

---

# Změny struktury krajiny v oblasti soutoku Moravy a Dyje

JAN MIKLÍN, JAN HRADECKÝ

---

Ostravská univerzita v Ostravě, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, Ostrava, Česko (University of Ostrava, Faculty of Science, Department of Physical Geography and Geoecology, Ostrava, Czechia); email: jan.miklin@osu.cz, jan.hradecky@osu.cz

**ABSTRACT** **Landscape structure changes at the confluence of the Morava and Dyje Rivers** – The area at the confluence of the Morava and Dyje Rivers is one of the biologically most diverse landscapes of Czechia. This paper focuses on its land use/land cover changes, obtained from aerial photographs from 1938, 1953, 1976 and 2009, analyzed by a use of landscape metrics. The most important landscape changes in this period were as follows: (i) an all but complete disappearance of open and structured woodlands; (ii) a transformation of the mosaic of very small agricultural fields into large-scale fields of mostly arable land; (iii) a significant decrease in grasslands; (iv) regulations of water courses; (v) an outstanding increase in logging intensity during the last twenty years. The preservation of the area's biodiversity demands a start of active conservation management, focused on opening of woodlands, a decrease in forest logging and a suitable selection of logging localities.

**KEY WORDS** land use – land cover – landscape metrics – nature conservation – forest management – Dolní Morava UNESCO Biosphere Reserve – Morava and Dyje Rivers confluence

---

MIKLÍN, J., HRADECKÝ, J. (2016): Změny struktury krajiny v oblasti soutoku Moravy a Dyje. *Geografie*, 121, 3, 368–389.

Do redakce došlo v květnu 2015, přijato do tisku v únoru 2016.

## 1. Úvod

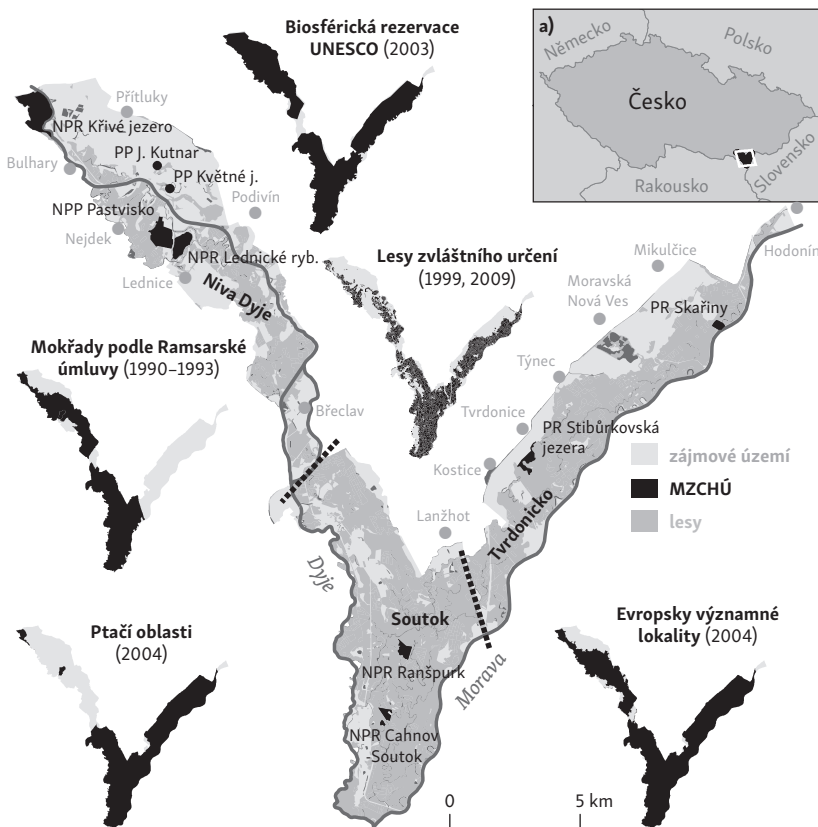
Dynamika a vývoj jsou charakteristickými znaky krajiny, na něž mají vliv jak měnící se přírodní podmínky (např. klimatické cykly), tak – zejména v nedávné minulosti a současnosti – člověk. Vertikální i horizontální struktura krajiny má vliv na fungování krajiny a její biodiverzitu, přičemž poznání vývoje krajiny a její dynamiky v minulosti nám pomáhá predikovat budoucí vývoj i při plánování krajiny a jejího managementu. Studie, věnující se vývoji krajiny z hlediska horizontální struktury ve smyslu změn krajinného krytu / využití země (*land use / land cover*), jsou velmi častým směrem výzkumu v krajinné ekologii a geografii po celém světě i na území Česka či Slovenska (Boltižiar 2006; Faltan, Bánovský 2008; Balej, Anděl 2011; Havlíček a kol. 2012; Opršal, Šarapatka, Kladiivo 2013), a mají řadu praktických aplikací, od managementu chráněných území a výzkumu biodiverzity (Uemaa a kol. 2009, Janeček a kol. 2013) přes krajinné revitalizace (Hendrych, Storm, Pacini 2013), ekosystémové služby (Baral a kol. 2014) po hydrologické modelování (Solín, Feranec, Nováček 2011).

Oblast soutoku Moravy a Dyje bývá označována za jedno z biologicky nejhodnotnějších území Česka (Rozkošný, Vaňhara 1995–1996; Vicherek a kol. 2000). Zároveň však mnohé ukazuje na to, že současná diverzita je dědictvím minulosti, na niž současné způsoby managementu krajiny působí negativně. Velká část chráněných druhů je vázána na habitaty, které od počátku minulého století rychle mizí: otevřené, řídké lesní porosty, staré a solitérní stromy, pařezy (Čížek, Hauck 2008; Vodka, Konvička, Čížek 2009; Spitzer a kol. 2008; Hédl, Kopecký, Komárek 2010; Šebek a kol. 2013). Předmětem diskuzí je také intenzita těžby dřeva v oblasti. I když se vývoji změn krajinného krytu / využití země (částečně) v této oblasti již jiní autoři věnovali (Skokanová, Havlíček 2007; Skokanová 2008a, 2008b; Demek, Mackovčín, Slavík 2012), jiný územní rozsah a metodika neumožnila zachytit proměny právě z hlediska biodiverzity klíčových habitatů. Cílem této studie je (1) popsat změny struktury krajiny mezi lety 1938 a 2009 v kontextu celkového vývoje změn krajinného krytu / využití země v Česku, (2) analyzovat a srovnat intenzitu lesního hospodaření a plošný rozsah těžby dřeva ve sledovaných obdobích, (3) interpretovat změny struktury krajiny z hlediska jejich vlivu na biodiverzitu, (4) na jejich základě shrnout zásady managementu tohoto území. V kontextu cílů práce předpokládáme, že (1) v důsledku výrazných regulací vodních toků zde byl vývoj změn krajinného krytu / využití země odlišný, (2) způsob lesního hospodaření se v průběhu 20. století výrazně změnil, jeho intenzita a plošný rozsah těžby dřeva se zvýšily, (3) došlo k snížení heterogenity jak zemědělské, tak lesní krajiny, a tudíž (4) management území by měl být aktivní, podložený vědeckými poznatky.

## 2. Studované území

Studované území (obr. 1) bylo vymezeno na základě hranic navrhované CHKO Soutok (AOPK 2009) a tvoří jej 146,3 km<sup>2</sup> podél řek Moravy a Dyje, ve tvaru písmene V od Hodonína (respektive Nových Mlýnů) po jejich soutok; komplexní charakteristiku území uvádí Hrib, Kordiovský (2004). V ploché krajině říčních niv převládají lesy, velký podíl má orná půda a travní porosty. Přirozené ekosystémy zde podmiňuje vodní režim; jak lesní (tzv. měkký a tvrdý luh), tak nelesní (tůně, mokřady, nivní louky) jsou odstupňovány podle četnosti a intenzity záplav. V lesních porostech převládá dub letní (*Quercus robur*), jasan úzkolistý (*Fraxinus angustifolia*), doplňují je jilmy (*Ulmus sp.*), lípy (*Tilia sp.*), habr obecný (*Carpinus betulus*), vrby (*Salix sp.*), olše (*Alnus sp.*) a topoly (*Populus sp.*).

Oblast patří k nejdéle osídleným u nás (Dresler, Macháček 2013) a vliv člověka byl pro její formování zásadní (Opravitel 1983; Viewegh 2002; Vrška a kol. 2006), ať



Obr. 1 – Vymezení studovaného území a formy jeho ochrany; v závorce rok vyhlášení

již jde o změnu vodního režimu řek (odlesnění vyšších částí povodí a tím zvýšení intenzity záplav, což mělo za následek posun druhového složení lužního lesa, vodozemná úprava ve 20. století) po lesní hospodaření s nejprve tradičními formami lesa nízkého (pařezin), středního, pastvy v lese (opuštěné až roku 1873) či pěstování solitérních dubů (jež dnes tvoří dominantu krajiny) na loukách, posléze přeměněné na klasický vysokokmenný les s pasečným hospodařením (Nožička 1956, Blaha 2007, Vybíral 2007).

Na území najdeme takřka všechny formy ochrany přírody, od maloplošných chráněných území (9 rezervací, 2,2 % rozlohy) přes evropsky významné lokality (87,0 % rozlohy) a ptačí oblasti (66,1 %), mokřady podle Ramsarské úmluvy, lesy zvláštního určení pro ochranu biodiverzity, po biosférickou rezervaci UNESCO Dolní Morava, vyhlášenou v roce 2003. Všechny pokusy o vyhlášení velkoplošné zvláštní územní ochrany (CHKO) ztroskotaly.

### 3. Metody a materiál

Pro vytvoření geodatabáze změn krajinného krytu / využití země byly jako zdrojová data využity letecké snímky z let 1938, 1953, 1976 a 2009, georeferencované a vektorizované v měřítku 1 : 5 000 při použití 24 kategorií rozdělených do pěti tříd (viz tab. 1) s využitím předchozí vrstvy jako referenční (viz Malach a kol. 2009). Zvláštní důraz při tvorbě klasifikačního schématu byl brán na lesní porosty s ohledem na jejich otevření (pro zařazení porostu do konkrétní kategorie byla rozhodující průměrná vzdálenost korun stromů, tedy zápoj porostu) a strukturovanost (ve strukturovaném a tedy různověkém porostu lze zřetelně rozlišit různé velké stromy, do této kategorie řadíme také les střední, tj. pařezinu s výstavky); k vymezení jednotlivých kategorií blíže viz Miklín, Čížek (2014). V rámci zemědělské půdy jsme vylišili také mozaiku zemědělské půdy, charakterizovanou seskupením úzkých podlouhlých pozemků (využívaných jako travní porosty nebo orná půda, často také s rozptýlenými stromy). Jako doplňkový zdroj posloužily digitalizované mapy 2. a 3. vojenského mapování (poskytnuté z VÚKOZ) a digitalizované porostní mapy pro určení věkové struktury lesa. Na základě překryvných analýz jednotlivých časových vrstev v GIS byly popsány procesy změn krajinného krytu / využití země: zemědělská extenzifikace = změna z (2.1) orné půdy na jinou kategorii třídy (2); zemědělská intenzifikace = změna na (2.1) ornou půdu, změna (2.3) mozaiky na (2.2) sad; obnovení lesních porostů = změna paseky (3.5, 3.6, 3.7) na jakoukoli jinou kategorii z třídy (3) lesních ploch; odlesnění = změna z jakékoli kategorie třídy (3) lesních ploch na jinou třídu; rozvolnění lesních porostů = změna některé z lesních kategorií na otevřenější porost, nebo (2.5) travní porost se solitéry; urbanizace = změna na jakoukoli kategorii třídy (2) urbanizované plochy; vykácení lesních porostů = změna lesní kategorie na paseku (3.5, 3.6, 3.7); zalesnění = změna

**Tab. 1** – Zastoupení kategorií a tříd krajinného krytu / využití země ve sledovaných obdobích (%)

kategorie	1938	1953	1976	2009	rozdíl 1938–2009	
					%	% bodů
1.1 obytná zástavba	0,5	0,5	0,6	0,7	43,7	0,2
1.2 průmyslová, obchodní, zemědělská zóna	0,1	0,2	0,4	0,6	300,4	0,4
1.3 městská a příměstská zeleň, zahrada	0,1	0,1	0,2	0,2	131,6	0,1
1.4 rekreační udržovaná plocha	0,0	0,0	0,1	0,2	563,2	0,1
1.5 doprava	0,1	0,1	0,2	0,2	92,6	0,1
1. urbanizované plochy	0,9	0,9	1,4	1,9	117,2	1,0
2.1 orná půda	3,7	6,0	18,8	18,0	380,5	14,2
2.2 sad	0,1	0,0	0,2	0,6	695,6	0,5
2.3 mozaika zemědělské půdy	9,0	8,7	0,2	0,1	-99,1	-8,9
2.4 trvalý travní porost	23,0	21,8	14,7	13,6	-40,7	-9,4
2.5 trvalé travní porosty se soliterními stromy	2,1	1,6	1,7	1,2	-41,8	-0,9
2. zemědělská půda	37,9	38,1	35,6	33,5	-11,6	-4,4
3.1 les zapojený nestruturovaný	29,3	47,2	48,6	46,4	58,0	17,0
3.2 les zapojený strukturovaný	9,5	1,1	0,4	0,3	-97,0	-9,3
3.3 les rozvolněný	3,8	2,7	1,5	1,5	-59,4	-2,3
3.4 les otevřený	7,8	2,0	0,5	0,3	-96,0	-7,5
3.5 paseka s výstavky	2,0	0,3	0,2	1,5	-25,9	-0,5
3.6 paseka holá	1,5	0,9	3,6	3,1	110,8	1,6
3.7 paseka zalesněná	1,8	1,6	1,7	4,0	129,4	2,3
3.8 křovina, přechodová stádia lesa	0,2	0,3	0,3	0,5	122,9	0,3
3.9 liniová vegetace	0,5	0,6	1,0	1,3	159,0	0,8
3. lesní plochy	56,4	56,8	57,9	58,9	4,4	2,5
4. skála, holá zem	0,0	0,0	0,2	0,0	-81,8	0,0
5.1 bažina, mokřady, rákosina	0,9	0,4	0,3	0,5	-44,4	-0,4
5.2 stojatá vodní plocha	0,7	0,7	1,5	1,9	161,0	1,2
5.3 vodní tok	2,1	2,0	2,1	2,2	4,3	0,1
5.4 lužní periodický vodoteč	1,1	1,1	1,1	1,2	1,7	0,0
5. vodní plochy	4,8	4,2	5,0	5,7	18,8	0,9

jakékoli kategorie nelesní třídy na kategorii z třídy (3) lesní plochy; zapojení lesních porostů = změna lesní kategorie nebo (2.5) travního porostu se soliterními stromy na zapojenější lesní kategorii; zatopení = změna jakékoli kategorie mimo třídu (5) vodní plochy na kategorii z této třídy; vymizení solitérů = změna kategorie (2.5) travní porost se soliterními stromy na (2.4) travní porost) a jejich intenzita (změna kategorie v rámci třídy má hodnotu 1, změna mezi třídami 2).

Data změn krajinného krytu / využití země byla následně analyzována s využitím krajino-ekologických indexů pomocí programu *Fragstats*. Pro hodnocení změn horizontální krajinné struktury jsme využili indexy zahrnující aspekt (1) rozlohy a hustoty plošek (*TA*, *Total Area*, celková rozloha; *CA*, *Class Area*, rozloha kategorie; *PLAND*, *Percentage of Landscape*, procentuální zastoupení kategorie; *MPS*, *Mean Patch Size*, průměrná velikost plošky; *NP*, *Number of Patches*, počet plošek);

(2) kontrastu hranic plošek (*TECI, Total Edge Contrast*, index kontrastu hranic / procentní hodnota z maxima možného kontrastu); (3) heterogenity a izolovanosti (*PROX, Proximity Index*, index blízkosti / plocha a vzdálenost plošek stejného typu v určité limitní vzdálenosti; *SIDI, Simpsonův index diverzity*; *IJI, Interspersion and Juxtaposition Index*, index proložení a umístění; *CONTAG, Contagion Index*, index sdělnosti) a (4) koeficient ekologické stability (vážený *KES* podle Míchala 1991). Podrobný popis programu i indexů a jejich vzorců viz McGarigal, Marks (1995).

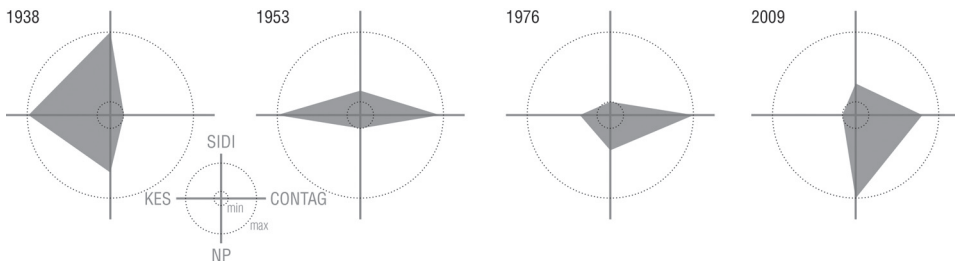
Data změn krajinného krytu / využití země byla srovnána s výsledky mapování starých a solitérních stromů (Čížek, Hauck 2008). Analyzovali jsme distribuci vybraných skupin stromů (všech dubů, dubů s dutinami a dubů s přítomností zájmových druhů saproxylických brouků rostoucích dnes v (3.1) zapojeném nestrukturovaném lese) na základě kategorie změn krajinného krytu / využití země v roce 1938, a to srovnáním teoretické (podle podílu rozlohy dané kategorie) a empirické četnosti. Tyto hodnoty byly testovány pomocí Pearsonova chí-kvadrát testu.

#### 4. Výsledky

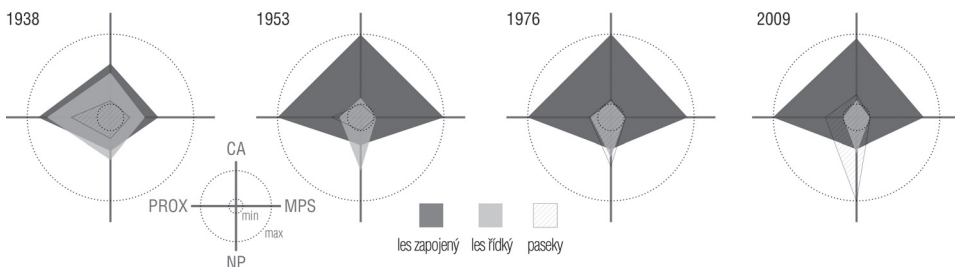
Ve všech sledovaných obdobích byly nejzastoupenější třídou lesní plochy s nadpolovičním podílem, celkově jejich rozloha vzrostla o 4,4 %. Naopak rozloha zemědělské půdy klesla o 11,6 %. Na více jak dvojnásobek se zvýšila rozloha urbanizovaných ploch, které však zabírají jen minimum území. O 18,8 % se zvětšila rozloha vodních ploch (viz tab. 1). Generalizované srovnání s daty z II. a III. vojenského mapování ukazuje tabulka 2. Hodnota *KES* byla nejvyšší v roce 1953 (poměrně velká rozloha travních porostů a naopak malá rozloha pasek), nejnižší v současnosti (nejvíce urbanizovaných ploch, velký podíl orné půdy a pasek). Nejvyšší diverzitu podle indexu *SIDI* i *CONTAG* měla zdejší krajina v roce 1938 (relativně rovnoměrné

**Tab. 2** – Zastoupení generalizovaných kategorií krajinného krytu / využití země pro srovnání s mapovými údaji (%)

	1841	1876	1938	1953	1976	2009
orná půda	4,1	6,0	3,7	6,0	18,8	18,0
mozaika	0,0	0,0	9,0	8,7	0,2	0,1
travní porost	35,9	35,2	25,1	23,4	16,4	14,9
zemědělská půda celkem	39,9	41,2	37,8	38,1	35,4	32,9
zahrada a sad	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
les	58,6	57,6	56,4	56,8	57,9	58,9
vodní plocha	0,5	0,4	0,7	0,7	1,5	1,9
zastavěná plocha	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,2
ostatní	0,0	0,0	4,3	3,7	4,1	4,8



**Obr. 2** – Vybrané metrické ukazatele celého zájmového území v jednotlivých sledovaných obdobích



**Obr. 3** – Vybrané metrické ukazatele generalizovaných kategorií lesních porostů ve sledovaných obdobích

zastoupení podobně velkých ploch), nejnižší v roce 1976. Celkovou homogenizaci krajiny dokládá pokles indexu IJI (viz obr. 2). Mapové výsledky jsou k dispozici v publikaci Miklín, Hradecký (2016).

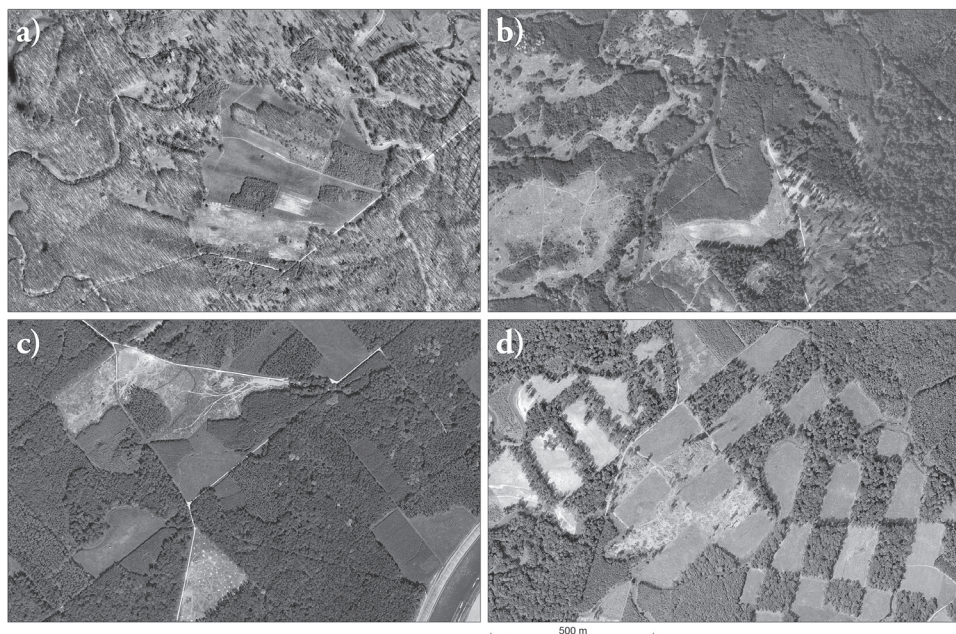
#### 4.1. Změny změn krajinného krytu / využití země v rámci tříd

Nárůst zástavby probíhal na úkor orné půdy a travních porostů, zatímco zástavba obytná se rozšiřovala ze stávajících ploch, u zástavby průmyslové vzrostla jak rozloha, tak počet plošek.

Na celkovém poklesu rozlohy zemědělské půdy se podílelo zejména zarostení lesem či křovinami (13,0 %) a zatopení (4,2 %). Zásadní proměnou uvnitř třídy byl zánik mozaiky drobných zemědělských ploch (jež v roce 1938 zabírala pětinu rozlohy třídy, 9,0 % rozlohy celého území), z níž se stala zejména velkoplošná orná půda (73,6 %). V roce zde 1938 prakticky neexistovaly velkoplošné sady, jejich rozloha je dnes osminásobná. Rozloha orné půdy vzrostla téměř pětinašobně, MPS vzrostl z 5,5 ha na 38,7 ha. Rozloha travních porostů klesla o 40,7 % (z toho třetina byla rozorána na ornou půdu, 15,4 % zarostlo lesem či křovinami). Z pětiny travních porostů se solitérními stromy tyto vymizely, naopak takřka čtvrtina zhoustla.

Rozloha (3) lesních ploch ve všech obdobích rostla a celkově tyto byly velmi stabilní. Rozsáhlé změny však proběhly uvnitř třídy. Nejvýznamnější změnou bylo takřka naprosté vymizení otevřených a strukturovaných porostů (kategorie 3.2–3.4). Ty v roce 1938 tvořily 43,1% lesních ploch, v roce 2009 již jen 8,1%. Zmenšil se jak počet plošek, tak jejich průměrná rozloha, významně vzrostla izolovanost vyjádřená indexem PROXI, celkovou homogenizací lesních porostů dokládají i klesající hodnoty IJI a AI (obr. 3). Zatímco v roce 1938 byly typické lesy mozaikou vzájemně plynule přecházejících porostů s různým stupněm zapojení od otevřeného lesa přes pařeziny a střední les po les zapojený, v roce 2009 jde prakticky o šachovnici zapojeného vysokého lesa a holých sečí (obr. 4). Ty v současnosti zabírají největší podíl ze všech sledovaných období.

Celkově se rozloha vodních ploch zvětšila o necelou pětinu, uvnitř třídy však můžeme pozorovat významné rozdíly. Zatímco rozloha bažin, mokřadů a rákosin klesla o 44,4%, rozloha zbývajících kategorií narostla (nejvíce stojaté vodní plochy ze 107,1 ha na 279,6 ha); necelá desetina jich vznikla z vodních toků (zaškrčené meandry). Délka obou hlavních toků se ve sledovaném území výrazně zmenšila: u Dyje z 52,0 km na 42,1 km, u Moravy ze 46,5 km na 31,3 km.



**Obr. 4** – Letecké snímky zachycující charakteristické formy lesního hospodaření v jednotlivých sledovaných letech: a – 1938, b – 1953, c – 1976 d – 2009. Snímky © VHMÚř Dobruška, CENIA a Geodis Brno.



#### 4.2. Intenzita a procesy změny změn krajinného krytu / využití země

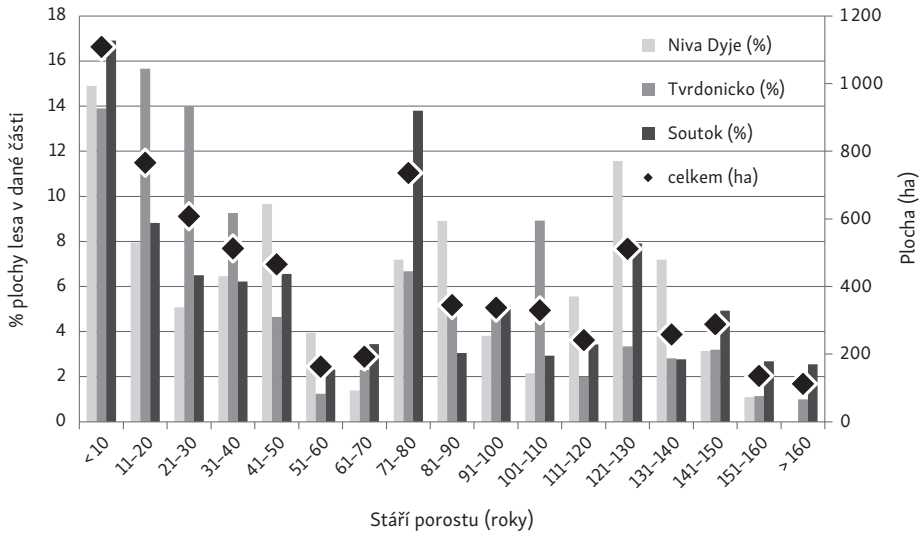
K žádné změně nedošlo během sledovaného období na 31,7%. U dalších 8,2% území došlo během sledovaného období ke změně, avšak se stejným počátečním a koncovým stavem – z nadpoloviční části šlo o zapojený les (tedy jeho vykácení a obnovení), významný podíl měla ještě změna travních porostů na ornou půdu a zpět. Nejstálejší období bylo poslední sledované (1976–2009; beze změny zůstalo 74,7% území), k největším změnám docházelo v prvním sledovaném období (1938–1953; na 34,8% ploch změněných v rámci třídy se podílela zejména přeměna mozaiky zemědělské půdy na ornou půdu / travní porosty, a intenzifikace lesního hospodaření (tedy zapojení lesních porostů; viz tab. 3). V celém sledovaném období byla nejzastoupenějším procesem intenzifikace, ať již zemědělská (na 15,7% území) nebo lesnická (zapojení, 19,5% území). Celkově tedy bylo hospodaření intenzifikováno na více jak třetině území (35,2%).

#### 4.3. Věková struktura lesa

Zastoupení jednotlivých věkových stupňů (obr. 5, údaje jsou k roku 2009) je nerovnoměrné a pohybuje se od 2% po více jak 15%. Plocha porostů o stáří do 10 let (tedy za posledních 10 let vykácených) je 15,6%, na Soutoku dokonce 16,9%. Na

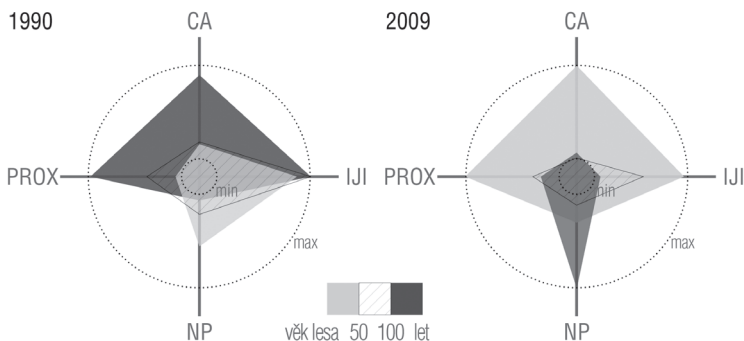
**Tab. 3** – Intenzita (a) a procesy (b) změny krajinného krytu / využití země (%)

Intenzita změn	1938–1953	1953–1976	1976–2009	1938–2009
žádná	62,4	63,0	74,7	31,7
uvnitř třídy	34,8	29,5	20,2	55,3
mezi třídami	2,7	7,5	5,1	13,0
<b>Procesy změn</b>				
beze změny	62,4	63,0	74,7	31,7
stejný stav				8,2
zemědělská extenzifikace	3,4	2,0	1,8	1,8
zemědělská intenzifikace	6,5	14,3	1,9	15,8
zalesnění	1,2	2,8	2,2	5,1
odlesnění	0,3	1,5	0,8	1,7
rozvolnění lesních porostů	1,5	1,0	1,0	0,9
vykácení lesních porostů	2,4	4,9	8,1	7,9
obnovení lesních porostů	4,8	2,5	5,0	4,8
zapojení lesních porostů	15,7	4,2	1,7	16,9
vymizení solitérů	0,7	0,2	0,1	0,5
urbanizace	0,0	0,4	0,4	0,8
zatopení	0,3	1,5	0,8	2,2
ostatní	0,8	1,7	1,4	1,8



**Obr. 5** – Věková struktura lesních porostů k roku 2009

Tvrdonicku bylo za posledních 30 let obnoveno celých 43,6 % (!) rozlohy lesních porostů. Rozsahu těžeb v každém s posledních dvou decenií se nevyrovnají ani těžby druhé světové války (porosty ve věku 71 až 80 let). Mezi roky 2009 (zájmové území bylo snímkováno v červnu) a posledním dostupným snímkováním (z července 2012) bylo vykáčeno dalších 312,6 ha lesa. Během uplynulých 20 let (tedy mj. za dobu existence biosférické rezervace) se výrazně změnil poměr porostů mladých (do 50 let), středních a starých (nad 100 let). Rozloha starých porostů klesla na dvě třetiny původního stavu, naopak rozloha mladých porostů se zvětšila o 71,3 %. Tyto změny se odrážejí i ve struktuře krajiny, vyjádřené krajino-ekologickými indexy (obr. 6).



**Obr. 6** – Vybrané metrické ukazatele lesních porostů podle věku v letech 1990 a 2009

#### 4.4. Změny krajinného krytu / využití země a staré a solitérní duby

Obrázek 7 ukazuje rozdíl empirických a teoretických četností starých a solitérních dubů, rostoucích v (dnes) zapojeném lese, podle kategorie změn krajinného krytu / využití země v roce 1938. Zatímco na plochách v roce 1938 zapojeného lesa je těchto dubů o 22,5 % méně, než by odpovídalo jejich rozloze, u otevřených/strukturovaných porostů jich je naopak o 25,8 až 98,7 % více, u stromů osídlených zájmovými druhy jsou rozdíly ještě markantnější. Rozdíly mezi teoretickými a empirickými četnostmi jsou dle statistického testu signifikantně odlišné.

## 5. Diskuze

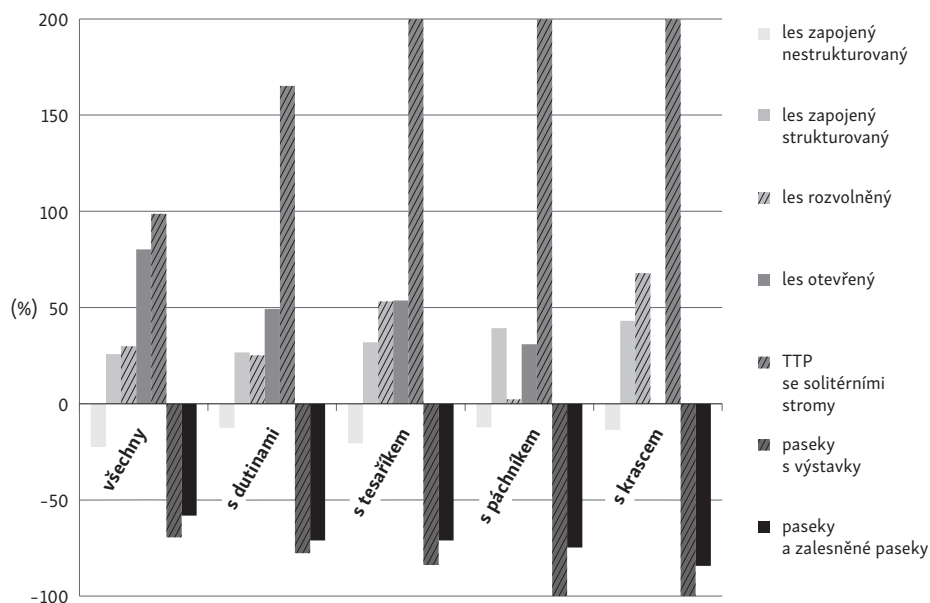
### 5.1. Změny krajiny na Soutoku v kontextu Česka

Komplexní přehled změn krajinného krytu / využití země v Česku během uplynulých dvou staletí včetně jejich příčin podávají Bičík, Jeleček, Štěpánek (2001). Jako hlavní sociální impulsy, ovlivňující změny krajinného krytu / využití země, uvádějí průmyslovou revoluci a intenzifikaci zemědělského i průmyslového hospodaření ve druhé polovině 19. století, prvorepublikovou pozemkovou reformu (Balcar 2000), období totalitního režimu po roce 1948 a přechod k tržnímu hospodářství po roce 1989. Hlavními trendy změn krajinného krytu / využití země v Česku byl (1) dlouhodobý nárůst podílu lesních a zastavěných ploch, s maximem nárůstu během posledních 50 let; (2) pokles plochy travních porostů do 80. let 20. století, pak jejich opětovný nárůst (s maximem po roce); (3) pokles plochy orné půdy (maxima dosáhla její rozloha na konci 19. století), zvláště pak po roce 1945. Jelikož autoři vycházeli z mapových zdrojů s velmi generalizovanými kategoriemi, srovnání změn krajinného krytu / využití země (viz tab. 2) může být jen přibližné.

Ad 1: rozloha lesa v zájmovém území mezi roky 1841–1938 klesala, růst začala až ve 2. polovině 20. století; současná rozloha lesa je jen o málo vyšší, než byla v roce 1841. Na rozdíl od většinového trendu v Česku byly mezi roky 1841–1938 odlesňovány plochy s cílem získat zemědělskou půdu. Nárůst rozlohy lesa během 20. století je již v souladu s dlouhodobými trendy Česku, les rostl zejména na úkor zemědělské půdy.

Ad 2: Pokles rozlohy travních ploch můžeme v oblasti Soutoku pozorovat po celé období 1841–2009, s největším poklesem mezi lety 1876–1938 (což je ale částečně dáno odlišnými kategoriemi – viz dále) a 1953–1976, což bylo umožněno melioracemi a vodohospodářskými úpravami, díky nimž bylo možno rozorát dosud pravidelně zaplavované louky a využít je jako pole.

Ad 3: Vzhledem k výše uvedeným okolnostem (meliorace, intenzifikace hospodaření na dříve extenzivně využívaných plochách) měl vývoj plochy orné půdy



**Obr. 7** – Rozdíl teoretického (podle rozlohy kategorie) a skutečného počtu starých a soliterních dubů na ploše zapojeného lesa v roce 2009 podle kategorie v roce 1938

v zájmovém území proti Česku odlišný trend: s výjimkou období 1976–2009 její plocha rostla, nejvíce pak mezi lety 1953–1976. Výrazný pokles plochy orné půdy v Česku po roce 1945 byl způsoben vysídlením sudetského pohraničí, tedy událostí, jež měla v zájmovém území malý dopad.

Ze srovnání tedy vyplývá, že zájmové území je z hlediska trendů změn krajinného krytu / využití země odlišné od Česka jako celku, což potvrzují i práce Skokanové (2008a, 2008b). Vliv specifik zdejšího vodního režimu a zejména pak vodohospodářských úprav byl nejen pro zdejší ekosystémy, ale i využití území rozhodujícím činitelem.

## 5.2. Zemědělská půda

Na jeden průměrný hektar (2.3.) mozaiky v roce 1938 připadalo 3,33 plošek, což při celkové rozloze této kategorie v zájmovém území (1 312,7 ha) znamená cca 4 370 plošek s průměrnou rozlohou 0,3 ha; oproti tomu v roce 2009 bylo na této ploše jen 218 plošek (tedy 5 %) s průměrnou rozlohou 6,0 ha, tedy dvacetinásobnou. Srovnání dat ze zájmového území ukazuje, že na ploše mozaiky zemědělských ploch v roce 1938 se v roce 1876 nacházela (alespoň podle údajů třetího vojenského mapování a jeho digitalizace) ze 41,2 % orná půda, z 56,7 % travní porosty a z 1,9 % vinice.

### 5.3. Lesní plochy a biodiverzita

Otevřené a strukturované porosty, obhospodařované jako nízké (pařeziny) nebo střední lesy s probíhající intenzivní pastvou dobytka byly tradičně široce rozšířené po celé Evropě (Vera 2000; Hartel, Plieninger 2014) i Česku (Buček 2000; Müllero-vá, Szabó, Hédl 2014; Szabó a kol. 2015). Spolu s jejich nedílnou součástí, starými a solitérními stromy, jsou klíčovým ekosystémem z hlediska biodiverzity v temperátní zóně (Rackham 1998; Bengtsson a kol. 2000; Eggers a kol. 2010; Hall, Bunce 2011). Například v USA se na mnohých místech do dnešních dob zachovala přirozená dynamika procesů (např. požáry nebo pastva velkých býložravců) udržujících otevřené porosty, tyto jsou považovány za jednu z priorit a jejich změny a vývoj zdokumentovány (např. Anderson, Fralish, Baskin 1999; Jenkins, Parker 2000). Oproti tomu v Evropě byly otevřené lesní porosty udržovány téměř výhradně lidskou (či lidmi řízenou) aktivitou (pastva, těžba dřeva) a z hlediska ochrany přírody jim (s výjimkou Spojeného království, viz např. Alexander 1998; Rackham 1998) není věnována patřičná pozornost, práce popisující jejich úbytek jsou poměrně vzácné (Mountforda a kol. 1999; Machar 2009; Brunet, Felton, Lindbladh 2012). Obvyklým managementem lesních porostů v rezervacích (včetně zájmového území) je bezzásahovost vnímaná jako „ponechání přirozenému vývoji“ (Vrška a kol. 2006). Tím však paradoxně dochází k úbytku biodiverzity, změnám druhového složení (Konečný 2009) a biota vázaná na otevřené porosty a staré stromy přežívá ve starých oborách a parcích (Spitzer a kol. 2008, Hédl, Kopecký, Komárek 2010). Jak naznačují Šebek a kol. (2013) a Čížek, Hauck (2008), úbytek otevřených lesních ekosystémů pro tyto druhy vytvořil rozsáhlý extinční dluh (Tilman a kol. 1994) a obnova (a udržení) otevřených lesních porostů, stejně jako starých/solitérních stromů je jedinou možností, jak tyto druhy ochránit i do budoucna. Zde můžeme pozorovat analogii například s managementem přírodních rezervací, zahrnujících „stepní“ porosty, např. v nedaleké CHKO Pálava (Miklín 2012).

Ilustrovat důsledky pro jednotlivé metapopulace saproxylického hmyzu mohou hodnoty indexu blízkosti (PROX), vycházejícího ze vzdálenosti a rozlohy plošek stejného typu v určité mezní vzdálenosti (tab. 4). Zatímco u zapojeného nestrukturovaného lesa jeho hodnoty vzrostly na více jak trojnásobek, u řídkých lesů (3,2–3,4) klesly na zhruba dvacetinu. Podobně se v lesní krajině změnil i kontrast, index TECI vzrostl z 61,8 % v roce 1938 na 75,5 % v roce 2009: namísto dříve častých pozvolných přechodů mezi různě otevřenými porosty (obr. 4a) je totiž naprostá většina hranic tvořena ostrým přechodem zapojený les – bezlesí (obr. 4d). Z původně rozsáhlých a relativně rovnoměrně rozmístěných ploch otevřených/strukturovaných porostů se během 20. století stalo několik málo izolovaných ploch, za poslední zbytky kdysi běžných ekosystémů můžeme označit zejména lednický zámecký park a oblast Pohanska, Černých a Lánských luk. Podobně z oblasti mizí i staré a solitérní stromy (Čížek, Hauck 2008; Miklín, Smolková 2011),

**Tab. 4** – Hodnoty indexu blízkosti (PROX) pro lesní kategorie

	1938	1953	1976	2009
les zapojený nestrukturovaný	3 587	20 781	17 918	12 638
les zapojený strukturovaný	883,3	1,0	0,1	0,3
les rozvolněný	75,7	51,1	51,3	30,1
les otevřený	448,2	39,0	5,7	7,3
TTP se solitérními stromy	14,4	12,3	9,7	4,6
řídké/strukturované porosty celkem	1 652,5	67,5	63,6	51,4
paseka s výstavky	186,1	0,3	0,1	71,8
paseka holá	50,6	31,6	64,7	43,2
paseka zalesněná	82,7	27,3	24,6	27,3
paseky celkem	199,9	137,3	72,2	101,5

nejdůležitější habitaty saproxylického hmyzu i dalších druhů. Typické mohutné duby přitom typického habitu a vhodných vlastností dosahují pouze v případě, pokud rostou v podmínkách otevřeného (a tedy prosluněného) lesa, v zapojeném lese nedosahují potřebných rozměrů (Vodka, Konvička, Čížek 2009). Na rozmístění starých a solitérních stromů (včetně jejich osídlení zájmovými druhy) je stále patrný stav v roce 1938 (viz obr. 7).

Kromě změny prostorové struktury lesních porostů je také problematická intenzita těžby dříví. Zatímco ochránci přírody a ekologové poukazují na její přílišný rozsah a nevhodné metody (Čížek, Roleček, Danihelka 2007; Utinek 2008; Miklín, Čížek 2014), jiní Soutok považují výhradně za „dílo lesníků“, kteří zde po staletí hospodařili správně a správně hospodaří dodnes (Vybíral 2007, Šálek 2008). Rozloha pasek byla v roce 2009 nejvyšší, a i rozložení porostů z hlediska věkových stupňů dokládá enormní rozsah těžeb v posledních dvaceti letech. Mezi lety 2009–2012 bylo navíc vykáceno dalších více jak 300 ha lesa, což znamená tempo 100 ha ročně. Při takové rychlosti se rychle mění prostorová struktura rozmístění mladých a starých porostů (viz obr. 6) a vzhledem ke způsobu přiřazování holých sečí v tzv. obnovních blocích (obr. 4d) vznikají rozsáhlé plochy mladých porostů, přičemž ani ponechávání tzv. výstavků tento problém neřeší (Horal, Riedl 2013), problematická je také mechanizovaná příprava půdy (Čížek, Roleček, Danihelka 2007).

#### 5.4. Vodní toky a jejich úpravy

Snahy o úpravy vodních toků Moravy a Dyje jsou velmi staré, první úvahy o potřebě splavnění Moravy a zabezpečení pozemků podél řeky se objevily již v 16. století (Jakubec 1981). K realizaci však došlo až na počátku století dvacátého, v případě obou řek byly nejprve upraveny střední toky a úpravy v zájmovém území proběhly

až později na základě Státního vodohospodářského plánu z roku 1954. Práce prováděné od roku 1968 do začátku let osmdesátých zahrnovaly ohrázování toků, napřímení koryt s odškracením meandrů, budování jezů a dalších regulačních zařízení i stavbu zcela nových koryt – tzv. odlehčovacího ramena Dyje u Břeclavi a nového koryta Dyje u Lednice. Do té doby se dyjsko-moravská niva vyvíjela přirozeně a charakteristický pro ni byl anastomózní říční vzor s hlavními koryty větvicemi se na řadu dílčích, propojených, často paralelních koryt (Demek, Mackovčín, Slavík 2012). Zatímco řeka Morava byla v zájmovém území upravena kompletně, řeka Dyje jen částečně. Oproti údajům obvykle uváděným v literatuře (Jakubec 1981; Veselý 2004) letecké snímky z roku 1938 ukazují, že již tehdy bylo koryto řeky Moravy v oblasti Soutoku částečně narovnáno. V 80. letech, kdy začal být zřejmý negativní vliv provedených vodohospodářských úprav na lužní lesy, byly postupně revitalizovány/vybudovány soustavy kanálů s propustky a stavidly pro manipulaci s vodou. Letecké snímky s dobře patrnými pozůstatky starých říčních ramen a koryt dokazují, že (zdejší) krajina má paměť a můžeme ji vnímat jako palimpsest, ve své aktuální podobě (více či méně skrytě) obsahující i podoby minulé (blíže viz např. Gojda 2000). Lze předpokládat, že zdejší sedimenty jsou bohatou databankou informací o vývoji říční nivy v uplynulých tisíciletích stejně, jako popisují Kadlec a kol. (2009) nebo Grygar a kol. (2011) na příkladu nivy Moravy u Strážnice.

### 5.5. Zhodnocení použité metodiky

Výhodou historických map je větší historický dosah, využití leteckých snímků (a tedy negeneralizovaného, přímého pohledu) umožňuje vytvoření vlastní (*posteriori* – Di Gregorio, Jansen 2000) klasifikace. Jak uvádí Skaloš a kol. (2011), z hlediska sledování horizontální struktury krajiny podávají mapy informaci spíše o makrostrukturách, zatímco na leteckých snímcích lze sledovat mikrostrukturu. Pro účely této studie jsme zvolili letecké snímky, což umožnilo získat detailní informace o struktuře lesních porostů i zemědělské půdy. Na leteckých snímcích je mozaika drobných protáhlých zemědělských pozemků jedním z nejcharakterističtějších znaků krajiny v letech 1938 a 1953, na mapách ji nijak nerozeznáme od velkoplošných kultur, na což upozorňují i Skaloš a kol. (2011). Přitom z ekologického hlediska je mozaika drobných ploch se střídajícími se sady, loukami, ornou půdou výrazně kvalitnějším ekosystémem, než pole či louky velkoplošné. Za problematické lze v případě fotointerpretace považovat odlišování orné půdy a travních porostů a vedení hranice mezi jednotlivými stupni otevřenosti lesních porostů, jelikož tato hranice je mnohdy neostrá. Krajinná metrika je často používaným důležitým nástrojem, který umožňuje srovnání jak různých krajin, tak jedné krajiny ve více časových obdobích (Turner, Gardner, O'Neill 2001). Při jejich

využívání a zejména srovnávání s jinými studii je však třeba mít na paměti, že vliv na hodnoty indexů má nejenom vlastní horizontální struktura krajiny, ale také velikost, měřítko a typ hodnocené krajiny, stejně jako metodika (rastrová nebo vektorová data, velikosti buňky rastru, zdrojová data a jejich měřítko, volba klasifikačního schématu); blíže viz např. Wickham a kol. (1997), Wu a kol. (2002) nebo Cushman, McGarigal, Neel (2008).

## 6. Závěr

Krajina při soutoku Moravy a Dyje prodělala v uplynulém staletí výrazné změny, týkající se zejména způsobu a intenzity zemědělského i lesního hospodaření, přičemž tyto změny byly z velké části umožněny výraznými úpravami a regulacemi vodních toků a vodního režimu; díky nim jsou zdejší trendy vývoje změn krajinného krytu / využití země poněkud odlišné od zbytku Česka. I přes množství typů ochrany přírody lze říci, že tyto změny – obecně vedoucí k homogenizaci krajiny – jsou z hlediska biodiverzity a její ochrany změnami k horšímu. Pro zachování tohoto cenného území je třeba zavést aktivní a efektivní management území jako celku, přičemž za klíčová opatření lze na základě této práce pokládat zejména (1) kosení a pastvu na travních porostech tak, aby se na ně dále nešířil les; (2) omezení velikosti holých sečí, využívání šetrnějších metod těžby, jako je např. clonná seč; (3) udržení starých porostů (např. ponecháváním co největšího počtu výstavků, skupinek stromů nebo porostních žeber, snížením objemu těžby, ponecháváním mrtvého dřeva a pařezů v lese, prodloužením doby obmýtí); (4) prosvětlování porostů s cílem obnovy řídkých lesů a pařezinového způsobu hospodaření/středního lesa, znovuzavedení lesní pastvy; (5) snahu o návrat k co nejpřírodnějšímu vodnímu režimu a fungování říční nivy včetně obnovy přirozených geomorfologických procesů v korytech, s tím související nerealizování vodní cesty Dunaj–Odra–Labe.

## Literatura

- ALEXANDEER, K. N. A. (1998): The links between forest history and biodiversity: the invertebrate fauna of ancient pasture-woodlands in Britain and its conservation. In: Kirby, K. J., Watkins, C. (eds): *The ecological history of European forests*. Oxon, CAB International, 73–80.
- ANDERSON, R. A., FRALISH, J. S., BASKIN, J. M. (1999): *Savannas, Barrens, and Rock Outcrop Plant Communities of North America*. Cambridge University Press, Cambridge.
- AOPK (2009): *Rozbory chráněné krajinné oblasti Soutok*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno.
- BALCAR, J. (2000): Pozemková reforma v období první československé republiky. *Dějiny a současnost*, 22, 6, 27–31.



- BALEJ, M., ANDĚL, J. (2011): Typology of the districts in Czechia based on land cover structure. *Geografie*, 116, 2, 172–190.
- BARAL, H., KEENAN, R. J., SHARMA, S. K., STORK, N. E., KASEL, S. (2014): Economic evaluation of ecosystem goods and services under different landscape management scenarios. *Land Use Policy*, 39, 54–64.
- BENGTSSON, J., NILSSON, S. G., FRANC, A., MENOZZI, P. (2000): Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *Forest Ecology and Management*, 132, 1, 39–50.
- BIČÍK, I., JELEČEK, L., ŠTĚPÁNEK, V. (2001): Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries. *Land Use Policy*, 18, 1, 65–73.
- BLAHA, T. (2007): Forest Management Systems of Floodplain Forests in the Forest Enterprise Židlochovice (LZ LČR Židlochovice). In: Hobza, P. (ed): *Forest Management Systems and Regeneration of Floodplain forest sites*. Mendelova univerzita, Brno, 9–18.
- BOLTIŽIAR, M. (2006): Changes of high mountain landscape structure in the selected area of Predné Meďodoly valley (Belianske Tatry Mts) in 1949–1998. *Ekológia*, 25, 16–25.
- BRUNET, J., FELTON, A., LINDBLADH, M. (2012): From wooded pasture to timber production – Changes in a European beech (*Fagus sylvatica*) forest landscape between 1840 and 2010. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27, 3, 245–254.
- BUČEK, A. (2000): Krajina České republiky a pastva. *Veronica*, 14, 1–7.
- CUSHMAN, S. A., MCGARIGAL, K., NEEL, M. C. (2008): Parsimony in landscape metrics: Strength, universality and consistency. *Ecological Indicators*, 8, 691–703, doi:10.1007/s10980-006-9010-5
- ČÍŽEK, L., HAUCK, D. (2008): Extinční dluh v našich lesích: Fauna starých stromů na Břeclavsku. *Lesnická práce*, 87, 6, 19–21.
- ČÍŽEK, L., ROLEČEK, J., DANIHELKA, J. (2007): Celoplošná příprava půdy v lesích a její důsledky pro biodiverzitu. *Živa*, 6., 266–268.
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., SLAVÍK, P. (2012): Spatial and temporal trends in land-use changes of Central European Landscape in the last 170 years: a case study from the south-eastern part of the Czech Republic. *Moravian Geographical Reports*, 20, 3, 2–21.
- DI GREGORIO, A., JANSEN, L. J. M. (2000): Land cover classification system: Classification concept and user manual. FAO, <http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/x0596e00.htm> (6. 4. 2015).
- DRESLER, P., MACHÁČEK, J. (2013): Vývoj osídlení a kulturní krajiny dolního Podolí v raném středověku. *Archeologické rozhledy*, 65, 663–675.
- 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.
- FALŤAN, V., BÁNOVSKÝ, M. (2008): Changes in land cover in the area of Výšné Hágy – Starý Smokovec, impacted by the wind calamity in November 2004 (Slovakia). *Moravian Geographical Records*, 16, 3, 16–26.
- GOJDA, M. (2000): Archeologie krajiny: Vývoj archetypů kulturní krajiny. Academia, Praha.
- GRYGAR, T. M., NOVÁKOVÁ, T., MIHALJEVIČ, M., STRNAD, L., SVĚTLÍK, I., KOPTÍKOVÁ, L., LISÁ, L., BRÁZDIL, R., MÁČKA, Z., STACHOŇ, Z., SVITAVSKÁ-SVOBODOVÁ, H., WRAY, D. S. (2011): Surprisingly small increase of the sedimentation rate in the floodplain of Morava River in the Strážnice area, Czech Republic, in the last 1300 years. *Catena*, 86, 3, 192–207.
- 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, 2–3, 243–250.

- HARTEL, T., PLIENINGER, T., eds. (2014): *European Wood-pastures in Transition: A Social-ecological Approach*. Routledge, Oxon, 322 s.
- HAVLÍČEK, M., KREJČÍKOVÁ, B., CHRUDINA, Z., SVOBODA, J. (2012): Long-term land use development and changes in streams of the Kyjovka, Svratka and Velička river basins (Czech Republic). *Moravian Geographical Reports*, 20, 1, 28–42.
- 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, 2., 267–276.
- HENDRYCH, J., STORM, V., PACINI, N. (2013): The Value of an 1827 Cadastre Map in the Rehabilitation of Ecosystem Services in the Kremze Basin, Czech Republic. *Landscape Research*, 38, 6, 750–767.
- HORAL, D., RIEDL, V. (2013): K ponechávání výstavků v luzích na Soutoku. *Veronica*, 27, 1, 28–29.
- HRIB, M., KORDIOVSKÝ, E., eds. (2004) *Lužní les v Dyjsko-moravské nivě*. Moraviapress, Břeclav.
- JAKUBEC, B. (1981): Vodohospodářské úpravy na jižní Moravě. *Lesnická práce*, 204–212.
- JANEČEK, Š., DE BELLO, F., HORNÍK, J., BARTOŠ, M., ČERNÝ, T., DOLEŽAL, J., DVORSKÝ, M., FAJMON, K., JANEČKOVÁ, P., JIRÁSKÁ, Š., MUDRÁK, O., KLIMEŠOVÁ, J. (2013): Effects of land-use changes on plant functional and taxonomic diversity along a productivity gradient in wet meadows. *Journal of Vegetation Science*, 24, 5, 898–909.
- JENKINS, M. A., PARKER, G. R. (2000): Changes in the forest landscape of the Charles C. Deam wilderness, southern Indiana, 1939–1990. *Natural Areas Journal*, 20, 1., 46–55.
- KADLEC, J., GRYGAR, T., SVĚTLÍK, I., ETTLER, V., MIHALJEVIČ, M., DIEHL, J. F., BESKE-DIEHL S., SVITAVSKÁ-SVOBODOVÁ, H. (2009): Morava River floodplain development during the last millennium, Strážnické Pomoraví, Czech Republic. *The Holocene*, 19, 499–509.
- KONEČNÝ, P. (2009): Vývoj a struktura přirozeného zmlazení v NPR Ranšpurk. Diplomová práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- MACHAR, I. (2009): Changes in the fragmentation and ecological stability of the Morava River floodplain forest in the course of the 20<sup>th</sup> century. *Journal of Forest Science*, 55, 3, 127–136.
- MALACH, Š., KLIMÁNEK, M., DOUDA, P., SKOKANOVÁ, H., STRÁNSKÁ, T. (2009): Spatial data integration for land use change analysis of the Lower Morava Biosphere Reserve. *GeoScape*, 4, 1, 100–112.
- MCGARIGAL, K., MARKS, B. J. (1995): *Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*, <http://www.umass.edu/landeco/pubs/mcgarigal.marks.1995.pdf> (5. 4. 2015).
- MÍČHAL, I. (1991): *Ekologická stabilita*. Veronica, ekologické středisko ČSOP pro Ministerstvo životního prostředí ČR, Brno.
- MIKLÍN, J. (2012): Úbytek travních porostů v NPR Děvín-Kotel-Soutěska a NPR Tabulová, Kočičí vrch a Růžový kámen v uplynulých dvou stoletích. In: *Regiom: Sborník Regionálního muzea v Mikulově*, Mikulov, 4–9.
- MIKLÍN, J., SMOLKOVÁ, V. (2011): Land use/land cover changes of the Pálava PLA and proposed Soutok PLA in the years 1841–2006. *Moravian Geographical Records*, 19, 3, 15–28.
- MIKLÍN, J., ČÍŽEK, L. (2014): Erasing a European biodiversity hot-spot: Open woodlands, veteran trees and mature forests succumb to forestry intensification, logging, and succession in a UNESCO Biosphere Reserve. *Journal for Nature Conservation*, 22, 1, 35–41.
- MIKLÍN, J., HRADECKÝ, J. (2016): Confluence of the Morava and Dyje Rivers: a century of landscape changes in maps. *Journal of Maps*, 12, 4, 630–638; doi:10.1080/17445647.2015.1068714.

- MOUNTFORDA, E. P., PETERKENB, G. F., EDWARDS, P. J., MANNERS, J. G. (1999): Long-term change in growth, mortality and regeneration of trees in Denny Wood, an old-growth wood-pasture in the New Forest (UK). *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2, 2., 223–272.
- 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.
- NOŽIČKA, J. (1956): Z minulosti jihomoravských luhů. *Práce výzkumných ústavů lesnických*, 10, 169–199.
- OPRAVIL, E. (1983): Údolní niva v době hradištní. *Studie archeologického ústavu ČSAV v Brně*, 2, sv. 2.
- OPRŠAL, Z., ŠARAPATKA, B., KLADIVO, P. (2013): Land-use changes and their relationships to selected landscape parameters in three cadastral areas in Moravia. *Moravian Geographical Records*, 21, 1, 41–50.
- RACKHAM, O. (1998): Savanna in Europe. In: Kirby K. J., Watkins C. (eds.): *Ecological history of European forests*. CAB International, Wallingford, 1–24.
- ROZKOŠNÝ, R., VAŇHARA, J. (1995–1996): Terrestrial Invertebrates of the Pálava Biosphere Reserve of UNESCO, I–III. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis Biologia*, 92, 1–208; 93, 209–408; 94, 409–630.
- SKALOŠ, J., WEBERA, 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. (2008a): Land use changes of river Dyje floodplain in reaches Nový Přerov – Brod nad Dyjí and Nové Mlýny – Lednice, Czech Republic, in the period of 1830–2001 as a reaction to the river Dyje channel regulations. *Ekológia*, 27, 1, 82–98.
- SKOKANOVÁ, H. (2008b): The Impact of River Engineering Works on the Dyje River floodplain in the Czech Republic. *Global Environment*, 2, 83–111.
- SKOKANOVÁ, H., HAVLÍČEK, M. (2007): Driving forces and land use changes in the Lower Dyje River Area, Czech Republic, in the period 1840–2006. *Proceedings of the IGU-LUCC Central Europe Conference*, 177–188.
- SOLÍN, L., FERANEC, J., NOVÁČEK, J. (2011): Land cover changes in small catchments in Slovakia during 1990–2006 and their effects on frequency of flood events. *Natural Hazards*, 56, 1, 195–214.
- SPITZER, L., KONVIČKA, M., 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, 3, 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.
- ŠÁLEK, L. (2008): Ochrana, nebo devastace? *Lesnická práce*, 87, 9., 30–31.
- ŠEBEK, P., ALTMAN, J., PLÁTEK, M., ČÍŽEK, L. (2013): Is active management the key to the conservation of saproxylic biodiversity? Pollarding promotes the formation of tree hollows. *PLoS ONE*, 8, e60456.
- 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.

- UTINEK, D. (2008): Jen jeden úhel pohledu na mnohoúhelník. *Lesnická práce*, 87, 6., 23.
- UUEMAA, E., ANTRON, M., ROOSAARE, J., MARJA, R., MANDER, Ü. (2009): Landscape Metrics and Indices: An Overview of Their Use in Landscape Research. *Living Rev, Landscape Res.*, 3, 1, 33–37.
- VERA, F. W. M. (2000): *Grazing ecology and forest history*. CABI Publishing, Wallingford.
- VESELÝ, D. (2004): Vodní hospodářství v oblasti dolního toku řek Moravy a Dyje, povodně a regulace toků od historie po současnost. In: Hrib, M., Kordiovský, E. (eds.) *Lužní les v Dyjsko-moravské nivě*. Moraviapress, Břeclav, 195–208.
- VICHEREK, J., ANTONÍN, V., DANIHELKA, J., GRULICH, V., GRUNA, B., HRADÍLEK, Z. a kol. (2000): Flóra a vegetace na soutoku Moravy a Dyje. Masarykova univerzita, Brno.
- VIEWEGH, J. (2002): South-Moravian floodplain forest herb vegetation in the period 1978–1997. *Journal of Forest Science*, 48, 2, 88–92.
- VODKA, Š., KONVIČKA, M., ČÍŽEK, L. (2009): Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: Implications for forest history and management. *Journal of Insect Conservation*, 13, 5., 553–562.
- VRŠKA, T., ADAM, D., HORT, L., ODEHNALOVÁ, P., HORAL, D., KRÁL, K. (2006): Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice. Sv. II, *Lužní lesy – Cahnov-Soutok, Ranšpurk, Jiřina*. Academia, Praha.
- VYBÍRAL, J. (2007): *Lužní lesy v Biosférické rezervaci Dolní Morava*. Regiom: Sborník Regionálního muzea v Mikulově, 36–42.
- WICKHAM, J. D., O'NEILL, R. V., RIITERS, K. H., WADE, T. G., JONES, K. B. (1997): Sensitivity of Selected Landscape Pattern Metrics to Land-Cover Misclassification and Differences in Land-Cover Composition. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 63, 4, 397–402.
- WU, J., SHEN, W. J., SUN, W. Z., TUELLER, P. T. (2002): Empirical patterns of the effects of changing scale on landscape metrics. *Landscape Ecology*, 17, 8, 761–782.

## SUMMARY

### Landscape structure changes at the confluence of the Morava and Dyje Rivers

The area at the confluence of the Morava and Dyje Rivers is one of the biologically most diverse landscapes of Czechia. On this account, it is covered by various forms of nature protection (UNESCO Biosphere Reserve, Natura 2000 or Ramsar Wetlands). Most typical ecosystems are floodplain forests, with pedunculate oak (*Quercus robur*), narrowleaf ash (*Fraxinus angustifolia*), hornbeam (*Carpinus betulus*), field maple (*Acer campestre*) and meadows interweaved with an abundant net of rivers and their (old) reaches and oxbow lakes. During the last century, this landscape changed distinctively for the intensification of both agricultural and forest management, which was enabled due to the regulation of watercourses. This paper focuses on the land use / land cover changes as indicators of changes in horizontal landscape structure and their consequences for biodiversity. Land use / land cover (24 categories classified posteriori with a special focus on spatial structure of woodlands) was obtained from aerial photographs from 1938, 1953, 1976 and 2009, and analysed while using landscape metrics. Although the land use / land cover of 31.7 % of the area did not change between 1938 and 2009, the most important landscape changes in this period were: (i) an all but complete disappearance of open and structured woodlands; (ii) a transformation of the mosaic of very small agricultural fields into large-scale fields of

mostly arable land; (iii) a significant decrease in grasslands; (iv) the regulation of water courses; (v) an outstanding increase in logging intensity during the last twenty years. Ad (i): while open and structured woodlands (including meadows with solitary trees and clear-cuts with retention trees) comprised 43.1% of woodlands (3,686 ha) in 1938, their share was only 8.1% (708.5 ha) by 2009, with a decrease in both average area of patches and their number and a significant increase in the isolation of open/structured woodlands patches. Open/structured woodlands are considered to be the most diverse temperate ecosystems and many of the protected species in the area (mainly saproxylic beetles and various bird species) are dependent on them. The present distribution of veteran and solitary trees as the most important habitats is related to the distribution of open/structured woodlands in 1938; the disappearance of these ecosystems creates an extinction debt. Ad (ii): In 1938, nearly 20% of agricultural land was comprised of a mosaic of very small (on average 0.3 ha) elongated plots; an estimated number for the whole area was c. 4,370 patches. Such a mosaic had disappeared completely by 2009, having changed into 218 large-scale fields of arable land. Ad (iii): The area of grasslands decreased by 40.7% from 3,367 ha to 1,996 ha; one-third was converted into arable land, 15.4% was covered by woodlands and bushes. Ad (iv): The first regulation of watercourses in the form of a shortening of the meanders of the Morava River occurred already before 1938; the main works took place between 1953–1976. The Morava River was shortened from 46.5 km to 31.3 km, while the Dyje River from 52.0 km to 42.1 km. Former river meanders were turned into oxbow lakes. Ad (v): Clear-cuts had the largest area (1,268 ha) in 2009. According to forestry maps, the area of old (>100 years) forest stands decreased to two-thirds between 1990 and 2009, while the area of young forest stands (< 50 years) nearly doubled with forests stands of the age under 10 years (15.6%) and between 11 and 20 years (10.8%) creating the highest share.

In comparison with the general trends in land use / land cover changes in Czechia, the evolution of the landscape in the study area was different. Regulations of watercourses at the beginning of the second half of the 20<sup>th</sup> century enabled more intensive forest and agricultural management. The preservation of the area's biodiversity requires a start of active conservation management. It should focus on the opening of woodlands, decrease in forest logging and a suitable selection of logging localities.

- Fig. 1 Study area and its forms of protection; in brackets years of designation: biospheric reserve (2003), special purpose woodland (1999, 2009), wetland according to the Ramsar Convention (1990–1996), bird areas (2004), European important localities (2004).
- Fig. 2 Selected landscape metrics indexes for study area.
- Fig. 3 Selected landscape metrics indexes for generalized categories of woodlands. In legend: closed forest stands, sparse forest stands, clear-cuts.
- Fig. 4 Characteristic forms of forest management: a – 1938, b – 1953, c – 1976, d – 2009. Photos © VHMÚř Dobruška, CENIA and Geodis Brno.
- Fig. 5 Forest stands age structure (for year 2009). Axis x – age of forest stands, years, axis y – % of woodland area in a given part.
- Fig. 6 Selected landscape metrics indexes for forest age categories.
- Fig. 7 Difference between theoretical (according to area of category) and real number of solitary and veteran oaks in the closed forest in 2009, according to category in 1938. In legend: closed unstructured forest, closed structure forest, half-open forest, open forest, permanent pastures with solitary trees, clear-cuts with reserved trees, clear-cuts and forested clear-cuts.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Článek byl připraven s finanční podporou Grantové agentury České republiky grantem č. P504/12/1952 „Diverzita saproxylických organismů v čase a prostoru: Od historie krajiny přes ekologii společenstev k modelům přežívání druhů“ a Ostravské univerzity v Ostravě grantem č. SGS18/PřF/2015-2016.