

ZMĚNY KRAJINNÉHO KRYTU NA ÚZEMÍ NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ MEZI LETY 1938 A 2014

LAND COVER CHANGES IN THE TERRITORY OF PODYJÍ NATIONAL PARK BETWEEN 1938 AND 2014

Jan Miklín¹, Kateřina Miklínová¹ & Lukáš Čížek²

¹ *Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě, Chittussiho 10, CZ–710 00 Ostrava; jan.miklin@osu.cz, katerina.miklinova@osu.cz*

² *Entomologický ústav, Biologické centrum Akademie věd ČR, v. v. i., Branišovská 31/1160, CZ–370 05 České Budějovice; lukascizek@gmail.com*

Abstract: This paper deals with land cover changes in the Podyji National Park area, their causes and their effect on the park's biodiversity. Maps that served as sources to assess the long term trends showed that forest cover increased from 66.7% in 1841 to 88.5% in 2014. Geodatabases with fine classification of land cover (20 categories including four types of woodlands according to canopy closure) were created using aerial photographs from the years 1938 and 2014. Analyses using landscape metrics showed that closed forest cover increased from 52.1% to 81.0% between 1938 and 2014. The area of (semi-)open woodlands and grasslands with scattered trees and shrubs decreased by 69.0% (from 25.3% to 7.8%) during the past eight decades. Grassland cover decreased at a similar pace (from 4.7% to 1.6%, i.e., by 65.8%). Agricultural land turned from a mosaic of very small fields, often with trees and grasslands, into either forest or large blocks of arable land. Substantial homogenization and unification of the national park's landscape occurred during the 20th century, resulting from changes in landscape and forestry management. We conclude that large-scale management efforts aimed at conservation and restoration of open woodlands and grasslands are vital to conserve the biodiversity of the national park.

Key words: land cover change, open woodlands, landscape metrics, Podyjí National Park

ÚVOD

Změny a vývoj hospodaření (ať už zemědělského nebo lesnického) se mimo jiné projevují změnami horizontální struktury krajiny, chápané jako mozaiky dílčích plošek (FORMAN & GODRON 1993) a často popisované kategoriemi využití krajiny/krajinného krytu (land use/land cover, dále jen „LU/LC“). Na změnách LU/LC se podílí přírodní síly i člověk, dynamika LU/LC tak vypovídá o procesech a fungování krajiny. V posledních stoletích můžeme ve středoevropském prostoru pozorovat zejména intenzifikaci hospodaření, která se projevuje zhrubnutím krajinného zrna, úbytkem travnatých ploch, roztroušené vegetace a řídkých lesů a zvýšením rozlohy orné půdy

a zapojených lesů. Tyto změny jsou přímou příčinou výrazného úbytku biologické rozmanitosti na většině území našeho státu i v celé Evropě. Porovnání LU/LC z různých časových období umožňuje kvantifikovat zásadní změny krajiny, stanovit jejich trendy a odhadnout tak i budoucí vývoj krajiny. To je zejména v chráněných územích nezbytné k vytyčení dlouhodobých cílů a strategií péče.

Zatímco v období mezi lety 1845 až 1948 se LU/LC i struktura krajiny na území České republiky měnily spíše pomalu, mezi roky 1948 a 1990 došlo k velkým změnám (Bičík et al. 2001). Ty byly způsobeny socio-ekonomickými „body zlomu“, zejména kolektivizací zemědělství a vysídlením německého obyvatelstva, které vedlo k úbytku obyvatel a poklesu intenzity zemědělského hospodaření v mnoha oblastech pohraničí (BOUCNÍKOVÁ & KUCERA 2005). Vysídlení velké části obyvatelstva po konci druhé světové války znamenalo pokles intenzity obhospodařování podstatné části pohraničí. Podobně vztyčení tzv. železné opony a vytvoření ochranných pásem s omezeními pohybu podél česko-německé a česko-rakouské hranice znamenalo další omezení běžného hospodaření v krajině (ŠTĚPÁNEK 1992), v padesátých a šedesátých letech dvacátého století krajinu ovlivnila také kolektivizace a faktické vyvlastnění prakticky všech lesů i většiny zemědělské půdy. Efekt těchto faktorů umocnil změny, k nimž v lesním i zemědělském hospodaření docházelo již v průběhu 19. století a došlo tak k dramatickým proměnám kulturní krajiny. Vyhlášení chráněného území (se statutem chráněné krajinné oblasti v roce 1978, následně v roce 1991 přeměněné na národní park) mělo na krajinu Podyjí také vliv, hlavně díky omezení hospodaření, jež plyne z regulativů ochrany přírody, zejména pak prosazování tzv. bezzásahového managementu (primárně, avšak nikoliv výlučně v první zóně). Ten byl v počátcích ochrany přírody považován za prakticky jediný správný a v případě národních parků je požadavek na co největší bezzásahovost legislativně zakotven stále.

Výsledkem tradičních, dříve běžných forem hospodaření, jako pastva, výmladkové hospodaření, kosení travních porostů aj. (MÜLLEROVÁ et al. 2014), byla mozaika lesních porostů s různým stupněm otevřenosti/zapojenosti korun stromů a keřů. Otevřené porosty jsou považovány za jedny z biologicky nejbohatších temperátních ekosystémů (PLIENINGER et al. 2015), které si tudíž zasluhují odpovídající ochrannářskou péči. Výše zmíněné změny měly (obecně) za důsledek šíření lesních porostů a jejich zapojování, vedoucí k celkové homogenizaci krajiny.

Cílem tohoto příspěvku je na základě leteckých snímků kvantifikovat LU/LC a jeho změny na území národního parku Podyjí v letech 1938 a 2014, pro srovnání využíváme také data z historických map zachycujících stav v letech 1841 a 1877. V diskuzi se věnujeme pravděpodobným příčinám pozorovaných změn a zejména jejich možným důsledkům pro přírodní rozmanitost území národního parku.

METODY

Pro analýzu změn LU/LC je možné využít tří druhů zdrojů: mapových podkladů, leteckých snímků a satelitních snímků. Mapové podklady jsou (zejména na území střední Evropy) častým zdrojem (např. DEMEK et al. 2012, SKOKANOVÁ et al. 2012), jelikož mapy tzv. vojenských mapování pokrývají relativně dlouhé časové období s poměrně vysokou prostorovou přesností. Nevýhodou map je ale nutnost kategorizace LU/LC podle mapových kategorií, což např. právě v případě lesních porostů znamená často tematickou generalizaci; podobně je třeba počítat i s generalizací

měřítkovou. Letecké snímky mají menší časový dosah (nejstarší snímky na území České republiky jsou z 30. let minulého století), avšak umožňují negeneralizovaný pohled na krajinu a vytvoření vlastní, specifické klasifikace LU/LC (posteriority – viz DI GREGORIO & JANSEN 2000). Umožňují také zachytit a analyzovat mikrostruktury v krajině (SKALOŠ et al. 2011). Satelitní snímky zahrnují ještě kratší časové období než letecké snímky a mívají menší prostorové rozlišení. Tyto zdroje lze různě kombinovat, případně doplňovat dalšími (např. historickými pohlednicemi, daňovými soupisy, specializovanými archivními mapami apod.) (VRŠKA 1998, MÜLLEROVÁ et al. 2014, SZABÓ et al. 2015), avšak vždy je třeba mít na paměti principiální rozdíly mezi jednotlivými zdroji a tím pádem zvažovat, jaké kombinace jsou možné a smysluplné.

Vzhledem k účelu studie jsme jako zdroj dat o LU/LC využili letecké snímky, a to nejstarší dostupné (většina pochází z roku 1938, některé z roku 1936; pro zjednodušení používáme na všech výstupech jen rok 1938) a nejaktuálnější (ortofoto snímkané v roce 2014). Velikost pixelu na snímcích z 30. let byla po umístění do souřadnicového systému cca $1,2 \times 1,2$ m, u snímků z roku 2014 pak $0,2 \times 0,2$ m. Vzhledem k velké obtížnosti georeferencování starých leteckých snímků (na ploše snímků se obvykle nacházelo jen minimum jasně rozpoznatelných identických bodů) je polohová přesnost dat LU/LC v roce 1938 relativně nižší (v řádu metrů až desítek metrů), avšak z hlediska hodnocení celkových změn uspokojivá. LU/LC jsme klasifikovali do dvaceti kategorií (dále slučitelných do pěti tříd – viz tab. I) v měřítku 1 : 5 000, tedy prakticky bez generalizace (použitá klasifikace je blíže vysvětlena v práci MIKLÍN & HRADECKÝ 2016).

Zvláštní zřetel byl brán na různé typy lesních porostů z hlediska jejich zápoje. Vymezeny proto byly kategorie les zapojený, les rozvolněný (se zemí viditelnou mezi stromy/keři), les otevřený (se stromy nebo keři v průměrné vzdálenosti cca 15–40 m od sebe) a travní porosty s roztroušenými stromy a keři. Mezi pasekami rozlišujeme paseky s výstavky, tj. nepokácenými roztroušenými stromy. Tyto lesní kategorie pak byly pro některé další analýzy sloučeny do generalizovaných kategorií lesa zapojeného, otevřeného (les rozvolněný, otevřený a travní porosty s roztroušenými stromy a keři), pasek (paseky a paseky s výstavky) a bezlesí (všechny ostatní kategorie). Další méně často používanou kategorií je zemědělská mozaika, pro niž jsou charakteristické malé pozemky podélného tvaru, s délkou několika desítek metrů, šířkou obvykle v řádu jednotek metrů, a průměrnou rozlohou cca 0,3 ha, využívané jako orná půda či louky. Zvlášť vymezena byla také zemědělská mozaika s významným zastoupením stromů. Data LU/LC byla dále analyzována v prostředí geografických informačních systémů (ArcGIS) a software Fragstats, v němž byly spočítány vybrané krajino-ekologické indexy (pro analýzy v programu Fragstats byla vektorová data převedena do rastrové podoby s velikostí pixelu 5×5 m).

Na základě změny kategorie mezi oběma sledovanými roky lze definovat několik procesů změny LU/LC: beze změny (resp. stejný stav, nebo v průběhu sledovaného období mohlo dojít ke změně kategorie a návratu k výchozímu stavu, např. u lesních porostů vykácení a následná obnova porostu), zemědělská intenzifikace (změna travních porostů a zemědělské mozaiky na ornou půdu), zemědělská extenzifikace (změna orné půdy na travní porosty, sady nebo vinice), zalesnění (změny nelesních kategorií na lesní), odlesnění (změny lesních kategorií na nelesní), vykácení, obnovení (změna paseky na lesní kategorii), zapojení (změna lesní kategorie na méně

otevřenou), rozvolnění (změna lesní kategorie na více otevřenou), vymizení rozptýlených stromů a křovin, zatopení.

Krajinná metrika slouží ke kvantifikaci struktury krajiny, přičemž jednotlivé indexy zahrnují nejrůznější aspekty struktury, jako je rozloha, tvar, délka hranic a jejich kontrast, vzájemná poloha, heterogenita a další (blíže viz např. FARINA 1998 nebo

Tab. Ia. Změny využití krajiny/krajinného krytu (LU/LC) mezi lety 1938 a 2014

Tab. Ia. Changes of land use/land cover (LU/LC) between years 1938 and 2014

třídy (tučně) a kategorie LU/LC LU/LC classes (in bold) & categories	rozloha [ha] area [ha]		změna [%] change [%]	rozloha [%] area [%]	
	1938	2014	1938–2014	1938	2014
zástavba / built-up area	16,6	11,8	-28,5	0,26	0,19
zahrady / gardens	2,0	1,7	-15,0	0,03	0,03
dopravní infrastruktura / transport infrastructure	5,5	1,3	-75,5	0,09	0,02
urbanizované plochy / urbanised areas	24,0	14,9	-38,1	0,4	0,2
orná půda / arable land	37,4	366,2	879,4	0,59	5,82
sady / orchards	1,1	39,7	3681,4	0,02	0,63
vinice / vineyards	0,0	10,8	N/A	0,00	0,17
zemědělská mozaika / agricultural mosaic	662,8	0,0	-100,0	10,54	0,00
zemědělská mozaika se stromy / agricultural mosaic with trees	131,3	0,0	-100,0	2,09	0,00
travní porosty / grasslands	293,7	100,3	-65,8	4,67	1,59
zemědělské plochy / agricultural areas	1126,2	517,0	-54,1	17,9	8,2
zapojené porosty / closed forest	3279,3	5096,1	55,4	52,13	81,01
rozvolněné porosty / semi-open woodlands	863,1	353,2	-59,1	13,72	5,61
otevřené porosty / open woodlands	445,4	46,4	-89,6	7,08	0,74
travní porosty s rozptýlenými stromy a keři / grasslands with scattered trees and bushes	280,8	93,6	-66,7	4,46	1,49
rozvolněné a otevřené porosty celkem / (semi)open woodlands total	1589,3	493,2	-69,0	25,3	7,8
paseky s výstavky / clear-cuts with retention trees	9,8	1,4	-85,7	0,16	0,02
paseky / clear-cuts	157,7	38,4	-75,7	2,51	0,61
paseky celkem / clear-cuts total	167,4	39,8	-76,2	2,7	0,6
liniová a rozptýlená zeleň / linear vegetation	8,5	3,6	-57,4	0,14	0,06
lesní plochy / wooded areas	5044,6	5632,7	11,7	80,2	89,5
skály a povrchy bez vegetace / non-vegetated soil and rocks	3,3	2,3	-28,9	0,05	0,04
mokřiny a bažiny / wetlands		1,8	N/A		0,03
vodní toky / water reaches	91,5	117,5	28,4	1,46	1,87
vodní plochy / water bodies	1,2	4,5	287,8	0,02	0,07
vodní a zamokřené plochy / water areas	92,7	123,8	33,6	1,5	2,0
celkem / total	6290,7	6290,7			

TURNER et al. 2001). Krajinná metrika vychází z plošek (celistvá plocha určité kategorie LU/LC), vyšší hierarchickou úrovní jsou kategorie LU/LC (hodnoty indexů obvykle vycházejí z hodnot počítaných pro plošky; v našem případě jsme tam, kde je to možné, využili průměr vážený rozlohou, který je smysluplnější z krajino-ekologického hlediska), nejvyšší hierarchickou úrovní je pak zkoumaná krajina jako celek. Z takřka nepřehledného množství indexů jsme použili indexy zahrnující aspekt rozlohy (CA – rozloha kategorie, MPS – průměrná rozloha plošky), počtu (NP – počet plošek), tvaru (SHAPE – v případě, že je hodnota indexu rovná jedné, má ploška tvar čtverce; čím vyšší hodnota, tím nepravidelnější tvar) a polohy, resp. izolovanosti (ENN – Euklidovská vzdálenost nejbližšího souseda, PROX – Index proximity; jeho hodnota je bezrozměrné číslo, které vyjadřuje dostupnost plošek stejného typu v určité limitní vzdálenosti, v našem případě byla použita hranice 600 m, přičemž jeho hodnota roste s narůstající plochou i blízkostí plošek). Pro hodnocení heterogeneity a fragmentace krajiny jako celku jsme využili Simpsonův index diverzity (SIDI, jehož hodnota zjednodušeně řečeno vyjadřuje pravděpodobnost, že dvě náhodně vybrané plošky budou různé kategorie), index sdělnosti (CONTAG, zahrnuje jak aspekt disperze, tak proložení; obecně jeho vyšší hodnoty ukazují na méně fragmentovanou krajinu se spíše menším počtem větších plošek) a index proložení a umístění (IJI, zahrnující výhradně aspekt proložení; čím je jeho hodnota vyšší, tím jsou jednotlivé plošky rovnoměrněji proloženy, tj. sousedící se sebou navzájem; naopak nižší hodnoty ukazují na větší míru shlukování plošek určitých krajiných kategorií). Detailní popis indexů včetně vzorců výpočtu uvádí MCGARRIGAL & MARKS (1995).

Jako doplňkový zdroj pro hrubý náčrt změn rozlohy lesních a nelesních ploch jsme použili také topografické mapy ze čtyř období: mapy II. vojenského mapování (zachycující zájmové území v roce 1841), III. vojenského mapování (rok 1877), topografické mapy v měřítku 1 : 25 000 v souřadnicovém systému S-52 (rok 1954) a aktuální základní mapu v tomtéž měřítku. Na těchto mapách jsme odlišili jen lesní a nelesní plochy. Vzhledem ke způsobu vzniku a zpracování map nelze tato data přímo srovnávat s daty z (časově odpovídajících) leteckých snímků, ukazují však na generální trend změn rozlohy lesa v relativně delším období, ovšem bez informace o charakteru (a tedy např. zápoji) lesního porostu.

VÝSLEDKY

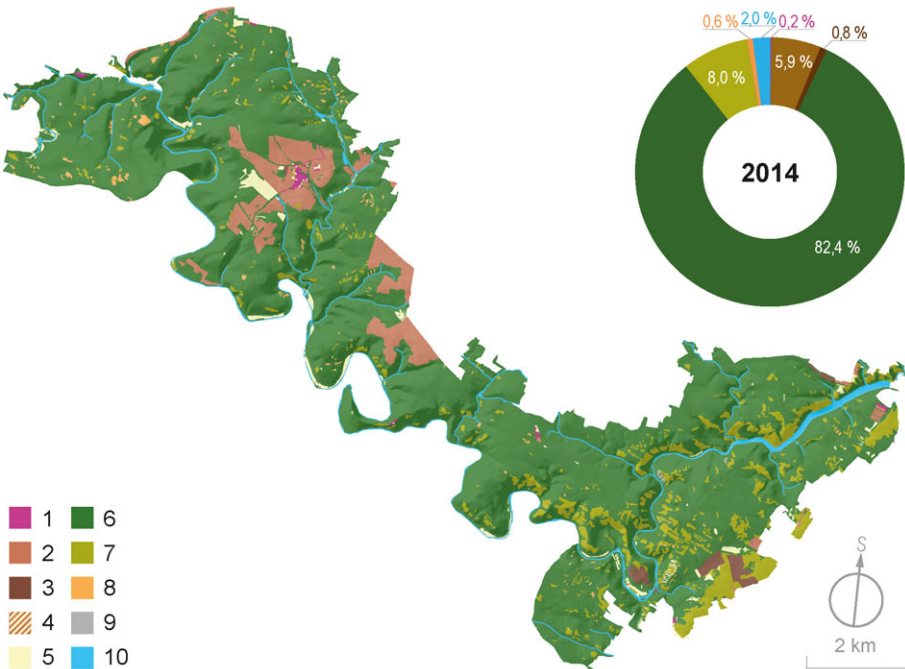
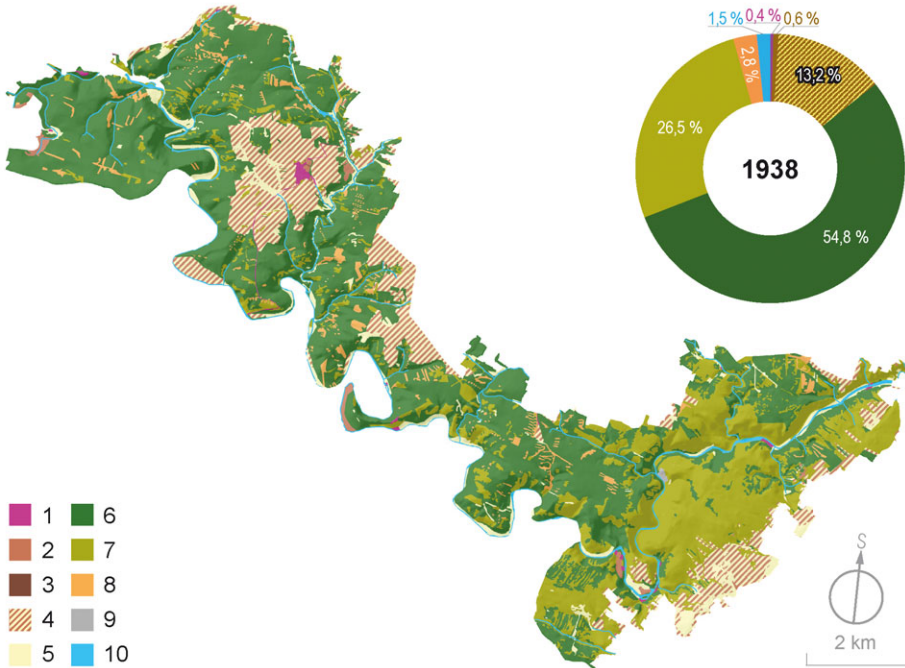
V obou sledovaných rocích byly nejzastoupenější třídou LU/LC *Lesní plochy* s podílem 80,2 %, respektive 89,5 %; mezi lety 1938 až 2014 tedy nárůstu rozlohy lesa padla za oběť téměř polovina (47,2 %) veškerého bezlesí na území NP. Podobně došlo vzedmutím hladiny řeky Dyje nad Znojmem a vybudováním několika nových vodních ploch k nárůstu rozlohy *Vodních a zamokřených ploch* z 1,5 % na 2 %. Rozloha zbývajících tří tříd klesla. Rozloha *Urbanizovaných ploch* klesla z 0,4 % na 0,2 % a rozloha *Zemědělských ploch* klesla na méně než polovinu (ze 17,9 % na 8,2 %). Rozloha *Skal a povrchů bez vegetace* klesla z 0,05 % na 0,04 % (viz tab. I a obr. 1).

V rámci třídy *Zemědělské plochy* byla v roce 1938 nejrozšířenější kategorií zemědělská mozaika s rozlohou 794,1 ha (tedy 12,6 % rozlohy NP), z toho 131,3 ha tvořila mozaika s rozptýlenými stromy. Při průměrné rozloze jednoho pozemku 0,3 ha můžeme odhadovat, že na ploše dnešního národního parku bylo zhruba 2600 jed-

Tab. Ib. Změny využití krajiny/krajinného krytu (LU/LC) mezi lety 1938 a 2014
 Tab. Ib. Changes of lan use/land cover (LU/LC) between years 1938 and 2014
 Vysvětlivky: NP = počet plošek, MPS = průměrná rozloha plošky, SHAPE = index tvaru, ENN = Euklidovská vzdálenost nejbližšího souseda, PROX = index proximity.
 Explanatory notes: NP = Number of Patches, MPS = Mean Patch Size, SHAPE = Shape Index, ENN = Euclidean nearest neighbor distance, PROX = Proximity Index. * PROX index byl počítán jen pro lesní plochy / PROX index was computed only for Wooded areas categories.

třídy (tučně) a kategorie LU/LC LU/LC classes (in bold) & categories	NP [plošek] NP [patches]		MPS [ha]		SHAPE [x > 1]		ENN [m]		PROX*	
	1938	2014	1938	2014	1938	2014	1938	2014	1938	2014
zástavba / built-up area	20	17	0,83	0,70	2,3	2,5	394	417		
zahrady / gardens	4	2	0,50	0,85	2,1	1,9	66	12254		
dopravní infrastruktura / transport infrastructure	7	4	0,78	0,33	7,9	4,1	433	2824		
urbanizované plochy / urbanised areas	31	23	0,77	0,65	4,1	2,9	297	5165		
orná půda / arable land	15	42	2,49	8,72	2,1	2,3	1307	136		
sady / orchards	5	9	0,21	4,41	1,6	1,9	1042	253		
vinice / vineyards	0	1	10,81			2,2		N/A		
zemědělská mozaika / agricultural mosaic	96	0	6,90		3,4		66			
zemědělská mozaika se stromy / agricultural mosaic with trees	39	0	3,37		2,3		36			
travní porosty / grasslands	191	134	1,54	0,75	2,9	2,5	116	166		
zemědělské plochy / agricultural areas	346	186	3,25	2,78	2,5	2,2	513	185		
zapojené porosty / closed forest	121	30	27,10	169,87	12,5	12,4	14	13	69144,7	90659,1

třídy (tučně) a kategorie LU/LC LU/LC classes (in bold) & categories	NP [plošek] NP [patches]		MPS [ha]		SHAPE [x > 1]		ENN [m]		PROX*	
	1938	2014	1938	2014	1938	2014	1938	2014	1938	2014
rozvolněné porosty / semi-open woodlands	391	380	2,21	0,93	3,4	2,4	39	67	635,1	64,9
otevřené porosty / open woodlands	154	58	2,89	0,80	3,3	2,1	92	434	111,7	4,6
travní porosty s rozptýlenými stromy a keři / grasslands with scattered trees and bushes	35	24	8,02	3,90	5,4	3,5	257	144	7,9	53,2
rozvolněné a otevřené porosty celkem / (semi)open woodlands total	381	393	4,17	1,25	4,1	2,7	129	215	3136,3	75,1
paseky s výstavky / clear-cuts with retention trees	10	5	0,98	0,28	1,9	1,5	493	1752	0,2	0,2
paseky / clear-cuts	296	119	0,53	0,32	2,3	1,6	90	157	25,3	4,8
paseky celkem / clear-cuts total	302	123	0,55	0,32	2,1	1,9	292	955	25,8	4,9
liniová a rozptýlená zeleň / linear vegetation	20	24	0,43	0,15	3,4	2,2	216	213		
lesní plochy / wooded areas	1027	640	4,91	8,80	4,6	3,7	172	397		
skály a povrchy bez vegetace / non-vegetated soil and rocks	2	8	1,63	0,29	1,6	1,5	520	265		
mokřiny a bažiny / wetlands	0	5	0,36			1,7		4728		
vodní toky / water reaches	9	10	10,17	11,75	12,7	11,3	154	192		
vodní plochy / water bodies	1	8	1,17	0,56	1,4	1,5		658		
vodní a zamokřené plochy / water areas	10	23	9,27	5,38	4,7	4,8				
celkem / total	1416	880	4,44	7,15	8,4	10,7	60	44		



notlivých malých pozemků. Velkoplošné bloky orné půdy měly v roce 1938 rozlohu jen 37,4 ha, prakticky vůbec zastoupeny nebyly velkoplošné sady a vinice. Celkem 293,7 ha (tedy 4,7 % rozlohy NP) tvořily travní porosty. Výsledkem je úplný zánik zemědělské mozaiky (obr. 2a), z níž se z 36,4 % stala orná půda (průměrná velikost plošky je u této kategorie v současnosti 8,7 ha), na 4,2 % se dnes rozkládají travní porosty, avšak celých 58,1 % je pokryto některou z lesních kategorií, většinově zapojeným lesem (49,0 %). Podobně u travních porostů, jejichž rozloha poklesla z 293,7 ha na 100,3 ha (o 65,8 %), bylo sice 5,2 % intenzifikováno na ornou půdu, ale ze 70,7 % se do roku 2014 stal zapojený les, 1,8 % bylo klasifikováno jako otevřený nebo rozvolněný porost a 11,8 % jako travní porost s rozptýlenými keři a stromy.

Velké změny se odehrály i uvnitř třídy *Lesních ploch*. Zatímco rozloha zapojených lesů vzrostla z 3279,3 ha na 5096,1 ha (o 55,4 %), rozloha otevřených a rozvolněných porostů poklesla z 1589,3 ha na 493,2 ha (o 69,0 %, obr. 2b). Největší pokles – takřka na desetinu původní rozlohy – nastal u kategorie *Otevřený les*. Hodnoty dalších indexů ukazují (tab. I), že zatímco v případě zapojeného lesa došlo k homogenizaci (což ilustruje nárůst průměrné rozlohy plošky na více jak šestinásobek a výrazný pokles počtu plošek při současném nárůstu rozlohy), otevřené a rozvolněné porosty jsou v současné době mnohem fragmentovanější a izolovanější. Přes výrazný pokles rozlohy se počet plošek dokonce mírně zvětšil, avšak průměrná velikost plošky klesla na téměř čtvrtinu, plošky mají také jednodušší, kompaktnější tvar (pokles hodnoty indexu SHAPE). Větší míru izolovanosti a fragmentovanosti dokládá jak nárůst indexu ENN, tak zejména hodnoty indexu PROX. Ve sledovaném období výrazně klesla také celková rozloha pasek, celkově o 76,2 % z 167,4 ha na 39,8 ha, a také se snížila jejich průměrná velikost. Celkovou homogenizací krajiny NP Podyjí dokládají také změny hodnoty indexů SIDI, IJI i CONTAG (tab. II). Rozdíl hodnot těchto indexů v obou sledovaných obdobích, vypočtené pouze pro lesní plochy, jsou ještě větší; to ukazuje, že rozsáhlejší změny (z hlediska fragmentace, heterogenity, diverzity krajiny) nastaly právě v lesních porostech, zatímco nelesní plochy se změnily méně.

Z hlediska procesů změny LU/LC (tab. III, obr. 3) na více než polovině (54,4 %) území NP Podyjí nedošlo ke změně. Největší podíl na plochách beze změny měl zapojený les (91,1 %), rozvolněné porosty (3,7 %) a vodní toky (2,6 %). Nejzastoupenějším procesem bylo zapojení lesních porostů (22,2 %), následované zalesněním (10,0 %) a zemědělskou intenzifikací (6,5 %).

Výsledky z topografických map pro období 1841 až 2014 ukazuje obr. 4. Rozloha lesních ploch mezi všemi sledovanými obdobími rostla, zatímco v roce 1841 tvořily

←

Obr. 1. Krajinový kryt (LU/LC) v letech 1938 (a) a 2014 (b). Legenda pro generalizované kategorie LU/LC: 1) urbanizované plochy, 2) orná půda, 3) vinohrady a sady, 4) zemědělská mozaika, 5) travní porosty, 6) zapojené porosty, 7) rozvolněné a otevřené porosty, travní porosty s rozptýlenými stromy a keři, 8) paseky, 9) skály a povrchy bez vegetace, 10) vodní a zamokřené plochy.

Fig. 1. Land use/land cover in 1938 (a) and 2014 (b). Legend for generalised LU/LC categories: 1) Urbanised areas, 2) Arable land, 3) Vineyards and Orchards, 4) Agricultural mosaic, 5) Grasslands, 6) Closed forest, 7) (Semi-)open woodlands and grasslands with scattered trees and bushes, 8) Clear-cuts, 9) Non-vegetated soil and rocks, 10) Water areas and wetlands.



Obr. 2. a) Okolí obce Havraníky v roce 1938 (vlevo) a 2009 (vpravo). Typická mozaika malých pozemků byla změněna na velkoplošné bloky orné půdy, přibylo také lesa i liniové zeleně. b) Zapojení otevřených porostů a šíření lesa na travní plochy.

Fig. 2. a) Havraníky village and surroundings in 1938 (left) and 2009 (right). The typical mosaic of small fields was turned into large-scale blocks of arable land, forest and linear vegetation also spread. b) Closure of open woodlands and spreading of woodlands into grasslands.

lesní plochy 66,7 % území národního parku, v roce 2014 to bylo již 88,5 %. Za zhruba 170 let tedy rozloha nelesních ploch klesla zhruba na třetinu. K výraznému zalesnění došlo zejména v jihovýchodní části národního parku, les se však šířil prakticky na všechny bezlesé plochy.

Tab. II. Metrické charakteristiky na úrovni krajiny

Tab. II. Landscape metrics on landscape scale

Vysvětlivky: SIDI = Simpsonův index diverzity, IJI = index proložení a umístění, CONTAG = index sdělnosti

Explanatory notes: SIDI = Simpson Diversity Index, IJI = Interspersion and Juxtaposition Index, CONTAG = Contagion Index

	celé území total area		lesní plochy wooded area	
	1938	2014	1938	2014
SIDI	0,687	0,336	0,757	0,338
IJI	57,1	45,3	59,1	39,0
CONTAG	67,9	83,4	60,0	81,7

Tab. III. Procesy změny krajinného krytu (LU/LC) mezi lety 1938 a 2014

Tab. III. Processes of land use/land cover change between 1938 and 2014

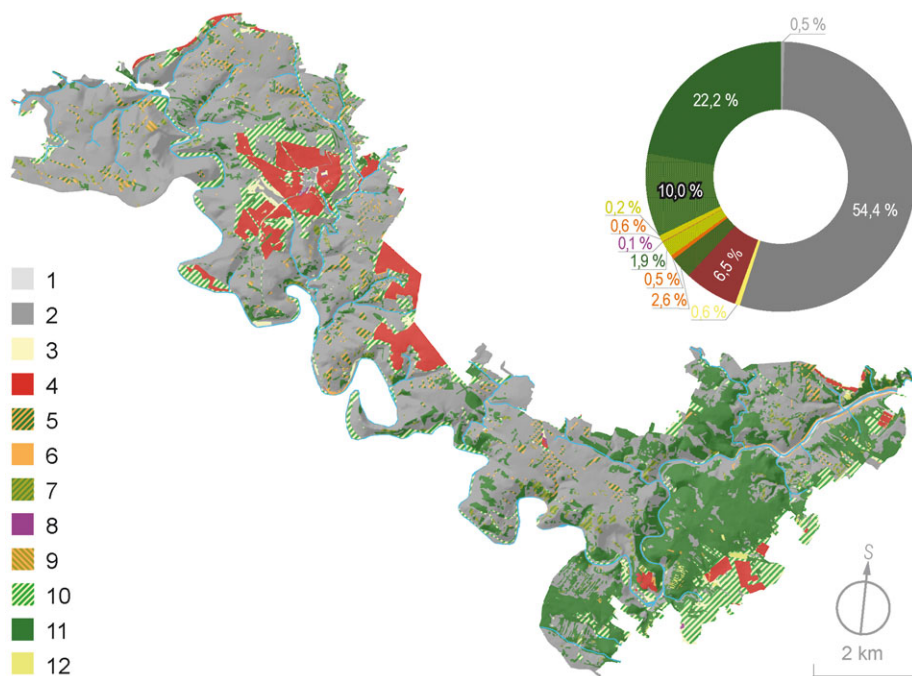
proces / process	ha	%
beze změny / without change	3425,2	54,4
zapojení / canopy closure	1397,0	22,2
zalesnění / forestation	627,7	10,0
intenzifikace / intensification	406,4	6,5
obnovení / reforestation	163,9	2,6
rozvolnění / woodland opening	116,9	1,9
vykácení / clearcutting	37,6	0,6
extenzifikace / extensification	37,1	0,6
odlesnění / deforestation	32,3	0,5
ostatní / other	30,1	0,5
vymizení rozptýlených stromů a křovin / disappearance of scattered trees and bushes	11,7	0,2
urbanizace / urbanisation	4,6	0,1

DISKUSE

Na téměř polovině území NP Podyjí se mezi lety 1938 a 2014 změnil krajinný pokryv. Výrazně přibýlo lesů, zejména zapojených, a přes značný úbytek bezlesí narostla rozloha velkoplošných bloků orné půdy, které (z velké části kvůli kolektivizaci a scelování pozemků) nahradily mozaiku drobných zemědělských pozemků. Zapojené lesy přibývaly především na úkor zemědělské mozaiky, travních porostů a otevřených lesů (lesostepí, pařezin, pastvin se stromy apod.). Topografické mapy ukazují, že trend nárůstu rozlohy lesa na úkor bezlesí je dlouhodobý a trvá minimálně posledních cca 170 let, během nichž na území NP zmizely dvě třetiny bezlesí. Většinu zbývajícího bezlesí dnes zabírají velkoplošné bloky orné půdy namísto mozaiky drobnějších a extenzivněji využívaných pozemků nebo pastvin. Jsme tedy svědky hluboké proměny charakteru krajiny a homogenizace vegetace na území národního parku.

Změny krajiny a jejich příčiny na území NP a v běžné krajině

Mezi obecné trendy změn LU/LC na území České republiky od poloviny 19. století patří nárůst rozlohy lesů, zastavěných ploch a trvalých kultur (např. vinohrady, sady, zahrady apod.), a úbytek zemědělské půdy – zejména travních porostů – ale i orné půdy (Bičík et al. 2001). Tyto změny byly do začátku druhé poloviny 20. století spíše pozvolné. Po nástupu kolektivizace a intenzifikace zemědělství jejich rychlost kulminovala (WITTIG et al. 2006, WOODCOCK et al. 2008). Tehdy také do té doby běžnou mozaiku drobných zemědělských ploch nahradily velkoplošné bloky orné půdy. V pohraničí se trendy změn mírně liší od vnitrozemí, především kvůli výraznějšímu snížení intenzity hospodaření způsobenému jednak poklesem počtu obyvatel v pohraničí po vysídlení Němců, jednak vznikem tzv. železné opony po roce 1948. Tyto faktory umocnily následky vlivu kolektivizace a intenzifikace zemědělství na krajinu. Oproti vnitrozemí tak v pohraničí po roce 1948 došlo k výraznějšímu nárůstu



Obr. 3. Procesy změn krajinného krytu (LU/LC) mezi lety 1938 až 2014. Legenda: 1) ostatní, 2) stejný stav, 3) extenzifikace, 4) intenzifikace, 5) obnovění, 6) odlesnění, 7) rozvolnění, 8) urbanizace, 9) vykácení, 10) zalesnění, 11) zapojení, 12) vymizení rozptýlených stromů a křovin.

Fig. 3. Processes of land use/land cover change between 1938 and 2014. Legend: 1) other, 2) without change, 3) extensification, 4) intensification, 5) reforestation, 6) deforestation, 7) woodland opening, 8) urbanisation, 9) clear cutting, 10) forestation, 11) canopy closure, 12) disappearance of scattered trees and bushes.

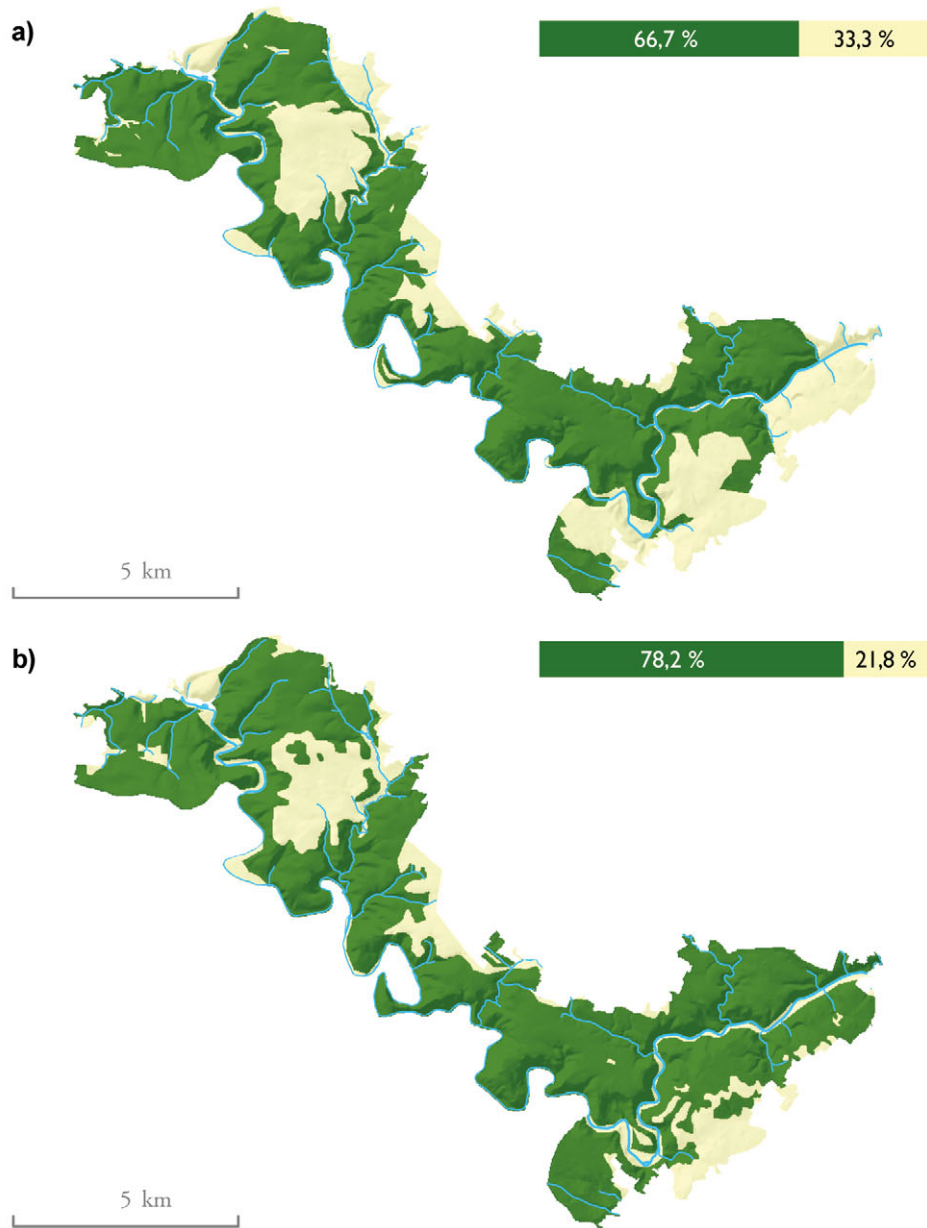
rozlohy lesa, výraznějšímu úbytku orné půdy a také k úbytku zastavěných ploch (Bičík et al. 2010, Rašín & Chromý 2010). Trend zapojování korunového patra lesů je setrvalý a dlouhodobý i mimo chráněná území, lesy v nižších polohách Moravy byly zjevně většinou řídké ještě v 19. století a z poměrně velké části i na počátku 20. století (Miklín & Čížek 2014, Szabó et al. 2015).

Výše uvedené hlavní trendy změn volné krajiny v České republice a celé střední Evropě se projevily také na území NP Podyjí. Vzhledem k poloze a recentní historii území se zde výrazně projevily zejména změny typické pro pohraniční oblasti jako úbytek urbanizovaných ploch, výrazný úbytek ploch zemědělsky obhospodařovaných a nárůst rozlohy lesa. Existenci národního parku lze nepochybně připsat výrazný pokles rozlohy pasek. Mělo-li vyhlášení chráněné krajinné oblasti a posléze národního parku nějaké další efekty na LU/LC, pak zřejmě působily ve stejném směru – tedy směrem ke snížení intenzity zemědělského hospodaření – jako ostatní faktory. Ochranný management totiž (i přes některé výjimky na plochách poměrně malé rozlohy) spočíval a převážně stále spočívá především v bezzásahovosti, tedy „ponechání samovolnému vývoji“, který v našich podmínkách vede k zapojenému lesu. Na území parku jsou běžné také příklady aktivního zalesňování. Cílená péče o bezlesí samozřejmě mohla zpomalit či omezit zarůstání některých ploch lesem, v kontextu celkových změn krajiny se však jedná o poměrně zanedbatelné plochy. K hodnocení vlivu ochranné péče na LU/LC území parku by bylo nezbytné sledovat změny v jiném časovém úseku, to ale ani není cílem této práce, která se zabývá dlouhodobými změnami a trendy. Nicméně ukazuje, že prakticky všechny faktory ovlivňující vývoj krajiny na území NP Podyjí působí stejným směrem a podporují zejména šíření zapojeného lesa na úkor ostatních složek krajiny.

Důsledky změn charakteru krajiny pro biodiverzitu území

Na území NP Podyjí tedy proběhly podobné změny LU/LC jako mimo něj, byly ale zřejmě intenzivnější. Z hlediska ochrany diverzity vázané na světlé lesy a bezlesí – což jsou v našich podmínkách mnohé vzácné a zvláště chráněné druhy – to není dobrá zpráva. Výše popsané změny využití a pokryvu krajiny jsou v Evropě i České republice hlavní příčinou výrazného ochuzení přírodní rozmanitosti volné krajiny, jak je diskutováno v následujících odstavcích. Probíhají-li stejné procesy – navíc intenzivněji – i na území národního parku, může tento jen těžko sloužit jako refugium bioty, vytlačené změnami hospodaření z volné krajiny.

Na území národního parku Podyjí se prolíná vegetace panonského termofytika s otužilejší vegetací českomoravského mezofytika. Biota termofytika, i podstatná část bioty mezofytika, je vázána především na bezlesí a řídké lesy. Zejména suché stepní trávníky a další xerotermní bezlesí proto hostí velmi významný podíl biologické rozmanitosti parku. Rozloha bezlesí ale od r. 1938 klesla na polovinu (od r. 1841 na třetinu) a dnes pokrývá jen desetinu rozlohy parku. Z toho více než polovinu zabírají velkoplošné bloky orné půdy, rozloha travních porostů s rozptýlenými keři a stromy i travních porostů bez nich klesla na třetinu a dnes celkem zabírají pouhých 3 % rozlohy parku. Přitom travnaté ekosystémy jsou celosvětově, na kontinentální i na republikové úrovni mimořádně ohrožené a rychle ubývají (Hoekstra et al. 2005, Holusa et al. 2012, Miklín 2012). V Evropě zároveň jde o lokální ohniska biodiverzity (Pons et al. 2003, Cremene et al. 2005, Partel et al. 2007, De Bello et al. 2010), a jde také o jedny z ochrannýsky nejcennějších biotopů na území NP Po-



Obr. 4. Lesní (zeleně) a nelesní (žlutě) plochy podle údajů z topografických map; a) 1841 (II. vojenské mapování), b) 1877 (III. vojenské mapování), c) 1954, d) 2014.

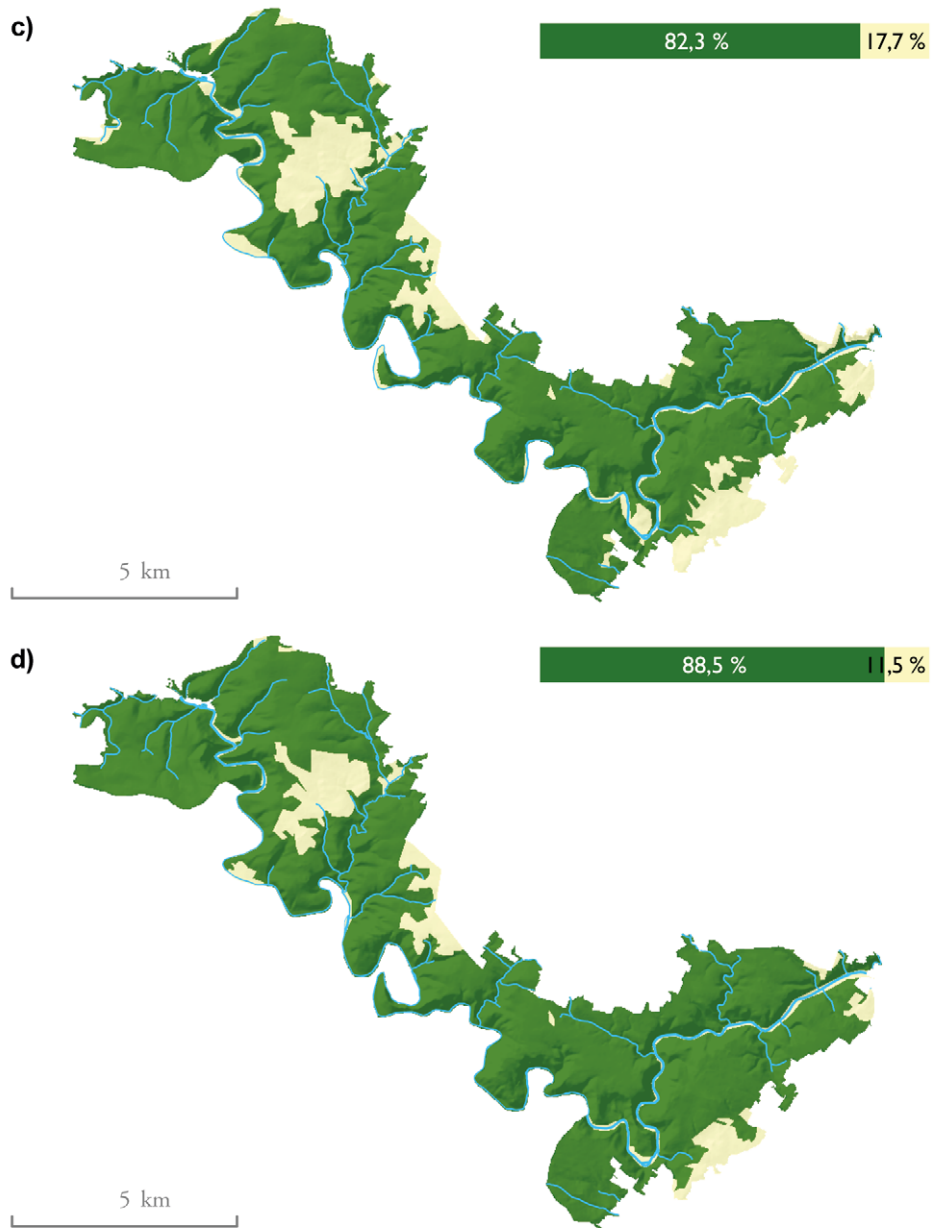


Fig. 4. Wooded (green) and non-wooded (yellow) areas according to topographic maps; a) 1841 (Second military survey), b) 1877 (Third military survey), c) 1954, d) 2014.

dyjí. Jejich celková rozloha na území parku dnes ale odpovídá rozloze jedné větší přírodní rezervace (nižší stovky hektarů).

Řídké lesy patří k biologicky nejbohatším, ale zároveň také k nejrychleji mizějícím terestrickým stanovištím mírného pásu severní polokoule (BENGTSSON et al. 2000, RANIUS & JANSSON 2000, SPITZER et al. 2008, VODKA et al. 2009, EGGERS et al. 2010, HÉDL et al. 2010, BUGALHO et al. 2011, CHYTRÝ et al. 2012, NORDEN et al. 2012). Rychle mizí zejména na úživných stanovištích u nás i ve zbytku Evropy. Jejich rozloha na území NP klesla z více než čtvrtiny území v r. 1938 na dnešních necelých 8 %. Z biotopu donedávna pokrývajících většinu jihovýchodní části parku zůstaly zachovány prakticky pouze izolované fragmenty převážně na jižně orientovaných svazích kaňonu Dyje. Největší plochy řídkých lesů momentálně pokrývají bývalé bezlesí při jižním okraji parku.

Se zapojováním řídkých lesů nahrazuje jejich teplomilnou biotu podstatně chudší, mezofilní biota zapojených lesů (BENES et al. 2006, HÉDL et al. 2010, HALL & BUNCE 2011, HORÁK & RÉBL 2013). Jak výrazné ochuzení to je, ilustruje studie z experimentálního prosvětlování lesů v doubravách NP Podyjí (SEBEK et al. 2015), která srovnává diverzitu a ochranný význam společenstev osmi modelových skupin organismů v zapojeném lese a na světlých stanovištích (řídký les, lesní okraj, paseka a v několika případech též nivní louka). Pro pět z osmi studovaných skupin byl zapojený les nejchudším stanovištěm, a to s ohledem na celkovou diverzitu i ohrožené druhy (šlo o cévnaté rostliny, plazy, denní motýly, saproxylické brouky a florikolní brouky), zatímco pouze pro noční motýly byl zapojený les stanovištěm nejbohatším. I ohrožené druhy nočních motýlů však výrazně preferovaly otevřené lesy. Ochranný významné druhy z ostatních skupin byly vázány převážně na řídké lesy nebo jiná slunná stanoviště.

Kromě okamžitého negativního vlivu na přírodní rozmanitost má šíření zapojených lesů také efekty dlouhodobé. Jedním je úbytek starých stromů. Ty původně rostly v řídkém lese bez konkurence jiných stromů. Jsou proto většinou nízké a s ohledem na věk také méně vitální. Po zapojení korunového patra ale mladší, vitálnější a obvykle také vyšší stromy představují konkurenci, s níž staré stromy nemají šanci se vyrovnat a po zapojení lesů postupně hynou. Na starých stromech přitom závisí velmi podstatná část lesní biodiverzity (HALL & BUNCE 2011). Zvýšení korunového zápoje zároveň znamená postupnou proměnu druhové skladby dřevin v takto postižených lesích. Světlo milný dub bude totiž postupně nahrazen stínomilnými dřevinami (VERA 2000). I když pomineme skutečnost, že dub byl hlavní dřevinou našich nížin a pahorkatin posledních několik tisíc let, nemůžeme pominout fakt, že v listnatých lesích mírného pásu severní polokoule je dub zásadním nositelem biologické rozmanitosti. Je na něj vázáno řádově více druhů herbivorního a xylofágního hmyzu než na dřeviny, které jej ve stinných lesích nahrazují (VODKA et al. 2009).

I přes výskyt některých specifických ohrožených a chráněných druhů v porostech ponechaných samovolnému vývoji je zapojený les obecně biologicky chudším a z pohledu ochrany biodiverzity méně hodnotným biotopem v národním parku. A to navzdory skutečnosti, že citlivě obhospodařované, nebo neobhospodařované lesy v národním parku jsou biologicky hodnotnější, než hospodářské lesy mimo národní park. Vše je ale otázkou míry. Zapojené lesy do Podyjí nesporně patří. Problémem je ale jejich současná rozloha a zejména skutečnost, že se šíří na úkor prakticky všech

ostatních sledovaných kategorií LU/LC. Došlo tak k celkové homogenizaci krajinného pokryvu NP Podyjí a k úbytku a fragmentaci všech ostatních typů stanovišť.

Krajinné změny a péče o NP Podyjí

Výrazný úbytek a fragmentace prakticky všech terestrických biotopů s výjimkou zapojeného lesa nevyhnutelně způsobily značný pokles druhové diverzity. Je zjevné, že chceme-li zachovat faunu a flóru světlých lesů a travnatých bezlesí, musíme zachovat také světlé lesy a travnatá bezlesí. Méně zjevné ale je, jaké rozlohy jich máme zachovat. Předložená analýza změn krajinného pokryvu naznačuje – a procházka národním parkem pak ukazuje – že popisované procesy na území parku stále probíhají. I tam, kde k zapojení korunového patra zatím nedošlo, sukcese k zapojenému lesu směřuje. Prvotním a nejbližším cílem péče o národní park Podyjí je tedy zajistit, aby dále neklesala rozloha rychle ubývajících biotopů osídlených ohroženými nebo lokálně cennými druhy organismů, tedy zaměřit se především na řídké lesy a travnatá bezlesí.

V dlouhodobějším výhledu to bohužel nestačí. S výše popsányi změnami prostředí národního parku (tedy těmi, které již proběhly) se existující společenstva rostlin a živočichů budou vyrovnávat desítky až stovky let. A toto „vyrovnávání“ bude spočívat v postupném vymírání podstatné části i těch druhů vázaných na bezlesí a řídké lesy, které na území parku dosud přežívají. Úbytek a fragmentace stanovišť je zatlačily na pokraj existence. Zatím v parku žijí, nicméně nízká početnost a fragmentace populací způsobená změnami krajiny snižuje jejich šance přežít dlouhodobě. To je podstata tzv. extinkčního dluhu (TILMAN et al. 1994). Chceme-li zachovat biodiverzitu parku alespoň ve stávající podobě, musíme trend úbytku rozlohy a fragmentace bezlesí a řídkých lesů nikoli zastavit, ale zvrátit. A to co nejdříve. Čím déle budeme s nápravou situace otálet, tím více organismů bezlesí a řídkých lesů NP Podyjí ztratí.

S ohledem na setrvalý a dlouhodobý postup sukcese není reálné očekávat, že samovolně dojde k výraznějšímu návratu travnatých ekosystémů nebo trvalejšímu prosvětlení lesů na území národního parku. K ničemu podobnému zatím v ČR ani jinde nedošlo. Tvrzení, že by k tomu dojít mohlo, postrádají oporu v realitě, jsou obvykle účelová (nejnověji např. VRŠKA 2016) a někdy až zábavně bizarní (např. „třicetiletý cyklus borovice“ na Mohelenské hadcové stepi, KONVIČKA et al. 2005). Národní park Podyjí je dle klasifikace IUCN chráněným územím kategorie II. Dle pravidel IUCN má být primárním cílem správy takového území „Chránit přirozenou biodiverzitu spolu s jejími ekologickými základy a procesy, na nichž závisí...“ (DUDLEY 2008). S ohledem na důsledky postupující sukcese nezbyvá než konstatovat, že tento cíl na území NP Podyjí zjevně naplňován není. S odvoláním právě na tento zdroj u nás přesto je řešena otázka, zda na území národních parků lze zasahovat, aby bylo zabráněno poklesu biodiverzity (naposledy např. ŠKORPÍK 2015, VRŠKA 2016, HOŠEK 2016) a zatím stále převládá stanovisko, že na 75 % rozlohy národního parku se zasahovat nemá.

S ohledem na výrazné změny krajiny NP Podyjí je nezbytné přistoupit ke krokům, které povedou k ústupu zapojených lesů a k návratu bezlesí a řídkých lesů. Zatím alespoň v těch partiích parku, kde se na tom pracovníci Správy NP shodnou. Spektrum nástrojů, které jsou k dispozici, je široké. Možné způsoby údržby a obnovy péče o les zahrnují řízenou pastvu domácích zvířat, polodivoké chovy divokých nebo domestikovaných kopytníků v rozsáhlých ohradách, vypalování a aktivní zá-

sahy snižující zápoj lesů, ideálně pak kombinace těchto přístupů (není cílem tohoto příspěvku tyto blíže rozebírat). S některými přístupy – lesní pastvou domácích zvířat a výmladkovým hospodařením – má Správa NP Podyjí pozitivní zkušenosti, jen byly zatím uplatněny pouze experimentálně na malých rozlohách (VILD & STEJSKAL 2013, SEBEK et al. 2015). Další způsoby péče (např. polodivoké chovy koní) jsou v přípravě a vázány na získání finančních prostředků; předložená analýza by Správě NP k tomu mohla pomoci.

ZÁVĚR

Krajina národního parku Podyjí se během 20. století výrazně proměnila. Jak v roce 1938, tak v roce 2014 byly nejzastoupenější kategorií LU/LC lesní porosty. Zhruba třetinu porostů v roce 1938 tvořily otevřené lesy nebo travní porosty s rozptýlenými stromy a keři, ty však byly v průběhu 20. století z velké části zapojeny a v roce 2014 již tvořily jen necelých 10 % lesních ploch, výrazně fragmentovanějších a izolovanějších. Výrazně (zhruba na třetinu) klesla také rozloha travních porostů, které z velké části zarostly také zapojeným lesem. Zatímco v roce 1938 tvořila prakticky všechnu zemědělskou půdu mozaika velmi malých, protáhlých pozemků, dnes byla nahrazena velkoplošnými bloky orné půdy (pokud také nezarostla lesem).

Změny ve 20. století tedy vedly k celkové homogenizaci krajiny národního parku Podyjí. Z velké části je můžeme přičíst výraznému snížení intenzity zemědělského hospodaření a proměnám hospodaření lesního. Snížení intenzity disturbancí (ať už přírodních, nebo lidských), udržujících bezlesé plochy nebo řídké lesy, vedlo k šíření a zapojování lesa vlivem sukcesních procesů. Jelikož právě otevřené porosty nebo bezlesé plochy, jako jsou travnaté stepi nebo vřesoviště, patří k těm nejhodnotnějším ekosystémům chráněných v rámci národního parku, jeho management by měl na vhodně vybraných lokalitách směřovat k zamezení dalšího šíření lesa a křovin, udržení (či případně také rozšíření) ploch bezlesí a otevřených porostů. To v dnešní době znamená aktivní, cílený a řízený ochrannářský management.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl podpořen z grantu SGS18/PřF/2015-2016 Ostravské univerzity v Ostravě a grantu Technologické agentury ČR (TB030MZP017). Autoři děkují Lence Reiterové a Robertu Stejskalovi ze Správy národního parku Podyjí za spolupráci a poskytnutí podkladů.

SUMMARY

The paper deals with land use/land cover (LU/LC) changes in the Podyjí National Park area, as LU/LC as result of both human and natural processes is often understood as indicator of landscape structure and dynamics (FORMAN & GODRON 1993). During last centuries human management was intensified in the Central Europe, and resulting changes (homogenization, decrease of grasslands, open woodlands and scattered trees followed with increase of area of closed forests and arable land) have been causing decrease of biodiversity. While between years 1845 and 1948 LU/LC in the area of the Czech Republic changed rather slowly, in following period landscape structure changed rapidly as a result of several socio-economic “point breaks” (Bíčík et al. 2001): socialistic collectivization and ownership reforms results into intensification of agricultural management and significant homogenization of landscape; on the other hand, displacement of German inhabitants from border

areas led into decrease of human activities in border areas and so did restrictions resulting from existence of “Iron Curtain”. Similarly, declaration of protected areas (Podyjí Protected Landscape Area in 1978, or Podyjí National Park in 1991 respectively) turned area management into (nearly) non-interventional. Thus (semi)open woodlands – considered to be one of the most diverse temperate ecosystems (PLIENINGER et al. 2015) – nearly vanished and were replaced with closed forest; likewise were afforested large areas of grasslands, as these ecosystems have been dependent on human management (i. e. forest pasture, coppicing or grass cutting) (MÜLLEROVÁ et al. 2014). Aim of the paper is to describe and quantify changes of LU/LC in the area of the Podyjí National Park (PNP) between years 1938 and 2014; causes and consequences of these changes for national park biodiversity are discussed.

Methods

As primary source, aerial photographs (from years 1936 and 1938 – the oldest one available – and 2014 – the most recent available) were used. LU/LC was classified into 20 categories (tab. I) in 1 : 5,000 scale. We put special emphasis on wooded areas according to their canopy closure/openness: four categories, from closed forest to grasslands with scattered trees and bushes were distinguished. LU/LC data (obtained by visual photointerpretation in ArcGIS software) were further analyzed using landscape metrics computed in Fragstats software (McGARRIGAL & MARKS 1995). As supplementary source for assessing area of forested and non-forested areas, topographic maps (from years 1841, 1877, 1954 and 2014) were used.

Results

Results of LU/LC changes are shown fig. 1 and tab. I. In both years, *Woodlands* covered the largest area of the PNP: 80.2% in 1938 and 89.5% in 2014. While area of closed forest increased by 55.4% (from 3,279.3 ha to 5,096.1 ha), area of (semi)open woodlands and grasslands with scattered trees and bushes (OWGST) decreased by 69.0% from 1,589.3 ha to 493.2 ha (fig. 2b). Landscape indexes shows that patches of OWGSTS are much more isolated and fragmented; by contrast spatial structure of closed forest was homogenized. In total, indexes of diversity and overall landscape structure (tab. II) document homogenization of the PNP area.

Area of *Agricultural land* decreased from 17.9% to 8.2%. While in 1938 794.1 ha (i.e. 12.6%) of the PNP covered mosaic of small elongated fields (with average patch area ca. 0.3 ha we can estimate ca. 2,600 patches in the whole area of the PNP) (fig. 2a), in 2014 such mosaic did not exist, as was turned into large-scale blocks of arable lands (36.4%) or afforested (58.1%). Area of grasslands decreased from 293.7 ha to 100.3 ha by 65.8%.

Assessing LU/LC change processes (tab. III, fig. 3), 54.4% of the PNP area has not seen change (from this, 91.1% was closed forest). On 22.2% of the PNP area was detected canopy closure, 10.0% were afforested.

According to topographic maps (fig. 4), area of woodlands increased from 66.7% in 1841 to 88.5% in 2014; during last 170 years area of non-wooded areas decreased by two thirds.

Discussion and conclusions

As general trends of LU/LC change in the Czech Republic were identified increase of urbanized areas, forests and permanent cultures (i. e. vineyards or orchards), while area of agricultural land (especially grasslands) decreased (BÍČÍK et al. 2001). In the border areas, LU/LC changes were slightly different (BÍČÍK et al. 2010, RAŠÍN & CHROMÝ 2010). Trend of canopy closure and vanishing of the open woodlands was described from several areas (MIKLÍN & ČÍZEK 2014, SZABÓ et al. 2015). Similar trends were found out also in the PNP area, as conservation management is mainly non-interventional and thus multiple spreading of woodlands and homogenization of forests. Special conservation measures performed on the non-wooded areas (grasslands) could have probably slow down such processes, but only in very small areas.

During study period, the area biologically most valuable and diverse ecosystems significantly decreased (PONS et al. 2003, CREMENE et al. 2005, PÁRTEL et al. 2007, DE BELLO et al. 2010, BENGTS-SON et al. 2000, RANIUS & JANSSON 2000, SPITZER et al. 2008, VODKA et al. 2009, EGGERS et al. 2010; HÉDL et al. 2010, BUGALHO et al. 2011, CHYTRÝ et al. 2012, NORDEN et al. 2012): grasslands and

(semi)open woodlands and grasslands with scattered trees and shrubs, which are replaced with significantly less diverse ecosystem of closed forest (BENES et al. 2006, HÉDL et al. 2010, HALL & BUNCE 2011, HORÁK & RÉBL 2013, SEBEK et al. 2015). Conservation management of the PNP thus should focus on stopping of afforesting and spreading of forests, and – moreover – on active management of woodlands, which would lead into restoration of open woodlands. Wide spectrum of such measures includes e.g. cattle pasture, half-wild farming, burning and its combinations. In view of the fact that ca. two thirds of non-wooded areas disappeared during last 170 years, active conservation management should start as soon as possible in order to stop biodiversity loss and protect endangered species of the Podyjí National Park.

LITERATURA

- BENES J., CIZEK O., DOVALA J. & KONVICKA M. (2006): Intensive game keeping, coppicing and butterflies: the story of Milovický Wood, Czech Republic. – *Forest Ecology and Management*, 237(1): 353–365.
- BENGTSSON J., NILSSON S. G., FRANC A. & MENOZZI P. (2000): Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. – *Forest Ecology and Management*, 132: 39–50.
- 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(1): 65–73.
- BIČÍK I., KABRDA J. & NAJMAN J. (2010): Land-Use Changes Along the Iron Curtain in Czechia. – In: ANDĚL J., BIČÍK I., DOSTÁL P., LIPSKÝ Z. & SHAHNESHIN S.G. (eds.): *Landscape Modelling*. Springer, Amsterdam, 71–85.
- BOUCNÍKOVÁ E. & KUCERA T. (2005): How natural and cultural aspects influence land cover changes in the Czech Republic? – *Ekologia (Bratislava)*, 24: 69–82.
- BUGALHO M. N., CALDEIRA M. C., PEREIRA J. S., ARONSON J. & PAUSAS J. G. (2011): Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. – *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9: 278–286.
- CREMENE C., GROZA G., RAKOSY L., SCHILEYKO A. A., BAUR A., ERHARDT A. & BAUR B. (2005): Alterations of Steppe-Like Grasslands in Eastern Europe: a Threat to Regional Biodiversity Hotspots. – *Conservation Biology*, 19(5): 1606–1618.
- DE BELLO F., LAVOREL S., GERHOLD P., REIER Ü. & PÄRTEL M. (2010): A biodiversity monitoring framework for practical conservation of grasslands and shrublands. – *Biological Conservation*, 143(1): 9–17.
- DEMEK J., MACKOVČIN P. & SLAVÍK P. (2012): Spatial and temporal trends in land-use changes of Central European landscapes in the last 170 years: a case study from the south-eastern part of the Czech Republic. – *Moravian Geographical Reports*, 20(3): 2–22.
- DI GREGORIO A. & JANSEN L. J. M. (2000) Land cover classification system: Classification concept and user manual. – URL: <http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/x0596e00.htm> (23. 12. 2015).
- DUDLEY N. (2008): Guidelines for applying protected area management categories. – IUCN, Gland.
- EGGERS B., MATERN A., DREES C., EGGERS J., HARDTLE W. & ASSMANN T. (2010): Value of Semi-Open Corridors for Simultaneously Connecting Open and Wooded Habitats: a Case Study with Ground Beetles. – *Conservation Biology*, 24(1): 256–266.
- FARINA A. (1998): Principles and methods in Landscape Ecology. – Chapman & Hall, New York.
- FORMAN R.T.T. & GODRON M. (1993): *Krajinná ekologie*. – Academia, Praha.
- HALL S. J. G. & BUNCE R. G. H. (2011): Mature trees as keystone structures in Holarctic ecosystems – A quantitative species comparison in a northern English park. – *Plant Ecology & Diversity*, 4: 243–250.
- HÉDL R., KOPECKÝ M. & KOMÁREK J. (2010). Half a century of succession in a temperate oakwood: From species-rich community to mesic forest. – *Diversity and Distributions*, 16: 267–276.
- HOEKSTRA J. M., BOUCHER T. M., RICKETTS T. H. & ROBERTS C. (2005): Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. – *Ecology letters*, 8(1): 23–29.
- 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(2): 295–303.

- HORÁK J. & RĚBL K. (2013): The species richness of click beetles in ancient pasture woodland benefits from a high level of sun exposure. – *Journal of Insect Conservation*, 17(2): 307–318.
- HOŠEK M. (2016): Zásady pro používání kategorií chráněných území IUCN opět na stole. – *Forum ochrany přírody*, 3(1): 14–16.
- CHYTRÝ M., ERMAKOV N., DANIHELKA J., HÁJEK M., HÁJKOVÁ P., HORSÁK M., KOČI M., KUBEŠOVÁ S., LUSTYK P., OTÝPKOVÁ Z., PELÁNKOVÁ B., VALACHOVIČ M. & ZELENÝ D. (2012): High species richness in hemiboreal forests of the northern Russian Altai, southern Siberia. – *Journal of Vegetation Science*, 23(4): 668–678.
- KONVIČKA M., BENEŠ J. & ČÍZEK L. (2005): Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. – *Sagittaria*, Olomouc.
- MCGARIGAL K. & MARKS B. J. (1995): Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. – URL: <http://www.umass.edu/landeco/pubs/mcgarigal.marks.1995.pdf> (26. 8. 2015).
- MIKLÍN J. (2012): Úbytek travních porostů v NPR Děvín-Kotel-Soutěska a NPR Tabulová, Kočičí vrch a Růžový kámen v uplynulých dvou stoletích. – In: ANONYMUS: RegioM. Regionální muzeum v Mikulově, Mikulov, 4–9.
- MIKLÍN J. & ČÍZEK 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(1): 35–41.
- MIKLÍN J. & HRADECKÝ J. (2016): Změny struktury krajiny v oblasti soutoku Moravy a Dyje. – *Geografie*, 121(32): 368–389.
- MÜLLEROVÁ J., SZABÓ P. & HÉDL R. (2014): The rise and fall of traditional forest management in Southern Moravia: A history of the past 700 years. – *Forest Ecology and Management*, 331: 104–115.
- NORDEN B., PALTTO H., CLAESSON C. & GOTMARK F. (2012): Partial cutting can enhance epiphyte conservation in temperate oak-rich forests. – *Forest Ecology and Management*, 270: 35–44.
- PÁRTEL M., HELM A., REITALU T., LIIRA J. & ZOBEL M. (2007): Grassland diversity related to the Late Iron Age human population density. – *Journal of Ecology*, 95(3): 574–582.
- PLIENINGER T., HARTEL T., MARTÍN-LÓPEZ B., BEAUFOY G., BERGMEIER E., KIRBY K., MONTERO M. J., MORENO G., OTEROS-ROZAS E. & VAN UYTVANCK J. (2015): Wood-pastures of Europe: Geographic coverage, social-ecological values, conservation management, and policy implications. – *Biological Conservation*, 190: 70–79.
- PONS P., LAMBERT B., RIGOLET E. & PRODON R. (2003): The effects of grassland management using fire on habitat occupancy and conservation of birds in a mosaic landscape. – *Biodiversity & Conservation*, 12(9): 1843–1860.
- RANIUS T. & JANSSON N. (2000): The influence of forest regrowth, original canopy cover and tree size on saproxylic beetles associated with old oaks. – *Biological Conservation*, 95: 85–94.
- RAŠÍN R. & CHROMÝ P. (2010): Land use and land cover development along the Czech-Austrian Boundary. – In: BIČÍK I., HIMIYAMA Y. & FERANEC J. (eds): *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World*. IGU Commission on LUCC, Asahikawa, 57–65.
- SEBEK P., BACE R., BARTOS M., BENEŠ J., CHLUMSKA Z., DOLEZAL J., DVORSKÝ M., KOVAR J., MACHAC O., MIKATOVA B., PERLIK M., PLATEK M., POLAKOVA S., SKORPIK M., STEJSKAL R., SVOBODA M., TRNKA F., VLASIN M., ZAPLETAL M. & CIZEK, 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.
- SKALOŠ J., WEBER M., LIPSKÝ Z., TRPÁKOVÁ I., ŠANTRŮČKOVÁ M., UHLÍŘOVÁ L. & KUKLA P. (2011): Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes – Case study (Czech Republic). – *Applied Geography*, 31(2): 426–438.
- SKOKANOVÁ H., HAVLÍČEK M., BOROVEC R., DEMEK J., EREMIÁŠOVÁ R., CHRUDINA Z., MACKOVČIN P., RYSKOVÁ R., SLAVÍK P., STRÁNSKÁ T. & SVOBODA J. (2012): Development of land use and main land use change processes in the period 1836–2006: case study in the Czech Republic. – *Journal of Maps*, 8(1): 88–96.
- SPITZER L., KONVIČKA M., BENEŠ J., TROPEK R., TUF I. H. & TUFOVÁ J. (2008). Does closure of traditionally managed open woodlands threaten epigeic invertebrates? Effects of coppicing and high deer densities. – *Biological Conservation*, 141: 827–837.

- SZABÓ P., MÜLLEROVÁ J., SUCHÁNKOVÁ S. & KOTAČKA M. (2015): Intensive woodland management in the Middle Ages: spatial modelling based on archival data. – *Journal of Historical Geography*, 48: 1–10.
- ŠKORPIK, M. (2015): Co může přinést a způsobit bezzásahový režim v NP Podyjí. – *Fórum ochrany přírody*, 2(4): 17–23.
- ŠTĚPÁNEK V. (1992): The Iron Curtain and its Impact on the Environment in the Czech Republic. – *Acta Universitatis Carolinae – Geographica*, 27(1): 59–63.
- TILMAN D., MAY R. M., LEHMAN C. L., & NOWAK M. A. (1994). Habitat destruction and the extinction debt. – *Nature*, 371: 65–66.
- TURNER M. G., GARDNER R. H. & O'NEILL, R. V. (2001): *Landscape Ecology in Theory and Practice*. – Springer, New York.
- VERA, F. (2000). *Grazing ecology and forest history*. – CABI Publishing, Wallingford.
- VILD O. & STEJSKAL R. (2013): Vliv experimentální pastvy na lesní podrost v národním parku Podyjí. – *Thayensia (Znojmo)*, 10: 27–38.
- VODKA Š., KONVIČKA M. & CIZEK L. (2009). Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: Implications for forest history and management. – *Journal of Insect Conservation*, 13: 553–562.
- VRŠKA T. (1998): Historický vývoj lesů na území NP Podyjí a v bližším okolí do roku 1948. – *Thayensia (Znojmo)*, 1: 101–124.
- VRŠKA T. (2016): Trocha informačního světla do temnoty bezzásahovosti. – *Fórum ochrany přírody*, 3(1): 10–13.
- WITTIG B., RICHTER GEN. KAMMERMANN A. & ZACHARIAS D. (2006): An indicator species approach for result-oriented subsidies of ecological services in grasslands – a study in Northwestern Germany. – *Biological Conservation*, 133: 186–197.
- WOODCOCK B. A., EDWARDS A. R., LAWSON C. S., WESTBURY D. B., BROOK A. J., HARRIS S. J., BROWN V. K. & MORTIMER S. R. (2008): Contrasting success in the restoration of plant and phytophagous beetle assemblages of species-rich mesotrophic grasslands. – *Oecologia*, 154: 773–783.