

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

**Změny krajinného krytu na území Národního parku
Podyjí**

Diplomová práce

Bc. Tomáš Pěnka

Školitel: RNDr. Lukáš Drag, Ph.D.

České Budějovice 2020

Pěnka, T., 2017: Změny krajinného krytu na území Národního parku Podyjí. [Land cover changes in the area of Podyjí National Park. Ms. Thesis, in Czech.] - 43 pp., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

V této diplomové práci jsem studoval využití území a změny krajinného pokryvu na území Národního parku Podyjí v období téměř osmdesáti let. Základní údaje byly získány z černobílých leteckých snímků z let 1952, 1974 a 1989 dále doplněny vektorovými vrstvami z let 1938 a 2014. Hlavními trendy ve sledovaném území bylo podstatné navýšení lesních ploch, snížení trvalých travních porostů a ploch využívaných k zemědělství. Analýza s využitím krajinných metrik ukázala, že rozloha lesu zapojeného vzrostla mezi lety 1952, 1974 a 1989 ze 66% na 75%, a rozloha otevřených lesů se za toto období snížila o 3% (z 10% na 7%). Získané výsledky také naznačily postupnou homogenizaci krajiny jako následek změny hospodaření v lesích. Tento trend může ohrozit zejména vzácné druhy organismů vázané na stanoviště otevřených lesů.

In this diploma thesis, I studied land use and land cover changes in the territory of Podyjí National Park during a period of almost 80 years. The background data were obtained from black-and-white aerial pictures from 1952, 1974 and 1989 further supplemented by two vectorized layers from 1938 and 2014. The main trends in the studied areas were a substantial growth of forest areas, decrease of permanent grasslands, and the agricultural areas. Analyses using landscape metrics showed that closed forest cover increased from 66% to 75% between 1952, 1974 and 1989. Moreover, during the same time period the area of open woodlands decreased by 3% (from 10% to 7%). The obtained results also indicated the gradual homogenization of the landscape, with changes in forest management having the greatest impact. Such trend might be dangerous especially for rare species associated with open forest habitats.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 21.5.2020

.....
Tomáš Pěnka

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Lukáši Dragovi za jeho veškeré rady a opravy, za jeho čas a vlídnou povahu. Dále bych chtěl poděkovat Janu Miklínovi a Evě Semančíkové za odborné rady ohledně práce v prostředí GIS. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu, bez které by tato práce nemohla vzniknout.

Obsah

1	Úvod	1
2	Literární přehled	2
2.1	Význam krajinné ekologie na biologii a ochranu živočichů	2
2.2	GIS	2
2.2.1	Využití GIS pro hodnocení krajiny	5
2.3	Základní charakteristika NP Podyjí	6
2.3.1	Reliéf	7
2.3.2	Biota	8
2.3.3	Ochrana přírody a Natura 2000	9
2.3.4	Role člověka ve vývoji krajiny NP Podyjí	10
	Metodika	12
3.1	Poloha a základní údaje	12
3.2	Zdrojová data	12
3.3	Příprava zdrojových map – georeferencování a vektorizace	13
3.4	Kategorizace krajinného krytu	15
3.5	Krajinné metriky	18
3.6	Změny v krajině	18
4	Výsledky	20
4.1	Vývoj krajinného krytu v NP Podyjí	20
4.2	Krajinné indexy pro NP Podyjí	25
4.3	Změny procesů v krajině NP Podyjí	25
5	Diskuze	31
5.1	Změna krajiny NP Podyjí v kategorii lesní plochy	31
5.2	Změna krajiny NP Podyjí v kategorii nelesní plochy	33
5.3	Dopady změn krajiny NP Podyjí na biotu	33
5.4	Možné chyby v měření	35
6	Závěr	36
7	Zdroje	37

1 Úvod

Narušení tradičních zemědělských procesů v krajině je jedna z hlavních příčin vedoucí k výraznému úbytku biodiverzity na většině území České republiky (Miklín a kol., 2016). Bez tradičních zemědělských procesů v přírodě jako je například pastva nebo vypalování dochází k zarůstání lesa, které vedou ke změně skladby organismů (Čížek a kol., 2016). Jakékoliv disturbance vedou k opětovnému zahájení přírodních sukcesí, které utvářejí daným směrem a časem jednotlivá stanoviště krajiny (Wu a Loucks, 1995). Vývoj krajiny a její dynamika v celé Evropě byla utvářena člověkem již od dob neolitu (Neruda, 2007). Ve střední Evropě došlo za posledních 100 let k intenzivnějšímu hospodaření vedoucímu k úbytku trvale travních ploch a na některých zemědělských plochách ke zvýšení rozloh využívaného krajinného krytu (Miklín a kol., 2016). Intenzivní obhospodařování a rovněž i změny působené nezávisle na člověku se projevují změnami na úrovni horizontálních struktur v krajině, které se označují jako mozaiky jednotlivých plošek (Forman a Godron, 1993). Tyto mozaiky charakterizují dané kategorie využitelnosti krajiny a krajinného krytu z angličtiny Land Use and Land Cover (zkráceně LULC).

Na území národního parku Podyjí (dále jen NP Podyjí) se nachází jedny z nejohroženějších biomů (lesostepi a otevřené lesy) na světě (Miklín a Čížek, 2014). V současnosti se velikosti ploch těchto biomů zmenšují, a to vede i k zániku některých ohrožených organismů, které se tu přirozeně vyskytují (Šebek a kol., 2015).

Tato práce se věnuje sledování změn krajinného krytu a jeho využití v NP Podyjí, a jeho rozdílného managementu v souvislosti se vznikem Chráněné krajinné oblasti (1978) a posléze Národního parku (1991). Cílem mé diplomové práce je pomocí softwarového nástroje GIS získat informace o změně velikosti ploch krajinného krytu na území NP Podyjí v letech 1952, 1974, 1989 a dále spojit své monitorování s prací Miklín a kol. (2016) z let 1938 a 2014. Díky tomu mohu podrobněji popsat případné trendy ve velikostech ploch krajinného krytu NP Podyjí v druhé polovině 20. století.

Hlavní cíle:

- Georeferencování a vektorizace leteckých snímků studovaného území z let 1952, 1974 a 1989
- Zhodnocení změn krajinného krytu na území NP Podyjí v období 1938–2014
- Posouzení, jak ovlivnilo vyhlášení CHKO Podyjí (1978) a později NP Podyjí (1991) strukturu krajiny v této oblasti

2 Literární přehled

2.1 Význam krajinné ekologie na biologii a ochranu živočichů

Ekologie krajiny je relativně mladý vědní obor vycházející z ekologie přírody, který vznikl ve střední a východní Evropě (Naveh a Lieberman, 1994). Jedná se o interdisciplinární vědní obor zabývající se dopady prostorového rozložení horizontálních struktur krajiny mezi jednotlivými krajinnými kategoriemi (např. lesy, pole, řeky, obytné zástavby či dopravní infrastruktury) vztažena na širokou škálu ekologických jevů (Wiens a kol., 1993). V moderním světě jsou výpočetní technologie stále více používány pro popis krajinných složek či krajinných kompozic (Singh a kol., 2010). Další možné aplikace jsou pozorování populačních procesů u volně žijících živočichů v dlouhém časovém období (Zhang, 2019). Díky technologickým pokrokům se v posledních třech desetiletích krajinná ekologie rozšířila i do humanitních a technických vědních oborů (Mayer a kol., 2016; Wu, 2018). S rostoucí dostupností technologií (globální poziční systém – GPS, satelitní a letecké snímkování s vysokým rozlišením a velký rozmach a využití internetu) se značně usnadnilo monitorování vývoje krajiny jakožto i dostupnost k tolik potřebným celosvětově distribuovaným datům (Wampler a kol., 2013). Co se týká výpočetních analýz se rychlost počítačového zpracování exponenciálně zvýšila (Moore, 1975) a vyvinulo se široké množství softwarových nástrojů pro manipulaci a analýzu prostorových dat jako například geografické informační systémy (dále jen GIS), které výrazně urychlují zpracování prostorových dat. Díky výše zmíněnému technologickému rozmachu a jeho snadné dostupnosti je možné zpracovat velké množství prostorových dat a právě to umožňuje řešení komplexnějších otázek v krajinné ekologii (Newman a kol., 2019).

Technologický pokrok nastal i ve společenském kontextu, kde se environmentální problémy stávají stále více důležitými pro řešení různých mezioborových otázek. Důsledek všech těchto vlastností a změn nás dovedli k tomu, že současný výzkum zaměřený na ochranu přírody je prováděn na širším prostorovém měřítku (Turner a kol., 2015). Klasické ekologické výzkumy nikdy předtím nebyly řešeny v takovém množství a s takovou přesností jako nyní. V současnosti jsou nástroje jako GIS nezbytnými pro řešení ekologických prostorových analýz (Chen a kol., 2017).

2.2 GIS

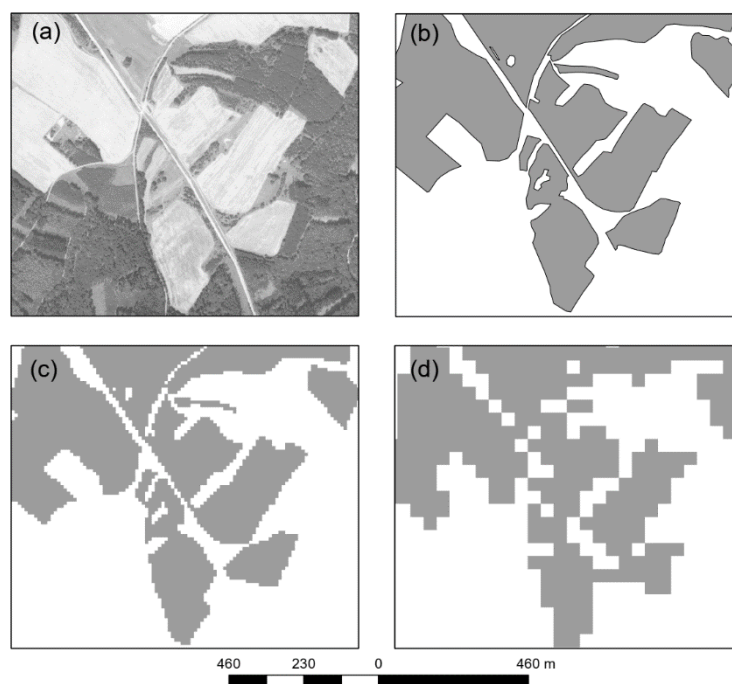
GIS nabízí velké množství nástrojů a metod pro různé typy analýz, jejich detailní zpracování a v neposlední řadě modelování prostorových dat. GIS je počítačový software, který umožňuje ukládat, manipulovat, zobrazovat a analyzovat graficky odkazovaná data (Wieczorek

a Delmerico, 2009). Dvourozměrná prostorová data mohou být prezentována ve vektorovém či rastrovém zobrazení.

Vektory jsou jednotlivé body spojené spojnicemi nebo také tvarové polygony, které představují prvky reálného světa (tj. vzorkovací plochy jako např. silnice, jednotlivé typy využívané půdy atd.) spojené s jednotlivými atributy dat (Longley a kol., 2005).

Oproti tomu rastry jsou spojité matice stejně velké pravoúhlé buňky, u nichž každá buňka obvykle obsahuje jednu hodnotu odpovídající danému krajinnému prvku (např. 1 = listnatý les, 2 = otevřená voda, 3 = městská zástavba atd.). Sousední buňky s podobnou hodnotou představují homogenní prostorové objekty. Rastrové rozlišení (nebo též označováno jako zrno) se týká skutečné dimenze buněk kdy: vysoké rozlišení je analogické buňkám představujícím malou plochu na zemi (např. 1–100 m²) a zachycuje vysoký stupeň prostorové komplexnosti krajiny, zatímco nízké rozlišení odkazuje na buňky odpovídající velkým plochám na zemi (např. 1 km²) a poskytuje mnohem obecnější reprezentaci krajiny (Chenu a kol., 2017).

Rastry nepřestávají graficky přesné hranice prostorových objektů jako vektory (Obr. 1), ale jejich podobný prostorový charakter napomáhá modelování povrchů krajiny (Sabi a kol., 2017). Matematické operace s rastry jsou zároveň méně výpočetně náročné než vektory (Lemire a kol., 2016). Nicméně, použití vektorových dat je nezbytné pro popsání topologických vztahů v krajině (např. síťové analýzy) (Fenu a Pau, 2018).



Obr. 1: Ukázka prostorového zobrazení pro vybrané soubory polygonů typu orná půda v okolní krajině: (a) ortofotografické zobrazení pozorovaného povrchu území (tj. letecký snímek pořízený roku 1974 s měřítkem 1: 25480); (b) vektorová data (polygony); (c) rastrová data (velikost jedné buňky čtverce je 10x10 m); (d) rastrová data (velikost jedné buňky čtverce je 40x40 m). Zde došlo ke ztrátě některých prostorových dat se zvětšením velikosti zrna krajiny

V současnosti jsou rastrová i vektorová data snadno dostupná prostřednictvím internetových datových úložišť a mapovacích aplikací jako je např. Google Earth (Google Inc.) nebo Bing Maps (Microsoft Corp.) (Wampler a kol., 2013). Ačkoli tyto aplikace nemohou být použity pro účely analýz v krajině, obsahují informace ohledně výškových modelů, dopravních sítí a názvů s detailním označeními pro jednotlivé lokality. Výše zmíněné mapovací nástroje jsou užitečné hlavně pro vizualizaci, pro rychlé vyhodnocení krajiny a pro průzkum terénních stanovišť (Vlami a kol., 2019). Geoprostorová data se využívají čím dál tím více, a to zejména díky osobním GPS (např. v mobilních telefonech a autech) a k nim dodaným aplikacím.

Pokud jde o software, je k dispozici široký seznam GIS softwaru, který je určen pro práci s prostorovými daty (Tab. 1). Při organizování výběru softwaru je třeba rozlišovat mezi komerčním a volně dostupným softwarem (obsahující otevřený zdrojový kód v angličtině open-source). V komerční sféře je zastoupena především společnost ESRI (zahrnující své produkty jako jsou ArcGIS) nebo IDRISI. V oblasti bezplatných a open-source aplikací jsou zastoupeny hlavně Quantum GIS, SAGA GIS, GRASS GIS, Generic Mapping Tools, gvSIG.

Tab. 1: Přehledová tabulka používaných GIS programů v krajinné ekologii

	GIS programy	vývojáři	webové adresy – zdroje	vlastnosti softwaru
komerční software	ArcGIS	ESRI	esri.com	kompletní pokrytí všech prostorových funkcí a modelů
	IDRISI	Clark Labs, Clark University	clarklabs.org	systemy založené na výpočtech rastrů a zpracovávání obrazu
bezplatný (open-source) software	QGIS	QGIS Development Team	qgis.org	grafický prohlížeč s možností prostorových úprav
	SAGA GIS	Departments for Physical Geography, Hamburg and Göttingen	saga-gis.sourceforge.net	obsahuje algoritmy pro analýzy prostorových dat a zvládá upravovat různé typy rastrových dat
	GRASS GIS	GRASS Development Team	grass.osgeo.org	umožňuje práci s vektory a rastry, buď v grafickém rozhraní nebo v příkazovém řádku
	Generic Mapping Tools	Wessel, Smith a kol.	generic-mapping-tools.org	zpracování a zobrazení v souřadnicových osách xy či xyz včetně rasterizace a operace zpracovávající zobrazení různých druhů mapových projekcí
	gvSIG	gvSIG Association	gvsig.org	prostorové analýzy a vytváření referenčních geografických informací za účelem výpočetního řešení

Nedávné pokroky u výpočetní techniky vedly k efektivnějšímu zpracování analýz s velkými objemy prostorových dat (takovéto analýzy jsou velmi náročné na úložný prostor paměťového média). Pomocí nástrojů GIS lze analyzovat krajinnou ekologii např. popis krajinných kompozic, historické mapování či určování specifických vztahů v přírodě i v krajině (Singh a kol., 2010; Fenu a Ban, 2018; Vlami a kol., 2019; Zhang, 2019).

2.2.1 Využití GIS pro hodnocení krajiny

Stanovování mozaikovitosti (diferenciace krajiny) a kvalit krajinných textur jsou důležitými aspekty pro charakterizaci přírodních stanovišť zvláště pro ochranu přírody a udržitelnosti přírodních procesů (Robinson, 2011; Weins, 2008). Avšak metody pro posouzení krajiny či degradace krajinných prvků jsou velmi komplikované, protože krajina může zahrnovat složité přírodní nebo uměle utvářené tvary pro stanovení krajinného rázu (Bastian a kol., 2006). Tyto diagnostiky pro vyhodnocení krajiny jsou omezeny koncepčními problematikami spojené

s vymezením definice krajina a její široké rozmanitosti v kulturní krajině (Brunetta a Voghera, 2008). Evropská úmluva o krajině (European Landscape Convention dále jen ELC) definuje krajinu jako oblast obývaná lidmi, jejichž působení s přírodními faktory tvoří krajinný ráz dané oblasti území (Jones, 2007). ELC se snaží zvyšovat povědomí o hodnotě živé přírody v krajině, i přesto je k dispozici jen velmi málo terénních metod pro vyhodnocování kvality krajiny za účasti lidí, kteří žijí, nebo navštěvují konkrétní krajinu (Brunetta a Voghera, 2008). Je rovněž třeba vzdělávat lidi k pečlivému stanovování krajiny, protože mnoho z jejich přírodních hodnot, nelze snadno kvantifikovat nebo systematicky posoudit (Vlami a kol., 2017). Avšak aplikace nástrojů GIS pro stanovení krajin přispívá k lepšímu managementu ochrany přírody (Vlami a kol., 2019).

Koncepce řešení pro hodnocení krajiny usiluje o holistický přístup, který se vrací k výzkumu v západní Evropě z padesátých let, kdy se až nedávno vyvinulo několik postupů pro posuzování (Jensen, 2006). Vyhodnocení v terénu je obvykle složité na postupy a technické protokoly, které jsou vytvářeny výhradně pro odborníky v daném oboru (Dakin, 2003). Tyto protokoly se obvykle zaměřují na specifické krajinné aspekty a cíle. Mezi ně obvykle patří stanovení kvality scénických, estetických, určení konkrétních typů krajiny, stanovení degradace a obnovy či plánování, inventarizace a monitorování vegetace v krajinném měřítku (Loures a kol., 2015). Existuje široká škála aplikací, většina z nich jsou techniky mimo pracoviště a v posledních 25 letech široce využívají nástroje GIS (Antrop a Van Eetvelde, 2017). Některé přístupy k posuzování krajiny, jako jsou estetická hodnocení založená na použití fotografií mimo lokalitu, byly kritizovány jako nekonzistentní a nespolehlivé (Simensen a kol., 2018). Mnoho různých standardních přístupů se samozřejmě v mnoha postupech managementu ochrany přírody používá široce (Palmer a Hoffman, 2001). Navzdory velkému úsilí při zkoumání krajiny z mnoha úhlů pohledů je však málo terénních krajinných přístupů skutečně integrujících nebo široce použitelných v různých typech krajiny (Brunetta a Voghera, 2008; Antrop a Van Eetvelde, 2017).

2.3 Základní charakteristika NP Podyjí

Národní park Podyjí je významný svojí bohatou druhovou rozmaností a cennými krajinnými prvky. Jako příklad lze uvést suťové pole či význačné nivní louky lemující tok řeky Dyje, kde se vyskytují organismy, které jsou ohrožené nebo chráněné. Zájmové území spadá do soustavy chráněných území Natura 2000, která je podložena ochrannou legislativou EU (směrnice Rady 92/43/EHS, o ochranně přírodních stanovištích, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin; směrnice Evropského parlamentu a Rady 147/2009/ES, o ochraně volně žijících ptáků)

(Council of the European Communities, 1992; European Parliament, Council of the European Union, 2009).

2.3.1 Reliéf

Základní geomorfologický jev a zároveň osa NP Podyjí je tvořena kaňonovitým údolím řeky Dyje a řadou zaklesnutých meandrů, které tvoří státní hranice mezi Českou republikou a Rakouskem. S vyhlášením politických změn v Evropě se mohly uskutečnit po roce 1989 intenzivní vědecké výzkumy, které do té doby nebyly možné realizovat, protože území bylo uzavřené více jak 40 let (Kirchner a kol., 2014). Geomorfologické výzkumy se zabývaly na daném území zejména poznáváním základních rysů reliéfu, vývojem reliéfu v čase či říčními a antropogenními vlivy na daný reliéf (Demek, 2007; Kubalíková, 2009). Dále zde byly aplikovány moderní inventarizační metody jako je laserového skenování (Kuda, 2013).

Díky těmto geomorfologickým výzkumům po roce 1989 byla shromážděna data, na základě kterých byla zpracována typizace a regionalizace reliéfu NP Podyjí (Kirchner a kol., 2014). Tyto podklady dále posloužily pro komplexnější fyziogeografické práce (Buček a Lacina, 1989; Ložek a Vašátko, 1996). Do současnosti nebyly pro území NP Podyjí detailněji rozřazeny kartografické typy reliéfu, protože hlavní pozornost byla soustředěna na vytváření map s typy reliéfu v měřítku 1:25000, které by posloužily jako podklad pro regionalizace a jiné přírodovědné obory (Kirchner a kol., 2014).

Typizace reliéfu NP Podyjí má skvělé předpoklady pro určení jednotlivých typologických prostorových jednotek (Kolejka, 2014), též se vyznačuje výraznými geomorfologickými rozpory (Kirchner a kol., 2014). Rozpor je v příčném profilu mezi hlubokým a plochým údolím řeky Dyje, kde se nachází rovný reliéf se zarovnaným povrchem, právě zde protéká řeka kaňonovitým údolím. Dalším rozporem, je u hranic na západním okraji území NP Podyjí, kde z Vranovské přehradě teče Dyje skrze park a zařezává se do údolí. A posléze na východním okraji parku teče do široké sníženiny Dyjsko-svrateckého úvalu (Demek a Kopecký, 1996). Celkové sklony reliéfu jsou zde zastoupeny odlišně. Svahy se sklonem do 5° pokrývají 47% plochy, dále svahy vyšší než 15° pokrývají 20% plochy parku (Kubalíková, 2009). Nejvyšší nadmořskou výšku na území NP Podyjí má vrchol Býčí hora 536 m n. m.. Dyje opouští dané území u přehradní nádrže Znojmo v nadmořské výšce 207 m (Kirchner a kol., 2014). Rozmezí výškového intervalu 301–450 m n. m. převažuje na 70% území národního parku (Demek, 2007). Meandrující vodní tok Dyje, který teče ze západního okraje parku až k východnímu ústí na východě, má vzdálenost 17 km. Geologické podloží je poměrně pestré a pomáhá k rozřazení jednotlivých typů reliéfu. Východní část parku je

tvořena kadomskými horninami dyjského masivu (granit, zbrídlíchnatělý granit, vzácně granodiorit) (Demek a Kopecký, 1996). Ve střední a západní části parku lemuje území horniny moravika. Na západní části převažují metamorfované horniny (např. pararuly, svory s vložkami krystalických vápenců, amfibolitů a erlanů). Skalní podloží jsou tvořena překryvy zbytků sedimentů terciéru, kvartéru a sprašovými hlínami (Kirchner a kol., 2014).

Celkově se reliéf NP Podyjí skládá ze tří základních typů reliéfu, které se liší vlastnostmi jejich podloží, morfologií a genezí. Skládá se z regionálního zarovnaného povrchu, východního okrajového svahu Českého masivu a kaňonu údolí řeky Dyje (Demek a Kopecký, 1996).

2.3.2 Biota

Chráněné plochy zahrnující bohatou druhovou diverzitou v České republice se nacházejí v NP Podyjí. V údolích se nacházejí optimální podmínky, které jsou vhodné pro růst chladnomilných a stínomilných rostlin, naopak na slunných stráních se nacházejí ideální podmínky pro teplomilné rostliny. Na okrajích parku je možné nalézt i nepůvodní rostlinné druhy. Jedním ze závažnějších problémů je zavlečení a rozšíření trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*) ve východní části parku (Reiterová a kol., 2012). V NP Podyjí se celkově nachází 77 druhů chráněných rostlin např. brambořík nachový (*Cyclamen purpurascens*), divizna velkokvětá (*Verbascum densiflorum*), koniklec velkokvětý (*Pulsatilla grandis*), kosatec dvoubarevný (*Iris variegata*), kýchavice černá (*Veratrum nigrum*), měsíčnice vytrvalá (*Lunaria rediviva*) a dalších 18 druhů orchidejí (Reiterová a kol., 2012). Mezi zajímavá společenstva se dále řadí louky, mokřady, suťové lesy a skalní stepi a dále vřesoviště, které byly vytvořeny působením pasoucího se dobytka.

Zbytky doubrav na východě parku poukazují, že v minulosti v lese docházelo k těžbě dřeva a tím k přeměnám z lesních ploch na pastviny, na kterých vznikala v průběhu let jedinečná rezervní společenstva, u kterých převažoval zejména vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Pásmo tvořené vřesem se rozkládá od západního okraje parku, kde hraničí s městem Znojmo až dále na jih přes rakouské hranice k městu Retz. Toto pásmo je označováno jako znojemské vřesoviště (Mackovčín a kol., 2007).

Druhová bohatost fauny je na území parku vysoká. Z obratlovců se zde v údolí řeky vyskytují např. vydra říční (*Lutra lutra*) či ve stepních částech parku sysel obecný (Reiterová a kol., 2012). Z ptáčích zástupců zde žije čáp černý (*Ciconia nigra*), který se stal i hlavním znakem NP Podyjí. Dále z ptáků je zde zastoupen dudek chocholatý (*Upupa epops*), krutihlav obecný (*Jynx torquilla*), lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), skřivan lesní (*Lullula arborea*),

skorec vodní (*Cinclus cinclus*), včelojed lesní (*Pernis apivorus*) a výr velký (*Bubo bubo*) (Škorpíková a kol., 2012). Z plazů se zde nachází všechny druhy užovek včetně užovky stromové (*Zamenis longissimus*), která je zvláště chráněná na území České republiky (Reiterová a kol., 2012). Stejně tak jako u obratlovců i bezobratlý živočichové zejména z hmyzí říše jsou zde hojně zastoupeny, z vzácných druhů je možné jmenovat např. nosorožík kapucínek (*Oryctes nasicornis*), roháč obecný (*Lucanus cervus*), tesařík obrovský (*Cerambyx cerdo*); z motýlů jasoň dymnivkový (*Parnassius mnemosyne*) či otakárek ovocný (*Iphiclides podalirius*) (Mackovčín a kol., 2007). Vybudování Vranovské a Znojenské přehrady nacházející se v horní části toku a v dolní části toku řeky, mělo negativní dopad na prostředí, jelikož došlo k zatopení vodou nivních ploch, které obsahovali bohatou druhovou diverzitu organismů, které zde dříve žili. Další negativní dopad byl zapříčiněn tím, že přehrady vytvořily neprostupné hranice, které omezily migrace živočichů. Zejména pro vodní živočichy je migrace zcela zásadní a to vedlo k vytlačení původních druhů jako byly ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*) a ouklejka pruhovaná (*Alburnoides bipunctatus*) (Reiterová a kol., 2012). V současnosti ve vodním toku žije 32 rybích druhů, které jsou zastoupeny hlavně pstruhem potočním (*Salmo trutta fario*), lipanem podhorním (*Thymallus thymallus*) či nepůvodním sivenem americkým (*Salvelinus fontinalis*) (Reiterová a kol., 2012). Celkově je na území NP Podyjí pestrá škála v druhové diverzitě organismů, nacházejících se na daném území a většina z nich spadá do chráněných druhů, které je třeba chránit.

Bohatá druhová diverzita je na tomto území způsobena i různými částmi ze střední Evropy, a to Hercynskou a Panonskou krajinou s přidanými vlivy klimatických pásem alpských a karpatských. Právě tyto předpoklady se projevují jevem označovaným jako údolní (Rothröckl a Škorpík, 2008). Díky tomu se v západní části parku vyskytují teplomilné organismy, které přišly z teplé jihovýchodní části NP. A naopak ze západu migrovaly dál k údolní organismy, které upřednostňují chladné a stinné stanoviště v severních svazích.

2.3.3 Ochrana přírody a Natura 2000

U provozu elektrárny na Vranovské přehradě u městyse Vranov nad Dyjí stále nedochází k řešení negativního dopadu na vodní tok. V blízké budoucnosti bude potřeba vyřešit tento problém pověřenými úřady a rozhodnout o vodním hospodaření z hlediska celospolečenského zájmu.

V jihovýchodní části ochranného pásma NP Podyjí dochází stále k fragmentaci krajiny, zapříčiněné výsadbou vinic, která je však podpořena ze strany Evropské unie. Tento problém je třeba nejaktivněji řešit s přihlédnutím na stálou ptačí oblast a soustavu chráněných

území Natura 2000. Dále zde dochází k mírnému rozvoji ochranných pásem spojené s riziky dopadů především na oblasti a jejich rázovitost krajiny (Rothröckl a Škorpík, 2008).

Následně zde probíhá přeshraniční spolupráce mezi NP Podyjí a NP Thayatal v rámci ochrany kaňonovitého údolí Dyje, která je podpořena na úrovni ministerstev životního prostředí Česka a Rakouska. Správy obou parků usilují o stejné zabezpečení ochrannářských postupů, sdílení důležitých informací a vhodných zajištění postupů kolem krajiny (Rothröckl, 2016). Za poslední dobu proběhlo mnoho akcí zaměřených na seznámení s cíli správy NP se zájemci z řad veřejnosti, vytvoření společných průzkumů se strážci a turisty a též spolupráce na vědeckých projektech (Miklín a kol., 2016; Šebek a kol., 2016). V roce 2007 na konferenci Federace Europarc, která se konala v České republice, byla udělena parkům Podyjí a Thayatal ocenění ve formě certifikátu kvality ohledně jejich přeshraniční kooperace v rámci programu Transboundary Parks following nature's design (Europarc Federation, 2008).

Významné ocenění na mezinárodní úrovni byl roku 2000 Správě NP Podyjí udělen Evropský diplom Radou Evropy (Rothröckl, 2016). Tímto oceněním se park zařadil do užší skupiny, zaměřující se na chráněná evropská území. V roce 2006 byl opět udělen Evropský diplom a byla vytknuta poznámka parku ohledně řešení záležitosti týkající se nakládání s vodou a vodním tokem Dyje (Rothröckl a Škorpík, 2008). Tato potíž je zapříčiněna provozem vodní elektrárny na Vranovské přehradě. Podyjí je stálým členem soustavy chráněných území Natura 2000 a tím je zdůrazněna významnost parku na území Evropské unie.

Současné právní úpravy, které se shodují s mezinárodně uznávaným vymezením a zájmy IUCN (Mezinárodní unie pro ochranu přírody), jsou důležitými základními pravidly péče o NP. Veškeré aktivity s tím spojené musí být v souladu se zájmy NP, které jsou tvořeny hlavně ochranou vývoje přírody a krajiny, zavádění přírodních procesů na většině ploch Podyjí (Rothröckl, 2016). Důležitým významem NP je zajistit bohatou biologickou rozmanitost a představit unikátní hodnoty přírody.

2.3.4 Role člověka ve vývoji krajiny NP Podyjí

Již od dob staršího paleolitu byla příroda na dnešním území NP Podyjí spjatá s činností člověka. Dokladem působení jsou nalezené kamenné nástroje pocházející ze Sedlešovic z doby holštejnského interglaciálu (Neruda, 2007). Podnebí zde bylo relativně teplé (Ložek, 2008), vegetace tu byla tvořena smíšenými lesy s převahou dubů (Ložek, 2001). Populace člověka heidelbergského (*Homo heidlebergensis*) měla velmi malý vliv na celkovou skladbu

přírody a ekosystémů, protože jejich hlavním způsobem obživy byl především lov a sběr (Neruda, 2007). Krajina současného Znojemska leží v pásmu severských a alpských ledovců (Ložek, 2001), díky tomu se přenášejí z oblastí se suchým a chladným klimatem prachové bouře, které se zabudovávají v podobě spraší na závětrných místech v údolí řeky Dyje a dále nad jejími plošinami (Kirchner a kol., 2014).

Na území NP Podyjí byly zastoupeny v tradičním hospodaření především výmladkové (pařezení středních a nízkých lesů) a lesní pastva, které vedly ke stálému a opakovanému výskytu otevřených lesů, a tím poskytovaly přírodní útočiště živočišným druhům. Díky tomu došlo i k větší druhové rozmanitosti žijících organismů vázaných na stanoviště otevřených lesů (Čížek a kol., 2016).

Počátkem 20. století docházelo k zarůstání pastvin, ale k celkovému radikálnějšímu zvratu v hospodaření s lesy a poli došlo až po 2. světové válce a to v letech 1948 (Šebek a kol., 2016). Odsunutí pohraničního německého obyvatelstva, vybudování neprostupné hranice železné opony byly hlavní socio-ekonomické změny na území České republiky, které měly za následek snížení intenzity hospodaření v pohraničí (Boucníková a Kučera, 2005). V padesátých a šedesátých letech došlo ke kolektivizaci a vyvlastnění lesních a polních pozemků, která ještě více zrychlila zánik mozaik a otevřených lesů, ke kterému docházelo už od 19. století a tím došlo k velké proměně kulturní krajiny a k řízenému hospodaření na vyvlastněných pozemcích (Boucníková a Kučera, 2005; Jech, 2008). Dále docházelo k postupnému zarůstání ploch otevřeného lesa, což vedlo k úplnému vymizení mozaik, které jsou hlavními prvky heterogenity v krajině (Forman a Godron, 1993).

Po roce 1991 měla největší dopad na celkovou přeměnu krajiny, především omezení lesního hospodaření a aplikace bezzásahového managementu, které jsou legislativně ustáleny jako požadavky ochrany přírody a krajiny (Hanák, 2016). Dochází zde k zarůstání lesa a tím i zmenšování ploch otevřeného lesa, dále vedoucích ke snižování velikosti ploch a výskytů ohrožených druhů jako je tesařík obrovský (*Cerambyx cerdo*). Malé populace tesaříka obrovského se shlukují v současnosti na malých stanovištích otevřeného lesa, které byly ještě v roce 1938 více zastoupené (Šebek a kol., 2015). V současnosti je velikost ploch otevřeného lesa jen třetinová oproti letům 1938 a 2014, kdy klesla z 1598.4 ha na 493.2 ha a rozloha travnatého bezlesí dále klesla z 293.7 ha na 100.3 ha (Miklín a kol., 2016).

Metodika

3.1 Poloha a základní údaje

Zvolené území se nachází v Jihomoravském kraji v okrese Znojmo, u státních hranic s Rakouskem. Hranice studovaného území jsou vymezeny hranicemi NP Podyjí, které byly vyhlášeny Nařízením vlády České republiky č.164/1991 a jejichž celková rozloha činní plochu 6350 hektarů. NP Podyjí bylo vyhlášeno na původním území bývalého chráněného krajinného území (dále jen CHKO), které bylo vyhlášeno 11.12.1978. Osa NP Podyjí je tvořena kaňonovitým údolím střední části toku řeky Dyje, která územím protéká v délce 40 km mezi městy Vranov nad Dyjí a Znojmem. Georeliéf terénu se pohybuje od nejnižšího bodu, který je u hladiny řeky Dyje u Znojma (208 m n. m.) až k Býčí hoře u Vranova nad Dyjí (536 m n. m.). V NP Podyjí se nachází jedinečně zachovalé říční údolí se zaklesnutými meandry a též s velkým množstvím geomorfologických jevů ve skalních horninách (Mackovčín a kol., 2007). Lesy zde pokrývají 89,55% území parku (Miklín a kol., 2016) a 37% lesních ploch je ponecháno přirozenému vývoji (Národní park Podyjí, 2018).

3.2 Zdrojová data

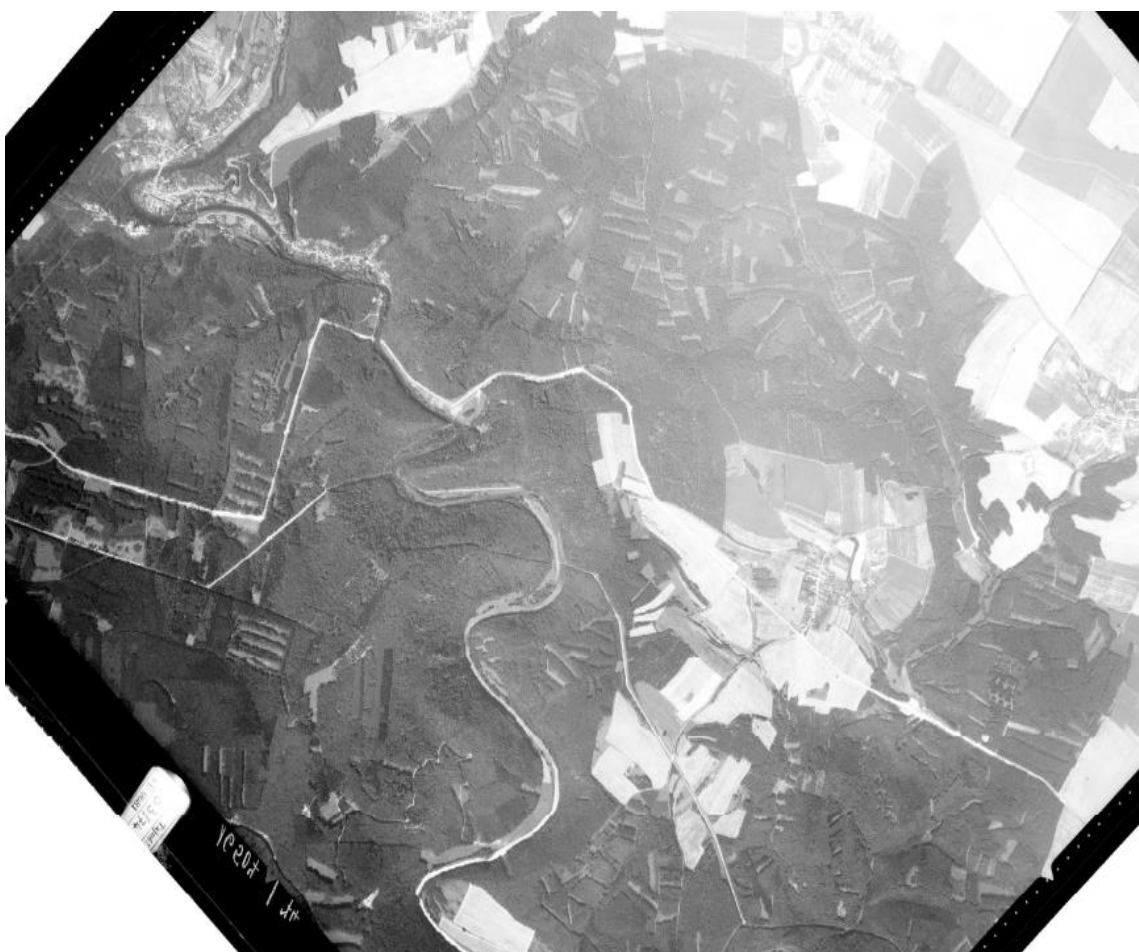
Historický vývoj krajiny NP Podyjí byl zkoumán na podkladě leteckých snímků z let 1938, 1952, 1974, 1989 a 2014. Letecké snímky z let 1952, 1974 a 1989 byly poskytnuty Vojenským geografickým a hydrometeorologickým úřadem v Dobrušce. Vektorizované vrstvy z let 1938 a 2014 a jejich kategorizace pocházejí z práce Miklín a kol. (2016), které byly použity jako doplnění této práce.

Rok 1938 byl vybrán, z důvodu dostupnosti nejstarších leteckých snímků. Rok 1952 byl vybrán z důvodu změny v kolektivizaci a pokračující změně hospodářského systému, kdy docházelo k vyvlastňování soukromých zemědělských pozemků (Jech, 2008). Roky 1974 a 1989 byly vybrány, protože dané letecké snímky byly časově nejbližší k roku 1978, kdy bylo vyhlášeno CHKO Podyjí., Rok 1991 byl vybrán z důvodu dostupnosti leteckých snímků těsně před vyhlášením NP Podyjí. Snímky z roku 2014 pak mají za cíl reprezentaci aktuálního stavu krajiny.

Všechny snímky byly černobílé v rastrovém formátu .jpg s rozlišením 96 DPI (Dots per inch). Měřítko snímků bylo pro rok 1952 1:5000 a pro zbývající roky přibližně 1:26000.

3.3 Příprava zdrojových map – georeferencování a vektorizace

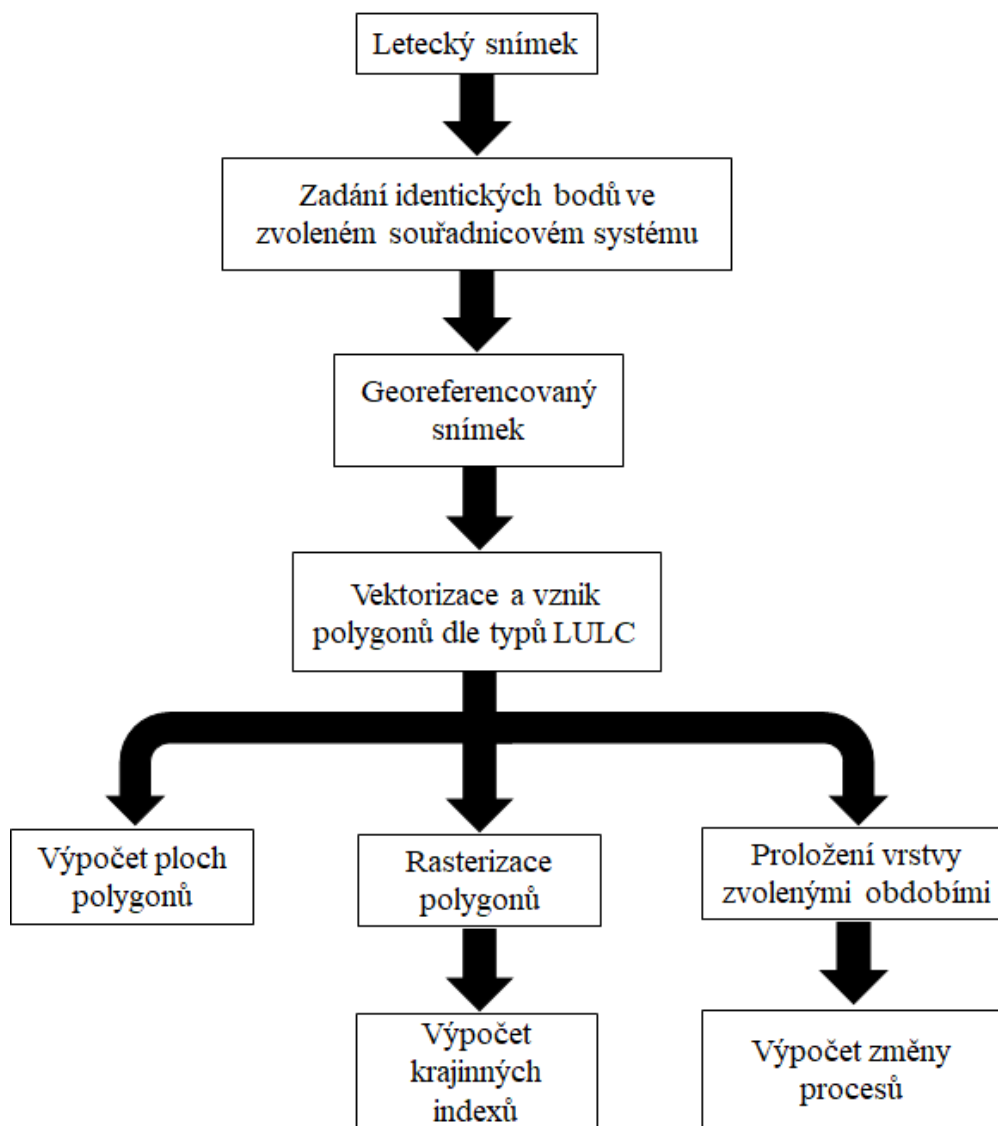
Letecké snímky z let 1952, 1974 a 1989 jsem georeferencoval a vektorizoval v prostředí ArcGIS (ArcMap 10.6, ESRI Corp.). Georeference leteckých snímků probíhala pomocí metody polynomické transformace k digitální Ortofoto ČR z roku 2016 (Geoportál ČÚZK, 2020). Snímky byly georeferencovány v souřadnicovém systému S-JTSK (Krovak East North, kód 5514) (Obr. 2). Souřadnicový systém S-JTSK je geodetickým referenčním systémem na území České republiky podle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. v platném znění, a dále závazným souřadnicovým referenčním systémem na území Evropské Unie podle směrnice INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) (INSPIRE, 2020).



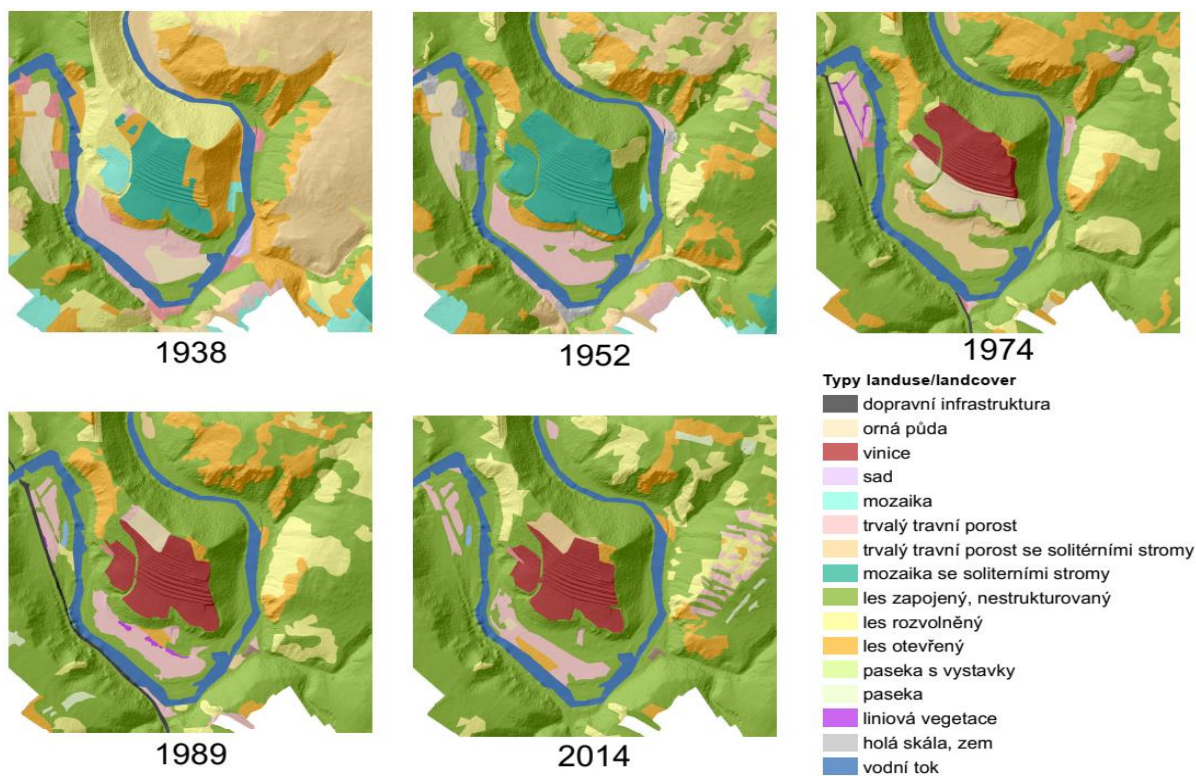
Obr. 2: Příklad georeferencovaného leteckého snímku ze severozápadní části NP Podyjí z roku 1974

Na základě georeferencovaných leteckých snímků byl pro celé území NP Podyjí vektorizován krajinný pokryv. Vektorizace byla provedena tak, aby nevznikaly dva polygony stejného typu LULC vedle sebe, ale každý polygon dané kategorie sousedil pouze s polygony jiných kategorií (Obr. 4). U všech nově vzniklých vrstev jsem provedl kontrolu topologických chyb, abych odstranil chybné překryvy polygonů mezi sebou a nedocházelo případně

k nesprávnému výpočtu ploch jednotlivých kategorií a typů LULC. Jednotlivé kroky práce jsou shrnuty ve vývojovém diagramu (Obr. 3).



Obr. 3: Vývojový diagram shrnující měření změn krajinného krytu



Obr. 4: Ukázka přiřazených typů LULC pro jednotlivé roky v jihovýchodní části NP Podyjí – Šobes

3.4 Kategorizace krajinného krytu

Kategorizace krajinného pokryvu vycházela z klasifikace Corine (Commission of the European Communities, 1995) a Miklín (2015). Tyto kategorizace byly však upraveny a doplněny podle specifických potřeb studovaného území. Pro zjednodušení jsem vytvořil celkem 5 kategorií, v nichž bylo odlišeno 21 typů ploch LULC (Tab. 2). Kategorie *urbanizovaná území* byla určena jako plochy vzniklé lidskou činností. Kategorie *zemědělské plochy* byla vymezena podle způsobu výkonu zemědělského a pasteveckého obhospodařování. Kategorie *lesní plochy* zahrnovala různé typy otevřenosti lesa a struktur v lese se nacházejících (např. paseka). Poslední kategorie *vodní plochy* byly tvořena z povrchových vod a bažin. Pro jednotlivé roky jsem vypočítal velikost území daných kategorií/typů LULC a jejich procentuální zastoupení vzhledem k celkové velikosti NP Podyjí a tyto hodnoty zobrazil pomocí jednoduchých grafů.

Abych mohl porovnat a společně analyzovat vrstvy z let 1952, 1974 a 1989 a již vektorizované vrstvy z roku 1938 a 2014, snažil jsem se použít pro kategorizaci území stejný přístup jako byl použit v práci Miklín a kol. (2016), odkud původní vrstvy pocházely. Celý postup byl společně několikrát konzultován a jednotlivé typy LULC kalibrovány na základě již určených kategorií. V praxi jsem potom vždy použil vektorizovanou vrstvu z předcházejícího roku jako podklad pro určení typu LULC v daném roce. I přes veškerou

snahu o maximální porovnatelnost výsledků bylo u některých typů LULC těžké stanovit jasnou hranici. Typickým příkladem byl les otevřený a les rozvolněný. Z tohoto důvodu byly tyto dva typy LULC v některých analýzách spojeny dohromady a považovány za jeden typ. K jistým nepřesnostem mohlo dojít i při kategorizaci typu LULC dopravní infrastruktura či holá skála, zem. V těchto případech vždy velmi záleželo na kvalitě a zejména úhlu pořízených fotografií a také z jaké části byly tyto struktury zakryty okolní vegetací. Jelikož vždy šlo o menší úseky (v porovnání s celkovou rozlohou NP Podyjí), které nebyly prioritní pro účely této studie, případná chybovost je spíše zanedbatelná. Velikost vodního toku řeky Dyje se neměnila kromě roku 1966, kdy byla postavena Vodní nádrž Znojmo (Povodí Moravy, 2020). Proto jsem nechal velikost polygonu vodní plochy pro rok 1952 stejnou jako bylo v roce 1938. Zbylým rokům 1974 a 1989 jsem přiřadil stejnou velikost polygonu vodní plochy jako z roku 2014.

Tab. 2: Přehledová tabulka kategorií a jejich typů LULC použité v této práci

Kategorie (tučně) a typy LULC	Popis
1. urbanizovaná území	
obytná zástavba	plocha zastavěná budovami
průmyslová, obchodní a zemědělská zóna	areály zemědělských družstev, obchodů, průmyslových podniků
městská a příměstská zeleň, zahrada	soubor uměle vysázených rostlin v prostoru
dopravní infrastruktura	liniová pozemní komunikace
2. zemědělské plochy	
orná půda	plocha užívaná v zemědělství k pěstování plodin
sad	specializovaná výsadba dřevin (ovocných stromů a keřů), pravidelné uspořádání v prostoru
mozaika	drobné zemědělské pozemky s využitím obvykle jako louky, méně často jako orné půdy; dlouhé a úzké pozemky (obvykle 10–40 m)
mozaika se solitérními stromy	mozaika obsahující rozptýlené dřeviny jako extenzivní sady
vinice	pozemek s vysázenou vinnou révou
trvalý travní porost	louky, pastviny
trvalý travní porost se solitérními stromy	louky, pastviny se solitérními stromy v řádově jednotkovém počtu na hektar
3. lesní plochy	
les zapojený	homogenní zapojený les bez viditelného povrchu země
les rozvolněný	lesní porost s viditelným povrchem země, stromy a keři
les otevřený	stromy a keře jsou od sebe průměrně ve vzdálenosti 15–40 m
paseka s výstavky	mýtina zahrnující výstavky v počtu 1–10 ks/ha
paseka	vymýcená část lesního porostu
liniová vegetace	jedno nebo víceřadý pás vegetace
4. skály a povrchy bez vegetace	
holá skála, zem	výchoz skalních hornin viditelný na povrchu země
5. vodní plochy	
vodní plocha	stojatá vodní plocha (jezero, rybník)
vodní tok	tekoucí voda
bažina	část terénu, které pokrývá plochy se stojatou vodou

3.5 Krajinné metriky

Všechny vektorizované plochy LULC z jednotlivých let byly převedeny do rastrové podoby v prostředí ArcGIS (ArcMap 10.6, ESRI Corp.) s velikostí pixelu 1x1 m. Takto vytvořené rastry ve formátu .tif jsem dále analyzoval v programu FRAGSTATS verze 4.2 (McGarigal, a kol., 2012), který je určen k analýze prostorových struktur krajiny a umožňuje počítat široké množství prostorových indexů. Indexy mohou popisovat zájmová území na úrovni krajiny nebo jednotlivých typů LULC. Indexy počítané na úrovni krajiny vycházely z rovnoměrného umístění plošek LULC v krajině. Na úrovni jednotlivých typů LULC pak byla počítána hustota ploch a průměrná velikost ploch (Tab. 3).

Tab. 3: Krajinné indexy získané pomocí programu Fragstats. Indexy popisují zájmové území na úrovni krajiny

Název indexu	Popis	Rozmezí hodnot
Simpsonův index diverzity – SIDI	Popisuje pravděpodobnost, kdy dvě nalezené plošky v daném území budou mít mezi sebou zcela jiné typy LULC. SIDI je počítán jako jedna mínus podíl počtu plošek daného typu LULC k celkovému počtu plošek všech kategorií v celém počítaném území (McGarigal a kol., 2009).	$0 \leq \text{SIDI} < 1$
Interspersion and Juxtaposition Index – IJI	Popisuje aspekt proložení. Čím je hodnota indexu ve sledovaném území vyšší, tím jsou plošky jednotlivých typů LULC rovnoměrněji proloženy a sousedí s větším počtem plošek jiných typů LULC (Leitao a kol., 2006).	$0 < \text{IJI} \leq 100$ %
Hustota plošek – PD	Je to podíl celkové velikosti plošek na celkovou rozlohu plochy měřeného území (McGarigal a kol., 2009). Popisuje hustotu plošek na rozloze studovaného území. Výsledek je uveden v počtu plošek na 100 ha (Leitao a kol., 2006).	$\text{PD} > 0$ [m/ha]
Hustota okrajů – ED	Je to podíl celkových délek okrajů plošek na celkovou rozlohu plochy měřeného území, hodnota je převedena na hektary (McGarigal a kol., 2009). Pokud je vysoká hodnota ED, pak index poukazuje na vysoký výskyt okrajů v měřeném území (Leitao a kol., 2006).	$\text{ED} \geq 0$ [m/ha]

3.6 Změny v krajině

Změny v krajině jsem vyhodnocoval pomocí funkce Intersection (průnik) v programu ArcGIS (ArcMap 10.6, ESRI Corp.) pro čtyři přechodová období; tedy mezi roky 1938–1952, 1952–1974, 1974–1989 a 1989–2014). Tím bylo zjištěno, ve kterých plochách se změnil typ LULC,

a kde k žádné změně dále nedocházelo. Dané změny jsem rozdělil do jednotlivých kategorií podle typu procesu, který se při změně LULC v krajině odehrával (Tab. 4). U procesu *beze změn* bylo vypočítáno procentuální zastoupení plochy, kdy nedošlo mezi porovnávanými obdobími k žádné změně. Do *neutrálních* procesů byly zahrnuty ty přechody, u kterých bylo těžké stanovit konkrétní vliv na krajinu (např. mozaika → trvalý travní porost). *Ostatní* procesy potom zahrnovaly spíše okrajové změny v krajině často způsobené nedokonalou vektorizací (např. *skály a povrch bez vegetace* → *vodní plochy*). Změny jsem vyhodnotil v procentech, které byly vypočítány z velikostí ploch jednotlivých typů LULC pro jednotlivá období. Plocha daného typu LULC se skládala ze dvou částí: nezměněného z předchozího období a přeměněného do jiné kategorie (např. les otevřený → trvalý travní porost).

Tab. 4: Tabulka popisující změny v krajině dle jednotlivých procesních typů

Proces	Definice
beze změn	plochy, u kterých nedošlo mezi jednotlivými roky k žádné změně
extenzifikace	přeměna typu orná půda na další typy v kategorii <i>zemědělské plochy</i> (mozaika, mozaika se stromy, trvalý travní porost a trvalý travní porost se solitárními stromy)
intenzifikace	opak <i>extenzifikace</i> ; přeměna typů v kategorii <i>zemědělské plochy</i> (mozaika, mozaika se stromy, trvalý travní porost a trvalý travní porost se solitárními stromy) na typ orná půda
obnovení lesa	přeměna typů paseka a paseka s výstavky do jiných typů v kategorii <i>lesní plochy</i>
vykácení	opak <i>obnovení lesa</i> ; přeměna jednotlivých typů v kategorii <i>lesní plochy</i> na typy paseka či paseka s výstavky
odlesnění	přeměna typů les zapojený, les otevřený, les rozvolněný a liniová vegetace na jakoukoli jinou nelesní kategorii
zalesnění	opak <i>odlesnění</i> ; přeměna typů v nelesních kategoriích na typy v kategorii <i>lesní plochy</i> , tj. les zapojený, lesa otevřený, lesa rozvolněný a liniovou vegetaci
rozvolnění lesa	změna pouze v kategorii <i>lesní plochy</i> , přechod typu les zapojený na typ les otevřený či les rozvolněný
zarůstání lesa	opak <i>rozvolnění lesa</i> ; změna pouze v kategorii <i>lesní plochy</i> , přechod typů les otevřený či les rozvolněný na typ les zapojený
urbanizace	přeměna ostatních kategorií do kategorie <i>urbanizovaná území</i>
deurbanizace	opak <i>urbanizace</i> ; přeměna typů z kategorie <i>urbanizovaná území</i> na jinou kategorii
neutrální	přeměna jen u typů: mozaika, mozaika s rozptýlenými stromy, trvalý travní porost a trvalý travní porost se solitárními stromy
ostatní	změna v rámci kategorií <i>vodní plochy</i> a <i>skály a povrch bez vegetace</i> včetně typů vinice a sad

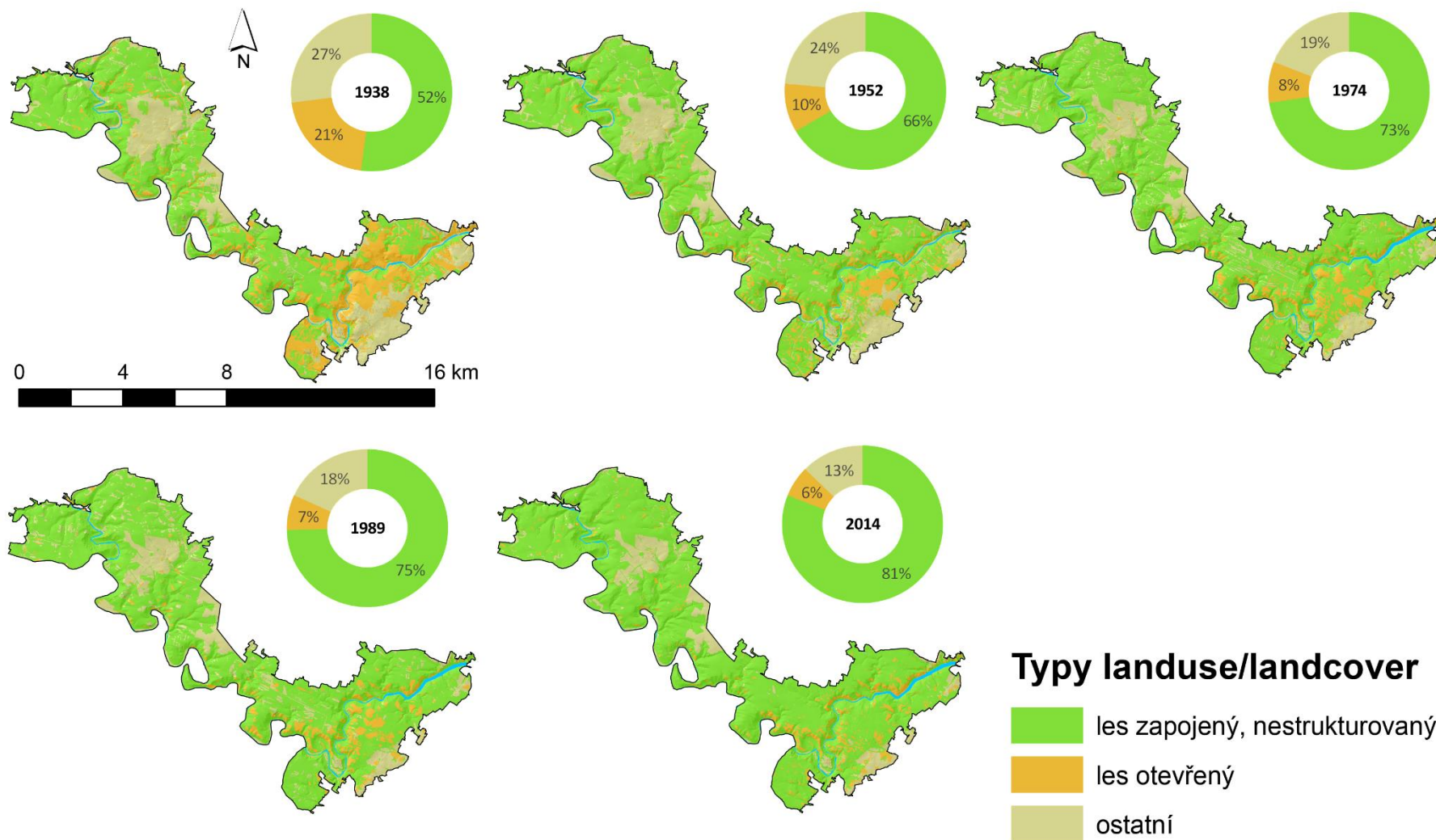
Dále, pro názornější vyjádření změn mezi jednotlivými typy LULC jsem pro každé ze čtyř období vytvořil přechodové grafy v programu R 3.6.3 (www.r-project.org) za použití

balíčku *Gmisc* 1.9.2 (Gordon, 2020). Plochy u kterých nedošlo k žádné změně, nebyly do přechodových grafů zahrnuty. Levou část grafu tvoří vždy jednotlivé typy LULC, jejichž velikost odpovídá velikosti zaniklé plochy (v hektarech) v daném období. Pravá část grafu je potom tvořena typy LULC, jejichž velikost odpovídá v daném období vzniklé ploše. Šipky mezi sloupci zobrazují směr a velikost přeměny jednotlivých typů LULC. Pro zjednodušení byly z těchto přechodových grafů odebrány změny menší než 20 ha. Sloupce v levé části grafu byly poté doplněny o procentuální vyjádření zaniklé plochy vzhledem k celkové velikosti dané kategorie v počátečním roce.

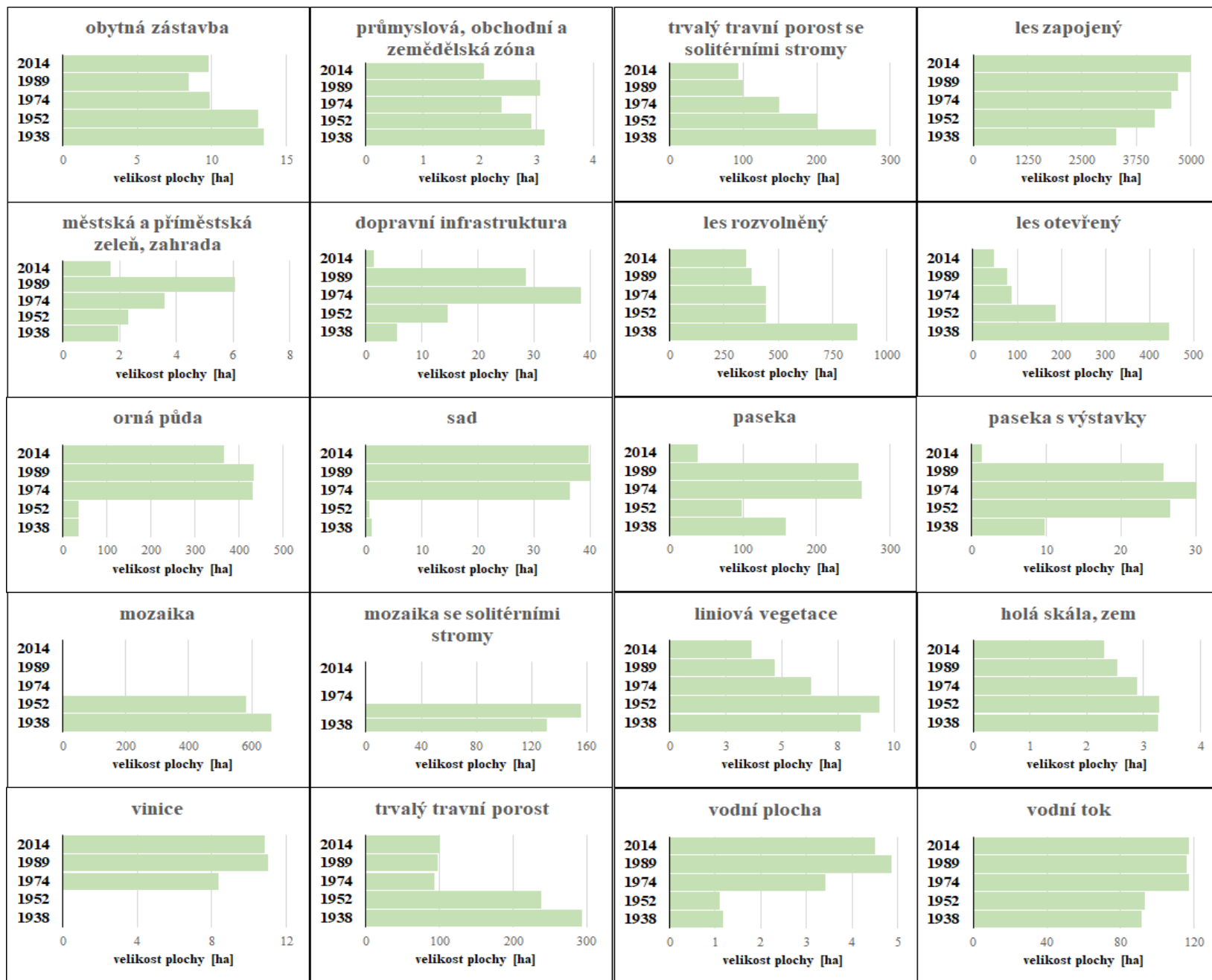
4 Výsledky

4.1 Vývoj krajinného krytu v NP Podyjí

Během sledovaného období 1938–2014 došlo v Národním parku Podyjí k řadě průběžných změn týkající se krajinného krytu. Nejvíce změn je patrných v rozloze kategorie *lesní plochy*, kdy se v průběhu let postupně zvětšovala plocha lesů na úkor zbylých kategorií: v roce 1938 byla 80% (5044.8 ha); v roce 1952 82% (5148.7 ha); v roce 1974 88% (5543.9 ha); v roce 1989 88% (5538.0 ha) a v roce 2014 90% (5632.9 ha) (Tab. 5). K velkým změnám došlo i v rámci kategorie *lesní plochy*. V roce 1938 byl les zapojený mapován na ploše 52% (3279.5 ha) celého území NP Podyjí. Jeho rozloha pak kontinuálně narůstala až na 81% (5096.0 ha) do roku 2014 (Obr. 5). Plocha lesa otevřeného a lesa rozvolněného naopak kontinuálně klesala v roce 1938 z 21% (1308.6 ha) až na 6% (399.9 ha) do roku 2014 (Obr. 6).



Obr. 5: Mapy a koláčové grafy popisující zastoupení ploch z vybraných let, které představují celkové rozložení lesních a nelesních ploch na území NP Podyjí; kategorie lesní plochy je zde rozdělena na typy: les zapojený; les otevřený (jsou tvořeny typy lesa otevřeného a rozvolněného); ostatní. Data z let 1938 a 2014 jsou převzata z práce Miklín a kol. (2016)



Obr. 6: Vývojové grafy celkových velikostí ploch typů LULC v období 1938 a 2014

Z hlediska dalších výraznějších změn ostatních kategorií bylo v období 1938–2014 zaznamenáno snížení velikostí ploch v kategorii *zemědělské plochy*. V roce 1938 dané plochy zaujímaly 18% (1126.1 ha) NP Podyjí. Postupně se však jejich rozloha snižovala a v roce 2014 byla 8% (516.9 ha). Výrazné poklesy byly v kategorii *zemědělské plochy* zaznamenány po roce 1952, kdy došlo k úplnému zániku dvou typů LULC (mozaika a mozaika se solitérními stromy).

U plochy kategorie *urbanizovaná území* je vidět, že se do roku 1974 zvětšila více než dvojnásobně a poté nastal pokles. Zastoupení ploch této kategorie tedy zaujímalo v roce 1938 0.4% (24.0 ha); v roce 1952 0.5% (37.7 ha); v roce 1974 0.9% (54.3 ha); v roce 1989 0.7% (46.1 ha) a v roce 2014 0.2% (14.9 ha).

Mírný nárůst rozlohy v prostoru byl pozorován u kategorie *vodní plochy*, která byla zastoupena v 1.5% na území NP Podyjí v letech 1938 a 1952, ve zbylých letech byla zastoupena v 1.9%. Zvláštní pozornost si v této kategorii zaslouží typ LULC vodní toky, u kterého došlo ke zvětšení plochy především mezi roky 1952 a 1974 (Obr. 6). Skokový nárůst velikosti tohoto typu je zapříčiněn především vybudováním Vodní nádrže Znojmo v roce 1966 (Povodí Moravy, 2020). K nepatrnému zmenšení ploch v rámci kategorií došlo u kategorie *skály a povrch bez vegetace* v období 1938–2014 o 1 ha (Tab. 5)

Tab. 5: Velikost ploch a procentuální zastoupení krajinného krytu v NP Podyjí (1938–2014) Celková plocha území NP Podyjí byla 6291 ha. Data v šedivých polích jsou převzata z práce Miklín a kol. (2016)

Kategorie (tučně) a typy LULC	1938		1952		1974		1989		2014	
	[ha]	[%] z rozlohy celého parku	[ha]	[%] z rozlohy celého parku	[ha]	[%] z rozlohy celého parku	[ha]	[%] z rozlohy celého parku	[ha]	[%] z rozlohy celého parku
1. urbanizovaná území	24.0	0.4	32.7	0.5	54.3	0.9	46.1	0.7	14.9	0.2
obytná zástavba	13.5	0.2	12.8	0.2	9.8	0.2	8.5	0.1	9.8	0.2
průmyslová, obchodní a zemědělská zóna	3.2	0.1	3.0	0.1	2.4	0.0	3.1	0.1	2.1	0.0
městská a příměstská zeleň, zahrada	2.0	0.0	2.3	0.0	3.6	0.1	6.1	0.1	1.7	0.0
dopravní infrastruktura	5.4	0.1	14.6	0.2	38.5	0.6	28.5	0.5	1.3	0.0
2. zemědělské plochy	1126.1	17.9	1011.2	16.1	569.1	9.0	583.1	9.3	516.9	8.2
orná půda	37.4	0.6	36.1	0.6	431.2	6.9	433.7	6.9	366.2	5.8
sad	1.1	0.0	0.6	0.0	36.3	0.6	41.4	0.7	39.7	0.6
mozaika	662.7	10.5	578.3	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
mozaika se soliterními stromy	131.3	2.1	156.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
vinice	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.1	11.0	0.2	10.8	0.2
trvalý travní porost	293.6	4.7	240.2	3.8	93.3	1.5	97.0	1.5	100.2	1.6
3. lesní plochy	5044.8	80.2	5148.7	81.8	5543.9	88.1	5538.0	88.0	5632.9	90
trvalý travní porost se soliterními stromy	280.7	4.5	203.7	3.2	148.4	2.4	99.9	1.6	93.5	1.5
les zapojený	3279.5	52.1	4185.0	66.5	4567.7	72.6	4697.5	74.7	5096.0	81.0
les rozvolněný	863.1	13.7	441.0	7.0	441.9	7.0	375.6	6.0	353.4	5.6
les otevřený	445.5	7.1	184.8	2.9	86.5	1.4	78.1	1.2	46.5	0.7
paseka s výstavky	9.8	0.2	26.5	0.4	31.4	0.5	25.6	0.4	1.4	0.0
paseka	157.8	2.5	97.5	1.6	261.6	4.2	256.5	4.1	38.4	0.6
liniová vegetace	8.5	0.1	10.2	0.2	6.3	0.1	4.7	0.1	3.7	0.1
4. skály a povrchy bez vegetace	3.3	0.1	3.3	0.1	2.9	0.1	2.5	0.0	2.3	0.0
5. vodní a zamokřené plochy	92.7	1.5	95.0	1.5	120.7	1.9	121.2	1.9	123.8	1.9
vodní plocha	1.2	0.0	1.1	0.0	3.4	0.1	4.9	0.1	4.5	0.1
vodní tok	91.5	1.5	93.9	1.5	117.3	1.9	116.3	1.9	117.5	1.9
bažina	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0

4.2 Krajinné indexy pro NP Podyjí

Pokles v indexu SIDI (Simpsonův index diverzity) pro období 1938–2014 byl z 0.7 na 0.3 a ukazuje snížení diverzity („bohatosti“) typů ploch LULC, což naznačuje homogenizaci krajinného krytu. Pokles indexu IJI (Interspersion and Juxtaposition index) ukazuje, že na území NP Podyjí postupem času dochází k nárůstu nerovnoměrného rozmístění typů plošek, tedy ke slukovitým rozmístěním plošek v rámci jednotlivých tříd krajinného pokryvu.

Indexy popisují krajinu pomocí počtu jednotlivých plošek (hustota plošek PD a hustota hranic plošek ED) ukázaly mírný trend v poklesu hodnot. Rozdílnost hodnot mezi prvním a druhým rokem měření může být způsobena rozdílným přístupem v hodnocení. Od roku 1952 je již vidět postupný pokles v obou indexech, což naznačuje nárůst homogenního prostředí v čase.

Tab. 6: Krajinné indexy charakterizující LULC v NP Podyjí (1938–2014). Šedivou barvou jsou vyznačeny indexy vypočítané z dat publikovaných v Miklín a kol. 2016

Krajinné indexy	1938	1952	1974	1989	2014
SIDI $0 \leq x < 1$	0.7	0.5	0.5	0.4	0.3
IJI [%]	55.9	54.4	48.9	51.3	44.5
PD [1/ha]	23.0	32.6	24.2	18.1	14.0
ED [1/ha]	159.8	149.9	139.4	118.1	86.1

4.3 Změny procesů v krajině NP Podyjí

Na základě proložení vektorových vrstev NP Podyjí ve sledovaném období 1938–2014 byla získána data popisující plošky, u kterých došlo ke změně jejich typu či kategorie.

Největší velikosti stálých ploch byly u typu vodní tok, u kterého je vidět postupný nárůst stálých plošek mezi jednotlivými časovými přechody (Tab. 7). Druhé největší stálé plochy byly zastoupeny typem lesem zapojeným, u kterého je také vidět postupné zvětšování v období 1938–2014. K největším změnám ve velikostech stálých ploch došlo u typů vinice (68.1% ploch zůstalo mezi roky 1974 a 1989 beze změny), u typů mozaika a mozaika s rozptýlenými stromy (u obou typů došlo k zániku mezi roky 1952 a 1974). Přesto je vidět, že celkové procentuální zastoupení stálých ploch rostlo od období 1952–1974 (Tab. 7).

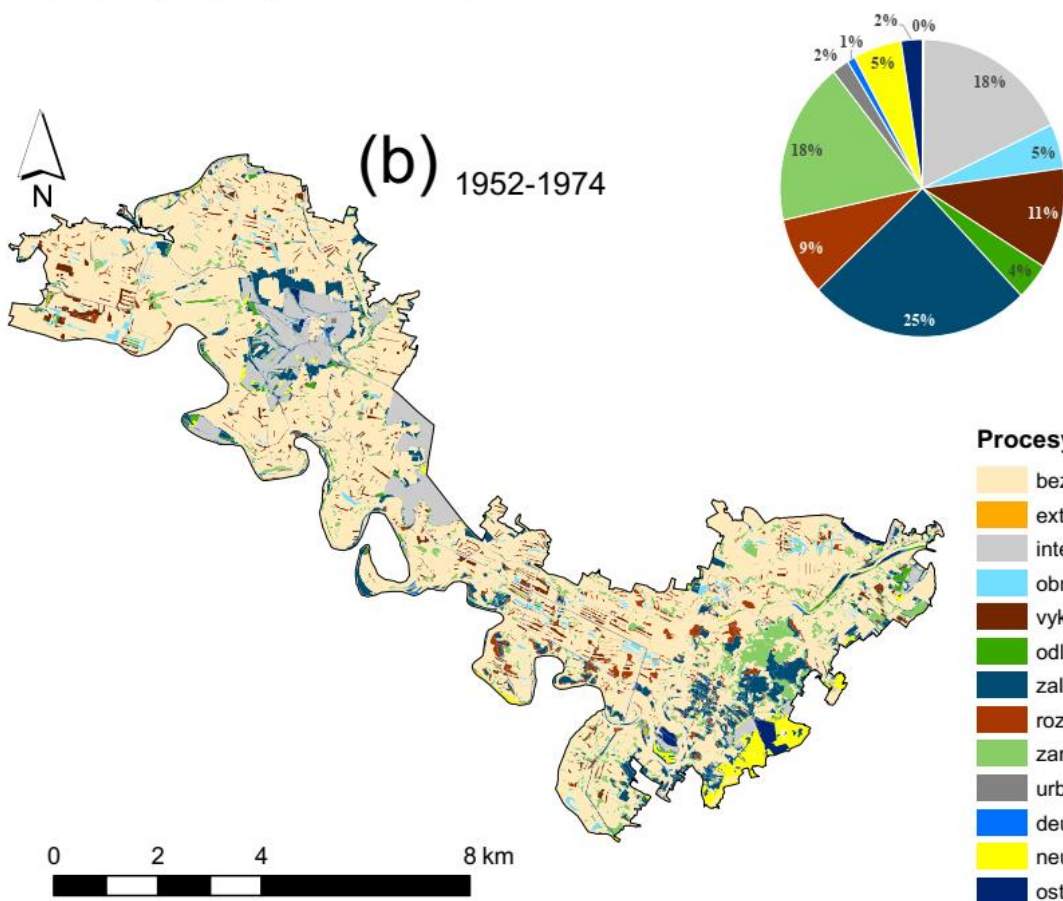
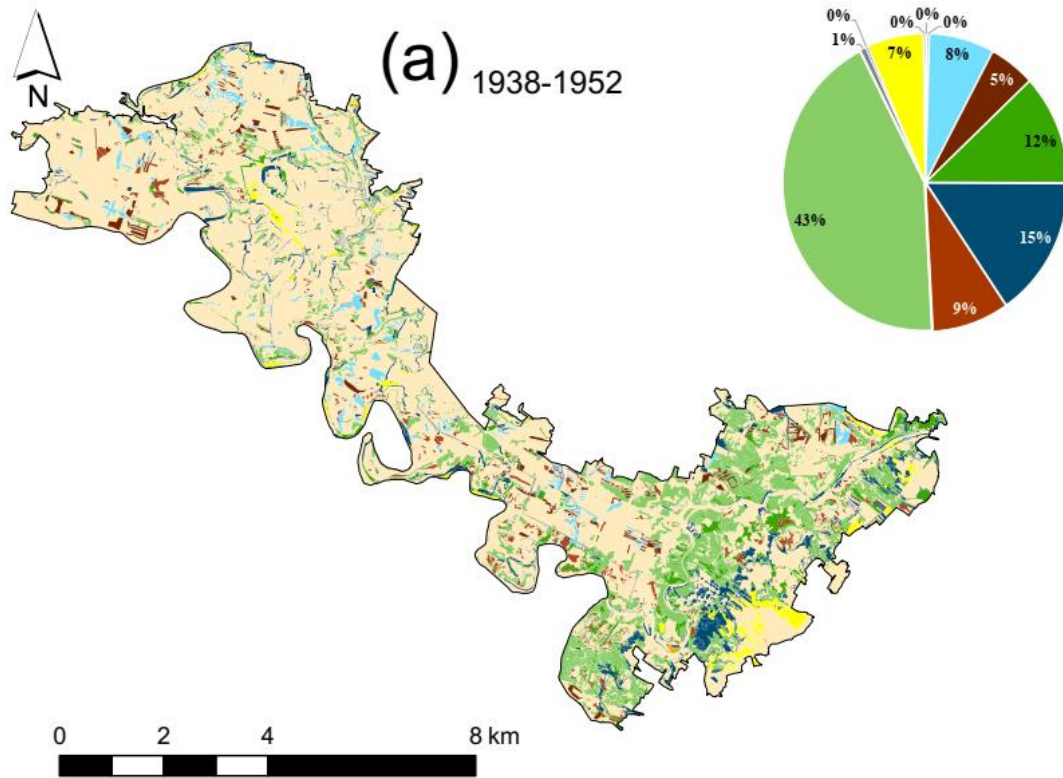
Tab. 7: Procentuální zastoupení stálých ploch podle typů LULC pro jednotlivé časové přechody (1938–2014), které jsou vztažené na velikosti předchozí plochy daného typu

typy LULC [%]	1938–1952	1952–1974	1974–1989	1989–2014
obytná zástavba	86.3	55.7	65.4	81.9
průmyslová, obchodní a zemědělská zóna	72.5	0	42.5	59.4
městská a příměstská zeleň	96.5	73.5	60.6	23.1
dopravní infrastruktura	57.4	9.2	24.7	2.2
orná půda	68.1	21.3	84.4	78.3
vinice	0	0	68.1	95.8
sad	15.5	0	5.7	8.3
trvalý travní porost	51.6	7.1	25.3	32.1
trvalý travní porost se solitérními stromy	49.0	1.6	49.6	75.4
mozaika	80.7	1.7	0	0
mozaika s rozptýlenými stromy	79.2	32.8	0	0
les zapojený	89.8	88.0	88.7	94.1
les rozvolněný	19.2	20.6	36.3	35.2
les otevřený	20.1	11.9	40.5	19.4
paseka	7.5	7.5	8.8	0.4
paseka s výstavky	0.0	2.6	2.1	0.4
liniová vegetace	32.0	2.0	8.1	17.7
holá skála, zem	50.6	56.1	60.7	57.2
vodní plocha	64.2	80.0	57.1	62.9
vodní tok	99.8	95.5	99.1	100.0
celkové procenta v NP Podyjí	68.1	63.6	77.9	82.6

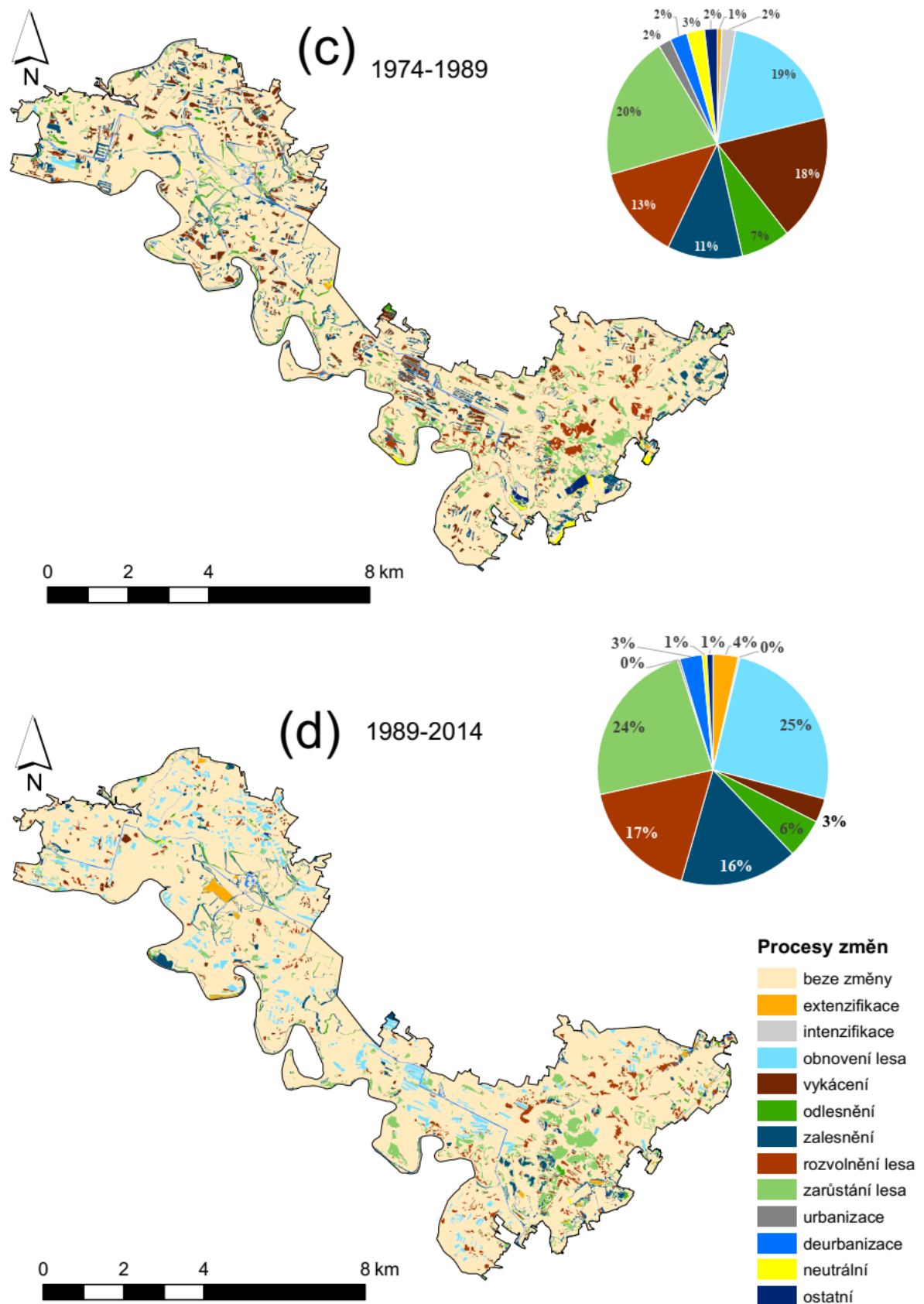
Ze všech změn, ke kterým došlo na území NP Podyjí ve čtyřech zkoumaných obdobích, byly nejvíce zastoupeny procesy *zarůstání lesa* a *zalesnění*. Především je to patrné u procesu *zarůstání lesa*, kde do typu les zapojený v jednotlivých obdobích přecházely les rozvolněný a otevřený: v období 1938–1952 je to 43% (Obr. 7a); v roce 1952–1974 18% (Obr. 7b); v období 1974–1989 20% (Obr. 7c); v období 1989–2014 24% (Obr. 7d). U procesu *zalesnění* došlo ke zvýšení zastoupení lesních kategorií na úkor ostatních: v období 1938–1952 o 15% (Obr. 7a); v roce 1952–1974 25% (Obr. 7b); v období 1974–1989 11% (Obr. 7c); v období 1989–2014 16% (Obr. 7d). Proces *rozvolnění lesa*, tedy kdy přechází les zapojený na les otevřený či rozvolněný, měl v prvních dvou obdobích stálé zastoupení a to 9%. Posléze se tento proces zvětšoval: v období 1974–1989 na 13 % (Obr. 7c); v období 1989–2014 17% (Obr. 7d). *Rozvolnění lesa*, které bylo nejvíce zastoupené v jihovýchodní části NP Podyjí, se během let výrazně zmenšovalo. Po vzniku NP Podyjí měl největší procentuální zastoupení proces *obnovení lesa* v období 1989–2014 až 25% (Obr. 7d). Výrazné změny byly v kategoriích *zemědělské plochy* zaznamenány po roce 1952, kdy přecházely typy mozaika a mozaika

s výstavky na typ orná půda. V procesu *intenzifikace* plocha skokově vzrostla z 0% na 18%, je to patrné na Obr. 7b. Nejmenší procentuální zastoupení procesů změn krajinného krytu na území NP Podyjí ve všech vybraných obdobích byly *extenzifikace*, *urbanizace*, *deurbanizace* a *ostatní*, které nepřekročily hranici 5% (Obr. 7).

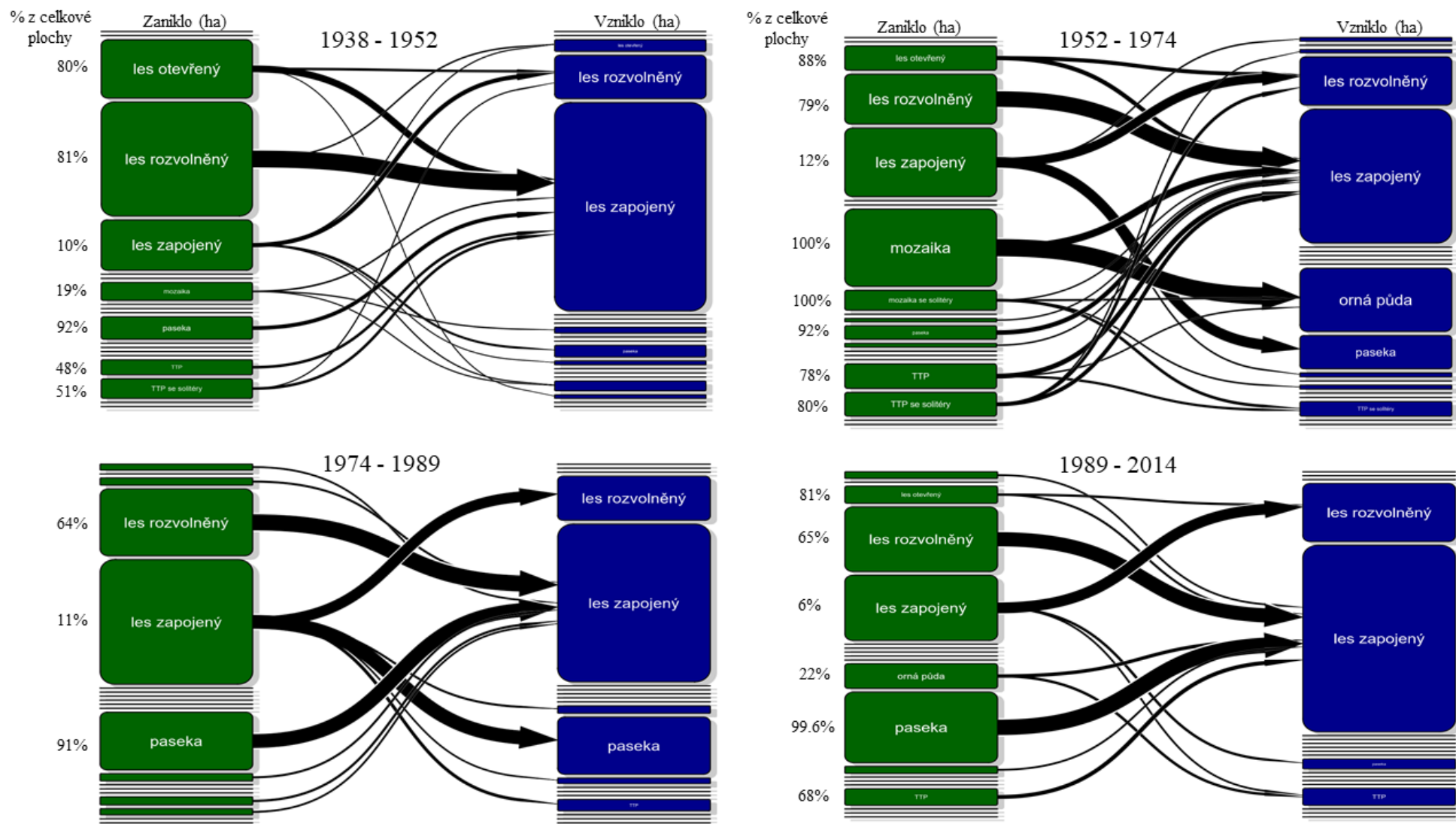
Les otevřený ve všech čtyřech sledovaných obdobích zanikal, v důsledku toho že z něj vznikal především les zapojený a les rozvolněný (Obr. 8). Les rozvolněný ve všech čtyřech obdobích hlavně přecházel do typu les zapojený. Les zapojený přecházel ve všech čtyřech obdobích do typu hlavně paseka a méně do typu les rozvolněný (Obr. 8). V období 1952–1974 u typů LULC zcela zanikly plochy mozaiky a mozaiky se soliterními stromy, které přešly do typu orná půda. U typu paseka (a v menší míře i paseka se solitéry) je vidět, že vždy přecházely do typu les zapojený (91–92%), kdy po roce 1989 došlo téměř k úplnému zániku těchto ploch. Ve všech čtyřech obdobích zanikaly typy trvalý travní porost a trvalý travní porost se solitéry a přecházely do typu les zapojený (Obr. 8).



- Procesy změn**
- beze změny
 - extenzifikace
 - intenzifikace
 - obnovení lesa
 - vykácení
 - odlesnění
 - zalesnění
 - rozvolnění lesa
 - zarůstání lesa
 - urbanizace
 - deurbanizace
 - neutrální
 - ostatní



Obr. 7: Mapy popisující přechody změn krajinného krytu na území NP Podyjí v období: (a) 1938–1952; (b) 1952–1974; (c) 1974–1989; (d) 1989–2014



Obr. 8: Přechodové grafy popisující zánik z celkových ploch vybraných typů LULC na území NP Podyjí pro jednotlivá časová období (1938–2014). Jsou zde odfiltrovány zaniklé plošky, které byly menší než 20 ha

5 Diskuze

Člověk a přírodní síly se podílejí na změnách LULC. Tyto změny jsou dynamické a mění fungování krajiny. Za posledních sto let lze pozorovat na území střední Evropy hlavně zintenzivněné hospodaření, které způsobuje snižování velikostí trvale travních ploch, řídkých lesů a dále rozšiřování orných půd, které jsou intenzivněji užívány (Bičík a kol., 2001). Tyto vlivy vedou v krajině k nápadnému poklesu pestré biologické diverzity (Forman a Godron, 1993). Bohužel tomuto trendu se nevyhnulo ani NP Podyjí. Snížení činnosti lesního hospodaření mělo vliv na výraznou homogenizaci krajiny NP. Mozaiky porostů, které tvořily stupně lesa otevřeného a rozvolněného se během období 1938–2014 změnilo především na plochy lesa zapojeného.

Výsledky mé práce umožňují srovnání LULC z roků 1952, 1974 a 1989. Tyto výsledky poskytují cenné informace ohledně změn v krajině, porovnání jejich trendů a další možnost vyhodnocení vývoje krajiny do příštích let. To je důležité především pro chráněná území, ale také i pro území, která mohou obsahovat důležité biologické složky přírody nutné k jejich ochraně.

Má práce dále navazuje na mapování území z let 1938 a 2014 (Miklín a kol., 2016) a má posloužit jako rozšíření a doplnění vývoje krajiny. Doplněná data ukazují trend změn ze stanovišť s typy LULC les otevřený, rozvolněný a dále trvalý travní porost se soliterními stromy, které zanikaly se zarůstáním lesa zapojeného.

5.1 Změna krajiny NP Podyjí v kategorii lesní plochy

Jednou z nejvýraznějších změn lesních ploch na území NP Podyjí byl u typu LULC les zapojený. Plocha lesa zapojeného se od roku 1938 postupně zvětšovala, a to v důsledku toho, že do lesa zapojeného přecházel i typ lesa rozvolněného a les otevřený. V roce 1938 v jihovýchodní části území bylo největší zastoupení plochy u typu lesa otevřeného. A následně po roce 1952 zastoupení ploch lesa otevřeného již jen mírně klesalo. Takovýto stav ve spojení se snížením intenzity lesního hospodaření vedl k zahuštění vegetace. K těmto dlouhodobým procesům docházelo už po roce 1951, kdy byla po přijetí zákona na ochranu republiky vybudována trvalá střežená hraniční pásma, které se nacházela i na území NP. V rámci těchto opatření bylo utlumeno lesní hospodaření související i s úbytkem ploch typu obytná zástavba a další vliv má na tomto trendu dozajisté i vysídlení německých občanů po roce 1948 (Boucníková a Kučera, 2005). Až v roce 1964 došlo k odstranění zátarasů s vysokým napětím, které byly nahrazeny linií ostatného plotu se signálním proudem (Škorpík, 2019). Avšak

zmíněná linie byla posunuta dále od státních hranic do vnitrozemí. Po několika letech od odstranění plotů, začaly lesní pozemky rychle zarůstat pionýrskými druhy a uvnitř lesních pozemků docházelo k zalesňování. Teprve v dubnu v roce 1990 byly zahájeny práce, které byly spojeny s odstraněním zátarasů (Boucníková a Kučera, 2005). Pozemky v hraničním pásmu a za ostnatými ploty byly běžně obhospodařovány příslušnými lesnickými a zemědělskými podniky (Škorpík, 2019). Na území lesních ploch NP byla patrná intenzivní míra lesního hospodaření, v rámci mezi potřeb hospodářství a tehdejšího zákona.

Se vznikem zátarasů v roce 1951 byl výrazný nárůst ploch pasek na území NP Podyjí, které bylo způsobeno zejména faktem, že na zemědělské i lesní pozemky měl člověk ze zemědělského družstva a podniku Československé státní lesy přístup pouze s povolenkou do hraničního pásma (Škorpík, 2019). Průchod za zátarasy byl velmi složitý a často vyžadoval vyhlášení tzv. „zvláštního opatření“. Z důvodu těchto ochranných opatření podnik Československé státní lesy – závod Znojmo raději těžil dřevo mimo území NP Podyjí (Škorpík, 2019). Tento vliv hospodaření s lesy vedl dále k tomu, že některé porosty které byly méně přístupné byly ušetřeny od těžební a pěstební činnosti. A tím došlo i ke spuštění sukcesních procesů v přírodě. Přesto mezi roky 1974 a 1989 byl zaznamenán zřetelný nárůst obhospodařování lesa, který souvisí s nižším omezením hraničního pásma, tomu i odpovídá zvýšené procento vykácených ploch o 7 %. Následně po roce 1991 díky vyhlášení NP Podyjí došlo k útlumu lesního hospodaření na daném území. Na většině ploch se po roce 1991 aplikoval ochranný management o bezzásahovosti, který spočívá v ponechání částí ploch území NP Podyjí v klidu, u nichž tímto vlivem dochází ke spontánní sukcesi a nárůstu ploch lesa zapojeného (Miklín a kol., 2016).

Úbytek plochy lesa otevřeného a rozvolněného má ve velké míře vliv na druhové složení organismů v přírodě a krajině. Zmíněné plochy představují velmi důležitá stanoviště pro druhy, které upřednostňují nebo jsou přímo vázány na území otevřených lesů (Miklín a Čížek, 2014). Velmi důležitou složkou lesa jsou solitérní stromy a jejich padlé kmeny (Miklín a kol., 2018). V mladších dobách čtvrtohor (holocénu) plochy otevřeného lesa se solitérními stromy byly udržovány přírodními procesy jako například požáry, povodně, poryvy větrů či spásáním velkými herbivory (Miklín a kol., 2018). V pozdějším období středních čtvrtohor měli první zemědělci podobnou roli v udržování krajiny s využitím lesního pastevectví a výmladkového obhospodařování lesa. V průběhu dvou set let byly přírodní procesy zcela utlumeny na úkor intenzivnějšího lesního hospodaření. V důsledku toho došlo k zapojování lesních ploch vedoucích k zánikům lokalit se solitérními a odumřelými stromy, kde se nacházela významná část přírodní diverzity. Za posledních 76 let došlo na území NP Podyjí

k vzrůstu ploch zapojeného lesa a k postupnému poklesu populací organismů vázaných na stanoviště světlých lesů. Proto je důležité hodnocení stavu krajiny a biologických složek vegetace v souvislosti s historickým vývojem krajiny.

5.2 Změna krajiny NP Podyjí v kategorii nelesní plochy

Velikost nelesních ploch se postupem pozorovaného období zřetelně snižovala. Už mezi roky 1938 a 1952 došlo k úbytku nelesních ploch o 2% (103.9 ha). V následujícím studovaném roce 1974 pokračoval pokles o 5% (395.2 ha). Od roku 1989 se pokles dále výrazně neměnil až do roku 2014. Výrazný trend byl v úbytku nelesních ploch, zejména v kategorii *zemědělské plochy*, která se snížila skoro o polovinu své původní rozlohy. Patrné změny v rámci velikosti nelesních ploch zasáhly taky strukturu lesní vegetace. Díky leteckým snímkům z let 1952, 1974 a 1989 bylo možné určit změny krajinného krytu, kdy došlo především k úbytku ploch bez vegetace a podobně i u trvalých travních porostů se solitárními, ale i bez soliterních stromů. U nelesní plochy došlo k postupným přeměnám na plochy lesní. K těmto procesům docházelo už v roce 1952 a to i před zavedením ochranného managementu NP Podyjí.

5.3 Dopady změn krajiny NP Podyjí na biotu

Území NP Podyjí je místem, kde se prolíná vegetace panonských stepí s vegetací chladnomilnějších hercynských lesů (Národní park Podyjí, 2018). Termofytická a z velké části mesofytická vegetace se nachází především na plochách lesa otevřeného, rozvolněného a trvalých travních porostů v jihovýchodní části parku (Rothröckl a Škorpík, 2008). Vegetace stepních trávníků, která poskytuje podstatný podíl biodiverzity parku, klesla v období 1938–2014 na pouhou desetinu z celkové rozlohy parku (Miklín a kol., 2016). Jsou to právě travní ekosystémy, které jsou kriticky ohrožené ve světě i u nás a ubývají nejrychleji (Holusa a kol., 2012). Jedná se o biotopy s nejcennější ochrannářskou hodnotou na území NP Podyjí. V pozorovaných letech 1952, 1974 a 1989 byl vidět klesající trend rozlohy u typu LULC travních ploch, kdy největší pokles procentuálního zastoupení krajinného krytu byl v roce 1974 o 39% (146.9 ha).

Dalšími cennými stanovišti z biologického hlediska jsou lesy otevřené a rozvolněné, jelikož i u nich dochází k úbytku jejich ploch zejména v mírném pásu severní polokoule (Chytrý a kol., 2012). Stanoviště otevřených a rozvolněných lesů, na kterých se nacházejí otevřené plochy se solitárními stromy, vytvářejí základní ekosystémové složky podporující biologickou rozmanitost lesů (Bussler a Gossner, 2014; Siitonen a Ranius, 2015; Šebek a kol., 2016). Na území NP Podyjí v období 1938–2014 klesla jejich plocha na necelých 8% z jejich

původní velikosti (Miklín a kol., 2016). Nejznatelnější pokles byl v roce 1952, kdy jejich celková plocha klesla až na polovinu. Úbytek výše zmíněných ploch má přímý negativní dopad na celou řadu ohrožených organismů. Jedná se zejména o brouky, kteří jsou vázání na stanoviště otevřených lesů, jako je tesařík obrovský (*Cerambyx cerdo*), roháč obecný (*Lucanus cervus*), kteří spadají do Červeného seznamu ohrožených druhů ČR (Hejda a kol., 2017). Stejně tak došlo k poklesu počtu jedinců i výskytu lučního motýla jasoně dymnivkového (*Parnassius mnemosyne*), který je kriticky ohroženým druhem vázaným na stanoviště lesa otevřeného a trvalých travních porostů (Šumpich, 2012). Zaznamenaný pokles se netýká pouze hmyzu, ale i řady ptačích druhů jako jsou krutihlav obecný (*Jynx torquilla*), lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), skřivan lesní (*Lullula arborea*) a včelojed lesní (*Pernis apivorus*) (Škorpíková a kol., 2012). Společenstva otevřených a rozvolněných lesů jsou obvykle charakterizována různorodým druhovým složením, které obsahují druhy s hojným výskytem a tím tedy i méně jedinců zařazených na červeném seznamu (Šebek a kol., 2016).

Bylo by vhodné mít cílenou péči o bezlesí, která by mohla zpomalit zarůstání lesních stanovišť v některých částech krajinného krytu NP Podyjí. Dvě studie porovnávající biodiverzitu obhospodařovaných a neobhospodařovaných lesů došly k závěru, že pro udržení biologické rozmanitosti lesů je důležité alespoň minimální řízení zásahů (Lassauce a kol., 2013; Paillet a kol., 2010). K tomu by měla být zohledněna lokální historie krajiny a odpovědné hospodaření s lesy v chráněném území (Jamrichová a kol., 2013). Je potřeba zajistit přítomnost soliterních stromů v otevřených stanovištích lesa. K těmto účelům byla navržena ochranná opatření, která udrží plochy lesa otevřeného jako např. lesní pastva, pálení nebo prořezávání lesa (Šebek a kol., 2016). Dále by studie porovnávající vlivy různých přístupů lesního managementu na biotu měly brát v potaz důležitost časového měřítka pro správné vysvětlení pozorovaných změn v krajině. Studie týkající se organismů na stanovištích (jako je hmyz a lišejníky obývající soliterní stromy), která vznikla před zhruba stoletím musí zhodnotit lesní management (Bičík a kol., 2001), který byl staletí praktikovanou tradiční disciplínou, protože to může být dále klíčové pro vysvětlení dnešních distribučních schémat pozorovaných organismů (Miklín a kol., 2018).

Z dlouhodobého hlediska je Správou NP upřednostňován management bezzásahovosti parku. Díky tomu se v zapojeném lese vyskytuje hojný počet ptačích druhů jako je linduška lesní (*Anthus trivialis*), budníček lesní (*Phylloscopus sibilatrix*), lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*) či dlask tlustozobí (*Coccothraustes coccothraustes*) (Škorpíková a kol., 2012). Přesto typ managementu o bezzásahovosti na lesních plochách je vhodný jen na specifickém přírodním území např. Šumava, kdy se postupem času park pozvolna obnovuje a zarůstá

do původního stavu. To může být způsobeno tím, že v zapojeném lese je mnohem menší biodiverzita, než na stanovištích otevřeného a rozvolněného lesa (Miklín a Čížek, 2018). Určité zapojené lesy jsou charakteristickým znakem parku, avšak jejich současná velikost se zvětšuje na úkor zbylých typů LULC.

Je nutné chránit přirozenou rozmanitost organismů v přírodě včetně jejich procesů, které na nich závisí (Dudley, 2008). Vhodným řešením je vytvoření zón soustředěné péče, které mají za cíl ochranu a obnovu ekosystémů pomocí spontánní sukcese (Miklín a kol., 2016). Zóny jsou rozděleny na: soustřednou péči, kde dochází k trvalé lidské činnosti; přírodní, která zahrnuje jen tu krajinu, ve které se nachází zachovalá příroda; přírodní blízkou, kde je cílem obnovit člověkem pozmeněnou krajinu na přirozený ekosystém (Národní park Podyjí, 2018). S vyhlášením zonace na území NP Podyjí od 1.1.2020 je vidět nerovnoměrné procentuální zastoupení mezi jednotlivými zónami. Plocha soustředěné péče zastupuje na daném území necelých 40% a zbylá bezzásahová zóna přírodní a přírodně blízké dohromady zaujímají přibližně 60% (Národní park Podyjí, 2018). Z mé práce je patrné, že se plochy lesa otevřeného a rozvolněného v letech 1952, 1974 a 1989 nacházely zejména podél toku řeky Dyje v jihovýchodní části NP Podyjí, které nyní spadá pod ochrannou bezzásahovou plochu. Vytvořená data popisující rozmístění lesních ploch mohou pomoci jako doplněk pro vyhodnocení jednotlivých zón ochrany přírody parku, která mohou napomoci k zachování její biodiverzity.

5.4 Možné chyby v měření

Z důvodů vysoké úrovně komplexnosti oblasti, některými specifiky v rázu krajiny v NP Podyjí a zkresleností leteckých snímků, bylo někdy obtížné přesně stanovit krajinný kryt. Tím mohlo nastat k chybám v analýzách i ke zkreslení výsledků. Stanovení krajiny bylo ve všech černobílých snímcích náročné, ale nejvíce obtížné bylo vyhodnocení pro rok 1952. V tomto roce byla znatelná fragmentace jednotlivých typů LULC, které byly velice variabilní a přecházely do jiných typů, a proto bylo občas obtížné rozpoznat jednotlivé plochy a jejich hranice. Pro letecké snímky z let 1952, 1974 a 1989 bylo nutné manuálně zadat kontrolní body pro transformaci dat a srovnat jejich pozice. Nepřesnosti vzniklé georeferencováním vedly u všech snímků k posunům. Typ LULC mozaika na snímcích z let 1952 bylo obtížné odlišit od podobného typu LULC orná půda, proto dané plochy byly určeny na základě okolního prostředí a jejich předpokládaných hranic. V těchto nastalých situacích (při různých pochybách) byly provedeny dodatečné klasifikace s použitím proložení a porovnáním starších vektorizovaných vrstev.

6 Závěr

Na základě výsledků mé práce je patrné, že na území NP Podyjí došlo v posledních osmdesáti letech k postupnému zvětšování plochy typu les zapojený. Tento typ LULC se zvětšil především v důsledku snížení hospodaření v lese a dále i omezením kácení v době vzniku CHKO a poté NP. Různé typy biotopů v prostředí ovlivňují schopnost pohybu živočichů, čímž je následně negativně ovlivněno druhové složení společenstev brouků. S navazující prací Miklín a kol. (2016) je možné vidět postupné zarůstání NP Podyjí v kategorii lesní plocha.

Krajinný kryt NP Podyjí se mírně měnil během 2. poloviny 20. století a největší změny jsou vidět především v kategorii zemědělské plochy, kdy plochy mozaik úplně zanikly a změnil se na sjednocenou homogenní ornou půdu. Ve stejném období pokračuje i homogenizace u lesních ploch, kdy plochy lesa otevřeného měly klesající trend v jejich velikostech a jsou více fragmentovány v krajině a to i v průběhu založení CHKO (1978) a následně NP (1991).

Díky mapování a výzkumu změn v krajině v pozorovaném území můžeme tvrdit, že snížení počtu živočichů až do současnosti může být částečně způsobené postupným prostupem lesa, který nemá optimální podmínky pro životní cyklus těchto živočichů, a proto jejich populace mohou i nadále klesat.

7 Zdroje

- Antrop, M., Van Eetvelde, V. (2017). Landscape perspectives: the holistic nature of landscape. *Springer* (Dordrecht). 23, 436 pp.
- Bastian, O., Krönert, R., Lipský, Z. (2006). Landscape diagnosis on different space and time scales – a challenge for landscape planning. *Landscape Ecology*. 21, 359–374.
- Bičík, I., Jeleček, L., Štěpánek, V. (2001). Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*. 18, 65–73.
- Boucníková, E., Kucera, T. (2005). How natural and cultural aspects influence land cover changes in Czech Republic. *Ekológia* (Bratislava). 24, 69–82.
- Brunetta, G., Voghera, A. (2008). Evaluating landscape for shared values: tools, principles, and methods. *Landscape Research*. 33, 71–87.
- Buček, A., Lacina, J. (1989). Kostra ekologické stability Chráněné krajinné oblasti Podyjí. *Geografický ústav Československé akademie věd* (Brno). 175–182.
- Chennu, A., Färber, P., De'ath, G., de Beer, D., Fabricius, K.E. (2017). A diver-operated hyperspectral imaging and topographic surveying system for automated mapping of benthic habitats. *Scientific Reports*. 7, 7122 pp.
- Čížek, L., Šebek, P., Bače, R., Beneš, J., Doležal, J., Dvorský, M., Miklín, J., Svoboda, M. (2016). Metodika péče o druhově bohaté (světlé) lesy. Certifikovaná metodika. TAČR. Ministerstvo životního prostředí a Biologické centrum Akademie Věd České republiky. 126 pp.
- Commission of the European Communities. (1995). CORINE Land Cover. [Citováno 14.2.2020]. Dostupné z www: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- Council of the European Communities. (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official Journal. L 206. 22. 7. 1992. 7 pp.

- Dakin, S. (2003). There's more to landscape than meets the eye: Towards inclusive landscape assessment in resource and environmental management. *Canadian Geographic/Le Géographe canadien*. 47, 185–200.
- Demek, J., Kopecký, J. Sn. (1996). Slope Failures in Metamorphic Basement Rocks of the Dyje River Valley. Podyjí National Park. Czech Republic. *Moravian Geographical Reports* (Brno). 4, 2–11.
- Demek, J. (2007). Geomorfologické unikáty Národního parku Podyjí. *Thayensia* (Znojmo). 7, 37–48.
- Dudley, N. (2008). Guidelines for applying protected area management categories. *International Union for Conservation of Nature* (Gland). 86 pp.
- ESRI. (2018). ArcGIS Desktop: Release 10.6. Environmental systems research institute. Redlands.
- Europarc Federation. (2008). 2007/2008 Europarc Federation annual report part I. [Citováno 3.3.2020]. Dostupné z www: <https://www.europarc.org/wp-content/uploads/2015/01/211.pdf>
- European Parliament. Council of the European Union. (2009). Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the conservation of the wild birds. Official Journal. L 20/7. 26. 1. 2010. 7–25.
- Fenu, G., Pau, P. (2018). Connectivity analysis of ecological landscape networks by cut node ranking. *Applied Network Science*. 3, 15 pp.
- Forman, R.T.T., Godron, M. (1993). Krajinná ekologie. *Academia* (Praha). 583 pp.
- Geoportál ČÚZK. (2020). Ortofoto České republiky – úvod. [Citováno 28. 4. 2020]. Dostupné z www: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(3jqwxcfjqfto4fkbh5j1fdg4\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto](https://geoportal.cuzk.cz/(S(3jqwxcfjqfto4fkbh5j1fdg4))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=ortofoto_info&side=ortofoto)
- Gordon, M. (2020). Gmics: Descriptive Statistics. Transition Plots. and More. [Citováno 18. 5. 2020]. Dostupné z www: <https://github.com/cran/Gmisc>
- Hanák, V. (2016). Ohlédnutí za historií přírodovědného bádání a ochrany NP Podyjí. *Živa* (Praha). 4, 83–84.

- Hejda, R., Farkač, J., Chobot, K. (2017). Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí (Red List of threatened species of the Czech Republic. Invertebrates). (Praha). 611 pp.
- Holusa, J., Kocarek, P., Marhoul, P., Skokanova, H. (2012). *Platycleis vittata* (orthoptera: Tettigoniidae) in the northwestern part of its range is close to extinction: Is this the result of landscape changes? *Journal of Insect Conservation*. 16, 295–303.
- Chytrý, M., Ermakov, N., Danihelka, J., Hájek, M., Hájková, P., Horsák, M., Kočí, M., Kubešová, S., Lustyk, P., Otýpková, Z., Pelánková, B., Valchovič, M., Zelený, D. (2012). High species richness in hemiboreal forests of the northern Russian Altai. southern Siberia. *Journal of Vegetation Science*. 23, 668–678.
- INSPIRE (2020). INSPIRE – Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe. Citováno [14.2.2020]. Dostupné z www: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/about-inspire>
- Jamrichová, E., Szabó, P., Hédl, R., Kuneš, P., Bobek, P., Pelánková, B. (2013). Continuity and change in the vegetation of a Central European Oakwood. *The Holocene*. 23, 46–56.
- Jech, K. (2008). Kolektivizace a vyhánění sedláků z půdy. *Vyšehrad* (Praha). 336 pp.
- Jensen, L.H. (2006). Changing conceptualization of landscape in English landscape assessment methods. In *From Landscape Research to Landscape Planning*; Tress. B., Tres. G., Fry. G., Opdam. P., Eds., *Springer* (Dordrecht). 12, 161–171.
- Jones, M. (2007). The European Landscape Convention and the question of public participation. *Landscape Research*. 32, 613–633.
- Kirchner, K., Havlíček, M., Kuda, F. (2014). Typy reliéfu jako základ krajiny Národního parku Podyjí. *Masarykova univerzita* (Brno). 47–63.
- Kolejka, J. (2014). Přírodní krajiny České republiky: katalog typů přírodních krajin. *Masarykova univerzita* (Brno). 359 pp.
- Kubalíková, L. (2009). Block Accumulations in the Western Park of the Podyjí National Park (Czech Republic): Preliminary Analysis of their Distribution. *Moravian Geographical Reports*. 17, 49–55.

- Kuda, F. (2013). Revize speleologické dokumentace pseudokrasových jeskyní „Ledové sluje“ z archivu Správy Národního parku Podyjí a její implementace do GIS. *Thayensia*, Znojmo. 10, 17–25.
- Leitao, A.B., Miller J., Ahern J., McGarigal K. (2006). Measuring Landscapes: A Planner's Handbook. *Island Press*, Washington DC. 240 pp.
- Lemire, D., Ssi-Yan-Kai, G., Kaser, O. (2016). Consistently faster and smaller compressed bitmaps with Roaring. *Software: Practice & Experience*. 46, 1547–1569.
- Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., Rhind D.W. (2005). Geographic Information Systems and Science. 2nd Edn. *John Wiley & Sons*, Hoboken. 517 pp.
- Loures, L., Loures, A., Nunes, J.R., Panagopoulos, T. (2015). Landscape valuation of environmental amenities throughout the application of direct and indirect methods. *Sustainability*. 7, 794–810.
- Ložek, V., Vašátko, J. (1996). Měkkýši Národního parku Podyjí. *Zlatý kuň a Česká speleologická společnost*, Praha. 67 pp.
- Ložek V. (2001): Přirozené změny podnebí. *Vesmír*, Praha. 80, 146–152.
- Ložek, V. (2008). Hynutí lesa, hrozba eroze a svědectví svahovin. *Vesmír*, Praha. 87(12), 856–860.
- Mackovčín, P., Jatiová, M., Demek, J., Slavík, P. (2007). Chráněná území ČR. IX., Brněnsko *Agentura ochrany přírody ČR a Ekocentrum Brno*, Praha. 932 pp.
- Mayer, A.L., Buma, B., Davis, A., Gagné, S.A., Loudermilk, E.L., Scheller, R.M., Schmiegelow, F.K.A., Wiersma, Y.F., Franklin, J. (2016). How landscape ecology informs global land-change science and policy. *BioScience*. 66, 458–469.
- McGarigal, K., Tagil, S., Cushman, S.A. (2009). Surface metrics: An alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure. *Landscape Ecology*. 24, 433–450.
- McGarigal, K., Cushman, S.A., Ene, E. (2012). FRAGSTATS v4: Spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps. University of Massachusetts, Amherst. [Citováno 18.2.2020]. Dostupné z [www: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)

- Miklín, J., Čížek, L. (2014) 'Erasing a European biodiversity hot-spot: Open woodlands, veteran trees and mature forests succumb to forestry intensification, succession, and logging in a UNESCO Biosphere Reserve', *Journal for Nature Conservation*, 22, 35–41.
- Miklín, J. (2015). Změny struktury krajiny v oblasti soutoku Moravy a Dyje. Disertační práce. *Ostravská univerzita v Ostravě*, Ostrava. 102 pp.
- Miklín, J., Miklínová, K., Cizek, L. (2016). Změny krajinného krytu na území Národního parku Podyjí mezi lety 1938 a 2014. *Thayensia*, Znojmo. 13, 59–80.
- Miklín, J., Sebek, P., Hauck, D., Konvicka, O., Cizek, L. (2018) 'Past levels of canopy closure affect the occurrence of veteran trees and flagship saproxylic beetles', *Diversity and Distributions*, 24, 208–218.
- Moore, G.E. (1975). Progress in digital integrated electronics. Electron Devices Meeting. International Electron Devices Meeting. 21, 11–13.
- Národní park Podyjí. (2018). Zonace Národního parku Podyjí. Citováno [14.2.2020]. Dostupné z www: https://www.nppodyji.cz/uploads/Zonace_NP_Podyji_v_kostce.pdf
- Naveh, Z., Lieberman, A. (1994). Landscape Ecology. Theory and Application. 2nd Edn. *Springer-Verlag*, New York. 360 pp.
- Neruda, P. (2007). Starší doba kamenná v Podyjí – současný stav a perspektivy. *Thayensia*, Znojmo. 7, 291–303.
- Newman, E.A., Kennedy, M.C., Falk, D.A., McKenzie, D. (2019). Scaling and complexity in landscape ecology. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 7, 293 pp.
- Palmer, J.F., Hoffman, E.R. (2001). Rating reliability and representation validity in scenic landscape assessments. *Landscape and Urban Planning*. 54, 149–161.
- Povodí Moravy. (2020). VD Znojmo. Citováno [18.3.2020]. Dostupné z www: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vodni-dila/znojmo>
- Reiterová, L., Škorpík, M., Dubovská, V., Jelínková, M.F., Holubová, S., Kos, J., Kosová, M., Kouřil, M., Lazárek, P., Lazárková, M., Maxa, J., Ponikelský, J., Rothröckl, T., Stejskal, R., Valášek, M., Vančura, P., Vrška, T. (2012). Plán péče o národní park Podyjí a jeho

ochranné pásmo 2012-2020. Citováno [3.3.2020]. Dostupné z www:
https://www.nppodyji.cz/uploads/dokumenty/PP_Podyji2012_2020.pdf

Robinson, J.G. (2011). Ethical pluralism, pragmatism, and sustainability in conservation practice. *Biological Conservation*. 144, 958–965.

Rothröckl, T., Škorpík, M. (2008). Národní park Podyjí. Citováno [3.3.2020]. Dostupné z www: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/narodni-park-podyji>

Rothröckl, T. (2016). Národní park Podyjí – správný krok do Evropy. *Živa*, Praha. 4, 81–83.

Sabi, Muhammed, N., Zakari, S.N., Muhammad, K.S. (2015). Vector data model in GIS and how it underpins a range of widely used spatial analysis techniques. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences*. 1, 122–132.

Šebek, P., Bače, R., Bartoš, M., Beneš, J., Chlumská, Z., Doležal, J., Dvorský, M., Kovář, J., Machač, O., Mikátová, B., Perlík, M., Plátek, M., Poláková, S., Škorpík, M., Stejskal, R., Svoboda, M., Trnka F., Vlašín, M., Zapletal, M., Čížek, L. (2015). Does a minimal intervention approach threaten the biodiversity of protected areas? A multi-taxa short-term response to intervention in temperate oak-dominated forests. *Forest Ecology and Management*. 358, 80–89.

Šebek P., Kozel P., Čížek L., Beneš J., Doležal J., Miklín J., Škorpík M., Stejskal R. (2016). 25 let NP Podyjí. Cíleným prosvětlováním lesa k podpoře biodiverzity hmyzu, obratlovců a rostlin. *Živa*. 4, 179–183.

Škorpík, M. (2019). ústní sdělení. (Správa národního parku Podyjí, Na vyhlídce 5, Znojmo). [24.9.2019].

Škorpíková, V., Reiter, A., Valášek, M., Křivan, V., Pollheimer, J. (2012). Ptáci Národního parku Podyjí / Thayatal. Die Vögel des Nationalparks Podyjí / Thayatal. *Správa národního parku Podyjí*, Znojmo. 396 pp.

Simensen, T., Halvorsen, R., Erikstad, L. (2018). Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. *Land Use Policy*. 75, 557–569.

Singh, J.S., Roy, P.S., Murthy, M.S.R., Jha, C.S. (2010). Application of landscape ecology and remote sensing for assessment, Monitoring and Conservation of Biodiversity. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. 38, 365–385.

- Turner, M.G., Gardner, R.H., O'Neill, R.V. (2015). Landscape ecology in theory and practice: pattern and process. *Springer-Verlag*, New York. 482 pp.
- Vlami, V., Kokkoris, I.P., Kehayias, G., Zogaris, S., Cartalis, C., Dimopoulos, P. (2017). Cultural landscapes and attributes of “culturalness” in protected areas: An exploratory assessment in Greece. *Science of Total Environment*. 595, 229–243.
- Vlami, V., Zogaris, S., Djuma, H., Kokkoris, I.P., Kehayias, G., Dimopoulos, P.A. (2019). Field Method for Landscape Conservation Surveying: The Landscape Assessment Protocol (LAP). *Sustainability*. 11, 20 pp.
- Wampler, P.J., Rediske, R.R., Molla, A.R. (2013). Using ArcMap, Google Earth, and Global Positioning Systems to select and locate random households in rural Haiti. *International journal of health geographics*. 12, 7 pp.
- Wieczorek, W.F., Delmerico, A. M. (2009). Geographic Information Systems. *Computational statistics*. 1, 167–186.
- Wiens, J.A., Stenseth, N.C., Vanhorne, B., Ims, R. (1993). Ecological mechanisms and landscape ecology. *OIKOS*. 66, 369–380.
- Wu, J., Loucks, O.L. (1995). From balance of nature to hierarchical patch dynamics: A paradigm shift in ecology. *The Quarterly Review of Biology*. 70, 439–466.
- Wu, Q. (2018). GIS and remote sensing applications in wetland mapping and monitoring. In B. Huang (Ed.), *Comprehensive Geographic Information Systems*. *Elsevier*, Oxford. 2, 140–157.