

ZMĚNY EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB POŘIČNÍCH A ÚDOLNÍCH NIV V ČESKÉ REPUBLICE JAKO VÝSLEDEK VÝVOJE VYUŽÍVÁNÍ ZEMĚ V POSLEDNÍCH 250 LETECH

CHANGES OF ECOSYSTEM SERVICES OF FLOODPLAINS IN THE CZECH REPUBLIC AS A RESULT OF LAND USE DEVELOPMENT IN THE LAST 250 YEARS

Jaromír Demek, Marek Havlíček, Peter Mackovčín, Petr Slavík

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Lidická 25/27, 602 00 Brno, demekj@seznam.cz, marek.havlicek@vukoz.cz, peter.mackovcin@vukoz.cz, petr.slavik@vukoz.cz,

Abstrakt

Důležitým úkolem moderní krajinné ekologie je sledování stavu životního prostředí v delších časových úsecích. Autoři použili manuální a počítači podporovanou analýzu historických a současných topografických map velkého měřítka ke studiu změn ekologických služeb poříčních a údolních niv v České republice vlivem lidské společnosti v posledních 250 letech. Využili i materiály zpracované v rámci vydání Atlasu krajiny České republiky. Ve Výzkumném ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i. byly vyvinuty metody výzkumu změn využívání země v prostředí GIS. Tyto metody umožnily vytvoření rozsáhlé databáze změn využívání země a jejich vizualizaci. Případové studie uváděné v tomto článku ilustrují využití země v poříčních nivách Jižní Moravy a dokumentují jak se měnila jejich prostorová struktura. Výzkum je založený na kvantitativním vyhodnocení změn využívání země v prostředí GIS a dokazuje, že nivy jsou velmi dynamické geosystémy. Antropogenní tlak na jihomoravské nivy je značný. Činnost lidské společnosti v nivách za posledních 250 let vede k regulacím vodních toků, změnám říční sítě a redukci agradace v nivách. Navíc v průběhu času rozrušila vztahy mezi nivními ekosystémy, koryty vodních toků a přilehlými svahy povodí.

Klíčová slova: regionální změny nivních ekosystémů, ekosystémové služby, Česká republika

Abstract

An important task of modern landscape ecology is to observe the state of environment for longer periods of time. The authors used the manual and computer aided analysis of historical and modern topographic maps to study changes of ecosystem services of floodplains in the Czech Republic under the impact of humans in the last 250 years. The authors also used materials compiled during the preparation of the Landscape Atlas of the Czech Republic. In the Silva Tarouca research institute for landscape and ornamental gardening there were developed methods for detection of land-use changes and related GIS technologies. These methods allowed the creation of an extensive database of land-use changes and their visualisation. The case studies presented in this paper illustrate the development of land-use in floodplains of South Moravia and how its structure has changed. The research based on quantitative evaluation of land-use changes in the GIS environment has shown that floodplains are very dynamic geosystems. The anthropogenic stress on the studied floodplains is very high. Human activities in floodplains during the last 250 years caused changes in the riverbed network and reduction of aggradation of floodplains as well as distorted relations between slopes of river catchments, floodplain ecosystems and river courses in time.

Key words: regional environmental changes of floodplains, ecosystem services, Czech Republic

ÚVOD

Poříční a údolní nivy jsou významnou a citlivou součástí krajiny České republiky. Kvantitativní údaje odvozené z mapy Geomorfologické podmínky 1 : 500 000 v Atlasu krajiny České republiky (Hrnčiarová et al., 2009) ukazují, že poříční a údolní nivy zabírají plochu 3 791 km², tj. 4,81 % státního území. Pruhy těchto plochých krajín jsou nedílnou součástí poříčních krajín lemujících vodní toky a v minulosti tvořily tepenný systém našich krajín (Ložek, 2003). Z uvedené mapy je patrné, že nejdůležitější poříční a údolní nivy se vyvinuly kolem našich hlavních řek – Labe, Vltavy, Berounky, Ohře, Jizery, Moravy, Dyje, Svatky a Odry (obr. 1). Niva je přírodní tvar vzniklý fluvialními pochody. Poříční a údolní nivy mají svoji svéráznou prostorovou strukturu svým původem

spojenou s vodou a toky živin, která se liší od okolního terénu. Ve vertikálním řezu jsou nivy v České republice tvořené dvěma základními souvrstvími, a to spodním – složeným ze štěrko-pískových korytových usazenin (hlavně pleistocenního stáří, zčásti přepracovanými v holocénu) a svrchním – sily a jíly uloženými během povodní v holocénu. Tak poříční a údolní nivy tvoří nejnižší akumulací části České republiky, ploché a periodicky zaplavované krajiny, které jsou objektem jednak přírodních geomorfologických (krajinotvorných) procesů spolu s hydrologickými procesy proudící vody a jednak antropogenních pochodů. V nivách se vyskytují z hlediska kvantity i diverzity zvláště bohaté unikátní nivní ekosystémy, ovlivňované jak stále se měnící úrovní hladiny vody ve vodních tocích, tak i hladiny podzemní vody (Haase et al., 2007).

Nivy zahrnují části s periodicky nebo epizodicky zaplavovanými ekosystémy a části s ekosystémy ovlivňovanými měnicí se úrovní hladiny podzemní vody, která občasné může vystoupit až k povrchu niv. Rozsah periodicky zaplavovaných plochých krajín v České republice nacházejících se podél vodních toků dobře zachycuje mapa Záplavových území České republiky 1 : 500 000 (CD v příloze) zpracovaná pro Atlas krajiny České republiky ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, v. v. i. v Praze.

Poříční a údolní nivy v jejich původní podobě byly velmi cenné pro obyvatelstvo, protože poskytovaly řadu ekosystémových služeb, a to zejména

- a) omezení počtu a intenzity povodní,
- b) zadržování přebytku povodňových vod a umožňování buď jejich postupného odtoku do vodních toků, nebo zasakování do zásob podzemních vod v nivách,
- c) omezování plošného znečišťování vodních toků,
- d) filtrování lijakových vod v povodí,
- e) snadný přístup k pitné vodě,
- f) vytváření vhodných habitatů pro divokou zvěř a rostliny a
- g) úrodnou a rovnou půdu pro zemědělství.

Situace v poříčních a údolních nivách dnešní České republiky se vlivem klimatických změn, počínající kolonizací dřívě zalesněných okolních pahorkatin a vrchovin a začátky vzniku městských sídel radikálně začala měnit v 10. století n. l. Prvním přímým a důležitým antropogenním vlivem na nivy bylo budování rybníků a náhonů v 16. století n. l. Např. ve studovaném území jižní Moravy byly na dolní Svatce ve Dolnosvratecké nivě vybudovány velké rybníky jako Modřický rybník (obr. 1), rybníky ve Velkých Němčicích (např. Brodač, Mojžíš) a Pouzdřanský rybník. Na dolní Jihlavě byl v Dolnojihlavské nivě vybudován systém velkých rybníků kolem města Pohořelice (Starý rybník 130 ha, Nový rybník, Vrkoč 176 ha a Novoveský rybník 174 ha). Nicméně stále zůstala zachována rovnováha mezi ekologickými a geomorfologickými pochody v nivách České republiky, která vytrvala až do poloviny 19. století. V druhé polovině tohoto století začala být volně meandrující, divočící a anastomozující koryta vodních toků regulována. Koryta byla napřimována, byla vykopána nová hluboká koryta a ohrázována. Hluboká antropogenní koryta a lemující hráze zadržovaly povodňovou vodu a narušily tak konektivitu údolních svahů, niv a koryt vodních toků. Regulace vodních toků vyústila ve fragmentaci niv, došlo ke změnám v délce vodních toků a indexu sinuosity (tabulka 2). Byly rovněž vykáceny velké plochy lužních lesů a ploché povrchy niv se změnilly v louky a pole. Nivy začaly být stále více zastavovány (tabulka 1).

Kvantitativní výzkum vývoje historických krajín spočívá zejména v kvantitativní statistické informaci o změnách využití země. Výzkum využití země v jednotlivých historických údobích (např. kvantitativní hodnocení stavu krajiny) objasňuje, jak změny využívání země ovlivňují uskutečňování krajinných funkcí (např. služeb poskytovaných krajínou lidské společnosti – Haase et al., 2005). Tento článek prezentuje na základě

kvantitativního studia změn ve využívání země v prostředí GIS přehled vývoje environmentálních změn a ekosystémových služeb poskytovaných nivami v posledních 250 letech.

MATERIÁL A METODA

Autoři v tomto článku kladou důraz na prostorové a časové indikátory důležité pro poznání ekologických změn ve využívání země. Autoři použili manuální a počítači podporovanou analýzu historických a moderních topografických map velkého měřítka z území České republiky v měřítcích 1 : 28 000, 1 : 25 000 a 1 : 10 000 pocházejících z období 1764–2006 (Mackovčín, 2009) kombinovaných se studiem leteckých a satelitních snímků a s výzkumem v terénu. Tyto metody užité pro studium změn krajiny prostřednictvím vyhodnocení změn využívání země dovolily kvantifikovat změny ekosystémových služeb poříčních a údolních niv v České republice v posledních 250 letech. Pro analýzu efektu změn využívání země je důležité pochopit, že ekologické pochody probíhají v určitých časových etapách a mění se v čase. Autoři sestavili unifikovanou legendu změn využívání země a monitorovali celkem 9 základních kategorií využívání země, a to 1. ornou půdu, 2. trvalé travní porosty, 3. zahrady a sady, 4. vinice a chmelnice, 5. lesní porosty, 6. vodní plochy, 7. zastavěné plochy, 8. rekreační plochy a 0 jiné plochy. Mapy 1. rakouského vojenského mapování proběhlého v letech 1764–1768 byly vyhodnoceny manuálně. Počínaje 2. rakouským vojenským mapováním z let 1836–1841 byly všechny další mapové soubory vyhodnoceny s pomocí počítačů v prostředí GIS s použitím softwaru ArcGIS 9.1 a ArcView 3.3. Mapy byly pro zpracování v prostředí GIS připraveny skenováním, georeferencováním a vyrovnáním styků jednotlivých mapových listů. Následující vektorizace využití země byla nejobtížnější částí procedury. Na základě těchto procesů byly vyhotoveny digitální mapy využití země pro období 1836, 1876, (1944 pro některé části ČR), 1955, 1995 a 2006. Digitální, geograficky referencovaná databáze časových a prostorových změn využívání země byla využita pro další analýzy. Digitální forma databáze umožňuje vizualizaci historických a současných krajinnotvorných procesů v nivách. První fáze vizualizace spočívá v nakládání vektorových map v počítači přes sebe a výpočtu počtu změn ve využívání země za celé studované období. Škála změn sahá od 0 (žádné změny) až po maximálně 4 změny při analýze souboru pěti map. Superpozici všech pěti digitálních mapových souborů autoři obdrželi pětímístný kód, který charakterizuje celkový trend změn využívání země.

Další analýza syntetických map poprvé ukázala

- a) kvantitativně dynamiku environmentálních změn,
- b) stabilní plochy v nivách a
- c) celkové trendy ve vývoji nivních krajín ve studovaném území v období 1836–2006.

Informace získané z historických a současných map autoři doplnili údaji z literatury. Metoda vysvětlujícího popisu pak byla použita pro zdůvodnění vývoje krajiny. Jako případové studie autoři použili poříční nivy dolní Moravy a jejich přítoků

Dyje, Svatky a Jihlavy v jihovýchodní části České republiky (obr. 1).

Studované území na jižní Moravě zahrnuje nížiny karpatské předhlubně (Dyjsko-svratecký úval) a nížiny Vídeňské pánve (Dolnomoravský úval) odvodňované řekou Moravou a jejími přítoky (obr. 1). Kulturní krajina ve studovaném území nalezí mezi nejstarší sídelní území ve střední Evropě. Lovci mamutů sídlili v tomto území již 25 000 let př. n. l. Mezi osmým a desátým stoletím n. l. území představovalo jádrovou oblast Velkomoravské říše.

VÝSLEDKY

Výsledkem výzkumu historického vývoje říčních a údolních niv je kvantitativně-statistická informace o změnách využívání země (kvantitativní analýza a vizualizace stavů krajiny v minulosti) za posledních 250 let. Analýza historických nivních krajín je nezbytná pro poznání, které nivní habitáty, biotopy, způsoby využívání země a ekosystémové služby byly typické v jednotlivých historických etapách a jak se změnil pod vlivem lidské společnosti.

Prostorová struktura niv v jednotlivých historických etapách

Překládání digitálních map z různých časových období poskytuje přesnou prostorovou informaci o prostorové struktuře niv za dlouhé časové období (např. existence stabilních biotopů a ekosystémů). Tato informace je důležitá pro ochranu přírody a renovaci nivní krajiny po přírodních katastrofách (např. katastrofických povodních).

Mapy 1. rakouského vojenského mapování pořízené ve studovaném území v letech 1764–1768 v měřítku 1 : 28 000 poskytují unikátní obraz krajiny na počátku zemědělské revoluce a před změnami vyvolanými průmyslovou revolucí. Tyto mapy byly autory vyhodnocovány manuálně. Vodní toky lemované lužními lesy, loukami a rybníky v nivách volně meandrovaly a anastomozovaly. Anastomoza řeky Svatky byla zřetelná pod městem Brnem (obr. 2). Koryta přítoků řeky Svatky (jako např. Cézava, Šatava) neústily přímo do koryta řek Svatky, ale po určitou vzdálenost tekly paralelně s korytem Svatky (kontakt Yazoo). Pro říční nivu dolní Jihlavy (Dolnojihlavskou nivu) jsou příznačné velké rybníky a louky. Pro toto období je typický velký počet rybníků vytvářejících místy rybníčné systémy (obr. 2). V Dyjsko-svrateckém úvalu vznikly rybníčné systémy zejména kolem města Pohořelice, kolem Měnína a v údolí říčky Dunávky. V Dolnomoravském úvalu se severně od města Uherské Hradiště nacházely dva velké rybníky. Velké rybníky v Dolnomoravské nivě se nacházely rovněž u Uherského Ostrohu. Dva rybníky jsou vyznačeny severně od Strážnice (menší nese v mapě název Sumpf). Jižně od Hodonína byl v Dolnomoravské nivě velký rybník Nesyt (Nimmersatt Teich založený 1530–1539 – rozloha 1000 jiter). Řeka Kyjovka se v tomto období vlévala do rybníku Nesyt a z něho pak přímo ústila zprava do řeky Moravy I kolem obce Lednice vznikl rybníční systém, podobně jako v údolí pravého přítoku Moravy – říčky Kyjovky.

Krajinnou strukturu a situaci krajiny v první polovině 19. století dobře znázorňují mapy 2. rakouského vojenského mapování v měřítku 1 : 28 800 pořízené na Moravě v letech 1836–1841. Technická revoluce v období 2. vojenského mapování se projevila zbouráním městských hradeb (např. Brna, Uherského Hradiště), výstavbou průmyslových závodů v takto uvolněných místech a kolem poloviny 19. století vedla k rychlému růstu urbanizovaných krajín. Urbanizace často využívala rovný terén poříčních niv.

Na mapách 2. vojenského mapování řeky stále volně meandrují a anastomozují v nivách pokrytých lužními lesy a loukami (obr. 3). Mapy ukazují, jak značně se změnila říční síť v Dolnomoravské nivě. Hlavní koryto Olšavy již nesměřovalo k Uherskému Hradišti, ale od Kunovic k západu a poté se stáčelo jako styk Yazoo k jihu rovnoběžně s korytem řeky Moravy. Řeka Olšava se tak do Moravy vlévala až v Ostrohu. Morava jižně od Hodonína divočila. Hlavní koryto řeky Moravy stále meandrovalo, ale současně v Dolnomoravské nivě byl vyvinutý systém divočících ramen. Po zrušení rybníku Nesyt pod Hodonínem koryto řeky Kyjovky směřovalo z Písečného rybníka na Mikulčice, řeka lemovala západní okraj Dolnomoravské nivy a ústila do Dyje. Spleť říčních ramen byla stále aktivní v lužních lesích v nivě mezi řekami Dyjí, Kyjovkou a Moravou jižně od Lanžhota. Stupeň konektivity, jak příčné, tak i podélné byl v mapovaném území stále značný.

Pokračoval stálý trend vypouštění a rušení rybníků. Byla vypuštěna řada rybníků a jejich dno bylo využíváno jako louky nebo orná půda. Na mapě 2. vojenského mapování již nejsou rybníky u Strážnice. U Hodonína byl vypuštěn již výše zmíněný rybník Nesyt v Dolnomoravské nivě (dříve druhý největší rybník na Moravě).

Orná půda v tomto období převládala pouze ve Středodyjské nivě na hranici s Rakouskem. Stupeň konektivity, jak v podélném, tak i příčném směru, byl v nivách stále vysoký. Byl vypuštěn značný počet rybníků. Koryto řeky Svatky mělo v roce 1836 délku 52,5 km a index sinuosity byl 1,76. Koryto řeky Jihlavy dosahovalo délky 26,32 a index sinuosity činil 1,75 (srov. tabulku 4). Mezi nivními ekosystémy převládaly louky (podíl 43,76%) a lužní lesy (37,30% srov. obr. 3). Pro nivy byla typická vysoká druhová bohatost a produktivita a měly složitou horizontální i vertikální strukturu. Mohly tak plnit většinu výše uvedených ekosystémových služeb. Lužní lesy podstatně přispívaly k ochraně před povodněmi a vytvářely retenční území. Následující kácení lužních lesů a postupná přeměna ploch na pole a louky podstatně změnila ekosystémové služby poříčních niv. Podíl lužních lesů na Dolnosvratecké a Dolnojihlavské nivě klesl v období 1836–1875 z 37,30% na 29,98% (tabulka 1).

V tomto období byly vypuštěny velké rybníky jako výše zmíněný Modřický rybník (obr. 2) nebo Vrkoč. Jejich dna byla změněna v ornou půdu zejména pro pěstování cukrové řepy. V roce 1848 začala regulace koryta řeky Svatky. Původní soutok řek Svatky a Svitavy jižně od Brna byl posunut od obce Horní Heršpice až k obci Přízřenice. Bylo vykopáno nové hluboké koryto Svatky od Brna na severu až po obec Vojkovice na jihu (obr. 4). Bohužel tato regulace způsobila fragmentaci severní části Dolnosvratecké nivy.

Tab. 1 Využívání země v Dolnosvratecké a Dolnojihlavské nivě mezi roky 1836 a 2005 (Demek, Havlíček, Chrudina, Mackovčín, 2008)

Změny ve využívání země	1836	1875	1943–1945	1954	1991	2005
Orná půda	14,92	44,32	54,79	59,02	58,80	55,00
Trvalé travní porosty	43,77	19,61	16,76	7,16	1,48	2,46
Zahrady a sady	2,29	3,94	1,57	3,02	2,38	2,22
Vinice	0,02	0,05	0,00	0,00	0,04	0,12
Lužní lesy	37,30	29,98	24,32	25,06	21,42	24,84
Vodní plochy	0,04	0,19	0,07	3,10	10,70	9,82
Zastavěné plochy	1,66	1,90	2,49	2,64	4,84	4,97
Rekreační plochy	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,41
Jiné	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,16
Celkem	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Pro hodnocení krajinné struktury a vývoje krajiny v druhé polovině 19. století autoři použili mapy 3. rakouského vojenského mapování, které na Moravě proběhlo v letech 1875–1877 v měřítku 1 : 25 000. Období mezi druhým a třetím mapováním je perioda rychlého vývoje jihomoravské kulturní krajiny způsobeného zemědělskou a průmyslovou revolucí. Mapy 3. vojenského mapování ukazují rychlý růst urbanizované krajiny města Brna po úplném zbourání městských hradeb v letech 1858–1863. Urbanizovaná brněnská krajina se šířila zejména po rovném terénu Dolnosvratecké nivy. V roce 1850 byla dokončena stavba sítě císařsko-královských silnic (Musil, 1987), které spolu s sítí železnic podstatně přispěly k fragmentaci krajiny. Výstavba dopravních sítí i rozšiřování sídel si vyžádalo těžbu stavebních surovin. V nivách vznikaly zejména štěrkovny a pískovny.

Zemědělská revoluce vedoucí ke zvýšení intenzity zemědělské výroby způsobila, že v zemědělské krajině se zvýšil podíl orné půdy. Ke zvýšení podílu orné půdy došlo zejména na úkor trvalých travních porostů. Rovněž kulturní krajiny niv prodělaly hluboké změny. Například délka koryta Svatky se v důsledku regulace zkrátila na 44,63 km (srov. tabulka 3) a index sinuosity klesl na 1,50 (srov. tabulka 4). Délka koryta řeky Jihlavy v Dolnojihlavské nivě se zkrátila na 25,20 km a index sinuosity lehce poklesl na 1,40 (tabulka 4). Ve srovnání s 2. rakouským vojenským mapováním se využití země v Dolnosvratecké a Dolnojihlavské nivě v tomto období výrazně změnilo na 45,3% území. Zejména poklesl podíl nivních luk (na pouze 19,61 % v roce 1876 – srov. tabulka 1). Rovněž byly vykáceny další lužní lesy a jejich podíl poklesl na 29,98 % – obr. 3). Z okolních pahorkatin se do niv rozšiřovala orná půda. Dramaticky poklesl podíl rybníků, v celém Dyjsko-svrateckém úvalu z 0,21 % na 0,03 %.

Československé vojenské mapy za období 1918–1945 ukazují, že lužní lesy v Dolnosvratecké nivě byly téměř vykáceny. V nivě převládla orná půda (54,7 %). Délka koryta Svatky se zkrátila na 40,25 km a index sinuosity poklesl na 1,35 (tabulka 4).

Ve zkoumaném území se na rozdíl od jiných částí České republiky zachovaly mapy zhotovené v roce 1943, takže je možné si učinit obrázek o nivní krajině během 2. světové války.

Pokračoval trend změn nivních krajin z předchozího období, tj. vzrůst ploch orné půdy, ubývání trvalých travních porostů a kácení lužních lesů. Tyto změny se ovšem negativně projevíly v kvalitě ekosystémových služeb těchto niv. Zejména pokleslo doplňování zásob podzemních vod v nivách.

Československé vojenské mapy z roku 1954 ukazují, že vlivem pokračující regulace se délka koryta řeky Svatky v Dolnosvratecké nivě zkrátila na 40,21 km. Pokračovala fragmentace nivy a ztráta konektivity. Sídla na nízkých terasách se postupně rozšiřovala do nivy.

V druhé polovině 20. století tak hlavní řeky byly v podstatě regulovány v téměř celé své délce. Koryto dolní Svatky se regulací dále zkrátilo na 35,33 km a index sinuosity poklesl na 1,22 (tabulka 4). V roce 1991 činila délka koryta dolní Jihlavy v Dolnojihlavské nivě 24,52 km (mírné zkrácení) a rovněž index sinuosity slabě poklesl na 1,36 (tabulka 4). Geomorfologické procesy v nivách byly zřetelně oslabeny. V roce 1948 byla dokončena obnova velkých rybníků u města Pohořelice (Starý rybník, Vrkoč, Novoveský rybník). Vlivem výstavby Novomlýnských nádrží na řece Dyji se zásadně změnila v roce 1978 soutoková oblast Svatky a Jihlavy v Dyjsko-svrateckém úvalu.

Na rozdíl do řek Svatky a Jihlavy byla řeka Morava v Dolnomoravském úvalu celá regulována až ve druhé polovině 20. století. Vlivem regulace bylo koryto řeky Moravy mezi Napajedly a Strážnicí zkráceno o 17 km a mezi Strážnicí a Lanžhotem (soutok s Dyjí) bylo regulací zkráceno o 30 km (z původních 82 na 52 km – Kilianová 2000.) (tab. 2). Československá topografická mapa v měřítku 1 : 75 000 z období kolem roku 1930 ukazuje postupnou regulaci a odřezávání volných meandrů mezi Napajedly a Spytihněví. Regulace rovněž probíhala kolem Uherského Hradiště. Mapa rovněž již znázorňuje nový kanál zvaný Morávka (tzv. Bařův kanál) vykopaný mezi Veselím nad Moravou a Vnorovy. Regulováno bylo rovněž koryto říčky Kyjovky (Stupava) v západní části Dolnomoravské nivy, které probíhá rovnoběžně s hlavním korytem Moravy. Regulace dokončila úplnou fragmentaci Dolnomoravské nivy. Řeka Morava se změnila v kanál lemovaný hrázemi (Kirchner-Nováček, 1991). Intravilány sídel se v tomto období rychle rozšiřovaly a zvětšoval se podíl sídel městského typu. Přirozeně,

zastavování Dolnomoravské nivy bylo podporováno regulací koryta Moravy a jejích přítoků.

Přesto regulace Moravy nezabránila, aby povodňové vody nepokryly celou Dolnomoravskou nivu při katastrofické povodni v roce 1997 (Brázdil et al., 2007).

V druhé polovině 20. století v Dolnosvratecké a Dolnojihlavské nivě převládala orná půda. Naopak v Dolnomoravské nivě stále převládaly louky. Větší plochy lužních lesů se uchovávaly v biosférické rezervaci Dolní Morava na soutoku Moravy a Dyje při hranici se Slovenskem a Rakouskem.

V druhé polovině 20. století rychle rostla zastavěná plocha. Bohužel se zástavba šířila i do niv. Obnovené československé vojenské mapy z let 1991–1992 dokumentují rostoucí městské krajiny Brna a příměstské oblasti se vzrůstající tendencí zastavovat nivy (např. obchodní centra v Dolnosvratecké nivě v Brně a v Modřicích).

Dynamika niv v období 1836–2006

Na obr. 8 je znázorněn počet změn ve využívání země v Dolnosvratecké a Dolnojihlavské nivě v období 1836–2006 (viz též Jurnečková a Kolečka, 1999). Kvantitativní analýza ukázala, že využívání země se v obou nivách v daném období podstatně měnilo. Celkově se změnilo využívání země v daném období na 80 % plochy niv. Z toho na 40 % ploch se využívání změnilo jedenkrát, na 30 % ploch dvakrát nebo třikrát a na 10 % plochy dokonce i vícekrát. Pouze 20 % ploch mělo po celé sledované období stabilní využívání.

Údaje v tabulce 2 pak ukazují, že krajina Dyjsko-moravské

nivy byla v období 1836–2005 stabilnější a 36,61 % nivy mělo po celé období stabilní využívání. Souvisí to se skutečností, že regulace řeky Moravy v Dolnomoravské nivě začala, na rozdíl od řek dolní Svratky a Jihlavy, až ve 20. století. V Dolnomoravské nivě tak docházelo za vyšších vodních stavů k rozlivům, což zmenšovalo antropogenní tlak na kácení lužních lesů a přeměnu luk na ornou půdu.

Regulace vodních toků a fragmentace niv

Regulace vodních toků, které započaly na Svratce, Jihlavě a Dyji již v polovině 19. století a na dolní Moravě ve 20. století, způsobily změny v délce vodních toků v důsledku odřezání volných meandrů (tabulka 3) a způsobily celkovou fragmentaci niv.

Rovněž průběh vodních toků v prostoru vyjádřený indexem sinuosity se měnil v čase (tabulka 4). Z tabulky je zřejmý pokles indexu sinuosity v průběhu regulace vodních toků.

DISKUZE

Znalost vývoje historické krajiny by měla být výchozím bodem pro dlouhodobý monitoring krajiny. Případové studie uváděné autory v tomto článku ukazují, že metody studia změn využívání země v čase a prostoru v prostředí GIS využívající historické a moderní topografické mapy velkého měřítka vyvinuté v odděleních ekologie krajiny a aplikací GIS ve Výzkumném ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné

Tab. 2a Změny ve využívání země v Dyjsko-moravské nivě v období 1836–2005

Změny ve využívání země	1836	1875	1954	1991	2005
Orná půda	9,31	17,54	23,9	37,53	39,70
Trvalý travní porost	48,69	43,39	35,18	14,53	11,08
Zahrada a sad	1,35	1,01	1,04	0,96	1,06
Vinice a chmelnice	0,07	0,04	0,06	0,12	0,08
Les	37,67	35,04	34,24	33,1	33,87
Vodní plocha	0,42	0,23	0,56	5,83	6,01
Zastavěná plocha	2,48	2,74	4,73	7,45	7,67
Rekreační plocha	0,00	0,00	0,00	0,33	0,41
Ostatní plocha	0,00	0,01	0,27	0,15	0,11
Celkem	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tab. 2b Počet změn ve využívání země v Dyjsko-moravské nivě v období 1836–2005

Počet změn	Rozloha v ha	Procenta nivy
0	13 035 ha	36,61 %
1	13 875 ha	38,97 %
2	5 794 ha	16,27 %
3	2 542 ha	4,90 %
4	360 ha	1,01 %

Tab. 3 Změny délky vodních toků ve studovaném území v průběhu času

Řeka	1836	1876	1944	1954	1991	2007 ³⁾
Svratka	52,50	44,62	40,25	40,21	35,33	36,75
Cézava	28,24	26,48	----- ⁴⁾	24,46	24,41	24,48
Jihlava	26,32	25,20	25,36	25,55	24,52	24,97
Dyje	68,39	67,14	----- ⁴⁾	61,46	59,11	60,15
Jevišovka	31,82	32,36	----- ⁴⁾	31,79	31,46	31,49
Dolní Morava ¹⁾	145,53	144,51	----- ⁴⁾	112,12	97,29 ²⁾	----- ⁴⁾

¹⁾ od Napajedel po soutok s Dyjí (Kilianová, 2001)

²⁾ 1999, Kilianová, 2001

³⁾ mapovací měřítko 1 : 10 000

⁴⁾ ----- data nejsou k dispozici

Tab. 4 Změny indexu sinuosity dolní Svratky a dolní Jihlavy v průběhu času

Řeka	1836 ¹⁾	1876 ²⁾	1944 ²⁾	1954 ²⁾	1991 ²⁾	2007 ³⁾
Svratka	1,76	1,50	1,35	1,35	1,22	1,23
Jihlava	1,47	1,40	1,41	1,42	1,36	1,39
Jihlava	26,32	25,20	25,36	25,55	24,52	24,97

¹⁾ mapa v měřítku 1 : 28 800

²⁾ mapa v měřítku 1 : 25 000

³⁾ mapa v měřítku 1 : 10 000

zahradnictví, v. v. i. umožňují vytvořit rozsáhlé databáze o vývoji krajiny v posledních 250 letech a jejich vizualizaci. Z hlediska metodologie analýzy historické krajiny autoři potvrdili, že prostorové rozlišení vojenských historických topografických map z území České republiky z hlediska geometrie a obsahu dostává pro studie jak středního, tak i velkého měřítko. Autoři dospěli k poznatku, že vývoj využívání země za období 1836–2007 a jeho vizualizaci lze hodnotit nejen kvalitativně, ale i kvantitativně. Kvantitativní hodnocení umožňuje stanovit, které funkce krajiny se měnily v průběhu času a stanovit trendy takového vývoje. Dále je možné určit význam a hodnotu parametru „využívání země“ procesu vývoje krajiny (kvalitativní analýza stavů historické krajiny a jejích funkcí). Digitální databáze a z ní odvozené digitální mapy mohou pomoci při obnovení zdrojů a funkcí krajiny, které byly ztraceny v minulosti.

ZAVĚR

Digitální kartografická prezentace výsledků výzkumu představuje jasnou ilustraci změn ve využívání země stejně jako dynamiku vývoje ekosystémových služeb poříčních a údolních niv. Případové studie prezentované v tomto článku ilustrují vývoj využívání země v jihomoravských nivách a ukazují, jak se měnila jejich struktura v čase a prostoru. Současně se strukturou se měnily i ekosystémové služby. Kvantitativní vyhodnocení změn niv a vizualizace změn v prostředí GIS ukazují, že tyto povrchové tvary jsou velmi dynamické geosystémy. Antropogenní tlak na studované nivy byl v posledních 250 letech velmi vysoký. Činnosti lidské společnosti způsobily změny říční sítě a redukce agradace niv, rozrušily vztahy mezi

okolními svahy povodí, povrchem niv a koryty vodních toků. Změny nivních krajín ovlivňují nejen pouze flóru a faunu niv, ale rovněž kvalitu života a bezpečnost společnosti během přírodních katastrof (povodní). V současné době je nejdůležitějším pochodem probíhajícím v nivách, který má značný dopad na ekosystémové služby niv, jejich zastavení (procesy urbanizace) a rozšiřování tzv. tvrdých povrchů (asfaltových, betonových povrchů), fragmentace niv v důsledku regulace vodních toků a vývoj infrastruktury, což ve svých důsledcích vede k zániku velkých a souvisejících habitatů. Ukazuje se, že topografické mapy velkého měřítko jsou v České republice důležitým zdrojem pro studium antropogenního tlaku na krajinu.

Poděkování

Výzkum je součástí výzkumného záměru MSM 6293359101 Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v souvislosti s jeho fragmentační dynamikou.

LITERATURA

- Brázdil, R., Kirchner, K. et al. (2007): Vybrané přírodní extrémy a jejich dopad na Moravě a ve Slezsku. Brno, Masarykova univerzita, 431 s.
- Demek, J. et al. (2007): Brno and its surroundings: a landscape-ecological study. *Ekologie krajiny*, vol. 0, no. 0, p. 32–45 + Fig. 1–8.
- Demek, J., Havlíček, M., Chrudina, Z., Mackovčín, P.

- (2008): Changes in land-use and the river network of the Graben Dyjsko-svratecký úval (Czech Republic) in the last 242 years. *Journal of Landscape Ecology*, vol. 1, no. 2, p. 22–51, ISSN 1803-2427.
- Demek, J., Havlíček, M., Mackovčín, P. (2009): Landscape changes in the Dyjsko-svratecký úval Graben and Dolnomoravský úval Graben in the period 1764–2009 (Czech Republic). *Acta Pruhoniana*, č. 91, s. 23–30, ISBN 978-80-85116-69-4.
- Haase, D., Walz, U., Neubert, M., Rosenberg, M. (2007): Changes to Central European landscapes – Analysing historical maps to approach current environmental issues, examples from Saxony, Central Germany. *Land Use Policy*, vol. 24, no. 1, p. 248–263.
- Hlavinka, K., Noháč, J. (1926): Hodonský okres. *Vlastivěda Moravská II. Místopis*. Brno, Musejní spolek v Brně, 259 s.
- Hrnčiarová, T., Mackovčín, P., Zvara, I. et al. (2009): Atlas krajiny České republiky. Praha, Ministerstvo životního prostředí; Průhonice, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., 332 s.
- Jurnečková, R., Kolejka, J. (1999): Historický vývoj ekologické stability krajiny v nivě Svratky mezi Brnem a Novomlýnskými nádržemi. *Sborník prací pedagogické fakulty Masarykovy univerzity, ř. přírodních věd, č. 22, Geografie 11, Část A*, s. 111–123.
- Kilianová, H. (2000): Řeka Morava na mapách III. vojenského mapování z let 1876–1880. Příspěvek k fluvialní dynamice. *Zprávy o geologických výzkumech Moravy a Slezska v roce 1999, VI.*, Brno, Masarykova univerzita v Brně, s. 27–30.
- Kilianová, H. (2001): Hodnocení změn lesních geobiocenóz v nivě řeky Moravy v průběhu 19. a 20. století. *Autoreferát doktorské disertační práce*, Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 27 s.
- Kirchner, K., Nováček, V. (1991): Hodnocení fyzickogeografických poměrů údolní nivy Moravy u Strážnice. *Geografie teorie a výzkum*, č. 13, s. 1–12.
- Kolektiv (2009): Záplovová území České republiky (výřezy). 1 : 500 000. In Hrnčiarová, T., Mackovčín, P., Zvara, I. et al. (2009): Atlas krajiny České republiky. Praha, Ministerstvo životního prostředí; Průhonice, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., 332 s.
- Ložek, V. (2003): Povodně a život nivy. *Bohemia Centralis*, roč. 26, s. 9–24.
- Mackovčín, P. (2009): Land use categorization based on topographic maps. *Acta Pruhoniana*, č. 91, s. 5–13, Průhonice, ISBN 978-80-85116-69-4.
- Musil, J. F. (1987): *Po stezkách k dálnicím*. Praha, Nakladatelství dopravy a spojů, 214 s.
- Vlček, Vl. a kol. (1984): *Zeměpisný lexikon ČSR. Vodní toky a nádrže*. Praha, Academia, 315 s.

Rukopis doručen: 13. 5. 2011

Přijat po recenzi: 19. 7. 2011