují i změny krajinného pokryvu, které jsou spojené s rozvojem moderní společnosti, například vysazování řepky jakožto povinné složky v benzínu a naftě. V roce 2018 se řepka pěstovala na 17 % osevní plochy (cca 400 tisíc hektarů), což řadí Česko na první místo v Evropě (ministerstvo zemědělství, 2021).

Od roku 2008 způsobil velké úbytky ploch raketový rozvoj fotovoltaických elektráren, hlavně kvůli štědrým dotacím od státu. I přesto, že bylo zakázáno stavět tyto technické infrastruktury mimo zastavěná území a původním plánem bylo instalovat tato zařízení na střechy objektů, nebylo to důsledně dodržováno a docházelo tak k záboru půdy právě pro tyto účely. Podpora skončila v roce 2015, tudíž v dnešní době již nedochází k takovému rozvoji. Výhodou je ale skutečnost, že fotovoltaické pláty nezpůsobují trvalou devastaci půdy a je možné je v budoucnu využít pro jiné účely (Ústav územního rozvoje, 2008).

SUCHO

Velkým problémem spojeným s klimatickými změnami je sucho. Při pohledu do historie lze zjistit, že v období od roku 1808 do roku 2015, tedy za 207 let, se extrémní sucho vyskytlo ve 21 případech, například v roce 1911, 1947, 1976 či v roce 2003 a 2015. Každou takovou epizodu provázela neúroda a následné zvyšování cen plodin. Proto se lidé snažili vymýšlet opatření, které by eliminovaly dopady suchých period. Už od velkého sucha v roce 1847 se začaly navrhovat a realizovat první moderní nádrže (Koncepce, 2021).

V Česku se tento problém v posledních 7 letech stále zhoršuje, podle MŽP (2015) lze do roku 2100 předpokládat až o 10 % méně srážek v letních měsících a také častější bezsrážková období. Některé regiony se s nedostatkem vody potýkají každoročně. Úbytek podzemní vody má zároveň negativní vliv i na kvalitu půdy (Janoušková, 2013). Dle ČHMÚ je tímto problémem postiženo více než 30 % území Česka, například jižní Morava či Podkrušnohoří (V krajině, 2021). Celková zásoba sladké vody na jednoho obyvatele nás řadí na 3. nejhorší příčku v Evropě. Jak už bylo řečeno, hlavní příčinou je skutečnost, že všechny řeky z našeho území odtékají, proto je více než jinde nutné umožnit co nejvyšší retenci a akumulaci dešťových i sněhových srážek (Švec, 2016).

OTEPLOVÁNÍ

Další důsledek změn klimatu je oteplování, které souvisí s činností člověka, zejména s používáním fosilních paliv. K tomu dochází už od konce 18. století, s krátkými obdobími poklesu. Od 80. let 20. století dochází k výraznému vzrůstu koncentrace skleníkových plynů, jako je metan, oxid uhličitý či oxid dusnatý (Mann, Bradley, Hughes, 1998), a to má za následek růst teploty (Pretel, 2013). Na nárůst průměrné teploty mají vliv i změny ve využívání půdy. Rozsáhlé odvodněné plochy orné půdy, plochy parkovišť a velké sklady ohřívají okolní vzduch a vysouší okolní vegetaci (Pokorný, 2017). Nárůst teplot má negativní vliv na celkový ekosystém a podle Němce (2009) může zapříčinit vymírání až 30 % druhů rostlin a živočichů. Podle MŽP (2015) se očekává, v souvislosti se změnou klimatu, nárůst průměrných ročních teplot až přes 3 °C do roku 2100 a četnější vlny veder, což bude nejcitelnější v letních měsících.

EROZE

Eroze půdy je přirozený proces vážného rozrušování půdních vrstev. Vymíláním půdního povrchu větrem, vodou, sněhem i ledem dochází k odnosu uvolněných částic, jejich přenosu a následnému ukládání (sedimentace), nebo hromadění (akumulace). Eroze může být způsobena přívalovými dešti, povodněmi (bleskové, z tání) a její intenzita závisí na odolnosti a vlastnostech půdy, funkčních erozních opatřeních, vegetačním pokryvu, sklonitosti terénu či délce svahu. Zároveň se na rozvoji eroze se ve velké míře podílí i člověk, zejména prostřednictvím průmyslového zemědělství (Ulčák, 2014). Dalším důležitým faktorem jsou klimatické poměry, především rozložení a intenzita srážek. K více než 80 % všech dešťů, které způsobují erozi, dochází od června do srpna, proto je důležité v tomto období chránit půdu vhodným vegetačním pokryvem, jelikož na silně erodovaných půdách klesá výnos až o 75 %. Obnova půdy je prakticky nemožná nebo jen velmi obtížná, přirozeně je ke vzniku 2 - 3 cm půdy je potřeba 100 – 1000 let a erozí dochází ke smývání i 60 cm úrodné půdy (Novotný a kol., 2014).

Rozlišujeme erozi vodní, která je v ČR nejrozšířenější, je jí ohroženo až 50 % zemědělské půdy. Dále erozi větrnou a méně zkoumanou erozi orbou, sněhovou a sklizňovou, při které dochází ke ztrátě půdy spolu s plodinou, která se sklízí (Novotný a kol., 2014).

Jeden z problémů způsobených vodní erozí je odnos organických a minerálních částic půdy z ploch postižených erozí a jejich ukládání na jiném místě, například v korytech řek či vodních nádržích, kde dochází k jejich postupnému zanášení (Novotný et al., 2016). Ve vyspělých zemích je eroze podpořena i chemizací zemědělství. Eroze způsobí odnos kvalitních částic, čímž se sníží přirozená úrodnost půdy, takže ji zemědělec musí uměle zvyšovat pomocí hnojiv (Ulčák, 2014).

Větrná eroze rozrušuje povrch půdy silou větru, což způsobuje odnos půdních částic. Náchylnější jsou vysušené půdy a veliké plochy – lány nedělených polí bez větrolamů a remízků, cest a plochy, které nechrání vegetace. To představuje v České republice značný problém, protože během pozemkových úprav docházelo ke vzniku největších bloků zemědělských ploch v Evropě (Hrbek, 2014).

ZHUTNĚNÍ PŮD

Ke zhutnění půdy neboli *pedokompakci* dochází vlivem dlouhodobého nesprávného hospodaření, na níž při obdělávání neustále přejíždí těžká technika. V půdě se zmenšují póry, dostává se do nich méně vzduchu, velmi se snižuje schopnost infiltrace a ubývá mikrobiálních organismů. Ke zhutnění může docházet i příliš intenzivní pastva dobytka (Stonawski, 1993; Rejšek, Vácha, 2018). Problém zhutnění se netýká jen zemědělské půdy, ale i lesních ploch, kdy jsou při těžbě a převozu dřeva, používány těžké stroje a půda je mechanicky rozrušována. To může mít za následek vyšší a soustředěný povrchový odtok, ke kterému za jiných okolností v lese téměř nedochází (Krečmer, 2003).

MELIORACE

Od 60. do 80. let minulého století, za účelem zisku co největších ploch využitelných k zemědělství, docházelo k odvodňování velkých částí okolní krajiny. Tato meliorační opatření, například regulace toků a odvodňování okolních oblastí, svými trubkovými drenážními systémy narušily vodní režim a urychlily vysychání krajiny a snižování biodiverzity. Docházelo ke zkracování řek a odvodněno bylo více než 600 000 hektarů zemědělské půdy (Sklenička, 2011). Podle Vašků (2011) to může být až 1 milion hektarů. V současné době způsobují problémy zanedbané a neudržované meliorační objekty, ať už

ucpané drény nebo výustě, které tak mohou vytékat na nevhodných místech a způsobovat další poškozování půdy (Hrbek, 2014).

ZALESNĚNÍ

Méně úrodné půdy v podhorských oblastech nebo svažité půdy náchylné k erozi se nejčastěji mění na nezemědělské lesní plochy. Zatímco v roce 1937 byla plocha lesa vyčíslena na 2353 tisíc hektarů, v roce 2018 už to bylo 2673 tisíc hektarů (Budňáková a kol., 2018). Je důležité rozlišovat mezi cíleným a náletovým zalesňováním, cílené probíhá právě v místech, která jsou nejvíce ohrožená erozí, na velmi svažitých půdách či špatně dostupných. Rozšiřování lesa může napomoci udržování vody v povodí a také zvyšuje biodiverzitu.

Zajímavé je, že s nástupem středověku a rozvoji lidských měst, se velmi urychlil proces odlesňování, což mělo za následek výše zmíněnou erozi.

SUBURBANIZACE

Suburbanizací se popisuje zástavba původně zemědělské plochy v blízkosti velkých měst a posun rezidenčních i komerčních struktur na okraj měst. Jedná se o logistické areály, velká nákupní centra, ale i bytové komplexy (Hnilička, 2005). Je pozoruhodné, že podle Evropské agentury pro životní prostředí se od poloviny 50. let celková plochy měst v EU zvýšila o 78 %, zatímco populace vzrostla pouze o 33 % (European Commission, 2016). Je třeba, aby suburbanizace probíhala s rozmyslem a řízeně, aby nedocházelo přeměně půdy na pozemky a budovy, o které za pár let přestane být zájem, neboť byly postaveny nekvalitně a bez rozmyslu či napojení na přilehlé větší město (Cílek a Báše, 2005).

NIČIVĚJŠÍ DŮSLEDKY POVODNÍ

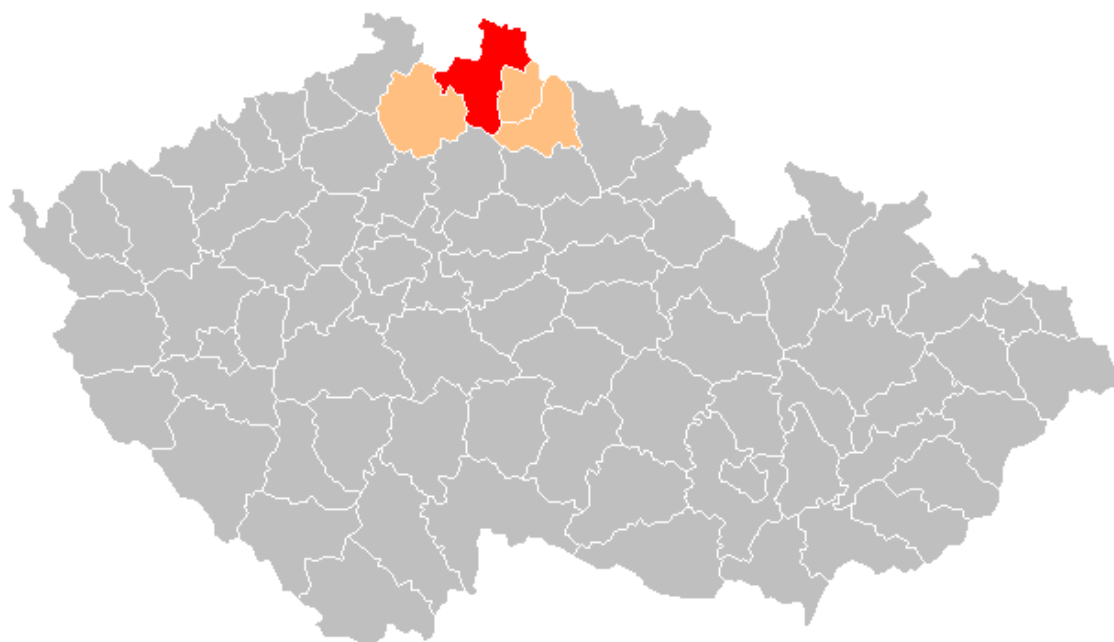
Protože údolní nivy toků byla území, kde se koncentrovala lidská sídla, docházelo zde k dalšímu zastavování a záboru půdy pro zemědělství. Proto bylo potřeba vykácet okolní lužní lesy, zavést slepá ramena řek, vystavět hráze a zahloubit a zkrátit meandry. Došlo ke zkrácení nejvýznamnějších českých toků o více než 5000 km, Například délka řeky Moravy byla snížena o cca 40 % (Čermák et al., 2002).

Odvodňování pramenných oblastí toků vedlo k častějšímu výskytu extrémů, jako jsou sucha a povodně (Válek, 1977). Ačkoliv účelem těchto opatření bylo ochránit objekty v nivě před povodněmi, následkem bylo především zhoršení povodní dále po proudu, a to vlivem zrychlení toku v korytě (Pithart et al., 2012). Proto jsou dnešní opatření zaměřená na rozšiřování inundačních území, revitalizaci menších vodních toků a obnovu krajinných prvků jako jsou mokřady a lužní lesy, jejichž infiltrační schopnost je mnohonásobně vyšší než průměrná intenzita srážek (Slavíková, 2007).

3 MATERIÁL A METODY

3.1 VÝBĚR ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Pro analýzu vývoje land cover a porovnání s odtokovými poměry byla vybrána 4 území v libereckém kraji o velikosti 1 km², v jejichž středu se nachází vodoměrná stanice, která je v provozu alespoň 50 let. Všechny lokality leží v červeně zvýrazněném území na obrázku č. 8.



Obr. č. 8: Okres Liberec v rámci ČR (Liberecký kraj)

3.2 TERÉNNÍ PRŮZKUM

Ve vybraných lokalitách byl proveden průzkum terénu pro snadnější orientaci v podkladových materiálech a co nejpřesnější analýzu land cover. Průzkum probíhal v centru Liberce, ve Stráži nad Nisou, v Proseči nad Nisou a v Hrádku nad Nisou. Během průzkumu byly pořizovány fotografie krajiny a vodoměrných stanic, které je možné vidět v přílohách. Na obrázku č. 9 je detailní mapa se zvýrazněnou Lužickou a černou Nisou a jednotlivými stanicemi.



Obr. č. 9: Lužická a Černá Nisa se zvýrazněným směrem toku a jednotlivými stanicemi (ČÚZK)

3.3 PODKLADOVÉ MATERIÁLY

- 1) archivní ortofotomapa z roku 1952 v měřítku 1: 4000 (portál Marushka) – příloha č. 1
- 2) ortofotomapa z roku 2019 v měřítku 1: 4000 (portál Marushka) – příloha č. 2
- 3) data o denním průtoku a srážkách z vybraných vodoměrných stanic v letech 1952 - 2020 (ČHMÚ) – příloha č. 3

3.4 KLASIFIKAČNÍ SYSTÉM LAND COVER

Pro účely práce byla vytvořena vlastní klasifikace pro rozdělení jednotlivých ploch, odvozená od IGU LUCC.

- *orná půda* – pozemky, kde se pravidelně pěstují zemědělské plodiny jako obiloviny, okopaniny, pícniny a jiné
- *les* – plochy, které plní funkci lesa. Do této kategorie nebyly zařazeny liniové prvky, například aleje a remízky.
- *louky a pastviny* – plochy porostlé travinami, které pravidelně spásá dobytek či se pravidelně sečou
- *silnice – ostatní plochy* – všechny cesty a silnice
- *trvalé kultury – zahrady* – zahrady kolem budov a veškerá zeleň, která neplní hospodářskou funkci
- *vodní tok* – veškeré vodní toky a vodní plochy
- *zástavba* – souvisle zastavěné území, intravilán obcí a budov, ojedinělé budovy, zahrádkářské kolonie
- *parky – ostatní plochy* – rozptýlená zeleň v městských částech

Evidenční list hlásného profilu č.255		Stanice kategorie : B	
Tok: Lužická Nisa	Stanice: Proseč nad Nisou		
Kraj: Liberecký kraj	ORP: Jablonec nad Nisou	Obec: Jablonec nad Nisou	
Provozovatel: ČHMÚ Ústí nad Labem		Centrum automatizovaného sběru dat:	
Staničení: 40 [km]	Číslo hydrologického pořadí: 2-04-07-007		
Plocha povodí: 53.72 [km²]	Zeměpisné souřadnice: 15,1303577 v.d. 50,723175 s.š.		
Nula vodočtu: 395.02 [m.n.m.]	Procento plochy povodí toku: 14.3		
Stupně povodňové aktivity:	[cm] [m ³ s ⁻¹]	Platnost SPA pro úsek toku:	
1.SPA (bdělost)	80 9.907	Proseč nad Nisou - Liberec	
2.SPA (pohotovost)	120 20.578	Kritické místo:	
3.SPA (ohrožení)	150 28.78		
Průměrný roční stav: 29 [cm]	N-leté průtoky: Q₁ Q₅ Q₁₀ Q₅₀ Q₁₀₀		
Průměrný roční průtok: 1.1 [m³s⁻¹]	[m³s⁻¹] 10 28.27 39.4 73.5 92		
Odesílatel zpráv:	Četnost hlášení SPA:	I. 1x denně	
		II. 4x denně	
		III. 3hodinové hlášení	
Odesílatel podá zprávu:	Spojení na adresáta:	Příjemce dále vyrozumí:	
Nejvyšší zaznamenané vodní stavy:		Mapa v měřítku 1:50 000 :	
[cm] V. - XI.	[cm] XII. - IV.		
150 02.09.1977	107 09.03.2000		
140 08.07.1980	93 03.01.1976		
121 13.06.1995	67 30.01.1995		
121 13.08.2002			
115 12.08.1981			
112 08.08.1977			
112 16.08.1978			
112 04.07.1997			
Popis umístění profilu : u mostku, levý břeh			
255		[Generováno : 04.06.2021]	

Obr. č. 12: Evidenční list hlásného profilu – Proseč nad Nisou (ČHMÚ)

Evidenční list hlásného profilu č.259		Stanice kategorie : A	
Tok: Lužická Nisa	Stanice: Hrádek nad Nisou		
Kraj: Liberecký kraj	ORP: Liberec	Obec: Hrádek nad Nisou	
Provozovatel: ČHMÚ Ústí nad Labem		Centrum automatizovaného sběru dat: RPP ČHMÚ Ústí nad Labem	
Staničení: 2.8 [km]	Číslo hydrologického pořadí: 2-04-07-037		
Plocha povodí: 355.3 [km²]	Zeměpisné souřadnice: 14,8231994 v.d. 50,8546615 s.š.		
Nula vodočtu: 239.36 [m.n.m.]	Procento plochy povodí toku: 94.3		
Stupně povodňové aktivity:	[cm] [m ³ s ⁻¹]	Platnost SPA pro úsek toku:	
1.SPA (bdělost)	175 57.544	Hrádek n. N. - státní hranice	
2.SPA (pohotovost)	210 76.41	Kritické místo:	
3.SPA (ohrožení)	240 94.016		
Průměrný roční stav: 28 [cm]	N-leté průtoky: Q₁ Q₅ Q₁₀ Q₅₀ Q₁₀₀		
Průměrný roční průtok: 5.46 [m³s⁻¹]	[m³s⁻¹] 33.1 99.3 141 273 346		
Odesílatel zpráv:	Četnost hlášení SPA:	I. 2 x denně	
		II. 3 x denně	
		III. 3hodinové hlášení	
Odesílatel podá zprávu:	Spojení na adresáta:	Příjemce dále vyrozumí:	
Nejvyšší zaznamenané vodní stavy:		Mapa v měřítku 1:50 000 :	
[cm] V. - XI.	[cm] XII. - IV.		
395 07.08.2010	253 10.03.2000		
315 14.08.2002	221 12.03.1981		
261 21.07.1981	220 06.01.1982		
240 21.07.2011	201 03.01.2003		
236 09.08.1977	200 18.03.1998		
235 12.07.1996			
228 02.08.1977			
228 07.07.1997			
Popis umístění profilu : silniční mostek, levý břeh			
259		[Generováno : 04.06.2021]	

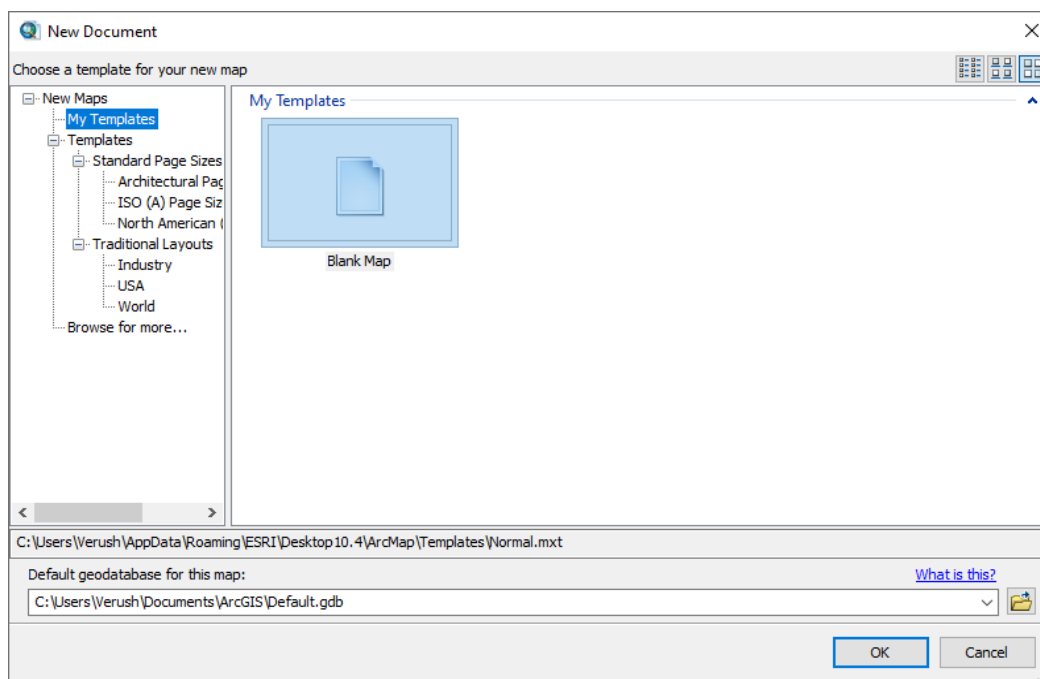
Obr. č. 13: Evidenční list hlásného profilu – Hrádek nad Nisou (ČHMÚ)

Lokality byly vybrány tak, aby na jejich území fungovala vodoměrná stanice. Nejstarší stanice, v centru Liberce, měřila vodní stav od roku 1950, v Hrádku nad Nisou začala fungovat v roce 1951. Stanice ve Stráži nad Nisou a v Proseči nad Nisou jsou mladší, první funguje od roku 1964 a druhá zmíněná od roku 1966. Aby bylo možné využít data i ze starších stanic, jsou v grafu chybějící roky nahrazeny číslovkou „0.“

3.6 PRÁCE S DATY V PROSTŘEDÍ ARCGIS DESKTOP 10.4

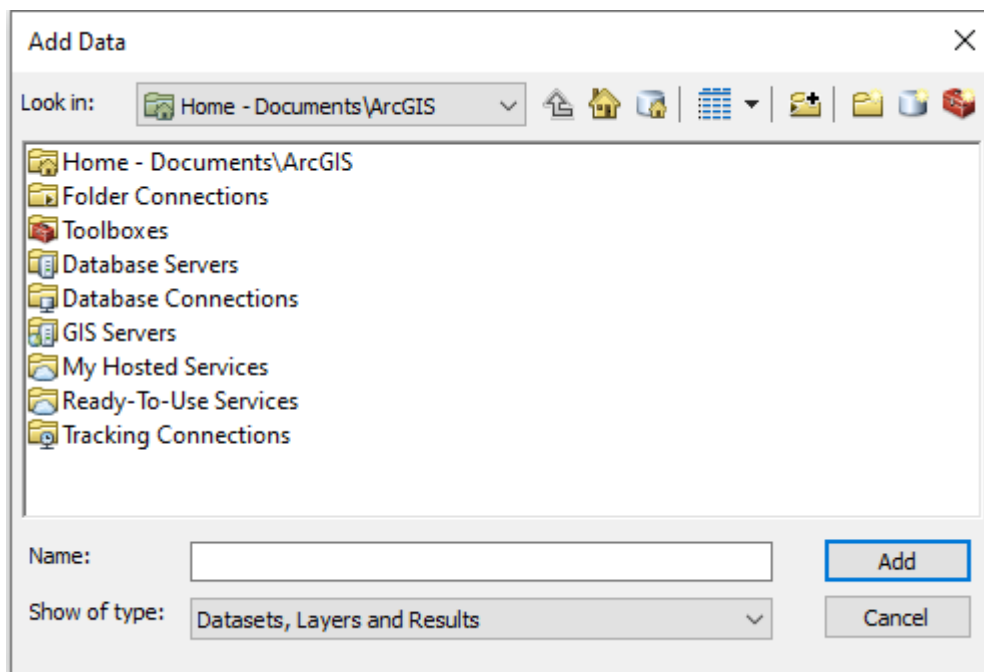
Během práce byl použit program ArcMap, jenž se hodí pro zpracovávání mapových podkladů, především proto, že umožňuje vytváření vlastních vrstev, což bylo pro potřeby práce stěžejní. Výstupem bylo 8 map, protože každé území bylo zpracováno zvlášť, a to za rok 1952 a za rok 2020.

Nejprve bylo nutné založit nový mapový projekt, do programu nahrát podkladovou mapu. Je možné si objednat konkrétní mapové listy z geoportálu ČÚZK nebo mapu připojit pomocí WMS služeb, čehož autorka využila.



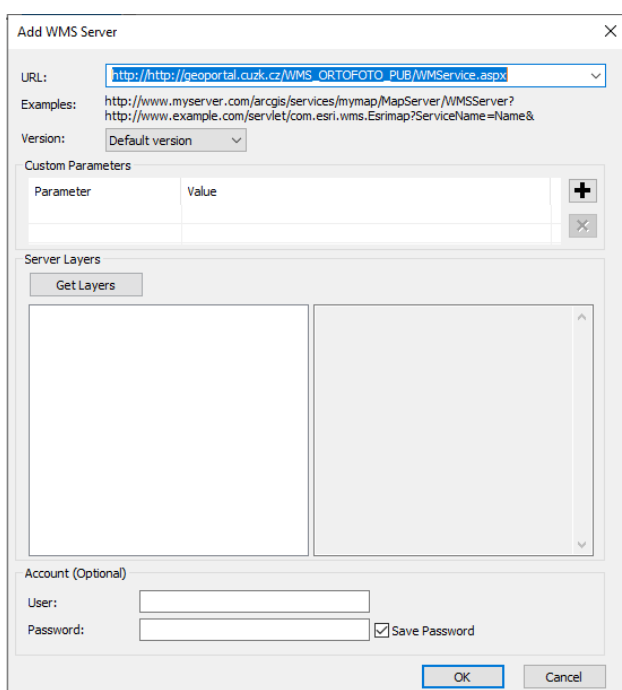
Obr. č. 14: Založení nového prázdného mapového projektu (vlastní)

Poté se pomocí pole „Add data“ přidala do katalogu datových zdrojů požadovaná data, následně byla vybrána položka „GIS Servers.“



Obr. č. 15: Add data (vlastní)

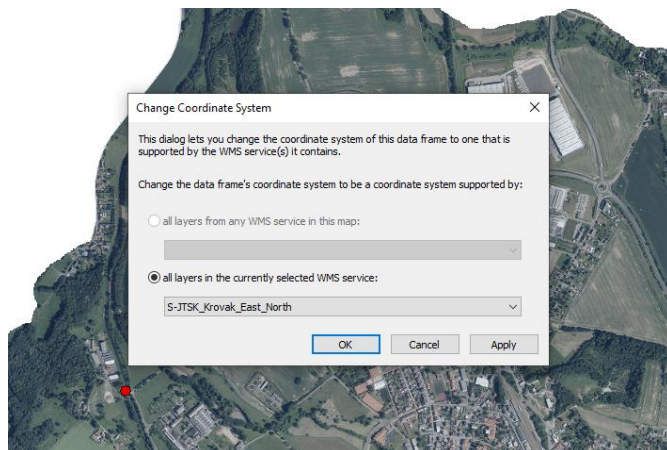
V další sekci byl vybrán „WMS Server“ a poté bylo nutné zadat URL adresu, v tomto případě se jednalo o adresu s aktuální mapou České republiky:
http://http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx



Obr. č. 16: Připojení k WMS serveru (vlastní)

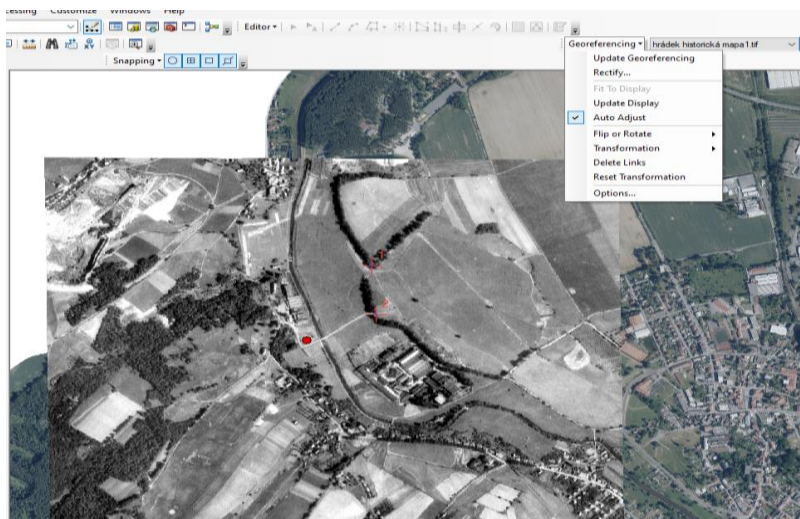
Po připojení správného „WMS Serveru“ bylo možné rozbalit vrstvy, které tato služba nabízí a přidat ji přímo do obsahu v programu ArcMap.

Následně byl zkontrolován souřadnicový systém nahrané vrstvy. Pro správné zobrazení bylo potřeba ho změnit pomocí „Change coordinate systém“ na systém S-JTSK_Krovak_East_North.



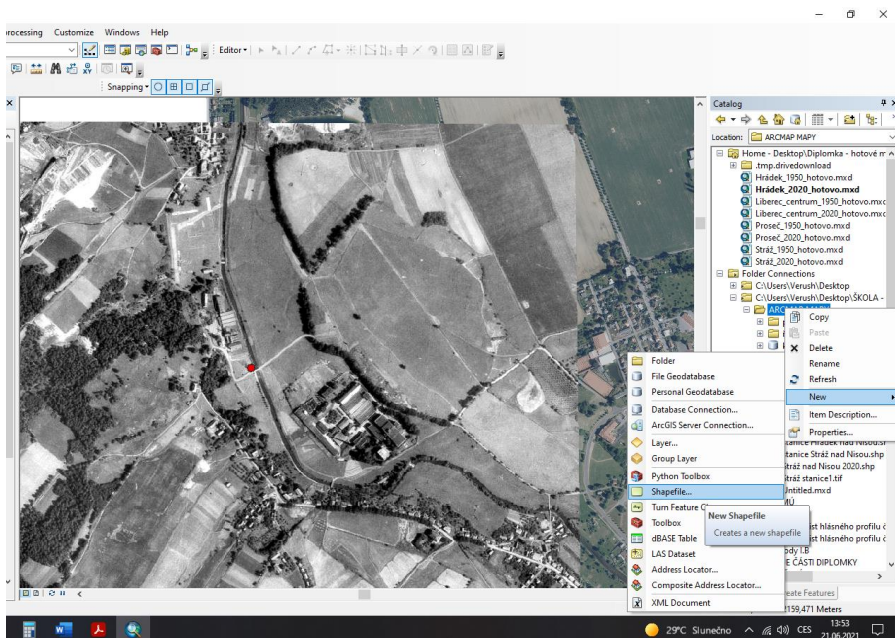
Obr. č. 17: Změna souřadnicového systému (vlastní)

Jako další krok byla ve formátu JPG vložena archivní mapa z roku 1954, kterou bylo nutné upravit tak, aby souhlasila s mapovým podkladem z roku 2020. To se provádí pomocí funkce „Georeferencing.“ Je potřeba najít dobře viditelné a obtížně zaměnitelné prvky v obou mapách, identické vlíčovací body, podle kterých se vložený obrázek bude rovnat podle ortofota, a to použitím funkce „add control points.“ Takovými body by měly být prvky, u kterých se nepředpokládá změna polohy, křížení cest, rohy budov, hráze přehrad a jiné. Následně se zvolí položka „rectify“ a dojde k vytvoření mapové vrstvy z původního obrázku, která bude co nejpřesněji souhlasit s mapovým podkladem.



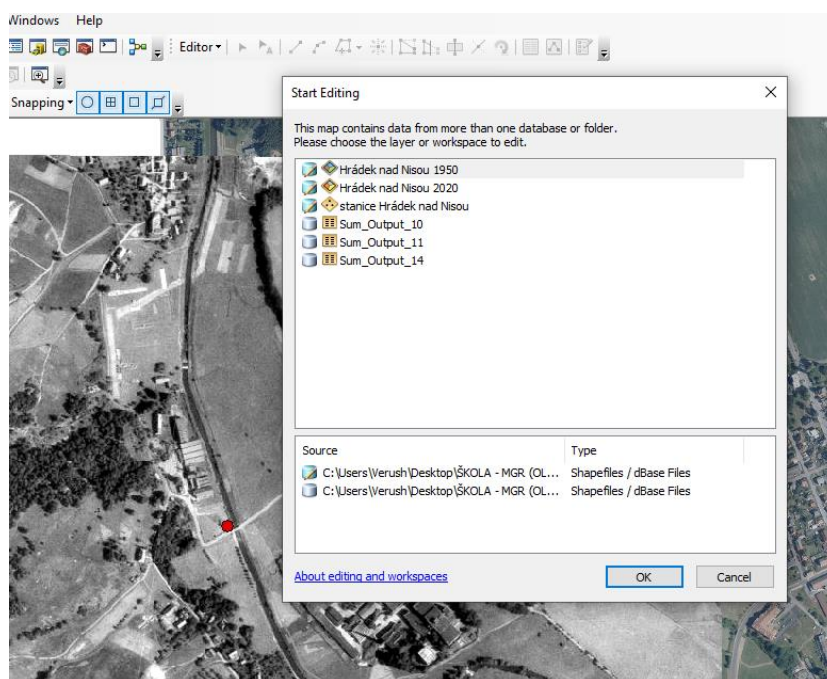
Obr. č. 18: Georeferencování (vlastní)

S takto připraveným mapovým podkladem mohla začít tvorba polygonů podle typu krajinného pokryvu. Nejprve bylo třeba vytvořit nový „shapefile“, a to pro každé území pro oba mapované roky. Vznikly tak vrstvy jako Hrádek nad Nisou 1950 a Hrádek nad Nisou 2020, pro které byl zvolen geometrický typ – polygon. Dále se zvolil správný souřadnicový systém, stejný jako v ostatních případech S-JTSK_Krovak_East_North.



Obr. č. 19: Tvorba nových shapefile (vlastní)

Aby bylo možné začít s vektorizací, je třeba spustit nástroj „Editor“ a pomocí funkce „Start editing“ vybrat v „Create features“ název vrstvy, která má být zvektorizována. Pomocí této funkce je možné přesně okopírovat průběh jednotlivých prvků na rastrovém podkladu.



Obr. č. 20: Zahájení editace (vlastní)

Po ukončení vektorizace mapových vrstev bylo třeba zjistit plochu celého mapovaného území a zároveň plochu všech jednotlivých ploch, které se následně sečtou podle typu krajinného pokryvu.

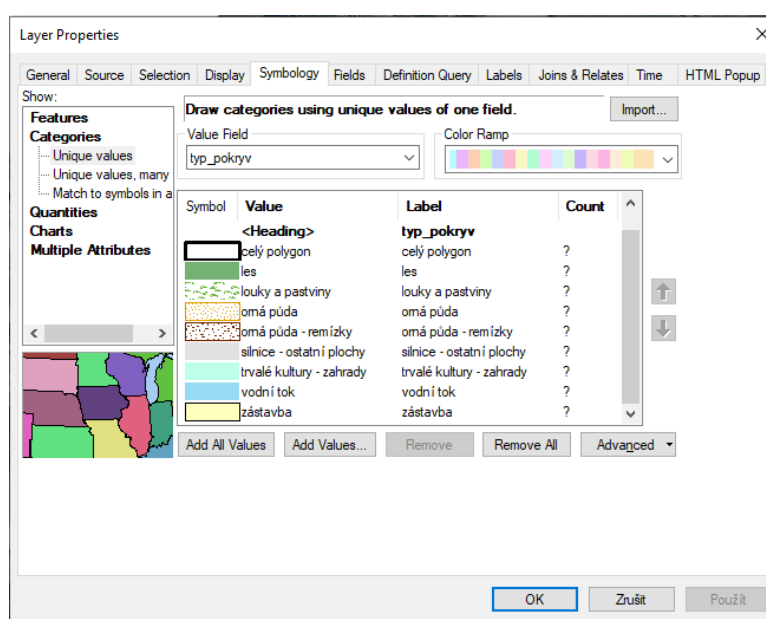
Pomocí funkce „Add field“ se do atributové tabulky přidala další pole. První bylo typu „text“ s názvem `typ_pokryvu` a druhé typu „double“ a s názvem „plocha.“

Aby bylo možné do nově vytvořených polí psát, je nutné mít zapnutý editor a mít vybranou správnou vrstvu. Proto byl typ pokryvu určován hned v průběhu vektorizace.

Díky tomu bylo možné vypočítat změnu v zastoupení krajinného pokryvu během let 1952 a 2020. K tomu byly využity funkce programu Microsoft Excel.

3.7 VÝSTUPY Z ARCMAP

Výsledkem práce v ArcMapu byla data o velikosti plochy jednotlivých typů krajinného pokryvu ve vybraných územích. Další z výstupů představovaly jednotlivé mapy ve dvou konkrétních obdobích. Za použití funkce „Symbology“ bylo možné barevně odlišit jednotlivé typy land cover.



Obr. č. 23: Odlišení jednotlivých typů pokryvu (vlastní)

Jednotlivé mapy mají všechny potřebné náležitosti, nadpis, legendu, směrovku i měřítko, které se vkládají použitím kolonky „Insert“ na hlavním panelu.

3.8 VÝSTUPY Z MICROSOFT EXCEL

Prvním výstupem byly tabulky a grafy z programu Microsoft Excel, kde bylo možné najít výměru jednotlivých typů land cover, a to i s jejich procentuálním zastoupením pro každý rok zvlášť. Data z tabulky byla převedena do sloupcových grafů.

Dalším výstupem byla data o denním průtoku z jednotlivých vodoměrných stanic. Pro větší přehlednost byly vypočteny průměrné roční průtoky a data byla následně převedena do spojnicového grafu. Vzhledem k tomu, že stanice nezačínaly měřit ve stejný rok, jsou na grafu znázorněná data od roku 1966, kdy započalo měření i na nejmladší stanici Stráž nad Nisou.

Posledním výstupem byl graf poměru srážek a ročního odtoku. Nejprve byl za pomoci dat od ČHMÚ spočítán roční úhrn srážek a celkový roční odtok.

roční úhrn srážek = *denní průměr srážek* * 365 (počet dní)

celkový roční odtok = *průměrný denní průtok* * (31,5 * 10⁶) (sekundy za rok)

4 VÝSLEDKY

Výsledky byly hodnoceny ve třech fázích. V první části byl hodnocen typ krajinného pokryvu zvláště v každém ze 4 území. Jedná se o centrum Liberce (1), Stráž nad Nisou (2), Proseč nad Nisou (3) a Hrádek nad Nisou (4). Dále se hodnotila jeho výměra v každém roce analýzy, 1952 a 2020 a procentuální zastoupení pokryvu vzhledem k celkové ploše území. V další fázi byly hodnoceny změny mezi jednotlivými typy krajinného pokryvu, ke kterým došlo během sledovaného období. V poslední části se tato data porovnávala s daty o denním průtoku a hledala se spojitost mezi trendy v průtoku a změnou land cover typu. Zastoupení jednotlivých typů krajinného pokryvu bylo vyhodnoceno z hlediska plošné výměry a procentuálního zastoupení z celkové plochy vybraného území.

Výsledky jsou prezentovány v podobě mapových výstupů z programu ArcMap, číselné zobrazení jednotlivých změn bude k vidění v tabulce v přílohách.

4.1 LOKALITA 1 – CENTRUM LIBERCE

První zkoumaná lokalita leží v centru Liberce, vodoměrná stanice se nyní nachází v ulici Orlí u Krajského úřadu. Je charakteristická hustší zástavbou a infrastrukturou, s nezanedbatelným podílem zeleně.



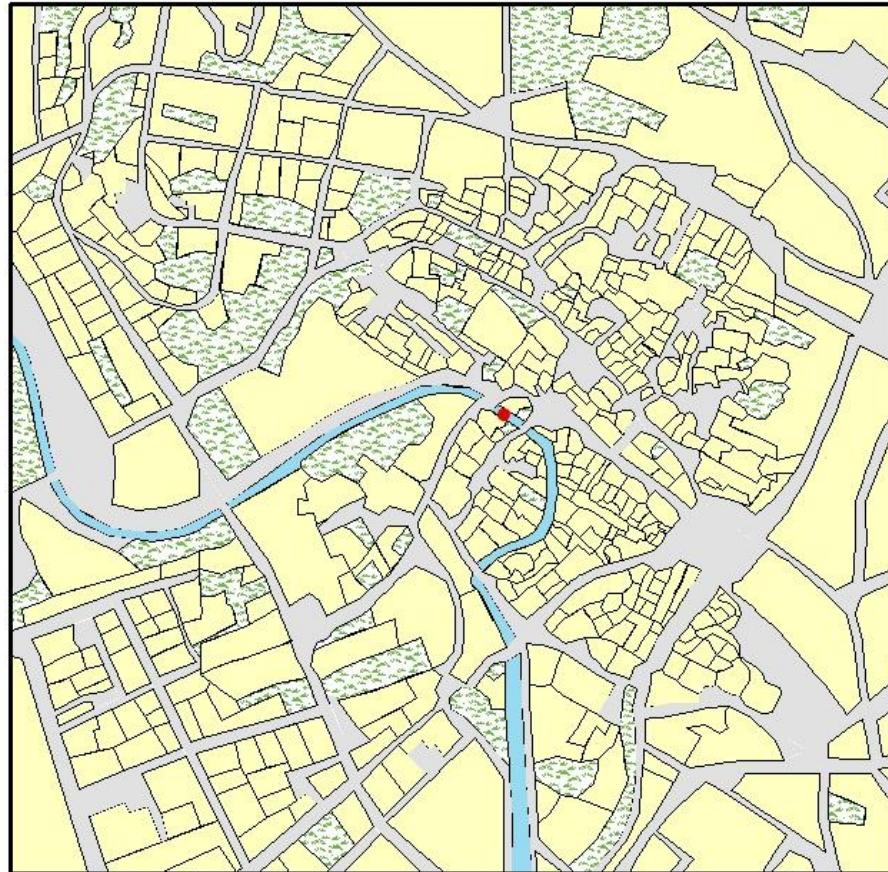
Obr. č. 24: Liberec – 1952 (Marushka)



Obr. č. 25: Liberec – 2020 (ČÚZK)



centrum Liberce 1952



Legenda



Obr. č. 26: Zastoupení krajinného pokryvu – Liberec 1952 (vlastní)



centrum Liberce 2020



Legenda

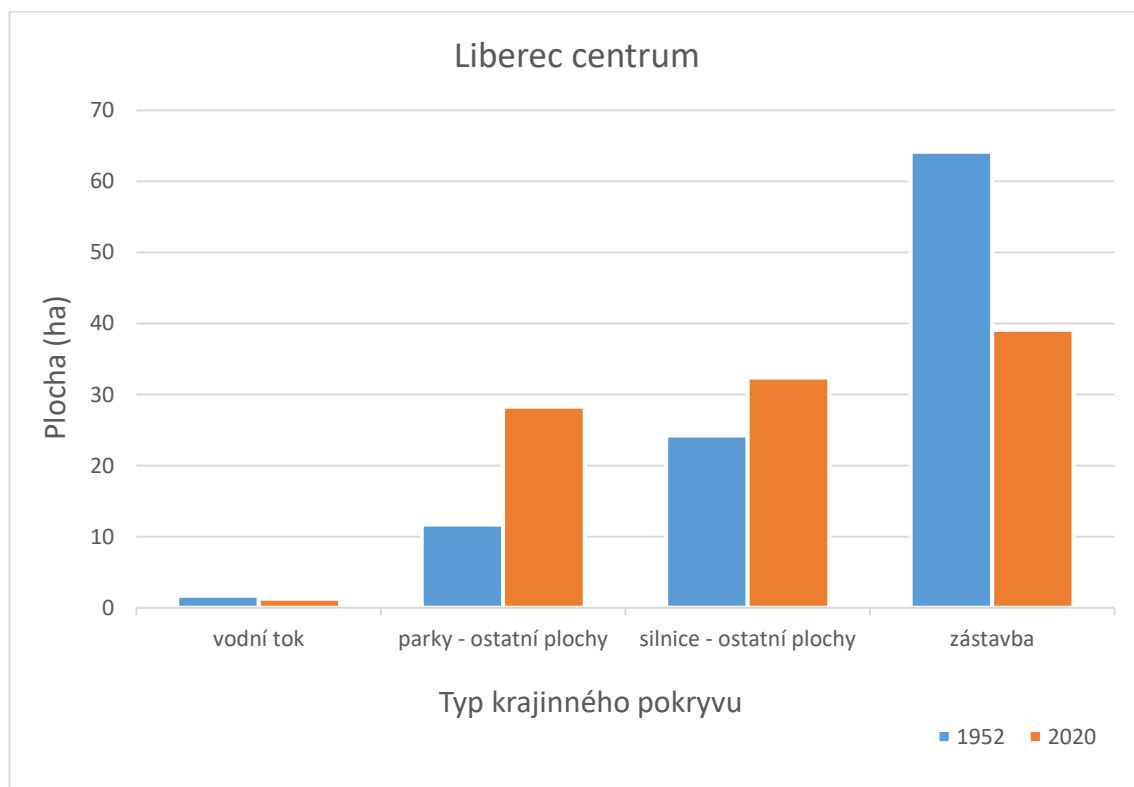
	vodní tok		stanice Liberec centrum
	zástavba		
	silnice - ostatní plochy		
	parky - ostatní plochy		



Obr. č. 27: Zastoupení krajinného pokryvu – Liberec 2020 (vlastní)

Od roku 1952 do roku 2020 docházelo na vymezeném území v centru Liberce k výraznějšímu bourání obytných budov. V roce 1952 byla výměra zástavby 63 %, v roce 2020 už tvořila jen 38,7 %. Město Liberec se rozšiřovalo a centrum se stalo spíše než obytnou zónou místem, kde byly situovány obchody a restaurace. Také se vysazovala městská zeleň, jejíž plocha se zvýšila o 16 % a nyní zaujímá 28 % zájmového území. Zároveň se mírně zvýšila výměra silnic – centrum je jí hustě prostoupeno a tvoří 32 % plochy (Graf č. 1).

V průběhu let došlo k mírnému zkrácení vodního toku Lužická Nisa, který protéká zájmovým územím. Původně tekla na ploše, která představovala 1,6 %, nyní je to 1,24 % (obr. č. 34). Koryto Lužické Nisy bylo upraveno téměř po celé své trase, došlo ke zkrácení a napřímení. Má obdélníkový tvar, který ohraničují dlážděné opěrné zdi (Příloha č. 4)



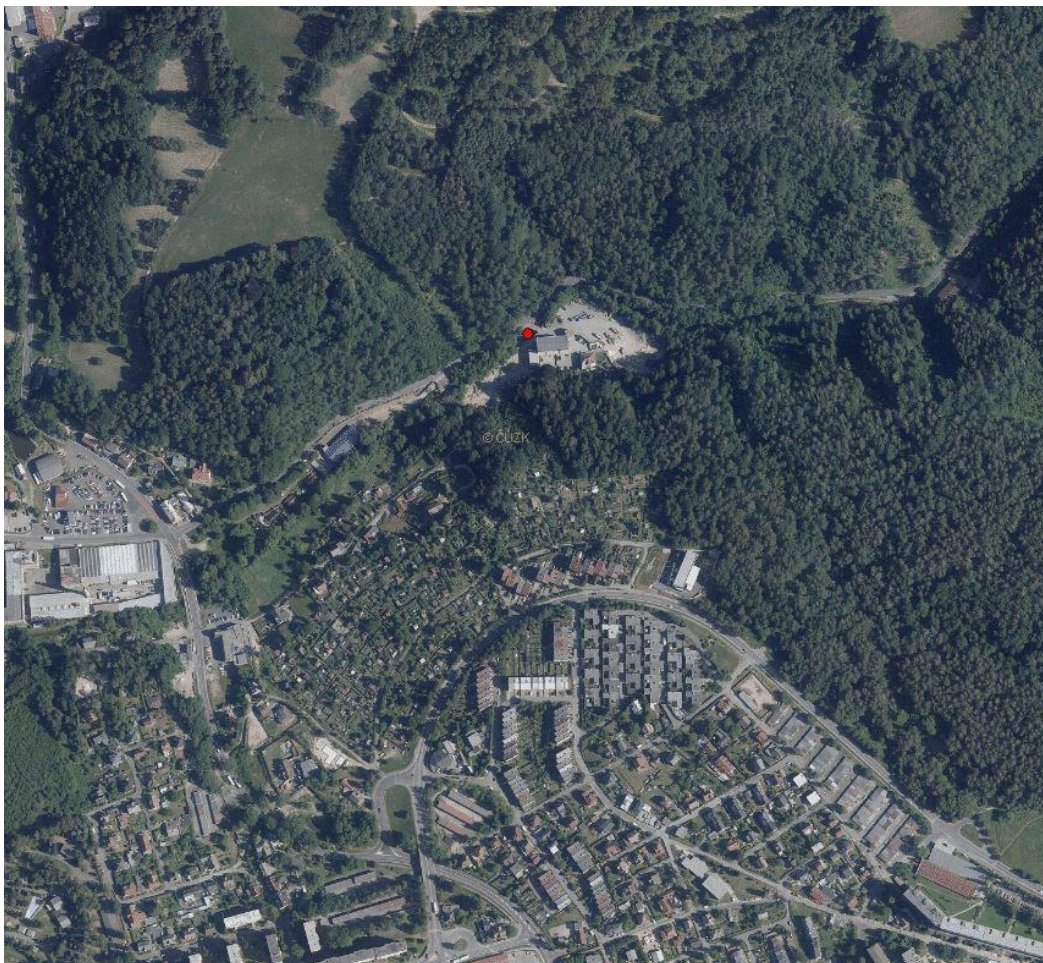
Graf č. 1: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 1 v období 1952 až 2020 (vlastní)

4.2 LOKALITA 2 – STRÁŽ NAD NISOU

Druhá lokalita leží severně od centra Liberce. Vyznačuje se vysokým podílem lesa, kterým protéká Černá Nisa.

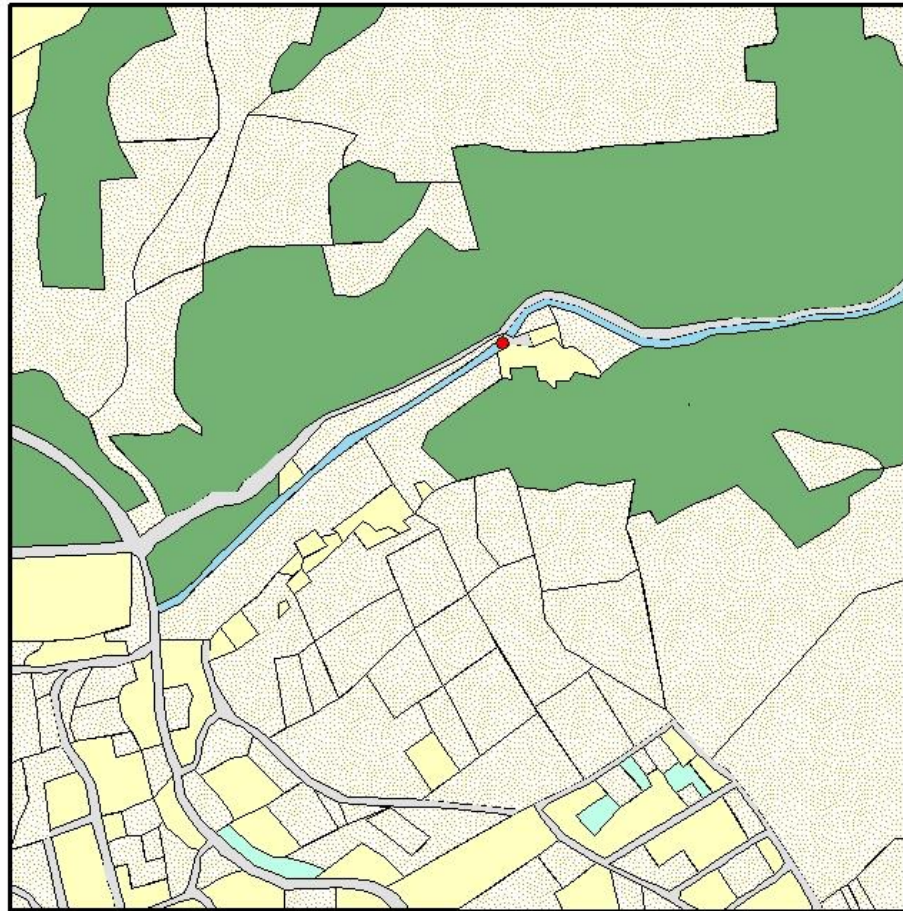


Obr. č. 28: Stráž nad Nisou – 1952 (Marushka)



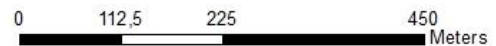
Obr. č. 29: Stráž nad Nisou – 2020 (ČÚZK)

Stráž nad Nisou 1952



Legenda

	vodní toky a plochy		stanice Stráž nad Nisou
	zástavba		
	les		
	parky - ostatní plochy		
	silnice - ostatní plochy		
	trvalé kultury - zahrady		
	orná půda		



Obr. č. 30: Zastoupení krajinného pokryvu – Stráž nad Nisou 1952 (vlastní)

Stráž nad Nisou 2020



Legenda

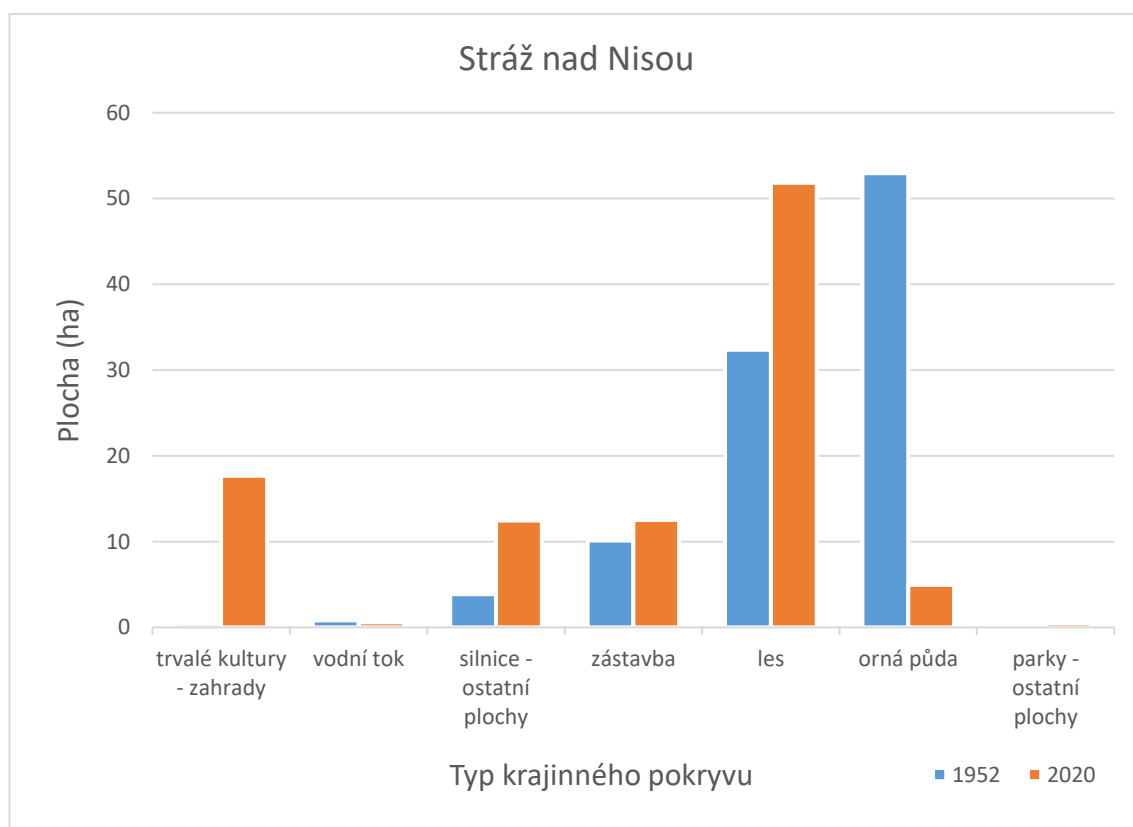
	vodní toky a plochy		stanice Stráž nad Nisou
	zástavba		
	les		
	parky - ostatní plochy		
	silnice - ostatní plochy		
	trvalé kultury - zahrady		
	orná půda		

0 112,5 225 450 Meters

Obr. č. 31: Zastoupení krajinného pokryvu – Stráž nad Nisou 2020 (vlastní)

V lokalitě Stráž nad Nisou došlo mezi lety 1952 a 2020 k výrazným změnám krajinného pokryvu. Dříve byla tato okrajová část Liberce zemědělskou oblastí, orná půda zabírala 52,5 %, nyní tvoří jen necelých 5 %. Podíl orné půdy se snižoval především z důvodu intenzivního zalesňování a urbanizace nyní už samostatné obce Stráž nad Nisou. Podíl lesa se zvýšil téměř o 20 % a tvoří tak přes polovinu zájmového území (Příloha č. 5). Došlo k velmi mírnému rozšíření zastavěného území na 12,5 %. Nezanedbatelná část orné půdy byla přeměněna na trvalé kultury (zahrady), které obklopují rodinné domy a chaty. Konkrétně zabírají 17 % plochy.

S rozvojem zástavby se výrazněji zvýšila také plocha, kterou zaujímají silnice, které nyní tvoří 12,5 % území, jak je vidět v grafu č. 2. I zde došlo ke zkrácení a napřímení vodního toku Černá Nisa, který před vstupem do městské části, teče přírodě bližším korytem (Příloha č. 6), jenž je před výtokem ze zalesněného území vybaveno šterkovou přepážkou a dále pokračuje přírodě blízkým korytem až k soutoku s Lužickou Nisou (Příloha č. 7)



Graf č. 2: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 2 v období 1952 až 2020 (vlastní)

4.3 LOKALITA 3 – PROSEČ NAD NISOU

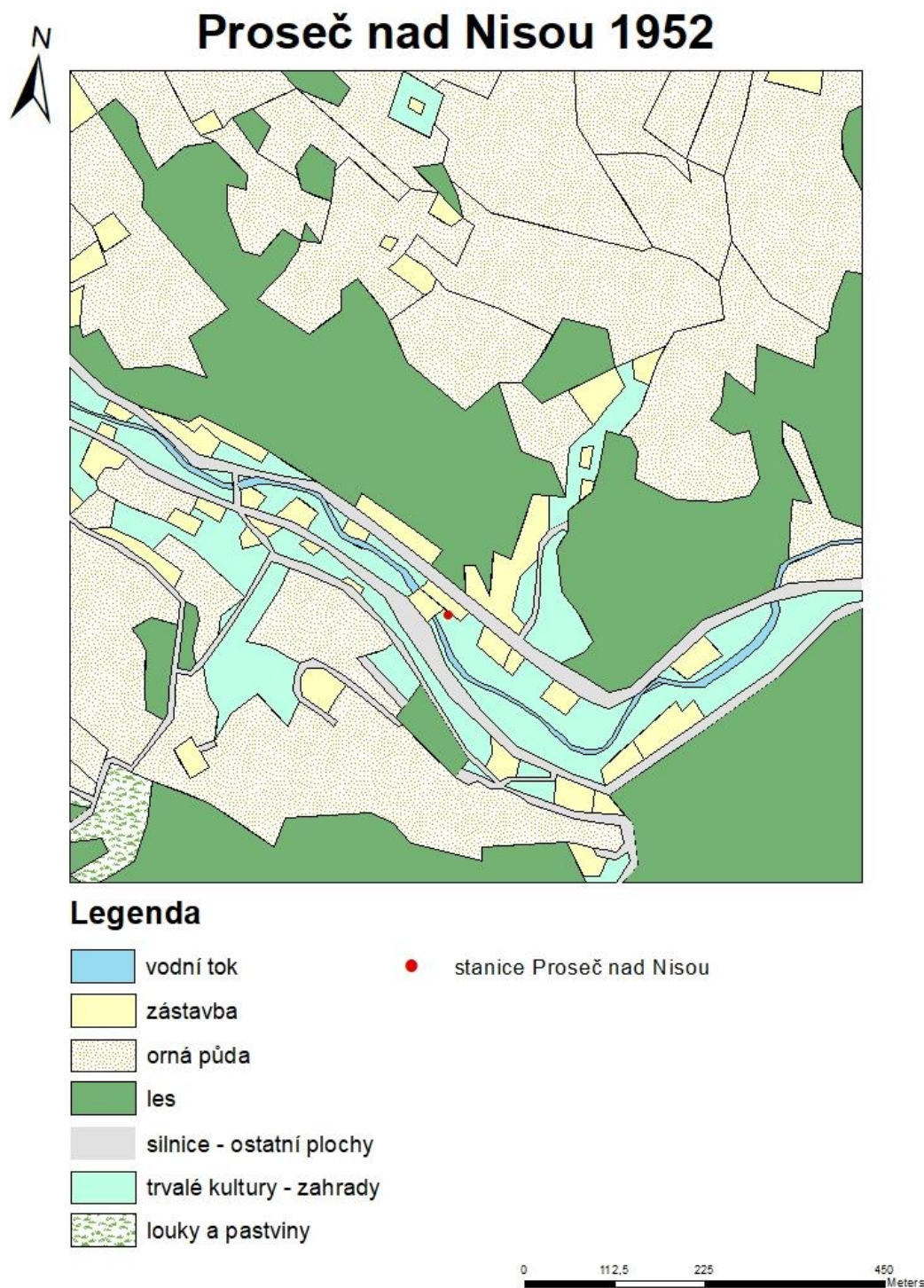
Proseč nad Nisou jako jediná lokalita patří k městu Jablonec nad Nisou, na jeho západním okraji a těsně sousedí s Libercem.



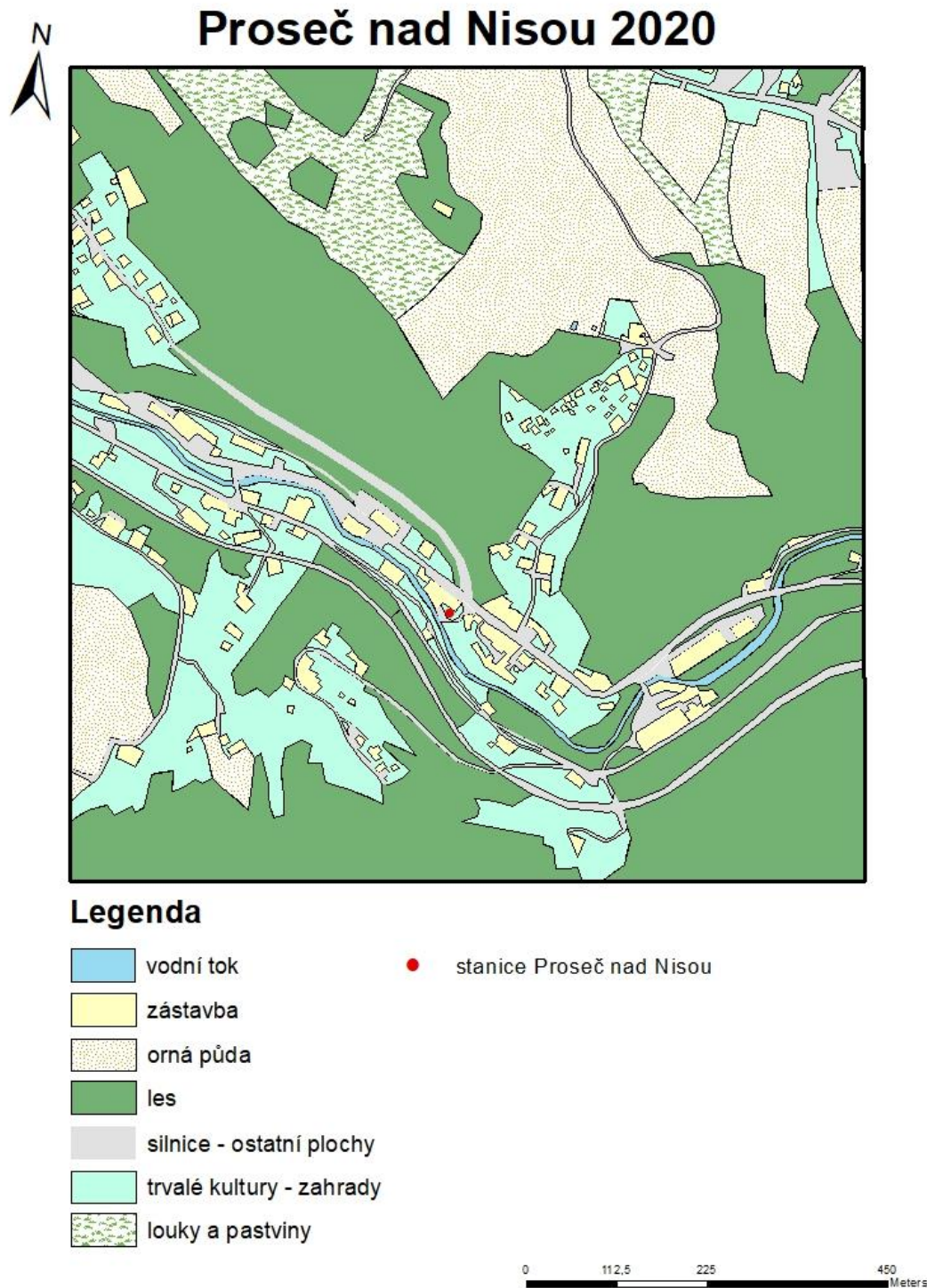
Obr. č. 32: Proseč nad Nisou – 1952 (zdroj: Marushka)



Obr. č. 33: Proseč nad Nisou – 2020 (zdroj: ČÚZK)



Obr. č. 34: Zastoupení krajinného pokryvu – Proseč nad Nisou 1952 (vlastní)

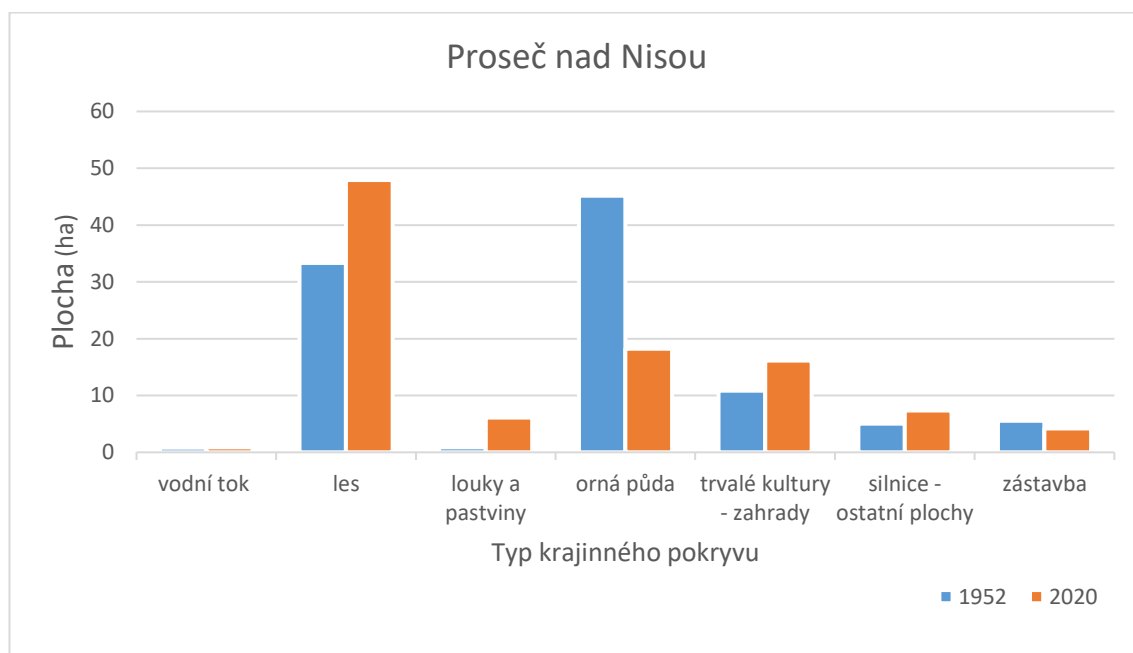


Obr. č. 35: Zastoupení krajinného pokryvu – Proseč nad Nisou 2020 (vlastní)

V lokalitě Proseč nad Nisou došlo během let 1952 a 2020 k podobnému vývoji jako v předchozí lokalitě. Byla také situována na okraji většího města s dominantním zastoupením orné půdy. Ta se v roce 1952 rozprostírala na téměř 45 %, kdežto v roce 2020 už zabírá jen 18 % plochy, místy jsou pole obklopená remízky.

Hlavním důvodem pro snižování výměry orné půdy je zalesňování, lesní plochy v roce 2020 tvoří 47 % plochy. Západní část lesů slouží jako rekreační zóna pro obě města, Liberec a Jablonec nad Nisou. K mírnému navýšení o 6 % došlo u luk a pastvin. Zástavba v této lokalitě zabírá menší území než v roce 1952, tvoří přes 4 % plochy. Dříve se jednalo spíše o větší zemědělské usedlosti, které přiléhaly k polím, dnes to jsou menší rodinné domy obklopené rozsáhlejšími zahradami, jejichž výměra se zvýšila o více než 5 %. Plocha silnic se stejně jako u předchozích lokalit zvýšila, v tomto případě o 2 %, což lze vidět v grafu č. 3.

Vodní tok zabírá téměř stejnou plochu v obou letech, nedošlo zde k výraznější změně. Koryto je po celé délce toku po obou stranách opevněno kamennými zdmi ve výšce 1,5 – 4 m. V některých částech jsou zdi zhroucené či deformované a jsou porostlé náletovou vegetací a koryto je po celé délce zanešené. (Příloha č. 8)



Graf č. 3: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 3 v období 1952 až 2020 (vlastní)

4.4 LOKALITA 4 – HRÁDEK NAD NISOU

Lokalita Hrádek nad Nisou, ležící u hranic s Německem, se vyznačuje převážně zemědělským charakterem.



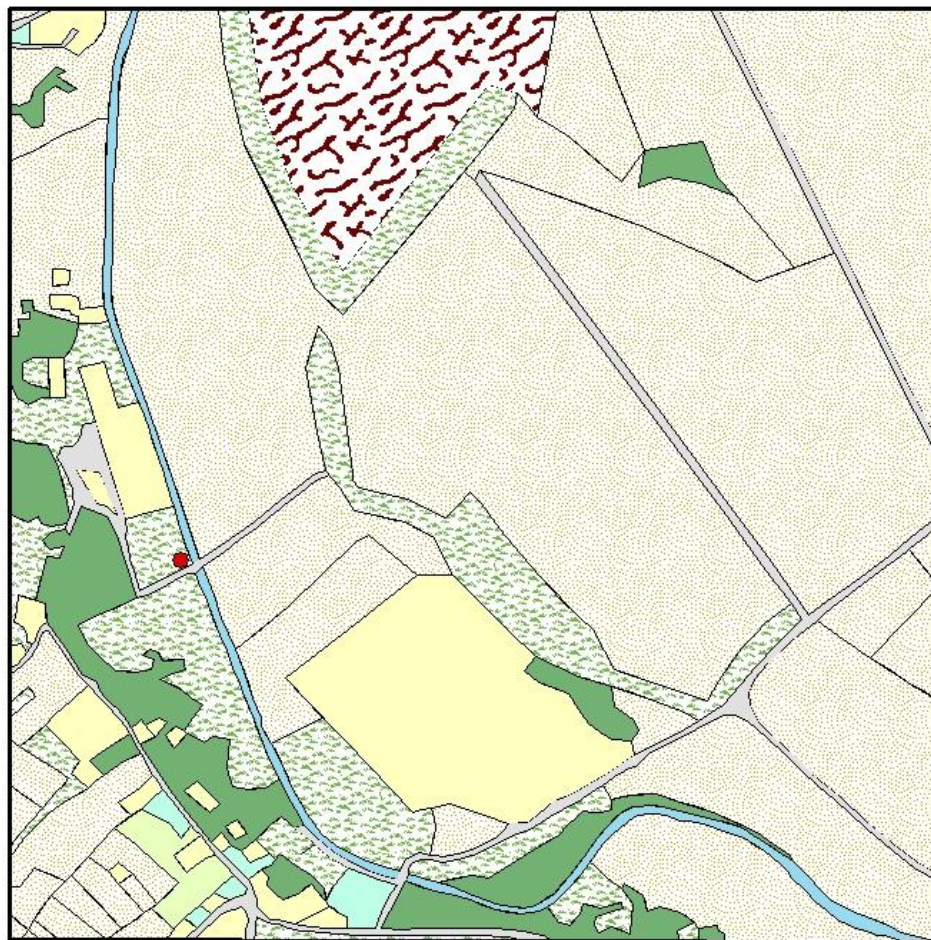
Obr. č. 36: Hrádek nad Nisou – 1952 (zdroj: Marushka)



Obr. č. 37: Hrádek nad Nisou – 2020 (zdroj: ČÚZK)



Hrádek nad Nisou 1952



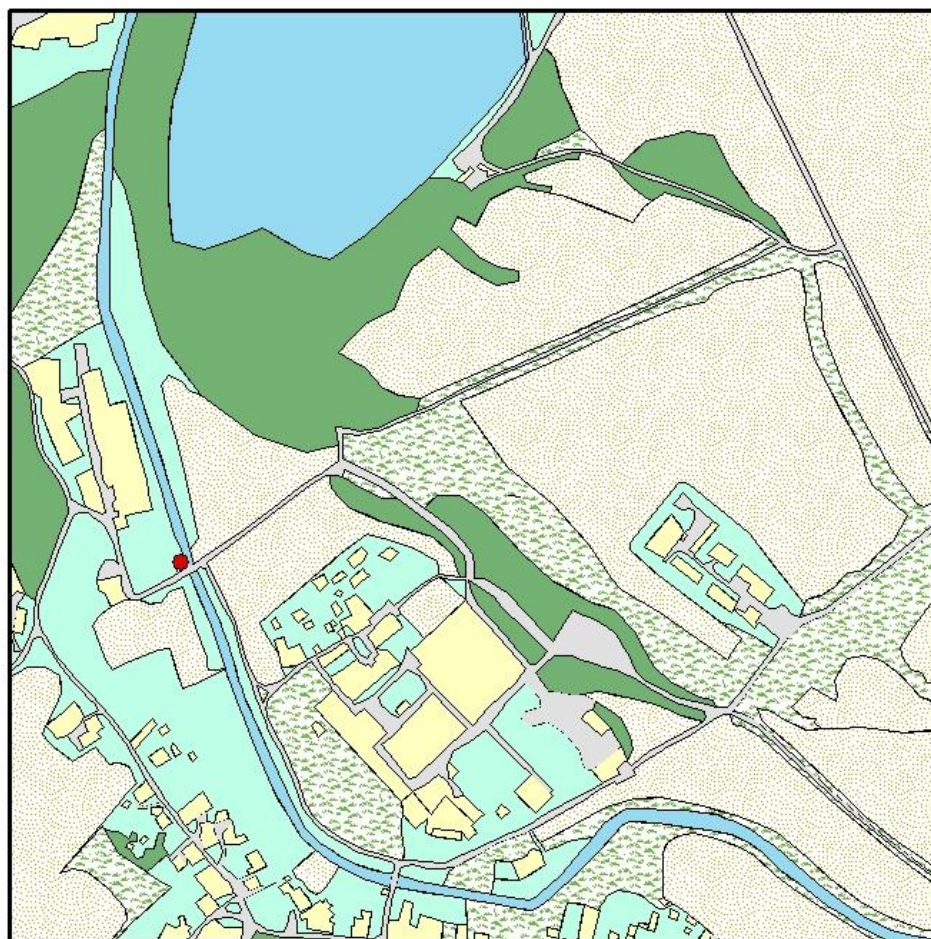
Legenda

	vodní tok		stanice Hrádek nad Nisou
	zástavba		
	orná půda		
	les		
	trvalé kultury - zahrady		
	silnice - ostatní plochy		
	louky a pastviny		



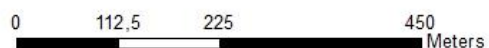
Obr. č. 38: Zastoupení krajinného pokryvu – Hrádek nad Nisou 1952 (vlastní)

Hrádek nad Nisou 2020



Legenda

	vodní tok		stanice Hrádek nad Nisou
	zástavba		
	orná půda		
	les		
	trvalé kultury - zahrady		
	silnice - ostatní plochy		
	louky a pastviny		

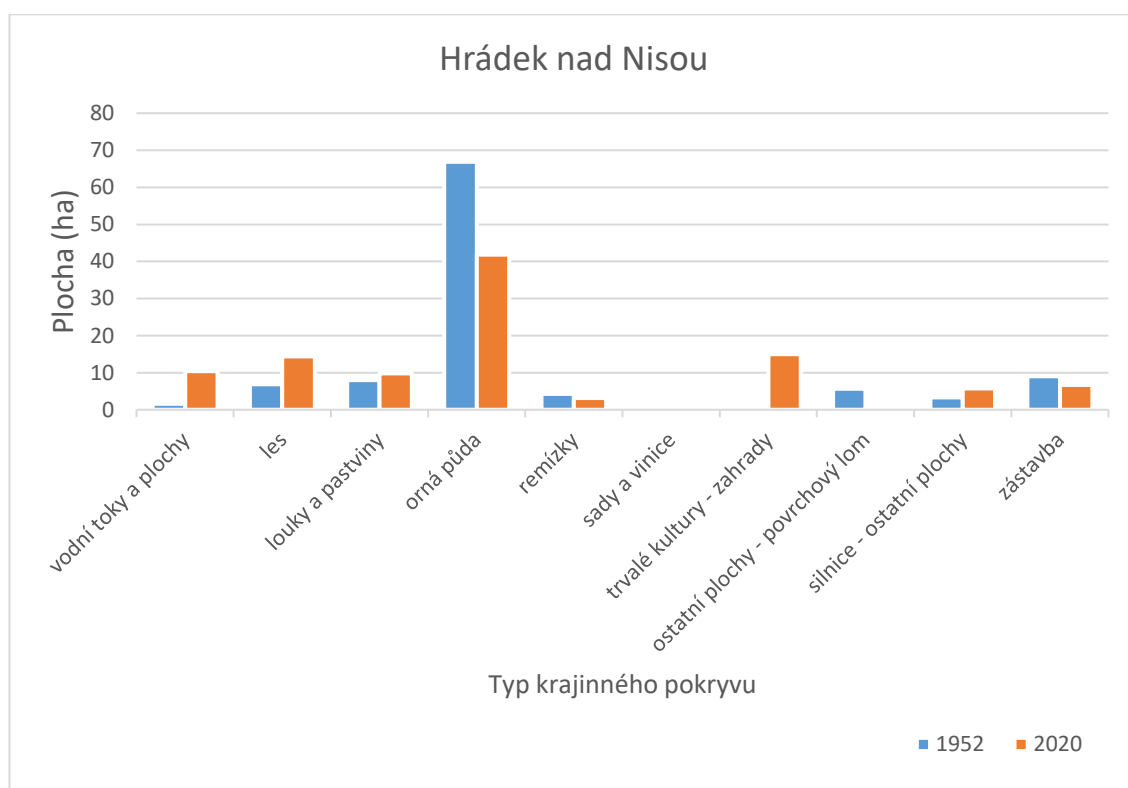


Obr. č. 39: Zastoupení krajinného pokryvu – Hrádek nad Nisou 2020 (vlastní)

Lokalita Hrádek nad Nisou byla v minulosti zemědělskou oblastí, a to jak v minulosti, tak nyní. V roce 1952 zabírala orná půda přes 60 % území, dnes je to lehce pod 40 %. Velmi často jsou lány polí obklopené remízky, jakožto součást protierozních opatření. Hlavní příčina pro zatravňování orné půdy byla pro zemědělce dotační politika. Cíleným zalesňováním se zvýšila se plocha lesa na nynějších 13,5 %, stejně jako podíl luk a pastvin, které dnes tvoří přes 9 % plochy.

Stejně jako v předchozí lokalitě, i zde se snížil podíl zástavby, přesně o 2 %, ale zvýšila se plocha silnic, také o 2 %. Velmi výrazně narostl podíl zahrad, o 14 %, což lze přisoudit mimo jiné i agroenvironmentálním a protierozním opatřením (graf č. 4).

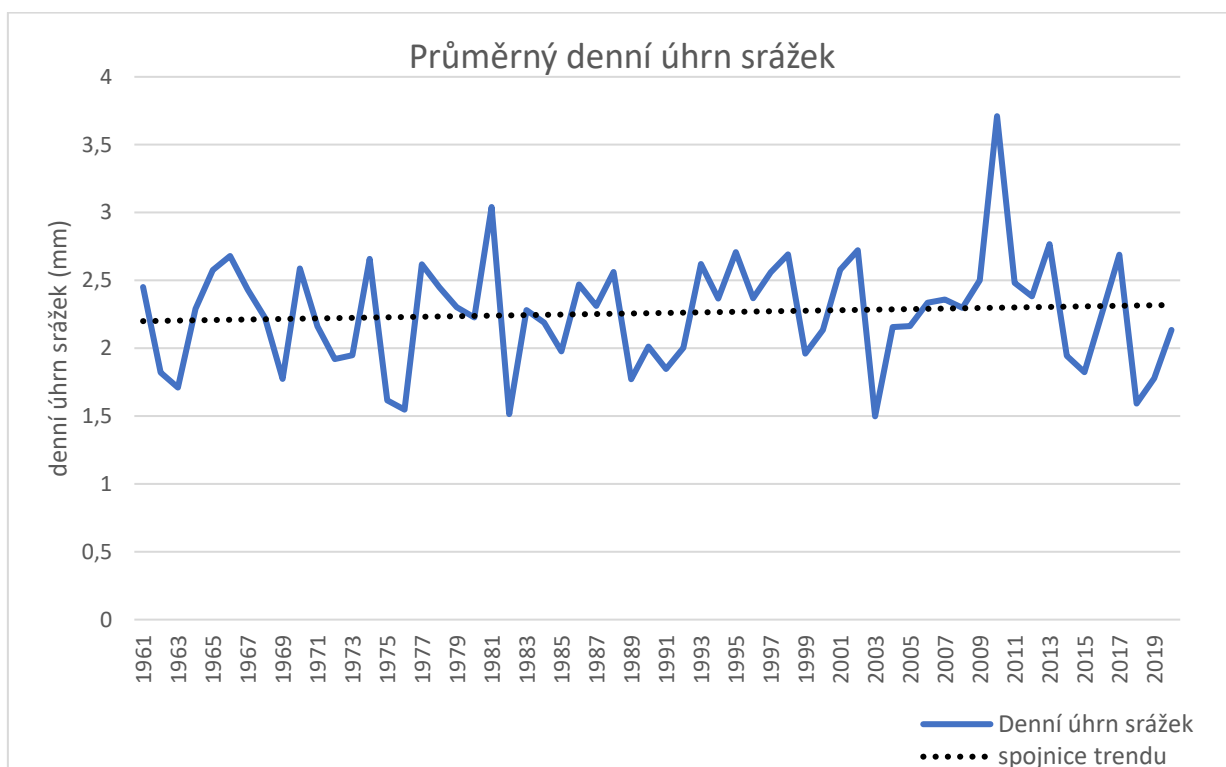
Od konce 18. století se v oblasti těžil lignit, od roku 1952 zde byl povrchový důl. Těžba byla ukončena v roce 1972 a důl byl postupně zatopen. V jeho areálu je dnes rekreační antropogenní jezero Kristýna. K největším změnám došlo během povodní v roce 2010, zhroucení opevnění, poškození břehové linie a zanesení koryta. Nyní je koryto opravené, bylo rozšířeno a upraveno, aby byl umožněn snadnější rozliv do nivních oblastí. (příloha č. 9). Pouze v centru Hrádku nad Nisou je koryto z obou stran opevněné, ale i zde došlo k rozšíření po povodních v roce 2010. (Příloha č. 10)



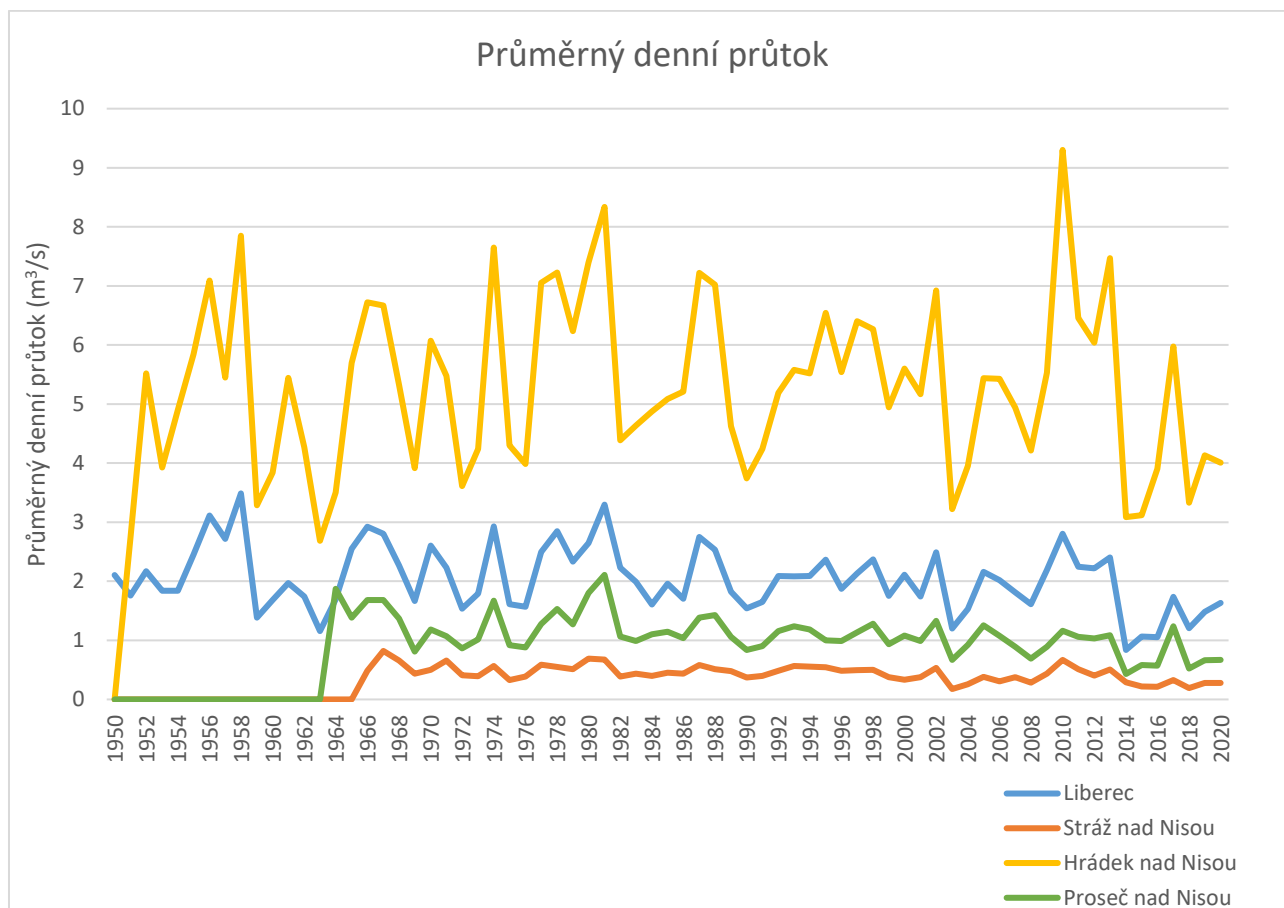
Graf č. 4: Změna krajinného pokryvu na lokalitě 4 v období 1952 až 2020 (vlastní)

4.5 SRÁŽKOOTOKOVÉ POMĚRY

Jak je vidět v grafu č. 5, průměrný denní úhrn srážek byl v roce 1961 2,45 mm, zatímco v roce 2020 to bylo 2,14 mm. V České republice byl v roce 2020 průměrný denní úhrn srážek 1,75 mm, zkoumané území je tedy výrazně nad průměrem a vykazuje pozitivní trend, tudíž se množství srážek zvyšuje.



Graf. č. 5: Průměrný denní průtok v letech od 1950 do 2020 (ČHMÚ)

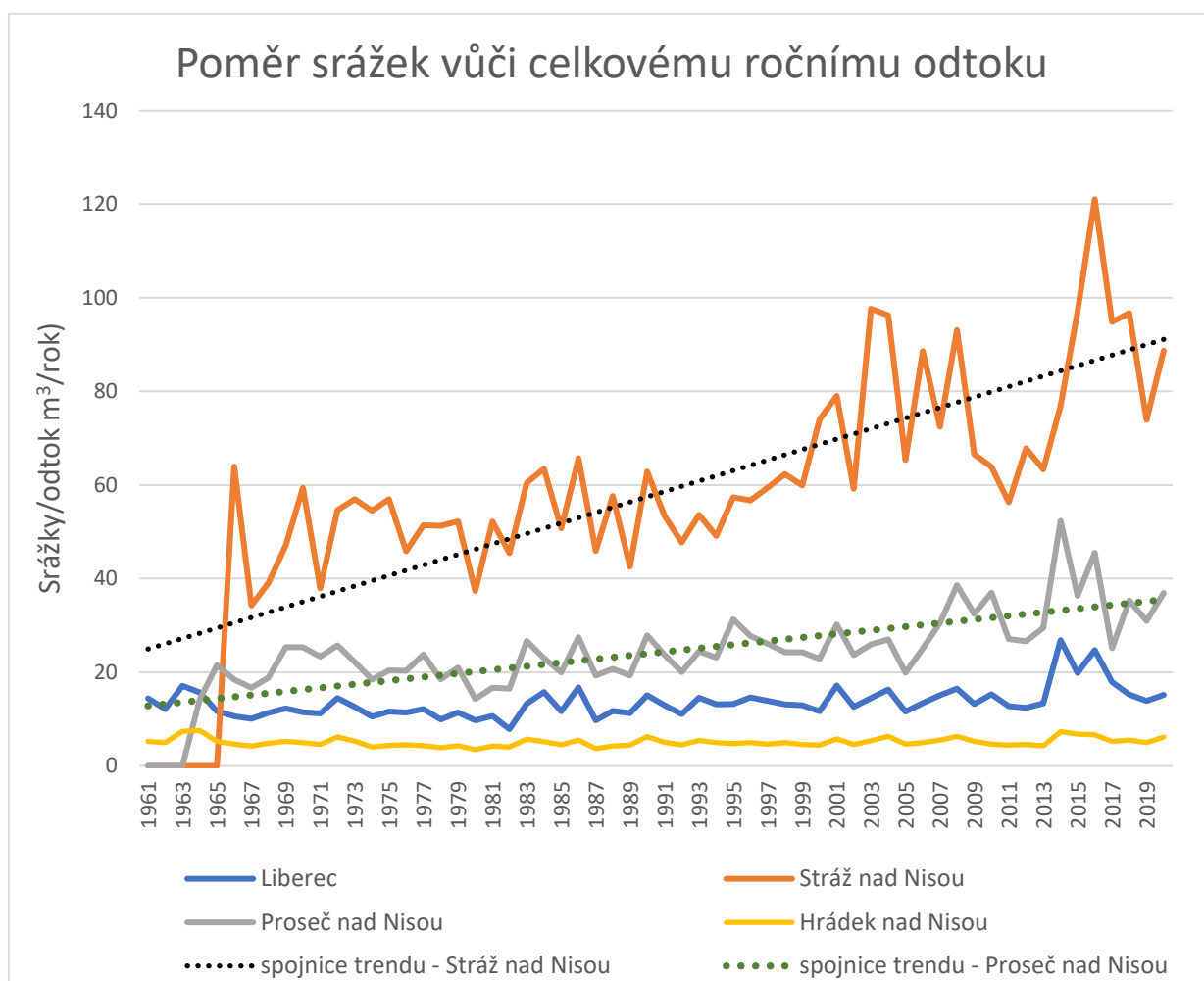


Graf č. 6: Průměrný denní průtok (ČHMÚ)

Průměrný denní průtok ale vykazuje opačnou, mírně sestupnou tendenci, v roce 1950 byl v Liberci naměřen průměrný denní průtok $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$, v roce 2020 to bylo $1,63 \text{ m}^3/\text{s}$. Stejně je to v lokalitě 2 a 3, ve Stráži nad Nisou byl v roce 1966, kdy bylo měření zahájeno, naměřen průměrný denní průtok $0,485 \text{ m}^3/\text{s}$, zatímco v roce 2020 to bylo $0,278 \text{ m}^3/\text{s}$. Výjimku tvoří lokalita 4, Hrádek nad Nisou, kdy v roce 1951 byl naměřen průměrný denní průtok $2,741 \text{ m}^3/\text{s}$, v roce 2020 to bylo $4,004 \text{ m}^3/\text{s}$. Následující rok byl průměrný denní průtok $5,520 \text{ m}^3/\text{s}$ a do roku 2020 je vývoj podobný ostatním lokalitám. Jak je vidět v grafu 5 a 6, křivku zobrazující srážky křivky denních průtoků víceméně kopírují. Vyšší srážky se tedy projevují vyšším denním průtokem.

Aby bylo možné zjistit, zda se celkové množství vody, která odtéče ze zkoumaného území, během sledovaného období zvyšuje či snižuje, bylo nutné spočítat celkový roční odtok z daného měrného profilu a dát jej do poměru k množství naměřených srážek (graf 7). Čím je poměr srážek a odtoku vyšší, tím méně vody v daném roce odteklo. Poměr

vykazuje na prvních 3 lokalitách pozitivní nárůst, jak ukazuje spojnice trendu, což by mohlo naznačovat, že na zkoumaných lokalitách se zadrží více vody, než tomu bylo dřív. U lokality 4, Hrádek nad Nisou byl poměr zvýšený jen velmi nepatrně, což může být způsobeno tím, že tato lokalita leží jednak nejnižše po proudu a má tedy ve srovnání s ostatními lokalitami větší průtok (soutok Lužické a Černé Nisy), jednak integruje veškeré změny v průtocích ovlivněné změnou land cover na lokalitách ležících výše po proudu.



Graf č. 7: Poměr srážek vůči celkovému ročnímu odtoku (ČHMÚ)

5 DISKUZE

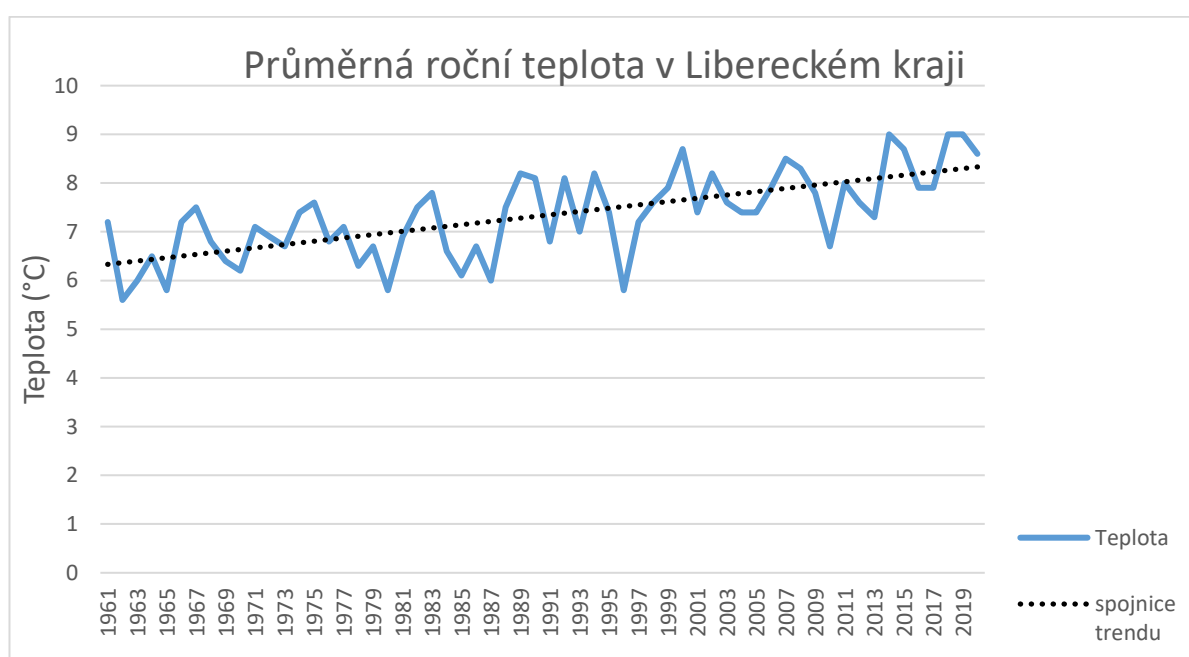
Tato práce se zabývá zkoumáním vlivu typu krajinného pokryvu na srážkoodtokové poměry na čtyřech lokalitách v Libereckém kraji. Povodí Lužické Nisy, jehož části byly v práci mapovány, má celkovou rozlohu 4297 km², z toho 791 km² v Česku. Pomocí programu ArcMap a podrobných historických leteckých snímků, byly zmapovány 4 km² povodí tohoto toku. To se nemusí zdát jako dostatečná plocha, z hlediska sledování odtokových poměrů je nepochybně vhodnější sledovat území minimálně v rozsahu povodí, avšak vzhledem k časové náročnosti práce v ArcMap by pro ruční mapování většího, případně celého území, bylo bez pochyby potřeba práce většího množství osob.

Zároveň jsou však lokality Libereckého kraje vhodným modelovým územím, například z důvodu ročního úhrnu srážek, který je dlouhodobě nad celorepublikovým průměrem a je tudíž pravděpodobné, že řeka v zájmovém území bude mít dostatečné množství vody pro měření průtoku. Dalším důležitým faktorem pro volbu Libereckého kraje představuje fungování vodoměrných stanic, z nichž dvě, v centru Liberce a v Hrádku nad Nisou, fungují již od roku 1950 (Příloha č. 11). Díky dlouhodobému zaznamenávání dat se podařilo zjistit, že v období 1961-2020 zde došlo k lehkému růstu v průměrném denním úhrnu srážek a naopak k poklesu průměrného denního průtoku. Poměr srážek a vypočteného celkového odtoku nám pak pomohl určit, zda v daném období došlo k nějakým proměnám v retenci vody v krajině či nikoliv. Protože se poměr srážek vůči celkovému odtoku na všech lokalitách zvýšil, tak by to mohlo v důsledku znamenat, že se retence půdy (potažmo krajiny) v období 1961-2020 zvýšila a ze studovaného území odtéká méně vody.

Pro přibližné rozdělení srážek po jejich dopadu na zem, se používá tzv. *třetinové pravidlo* (Hynie, 1961). Je tak stanoveno, že z celkového množství srážek, které dopadnou na zemský povrch, se 1/3 vsákne, 1/3 se vypaří a 1/3 odteče. Pokud se v případě zkoumaných lokalit mírně zvyšuje množství srážek, a i přesto se odtok snižuje, musí se, podle třetinového pravidla, zvyšovat buď vsak nebo výpar. Podle Fialové a kol. (2019) je velký problém zvyšující se teplota vzduchu, která může zapříčinit zvyšování výparu. Pokud tyto ztráty nejsou dostatečně kompenzovány vyššími srážkami, dojde k situaci, kdy výpar začne převažovat a v těch lokalitách bude možné pozorovat dopady sucha. Výpar se liší podle prostředí, resp. podle typu krajinného pokryvu, podle Nashe (1989)

mají na výpar vliv hlavně klimatické a půdní poměry jako je půdní vlhkost, atmosférický tlak, reliéf, už zmíněná teplota a další. Není to tedy o teplotě samotné, ale její růst bude výpar také ovlivňovat.

Jak je možné vyčíst z grafu č. 9, došlo v Libereckém kraji od roku 1961 ke vzrůstu průměrné teploty. Zatímco v prvním desetiletí byla průměrná teplota 6,5 °C, od roku 2010 do roku 2020 to bylo už 8,3 °C. To představuje nárůst o téměř 2 °C za 80 let, což by mohlo mít vliv na zvyšování výparu. Aby však bylo možné vliv teploty prokázat, bylo by třeba výpar měřit, například pomocí výparoměrů, jejichž součástí je i srážkoměr.



Graf č. 8: Průměrná roční teplota v Libereckém kraji (ČHMÚ)

Nižší odtok ale nemusí nutně znamenat jen vyšší výpar. Jeho důvod může být i zcela pozitivní v podobě zvyšování infiltrace (vsaku). Od roku 1952 na zkoumaném území došlo k výrazným změnám v zastoupení krajinného pokryvu. Podle Daňhelky (2007) má stav krajinného pokryvu vliv jak na infiltraci vody do půdy, tak i na intercepci na daném území. Tyto dva faktory pak výrazně ovlivňují intenzitu přímého odtoku.

V grafu č. 10 jsou pro lepší pochopení shrnuty všechny zkoumané lokality o velikosti plochy 4 km². Největší změny doznala orná půda, která v roce 1952 zabírala přes 40 % plochy v zájmovém území. Nyní je to jen lehce přes 15 % a vzhledem k nízkému zemědělsky ekonomickému potenciálu území se nepředpokládá, že by se měla plocha

orné půdy v budoucnu rozšiřovat. V Libereckém kraji se zemědělství podílí na HDP jen z 1,5 %, zatímco republikový průměr je 2,4 % (Ministerstvo zemědělství, 2021). Naopak, dle katastru nemovitostí, se na území některých ploch orné půdy plánuje výstavba sportovního a rekreačního areálu. Výjimkou je lokalita 4, Hrádek nad Nisou, kde v roce 2020 pokrývala orná půda téměř 40 % území. V uvedeném případě by bylo vhodnější více využívat principy ekologického zemědělství a vysazovat plodiny, které podpoří vsakování vody do půdy. Zároveň adekvátním způsobem jejich řádkování je možné snižovat erozi půdy. Zemědělci by měli ve větší míře využívat závlah povrchovou vodou, opravovat zastaralé vsakovací jímky a příkopy a používat méně hnojiva.

Výměra zástavby se celkově snížila o zhruba 6 %, na čemž má největší podíl centrum Liberce. V ostatních lokalitách se snížila v menší míře nebo se naopak zvyšovala – Stráž nad Nisou. Nyní zabírá území o ploše zhruba 16 %, což je o 5 % méně, než je průměr Libereckého kraje. Je to však pochopitelné, vzhledem ke skutečnosti, že vybrané lokality se, krom lokality 1, nachází v méně zastavěných částech Liberce. V centru Liberce by se dalo využít velkého množství rovných střech, které zde mají panelové domy a nákupní zóna. Bylo by možné je osadit vegetací, což by napomáhalo ke snižování teploty a s ní souvisejícího výparu. Zároveň by tyto zelené střechy, na něž stát vyplácí dotace, poskytovaly útočiště hmyzu či ptákům. U ostatních lokalit bude důležitá především následná urbanizace, neboť, na rozdíl od města, je zde prostor pro další stavbu. Je však potřeba aby následný rozvoj probíhal s ohleduplností ke krajinnému rázu a nedocházelo tak např. k zastavování niv toků, případně by bylo vhodné budovat spolu se zástavbou také adekvátní zasakovací infrastrukturu.

Známky rozšíření naopak zaznamenala plocha silnic, které jsou využívány stále se zvyšujícím množstvím dopravních prostředků. V minulosti se na vybraných územích nacházely převážně polní cesty, nyní je však jejich asfaltový povrch pro vodu nepropustný. Na lokalitách 2, 3 a 4 by se nabízelo vysadit podél silnic aleje či remízky, jejichž kořenový systém by umožnil lepší infiltraci vody do půd a zároveň by zmírňovaly případnou erozi.

Pozitivního přírůstku doznaly lesy, v roce 2020 pokrývaly 28 % plochy ve vybraných lokalitách, což je však stále méně, než je průměr Libereckého kraje – 42 %. Dříve se jednalo převážně o smrkové monokultury, které neumožňují tak dobrou infiltraci, ale v

současnosti už se například v lokalitě 2, Stráž nad Nisou, nachází smíšený les s převahou listnatých stromů (Příloha č. 5).

S rozvojem měst, resp. urbanizovaných území, se zvýšil podíl parků a zahrad v řídkěji osídlených oblastech. Ty vznikly nejčastěji přeměnou pastviny či orné půdy. Parky nemají ve městech pouze okrasnou funkci, neboť vzhledem ke zvyšující se snaze lépe hospodařit s vodou, zvyšují retenční schopnost území.

Vodní toky ve vybraných lokalitách též prošly mnohými změnami. Při povodních v roce 2010 bylo např. kompletně opraveno koryto v Hrádku nad Nisou. V městské části bylo rozšířeno a opevněno, ale mimo hlavní centrum teče širokým, přírodě blízkým korytem, okolo nějž jsou zelené plochy umožňující rozliv případných přílivových vln. Bylo by dobré, kdyby se i na ostatních lokalitách chránily travní porosty rostoucí v nivách a podporovala se výsadba dalších travních porostů, ideálně 10 m na každé straně toku. Pokud je takovýto pás dobře udržován a sekán, dokáže zachytit až 80 % z celkových erozních splavenin (Ministerstvo pro místní rozvoj, 2021).

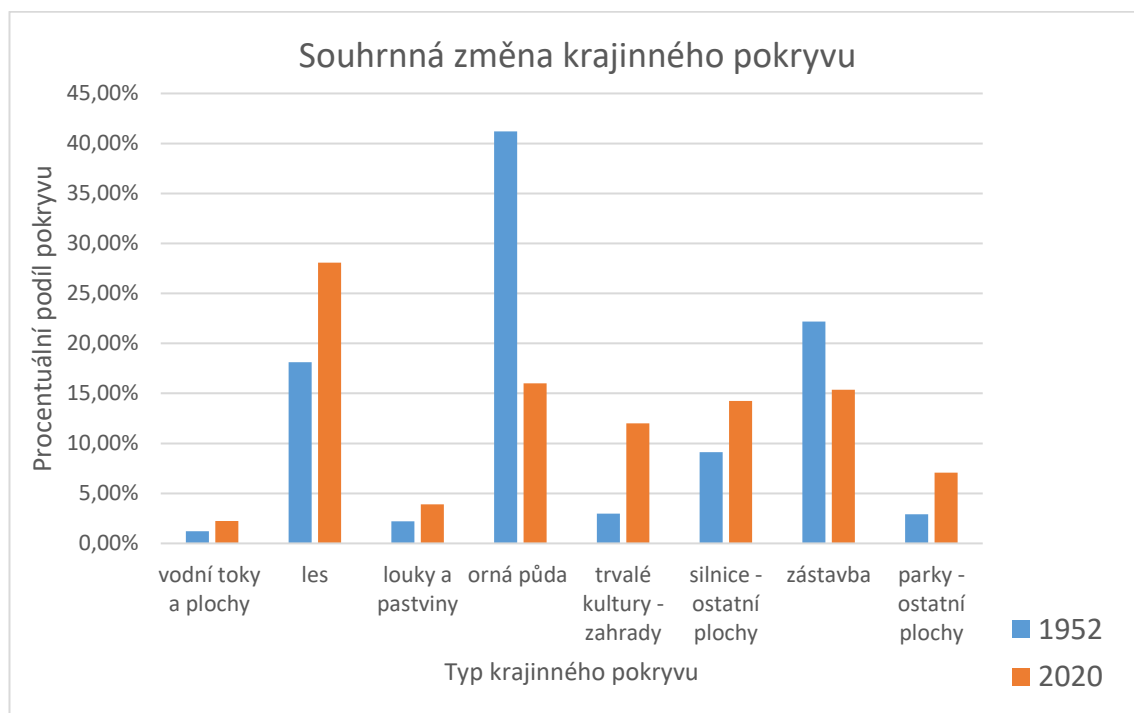
Černá Nisa, protékající lokalitou 2, Stráž nad Nisou, byla dříve napájena mnoha drobnými potoky a v její blízkosti se nacházely menší tůňe, které ale kolem 90. let postupně vymizely. Jejich obnova by mohla napomoci opětovnému zvýšení množství vody, které do Černé Nisy přitéká. Zároveň je nutné podpořit návrat koryta do stavu, který by více odpovídal přírodě blízkému řešení, ovšem v oblastech s vyhovujícími podmínkami. Toho by se dalo dosáhnout například pomocí revitalizačních opatření jako je zkapacitnění a pravidelné čištění koryta. Dále je vhodné vytvářet nové meandry a paralelní koryta. Ve Stráži nad Nisou se v okolí toku nachází vysoký počet průmyslových objektů, které odčerpávají vodu pro svou potřebu. Z tohoto důvodu by bylo třeba, aby z jejich strany nedocházelo k přemíře odebírání vody přímo z toku a zároveň aby byla co nejvíce snižována výrobní spotřeba, ať už pomocí úsporných armatur či vhodného využití srážkové vody. Dalším retenčním opatřením, které by se dalo uplatnit je tvorba suchých nádrží a poldrů, které slouží nejen jako zásobárna vody, ale i jako protipovodňová ochrana.

Při pohledu na mapu je nutné se zamyslet nad tím, jak Lužická Nisa protéká postupně jednotlivými lokalitami, protože i to má vliv na odtokové poměry a naměřená data. Lokalita č. 3, Proseč nad Nisou leží pouze 10 km od pramene, následně protéká 20 km vzdáleným Libercem. Na 22. km se stéká Lužická a Černá Nisa a následně teče jako

Lužická Nisa až k lokalitě 4, Hrádku nad Nisou, konkrétně její 50. km. Poté tvoří část státní hranice s Německem a v Trojmezí s Polskem opouští území České republiky.

Lokalita 4, Hrádek nad Nisou leží nejnižše ze zkoumaných území, vše, co se projeví na lokalitách položených výše, se pak zákonitě projevuje i zde. Z grafu č. 7 je možné vyčíst, že v lokalitě 2, Stráž nad Nisou, se odtok během let 1961-2020 výrazně snižoval, zatímco u ostatních lokalit, zejména u lokality 4, Hrádku nad Nisou, vykazoval poměr srážky/odtok během sledované periody vyšších či stejných hodnot, což se projevilo méně strmou spojnicí trendu v grafu č. 7. Vystává tak otázka, co tento výsledek zapříčinilo. Z jednotlivých map krajinného pokryvu ve vybraných lokalitách nevyplývá zřejmá souvislost mezi zjištěnými daty. Zpřesnění výsledků by se dalo dosáhnout zpracováním výrazně většího území, v ideálním případě celého povodí, prostřednictvím čehož by bylo možné prokázat odlišné souvislosti. Při zpracování menších území či subpovodí se mohou nečekaně projevit výraznější rozdíly mezi jednotlivými lokalitami, jak např. ukazuje výrazně strmější pozitivní trend lokality 2, Stráž nad Nisou v grafu č. 7.

Vzhledem k tomu, že se odtokový režim v České republice je závislý čistě na srážkách, je velmi důležité zařídit, aby se na našem území zdrželo co nejvyšší množství vody. Proto se více než dřív vyplatí investovat do moderních opatření, které k tomu mohou dopomoci.



Graf č. 9: Souhrnná změna krajinného pokryvu ve sledovaném území 1952-2020 (vlastní)

6 ZÁVĚR

Otázka člověka a vody není pouze námětem pro vědecké diskuse. Naopak jedná se o zcela existenční téma, které bylo, je a mělo by nadále být uvažováno napříč lidskou společností s akcentem, který takovému esenciálnímu zdroji života na zemi náleží. Progres ve využití a zadržování vody v České republice je s ohledem do minulosti nesporný. Přestože se naše společnost již odpoutala od destruktivního vlivu komunistického režimu na krajinu, až teprve období sucha posledních let způsobila obnovení a realokaci veřejného zájmu o její efektivnější uchování.

Tato diplomová práce se zabývá vlivem krajinného pokryvu na srážkoodtokové poměry v modelových lokalitách Libereckého kraje. Jedním z hlavních cílů bylo zmapovat vybraná území a vyhodnotit změny, ke kterým v určitém časovém úseku došlo. Toho bylo dosaženo pomocí mapového programu ArcMap, kde bylo možné porovnat letecký snímek z roku 1952 a ortofoto z roku 2020 a následně vypočítat, o kolik se daný typ krajinného pokryvu změnil. Díky dlouholetému sběru dat ČHMÚ, který probíhá na denní bázi, bylo možné splnit i další z hlavních cílů a vyhodnotit ve zkoumaných lokalitách změny ve srážkoodtokových poměrech. Lokality jsou 4, centrum Liberce, Stráž nad Nisou, Proseč nad Nisou a Hrádek nad Nisou a každé z nich má rozlohu 1 km². Ačkoliv zvolená velikost studovaných území nebyla optimální, podařilo se prokázat, že při víceméně stejném úhrnném objemu srážek celkový odtok z daného území poklesl. To může implikovat, že navzdory dokumentovaným změnám v krajinném pokryvu se retenční schopnost území nijak dramaticky nezměnila. Dostupná měření však neumožnila odhadnout, zda zadržovaná voda vsákla do půdního prostředí a zůstala v daném území či se ztrácela v podobě výparu, který roste se zvyšující průměrnou teplotou. Sledování rychlosti ztráty vody výparem se proto jeví jako nezbytná podmínka další, podobně zaměřených studií.

Přestože z historického hlediska nebylo možné prokazatelně určit, zda dobový krajinný ráz naplňoval podmínky, které v současnosti považujeme za ideální z hlediska hospodaření vodou v krajině, prostřednictvím moderních technologií máme nyní možnost se této představě původní krajiny přiblížit a její „ideálnost“ posoudit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ASPINALL, R.J., HILL, M.J. (eds, 2008): *Land Use Change*. Science, Policy and Management. Boca Raton, FL, USA, xxvii. 185 s.

BIČÍK, I. (2004) *Long term changes in land use of the Czech Republic territory*. Životné prostredie 38(2): 81-85

BIČÍK, I. (2010) *Vývoj využití ploch v Česku*. Česká geografická společnost, Geographica, Praha, 250 s. ISBN 978-809-0452-138.

BUDŇÁKOVÁ, M. a kol. (2018): *Půda: Situační a výhledová zpráva 2018*.

Ministerstvo zemědělství ČR, Praha 146 s. [on-line]. [cit. 20.1. 2021] Dostupné z:

<http://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/publikace-a-dokumenty/situačni-a-vyhledove-zpravy/puda/>

CARVAJAL, F. (2006): *Maximum depression storage and surface drainage network in uneven agricultural landforms*. Biosystems Engineering – Soil and Water, 95(2): 281-293.

CÍLEK, V., BÁŠE, M. (2005): *Suburbanizace pražského okolí, dopady na sociální prostředí a krajinu*. Praha: Středočeský kraj. 44 s.

ČESKO. *Zákon č. 114/1992 Sb.* In Sběrka zákonů České republiky.

ČERMÁK, V. A KOL. (2002): *Protipovodňová ochrana Moravy a Bečvy: Koncepce ekologické varianty*. Unie pro řeku Moravu, Brno

ČERNOHOUS, V., ŠACH, F. (1998): *Vliv lesa na retenci a akumulaci vody v lesních povodích a možnosti jejich zvyšování*. In: Hydrologická bilance a možnosti zvyšování složek retence a akumulace vody. Sborník přednášek. Praha, ČZU – VÚMOP, 10 - 20.

DAŇHELKA, J. (2007): *Operativní hydrologie: hydrologické modely a nejistota předpovědí*. Sborník prací ČHMÚ. Praha, 104 s

DEMEK, J. (1999): *Úvod do krajinné ekologie*. 1. vyd., Univerzita Palackého, Olomouc, 102 s.

DE SHERBININ, A. (2002): *Land-use and land-cover change*, A CIESIN thematic guide, Palisades, NY: Center for international earth science

information network of columbia university. [on-line] [cit. 22. 2. 2021] Dostupné online:

http://sedac.ciesin.columbia.edu/tg/guide_main.jsp.

FALŤAN, V. (2000a): *Krajinná pokrývka okolia Kysuckého Nového Mesta identifikovaná metódou CORINE*. Geografický časopis, 52, 363-376.

FALŤAN, V. (2000b): *Krajinná pokrývka okolia Borinky identifikovaná metódou CORINE*. Geografické spektrum, 2, 101-106.

FERANEC, J., OŤAHEL, J. (1995): *CORINE Land Cover nomenclature at scale 1:50 000*. In: Godefroy, M. (ed.): Proceedings of the EARSeL Workshop "Pollution Monitoring and Geographic Information Systems", Brandýs nad Labem, EARSeL, Paris, 171–178.

FERANEC, J. (1996): *Prístupy k analýze viacčasových dát diaľkového prieskumu Zeme*. Geografický časopis, 48 (1), 3-11

FIALOVÁ, P. A KOL. (2019): *Výpar z vodných ploch a odtok*. Sucho 2014-2018: sborník abstraktů: Český hydrometeorologický ústav, Praha. ISBN 9788087577912.

FISCHER, J., LINDENMAYER, D.B. (2007): *Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis*. Global Ecology and Biogeography, 16: 265-280. [on-line] [cit. 19. 3. 2021] Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00287.x>

FORMAN, R. T., GODRON, M. (1986): *Landscape ecology*. New York: Wiley, 619 s. ISBN 04-718-7037-4.

FORMAN, R. T. T., GODRON, M. (1993): *Krajinná ekologie*. Academia, Praha. 583 s. ISBN 80 – 200 – 0464 – 5.

FORMAN, R. T. (1995): *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press. New York. 656 s. ISBN 9780521479806

GRÜNBÜHEL, C.M. A KOL. (2003):

Socioeconomic Metabolism and Colonization of Natural Processes in SangSaeng Village:

Material and Energy Flows, Land Use, and Cultural Change in Northeast Thailand.
Human

Ecology 31 (1), s. 53-86

GUTH, J., KUČERA, T. (1997): *Monitoring of land cover change with using the remote sensing and GIS*. Příroda 10, 107 – 124 s.

HANZLOVÁ, M. A KOL. (2007). *Překryvné analýzy rastrových dat typu využití a pokryvu území*. XXI.Sjezd České geografické společnosti [on-line] [cit. 12. 3. 2021] Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/228461306_Prekryvne_analyzy_rastrovych_dat_typu_vyuziti_a_pokryvu_uzemi

HAVLOVÁ, V. A KOL. (2018): *Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení hlubinného úložiště. Hodnocení vhodnosti lokality pro umístění úložiště VJP a RAO z hlediska dlouhodobé bezpečnosti*. Závěrečná zpráva, MS SÚRAO, 124 s.

HRBEK, J. (2014): *Strukturální šetření v zemědělství 2013*. Český statistický ústav. Praha. [on-line] [cit. 15. 3. 2021] Dostupné z: <http://bit.ly/2f4KY97>>

HYNIE, O. (1961): *Hydrogeologie ČSSR 1., Prosté vody*. 1. vyd., Nakladatelství ČSAV, Praha. 564 s.

JANOUSHKOVÁ, S. (2013): *Environmentální bezpečnost: Návrh koncepčního rámce pro aplikace v České republice*. Obrana a strategie, 13 (2), University of Defence, [on-line] [cit. 12. 5. 2021] Dostupné z: <https://www.obranaastrategie.cz/cs/archiv/rocnik-2013/2-2013/clanky/environmentalni-bezpecnost.html>

KABRDA J., BIČÍK I., ŠEFRNA L. (2006): *Půdy a dlouhodobé změny využití ploch Česka*. Geografický časopis 58(4):279-301

KABRDA, J. (2008): *Změny prostorového vzorce využití ploch v ČR a jejich příčiny*. Doktorská disertační práce, PřF UK, KSGRR, 2008, 69 s.

KANTOR, P. (2003): *Lesy a povodně*. Praha, MŽP, 48 s.

KENDER, J. (2004): ed. *Voda v krajině: kniha o krajinotvorných programech*. Consult pro Ministerstvo životního prostředí a Agenturu ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 207 s. ISBN 80-902132-7-8.

- KÖHLER, M., A KOL. (2001): *Technology Urban water retention by greened roofs in temperate and tropical climate*. Resource Management & Development – Scientific Contributions for Sustainable Development, 2001 (2): 151 – 162.
- KOMÁREK, S. (2008): *Příroda a kultura: svět jevů a svět interpretací*. Vyd. 2., Academia 1., rozš. Praha: Academia, 307 s. ISBN 978-80-200-1582-2.
- KRÄMER, I., HÖLSCHER, D. (2009): *Rainfall partitioning along a tree diversity gradient in a deciduous old-growth forest in Central Germany*. Ecohydrology 2(1) 102 - 114 [on-line] [cit. 12. 3. 2021] Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eco.44>
- KREČMER V. (2003): *Lesy a povodně: celostátní seminář*. Praha. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2003. ISBN 80-02-01564-9
- KVÍTEK, T., (2016). *Principy a zásady retence a akumulace vody, Promítnutí do plánu dílčích povodí*. Sborník XIX. celostátní konference pozemkové úpravy: Praha: Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, z. s ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství. ISBN 978–80–7434–321–6.
- LAMBIN, E. F., HELMUT G. (2006): *Land-use and land-cover change: local processes and global impacts*. New York: Springer, 222 s. ISBN 3540322019
- LEITAO, A. ET AL.(2006): *Measuring Landscapes: A Planner's Handbook*. Island Press, 272 s., ISBN 1559638990
- LIPSKÝ, Z. (1995): *The changing face of the Czech rural landscape*. Landscape and Urban Planning 31 (1 - 3), 39 – 45.
- LIPSKÝ, Z. (1998): *Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů*. Praha: Karolinum, 129 s. ISBN 80-7184-545-0.
- LIPSKÝ, Z. (2000): *Sledování změn v kulturní krajině: učební text pro cvičení z předmětu Krajinná ekologie*, Praha, ČZU.
- LÖW, J. (1995): *Rukověť projektanta místního územního systému ekologické stability*. Vyd. 1. Brno: Doplněk, 122 s. ISBN 80-857-6555-1.

LÖW, J., MÍCHAL, I. (2003): *Krajinný ráz*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 552 s. ISBN 80-863-8627-9.

LUKA, V., A KOL. (2017): *Vývoj krajinného pokryvu dle CORINE Land Cover na území ČR v letech 1990-2012*. Praha: CENIA, česká informační agentura životního prostředí, ISBN 978-80-87770-28-3. [on-line] [cit. 6. 6. 2021]

Dostupné z: https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2019/04/Vyvoj_krajinneho_pokryvu_CORINE_Land_Cover_CR_1990-2012.pdf

MADĚRA, P., ZIMOVÁ, E. (2005): *Metodické postupy projektování ÚSES - multimediální učebnice*. vyd. 1. Brno: Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie LDF MZLU v Brně a Löw a spol., Brno, 277 s.

MANN M.E., A KOL. (1998): *Global scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries*. Nature 392, 779-787

MEZERA, A. A KOL. (1979): *Tvorba a ochrana krajiny*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 467 s.

MOLDAN, B. (2018): *Civilizace na planetě Zemi*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 180 s. ISBN 978-80-246-3624-5.

NASH, J.E. (1989), *Potential evaporation and „the complementary relationship“* Journal of Hydrology, 111, 1-7

NĚMEC, J., KOPP, J. (2009): *Vodstvo a podnebí v České republice v souvislosti se změnou klimatu*. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství ČR vydal Consult, 255 s. ISBN 978-80-903482-7-1.

NOVOTNÝ, I. (2014): *Příručka ochrany proti vodní erozi: [aktualizované znění - leden 2014]*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 31 s. ISBN 978-80-87361-33-7.

PAUL, M., MEYER, J. (2001): *Streams in the urban landscape*. Annual Review of Ecology and Systematics, 2001 (32): 333-365.

- PAVLÁSEK J., (2010): *Retenční schopnosti malého horského povodí při extrémních srážkoodtokových událostech*. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace (VTEI) 52(5): 12-14.
- PETŘÍČEK, V., CUDLÍN, P. (2003): *Máme bojovat proti povodním? Život. Prostr.*, 37 (4): 177- 179 [on-line] [cit. 17. 6. 2021] Dostupné z:
<http://publikacie.uke.sav.sk/node/1091>
- PITHART, D. A KOL. (2012): *Význam retence vody v říčních nivách*. 1. vyd. České Budějovice: DAPHNE ČR. Apl. ekologie, 141 s. ISBN 978-80-260-3697- 5.
- POLENO, Z. A KOL. (1994): *Lesnický naučný slovník*. Praha: Agrospoj, 683 s. ISBN 80-7084-111-7.
- PONDĚLÍČEK, M. A KOL. (2016): *Adaptace na změny klimatu*. Hradec Králové: Civitas per populi, 174 s. ISBN 978-80-87756-09-6.
- PRETEL J., (2012): *Klimatické změny a jejich dopady na život lidí*. Rukopis, 40 s. Web.
- PRETEL, J. (2013): *Změny klimatu v Česku: Současný vývoj a pravděpodobný výhled*. Vesmír 92, 2013 (11)
- QUITT, E. (1971): *Klimatické oblasti Československa: Climatic regions of Czechoslovakia*. Brno: Geografický ústav ČSAV, Studia geographica.
- REJŠEK, K., VÁCHA R. (2018): *Nauka o půdě*. Olomouc: Agriprint, 536 s. ISBN 978-80-87091-82-1
- ROŽNOVSKÝ, J. (2014): *Klimatická změna: dopady na krajinu*. Sborník Povodně a sucho: krajina jako základ řešení. Botanický ústav AVČR. ISBN 978-80-86188-4
- RYCHNOVSKÁ M. A KOL (1985): *Ekologie Lučních porostů*. Praha:Academia. s.288
- SKLENIČKA, P. (2003): *Základy krajinného plánování*. 2. vyd. Praha: Naděžda Skleničková, 321 s. ISBN 80-903-2061-9.
- SKLENIČKA, P. (2011): *Pronajatá krajina*. Praha: Centrum pro krajinu, 144 s. ISBN 978-80-87199-01-5.
- SLAVÍKOVÁ, L. A KOL. (2007): *Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích*. Praha: IREAS, 82 s. ISBN 978-80-86684-48-2.

- STONAWSKI, J. (1993): *Základy ekologie*. Praha: Karolinum, 218 s. ISBN 80-7066-736-2.
- ŠARAPATKA, B., A KOL. (2002): *Kvalita a degradace půdy*. Olomouc: Univerzita Palackého. 246 s. ISBN 80-244-0584-9.
- ŠTYCH, P. (2010): *Evaluation of long - term land - use changes in case studies in Central Bohemia*. *Bohemia centralis* 30, 121 – 137.
- ŠVEC, P. (2016): *Nejméně je vody na Moravě*. Mladá Fronta Dnes. Praha: MF Dnes, 2016. ISSN 1210-1168
- ULČÁK, Z. (2014): *Hospodaření v krajině: Vybrané kapitoly*. Masarykova univerzita. Fakulta sociálních studií, Brno. Muni press. 83 s. [on-line] [cit. 17. 6. 2021] Dostupné z: http://humenv.fss.muni.cz/wp-content/uploads/UI%C4%8D%C3%A1k_Hospoda%C5%99en%C3%AD-v-krajin%C4%9B_ekniha.pdf
- VÁLEK, Z. (1977): *Lesní dřeviny jako vodohospodářský a protierozní činitel*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 203 s.
- VAŠKŮ, Z. (2011): *Zlo zvané meliorace*. *Vesmír* 2011 (7)
- WHITE, K. A KOL. (2004): *At a Crossroads: Will Aquaculture Fulfill the Promise of the Blue Revolution?* Sea Web Aquaculture Clearinghouse Report, USA.
- ŽIGRAI, F. (1983): *Krajina a jej využívanie*. 1. vydání. Brno: Univerzita J. E. Purkyně, 131 s.
- ŽÍŽALA, D. A KOL. (2016): *Monitoring erozního poškození půd v ČR nástroji dálkového průzkumu Země*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 154 s. ISBN 978-80-87361-63-4.

ELEKTRONICKÉ ZDROJE

AGRIS – agrární portál 2021 [online] Dostupné z: <http://www.agris.cz/>

ARCDATA PRAHA. Software ARCDATA. 2020 [Online] Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/software-arcdata/vfr-import>.

Český hydrometeorologický ústav, 2021 [online]. ČHMÚ. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>

Databáze LUCC Czechia: Databáze dlouhodobých změn využití ploch Česka (1845–2010). Ivan Bičík a kolektiv, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. Dostupné z: <https://lucacz.cz/databaze>

Digitální atlas zaniklých krajín 2021 [online] Dostupné z: <http://web.natur.cuni.cz/sekce-gr/zaniklekrajiny/atlas/>

EEA: European Environment Agency. 2021 [online] Dostupné online: <http://www.eea.europa.eu/>

European Commission – 2021 [online] Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/index_cs

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations 2021 [online] Dostupné z: <http://www.fao.org/home/en/>

Geoportal o životním prostředí v Libereckém kraji 2021 [online] Dostupné z: <https://geoportal.kraj-lbc.cz/>

Intersucho. 2021 [online]: *Co je intersucho*. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/o-suchu/co-je-sucho/>

Intersucho. 2021 [online] *Využití předpovědi půdní vlhkosti a intenzity sucha pro lepší rozhodování v rostlinné výrobě*. Dostupné z: https://www.intersucho.cz/userfiles/file/Methodika_predpoved%20sucha%20a%20pudni%20vlhkosti_FINAL.pdf

Liberec ze starých leteckých snímků 2021 [online]. Dostupné z: <http://marushkapub.liberec.cz/default.aspx?ThemeId=12>

Liberec 2021 [online]. Dostupné z: <https://www.liberec.cz/cz/obcan/>

Mapy.cz 2021 [Online] Dostupné z: www.mapy.cz.

Ministerstvo zemědělství 2021 [online] Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/>

Ministerstvo životního prostředí 2021 [online] Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz>

Národní geoportál inspire. CENIA, česká informační agentura životního prostředí. 2021 [Online] Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz>

Státní správa zeměměřictví a katastru [Online] [cit. 2021] ČÚZK Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/Uvod.aspx>

Studie odtokových poměrů v povodí Lužické Nisy 2021 [online] Dostupné z: <https://www.vrv.cz/luzickanisa/>

Ústav územního rozvoje (2008): *Stavby a zařízení pro výrobu energie z vybraných obnovitelných zdrojů*. Metodický pokyn k jejich umístování. Ústav územního rozvoje. 2021 [on-line] Dostupné z: <http://www.uur.cz/images/konzultacnistedisko/MetodickeNavody/OZE/OZEMetodikaNovela20080717.pdf>>.

Veřejný registr půdy – LPIS 2021 [Online] Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Území Liberce – archivní ortofoto

Příloha č. 2: Území Liberce – aktuální ortofoto

Příloha č. 3: Denní průtok dle vodoměrné stanice

Příloha č. 4: Koryto Lužické Nisy v centru Liberce

Příloha č. 5: Les na území lokality 2 – Stráž nad Nisou

Příloha č. 6: Koryto Černé Nisy ve Stráži nad Nisou

Příloha č. 7: Soutok Černé Nisy a Lužické Nisy ve Stráži nad Nisou

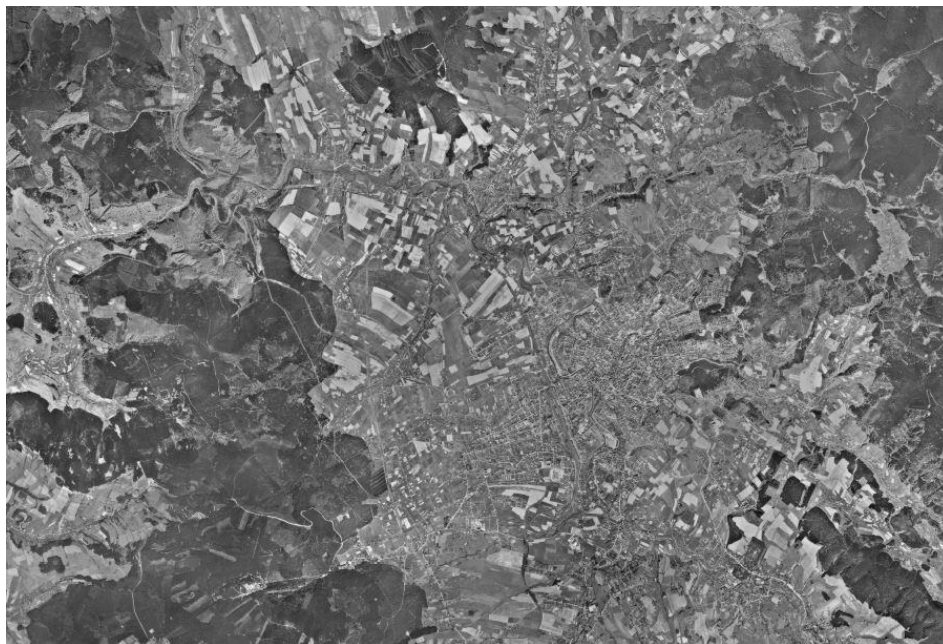
Příloha č. 8: Koryto Lužické Nisy v Proseči nad Nisou

Příloha č. 9: Koryto Lužické Nisy v Hrádku nad Nisou

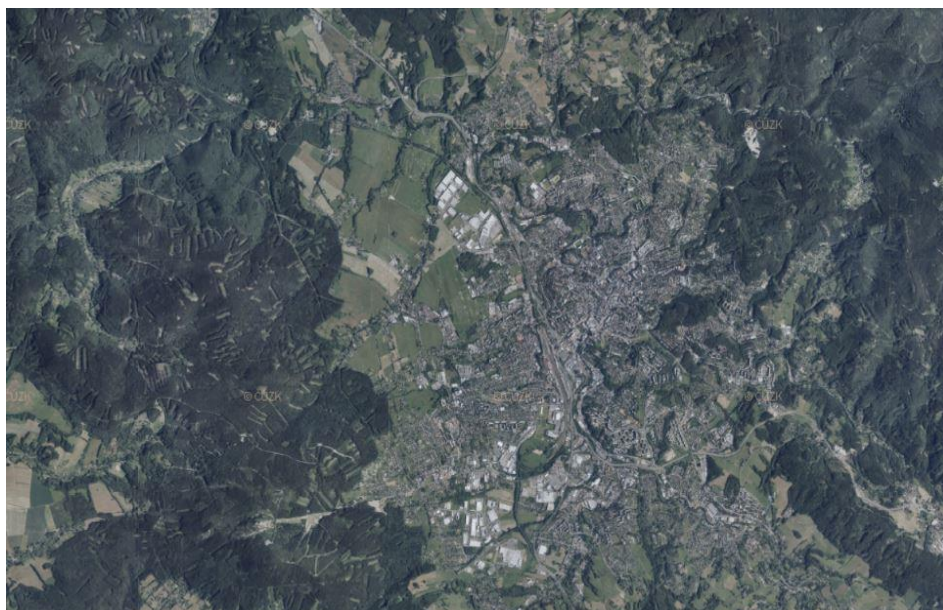
Příloha č. 10: Koryto Lužické Nisy v Hrádku nad Nisou – centrum

Příloha č. 11: Vodoměrná stanice Hrádek nad Nisou

Příloha č. 1: Území Liberce – archivní ortofoto (rok 1952)



Příloha č. 2: Území Liberce – aktuální ortofoto



Příloha č. 3: Denní průtok dle vodoměrné stanice

316000,QD,01,01.11.1950 00:00,	1.000,
316000,QD,01,02.11.1950 00:00,	0.890,
316000,QD,01,03.11.1950 00:00,	0.760,
316000,QD,01,04.11.1950 00:00,	0.760,
316000,QD,01,05.11.1950 00:00,	1.000,
316000,QD,01,06.11.1950 00:00,	0.890,
316000,QD,01,07.11.1950 00:00,	1.140,
316000,QD,01,08.11.1950 00:00,	1.070,
316000,QD,01,09.11.1950 00:00,	1.000,
316000,QD,01,10.11.1950 00:00,	1.000,
316000,QD,01,11.11.1950 00:00,	1.140,
316000,QD,01,12.11.1950 00:00,	1.070,
316000,QD,01,13.11.1950 00:00,	1.140,
316000,QD,01,14.11.1950 00:00,	1.300,
316000,QD,01,15.11.1950 00:00,	1.300,
316000,QD,01,16.11.1950 00:00,	1.390,
316000,QD,01,17.11.1950 00:00,	2.090,
316000,QD,01,18.11.1950 00:00,	1.870,

Příloha č. 4: Koryto Lužické Nisy v centru Liberce (foceno: 17.8.2021)



Příloha č. 5: Les na území lokality 2 – Stráž nad Nisou



Příloha č. 6: Koryto Černé Nisy ve Stráži nad Nisou (foceno: 17.8.2021)



Příloha č. 7: Soutok Černé Nisy a Lužické Nisy ve Stráži nad Nisou (foceno: 17.8.2021)



Příloha č. 8: Koryto Lužické Nisy v Proseči nad Nisou (foceno: 17.8.2021)



Příloha č. 9: Koryto Lužické Nisy v Hrádku nad Nisou (foceno: 17.8.2021)



Příloha č. 10: Koryto Lužické Nisy v Hrádku nad Nisou – centrum (foceno: 17.8.2021)



Příloha č. 11: Vodoměrná stanice Hrádek nad Nisou

