

Program Ministerstva kultury na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity na léta 2016 až 2022 ("NAKI II")

Projekt DG18P02OVV008 Dědictví zaniklých krajín: identifikace, rekonstrukce a zpřístupnění

Specializovaná mapa s odborným obsahem (N_{map}):

JÁCHYMOVSKO – postmontánní krajina těžby uranové rudy

Předkladatel výsledku: Univerzita Karlova – Přírodovědecká fakulta, Ovocný trh, 560/5, 116 36 Praha 1

Hlavní řešitel projektu: doc. RNDr. Pavel Chromý, Ph.D.

Autoři mapy: Lucie Kupková, Zdeněk Lipský, Markéta Potůčková, Eva Štefanová, Miroslav Čábelka, Dušan Romportl, Tomáš Chuman, Tomáš Janík, Jaroslav Vojta

Praha, srpen 2020

I. Popis dosažených původních výsledků

Původní výsledky analýzy změn zájmového území postmontánní krajiny Jáchymovska (zahrnuje katastry Hřebečná, Abertamy, Jáchymov) jsou strukturovány podle dílčích mapových prvků, které obsahuje vytvořená mapová kompozice specializované mapy s odborným obsahem. Jednotlivé prvky se vzájemně doplňují a v souhrnu poskytují komplexní syntetický pohled na vývoj krajiny. Indikátory stavu/změn krajiny jsou zejména **(1) stav a proměny využití krajiny** a **(2) změny struktury krajiny** (viz metodika níže). Tyto indikátory se promítají v dílčích mapách, pro něž jsou níže uvedeny původní výsledky, které přináší.

I.1 Výsledky hodnocení využití krajiny v době stabilního katastru a v současnosti (mapový prvek 03)

Hlavní prvek mapové kompozice ukazuje prostřednictvím porovnání dvou map stav krajiny v době stabilního katastru (rok 1842) a v současnosti (rok 2019). V roce 1842 bylo ve sledovaném území významně zastoupeno horské zemědělské hospodaření – orná půda spolu s trvalými travními porosty pokrývaly cca 36 % území. V současnosti v území ornou půdu prakticky nenajdeme a travních porostů ubyly v průběhu sledovaného období o 4 procentní body. Orná půda byla nahrazena lesy a zemědělské hospodaření přešlo do extenzivní formy, která je reprezentována zejména pastvinami. Trvalé travní porosty se udržely zejména na západě – v katastru Abertamy/Hřebečná). Jáchymov je kromě centrální části (a částí Mariánská a Nové Město), kde můžeme také najít trvalé travní porosty, prakticky celý pokryt lesem. Produkční funkce krajiny byla nahrazena funkcí rekreační, turistickou a sportovní (lyžařské vleky, běžecké trasy, cyklostezky). Území má i přes rozvoj těchto aktivit velmi periferní ráz, k čemuž přispívá i poloha v pohraničí.

I.2 Výsledky hodnocení změn krajiny s využitím modelů krajiny (mapový prvek 04)

Výše popsané změny ve využívání krajiny doplňují 3D modely krajiny zájmového území. Snímky z 50. let 20. a druhé dekády 21. století dokumentují, že krajina Jáchymovska ztratila svou původní produkční funkci (hornickou i zemědělskou). Nejzastoupenějšími plochami v krajině jsou lesy, ze snímků lze pozorovat změny v jejich prostorové struktuře. Významný podíl v k.ú. Abertamy a Hřebečná mají i pastviny. Z porovnání snímků je dále patrný rozvoj rekreační funkce oblasti, nárůst zástavby nebo např. lyžařského areálu na Klínovci.

I.3 Výsledky hodnocení změn ve využití krajiny – tzv. Land cover flows (mapový prvek 05)

Zatímco mapový prvek 03 zachycuje stav krajiny v době stabilního katastru a v současnosti, prvek 05 přímo ukazuje konkrétní změny, k nimž v tomto období došlo. Na vymezeném území Jáchymovska se proměnilo přes 35 % území z celkové rozlohy území, která čítá 56,1 km². To značí relativní stálost krajinného pokryvu. Dominantní pokryvem je v obou časových horizontech les a v rámci změn (LCF) jsou hlavní proměny vedoucí k extenzifikaci využití krajiny a jejímu zarůstání. Na lesní plochy se proměnilo 5,9 km² trvalých travních porostů, 3 km² orné půdy, 0,6 km² ostatních ploch. Extenzifikace probíhala změnou orné půdy na trvalý travní porost (4,7 km²) Některé části krajiny ztratily svůj způsob využití (opuštěná půda), zejména pak ty, které sloužily těžbě, na jiných místech v důsledku těžební činnosti a rozrůstání sídel vznikaly nové antropogenní struktury (ostatní plochy).

Změny v této lokalitě jsou kombinací několika vlivů – zejména odsunu původního obyvatelstva, se kterým souviselo intenzivnější obdělávání krajiny, nástupu a opětovnému ústupu těžební činnosti

spojené s komunistickými pracovními tábory a v poslední době další vlně extenzifikace krajiny způsobené ústupem od intenzivního zemědělství v nepříznivých podmínkách.

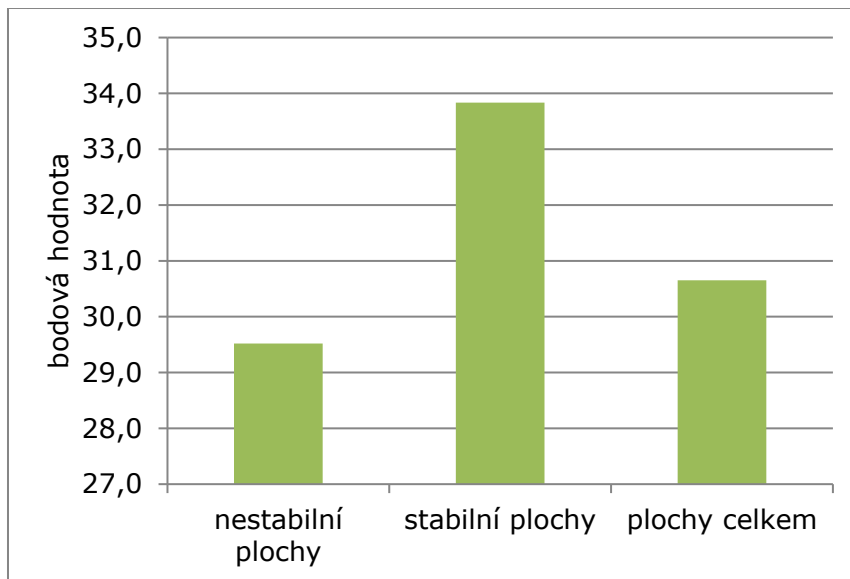
LCF	rozloha (km ²)	rozloha (% území)	rozloha (% LCF)
trvalý travní porost -> lesní plochy	5,87	10,47	29,64
orná půda -> trvalý travní porost	4,69	8,36	23,67
orná půda -> lesní plochy	2,98	5,31	15,03
lesní plochy -> ostatní plochy	1,23	2,19	6,21
trvalý travní porost -> ostatní plochy	0,75	1,34	3,80
ostatní plochy -> lesní plochy	0,58	1,03	2,93
trvalý travní porost -> trvalé kultury	0,49	0,87	2,46
orná půda -> ostatní plochy	0,44	0,79	2,23
trvalý travní porost -> opuštěná půda	0,41	0,74	2,09
lesní plochy -> trvalý travní porost	0,41	0,73	2,07
orná půda -> trvalé kultury	0,40	0,72	2,04
orná půda -> opuštěná půda	0,36	0,64	1,81

Tab. 1: Land cover flows mezi podklady Stabilního katastru a současností.

I.4 Výsledky hodnocení stabilních prvků krajiny – tzv. dynamiky krajinných struktur (mapový prvek 06)

Třetí mapový prvek, který hodnotí vývoj využití krajiny, se zaměřuje na plochy, které vykazují shodné využití v současnosti, jako v polovině 19. století. Rozsah stabilních ploch dosahuje 65 % a na zbývajících 35 % se krajinný pokryv oproti stavu zachyceném na mapách Stabilního katastru proměnil. Naprostou většinu z těchto stabilních ploch představují lesy (90 % z rozlohy stabilních ploch) a v menší míře trvalé travní porosty (9 % z rozlohy stabilních ploch). Zbývajících stabilních ploch připadaly na ostatní kategorie krajinného pokryvu. K charakteru území není překvapivé, že nejvýznamněji jsou mezi stabilními plochami zastoupeny lesy, které tvoří dominantní typ krajinného pokryvu. Stabilní plochy jsou součástí Národní přírodní rezervace Božídarské rašeliniště a zároveň součástí dvou Evropsky významných lokalit (Krušnohorské plató a Klínovecké Krušnohoří).

Výsledky analýzy stabilních ploch ve vztahu k půdní produktivitě ukázaly, že pouze 24 % modelového území tvoří kategorie využití ploch, pro které je k dispozici bodová hodnota půdní produktivity. Rozlohou vážená průměrná bodová hodnota dosahuje v modelovém území 31 bodů, což ukazuje, že půdy v modelovém území jsou málo produktivní a vykazují malou variabilitu v tomto ukazateli. Bodová hodnota stabilních ploch je v průměru o něco málo vyšší než u nestabilních ploch (obr. 1).



Obr. 1: Rozlohou vážená průměrná bodová hodnota produktivity půd stabilních a nestabilních ploch, pro něž byla známa bodová hodnota (24 % rozlohy území).

I.5 Výsledky hodnocení změn struktury krajiny (mapový prvek 07)

Výsledky hodnocení změn struktury krajiny jsou prezentovány pomocí parametru změna počtu plošek. Vedle kvalitativních parametrů změn (např. využití krajiny) je pro fungování krajiny zásadní právě prostorové uspořádání jejích plošek, především charakteristiky počtu, velikosti, tvaru a vzájemné polohy.

V případě modelového území Jáchymovska je patrný významný pokles počtu plošek zejména v lokalitách dřívější zemědělské činnosti. Zcelováním bloků zemědělské půdy, ale i útlumem či přímo zánikem zemědělské činnosti došlo k výraznému zjednodušení celkové krajinné heterogenity. Naopak v rámci lesních ploch nedošlo k výraznějším změnám struktury krajiny. Místy došlo i k navýšení počtu plošek, zejména z důvodu rozvoje infrastruktury (cestní síť), resp. rozvojem sídel.

II. Popis metod a seznam literatury

Stejně jako výsledky výzkumu, jsou i metody analýzy změn krajiny v zájmovém území strukturovány podle dílčích prvků, které zahrnuje mapová kompozice.

II.1 Využití krajiny v době stabilního katastru a v současnosti (mapový prvek 03)

Cíle

Cílem bylo zjistit, jaké bylo využití krajiny přibližně v polovině 19. století na základě map stabilního katastru a jaké je současné využití krajiny a vyhodnotit změny.

Data a metody

Pro první časový horizont byly použity barevné rastrové kopie tzv. císařských povinných otisků map stabilního katastru. Jedná se o mapy z let 1826-1843. Na rozdíl od tzv. originálních map stabilního

katastru zachycují původní stav krajiny bez dodatečného zákresu pozdějších změn (viz <http://geoportal.cuzk.cz>). Rastrové mapy byly georeferencovány a mozaikovány v programu ArcView.

Jako podklad pro mapy současného stavu krajiny byly staženy katastrální mapy z Registru územní identifikace adres a nemovitostí (RÚIAN) - [https://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/RUIAN-\(1\).aspx\(1\).aspx](https://www.cuzk.cz/Uvod/Produkty-a-sluzby/RUIAN/RUIAN-(1).aspx(1).aspx). Protože obsahovaly velké množství chyb v kategoriích využití krajiny, byla data opravena s využitím aktuálního ortofota ČÚZK. To bylo přes službu WMS připojeno do ArcGIS. Pro mapové výstupy a hodnocení změn byla použita zjednodušená legenda (současný katastr eviduje pouze základní kategorie využití půdy).

II.2 Zpracování modelů krajiny (mapový prvek 04)

Cíle

Cílem tvorby modelů krajiny na základě zpracování archivních a soudobých leteckých snímků bylo prezentovat/názorně vizualizovat a zhodnotit stav krajiny zájmového území, případně jeho dílčího detailu, v několika časových horizontech.

Data a metody

Jednotlivé snímky byly umístěny do souřadnicového systému S-JTSK s využitím zpětného protínání (rovnic kolinearity) a vlíčovacích bodů, jejichž souřadnice byly odečteny ze soudobého ortofota a výškového modelu dostupných z webové mapové služby Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Pro účely zobrazení výškové členitosti území byl pak použit výškový vrstevnicový model ZABAGED.

a) Archivní letecké snímky

Letecké měřické snímky byly získány z archivu VGHMÚř v Dobrušce. Černobílé snímky velikosti 23 cm x 23 cm byly naskenovány s rozlišením 15 µm. S výjimkou konstanty kamery uvedené na rámu snímku nebyly známy prvky vnitřní orientace (tj. poloha hlavního snímkového bodu a zkreslení objektivu) a pro další zpracování byly zanedbány. Vzhledem k interpretačnímu účelu užití byla vzniklá geometrická zkreslení akceptovatelná. Pro získání prvků vnější orientace byly v každém snímku nalezeny alespoň 4 body identifikovatelné jak v archivním snímku, tak v současném ortofotu. Pomocí rovnic kolinearity byly dopočteny souřadnice středu promítání a sklony snímků. Snímky byly dále ortorektifikovány nad výškovým vrstevnicovým modelem ZABAGED. Ten byl následně využit i pro 3D vizualizaci krajiny z roku 1990. Pro zpracování byl použit software PCI Geomatica, ArcMap a ArcScene.

b) Ortofoto z 50. let

Ortofoto z 50. let byla poskytnuta Českou informační agenturou životního prostředí Cenia. Pro 3D vizualizaci byla promítnuta na výškový vrstevnicový model ZABAGED. Pro zpracování byl použit software ArcMap a ArcScene.

c) Současné ortofoto

Současné ortofoto dostupné pomocí webové mapové služby ČÚZK je zobrazeno nad výškovým vrstevnicovým modelem ZABAGED. Pro zpracování byl využit software firmy ESRI.

II.3 Hodnocení změn ve využití krajiny – tzv. Land cover flows (mapový prvek 05)

Nahlížení na změny využití krajiny pomocí konceptu *Land cover flows* umožňuje nejen získat informaci o změnách kategorií využití krajiny, ale poskytuje i informaci o procesu, který proběhl (Feranec et al. 2010). Díky tomu lze proces identifikovat a interpretovat a také plochu, na které probíhá, kvantifikovat a lokalizovat (EEA 2007).

Cíle

Použitím LCF lze názorně vizualizovat a dále také interpretovat krajinné procesy probíhající v daném území mezi dvěma či více časovými horizonty. Cílem analýz LCF je tak interpretovat vývoj využití krajiny ve sledovaném období. Dále byla provedena interpretace změny vegetace ve vybraných biotopech.

Data a metody

Land cover flows byly hodnoceny (stejně jako v případě mapového prvku 03) na základě dat vytvořených vektorizací barevných rastrových kopií císařských povinných otisků map Stablního katastru popisující stav krajiny v polovině 19. století a aktuální stav využití území byl vytvořen s využitím katastrálních map a aktuálního ortofota ČÚZK. Tyto dva datové sady popisující využití krajiny v polovině 19. století a v současnosti (2018) vstupovaly do analýzy land cover flows.

V prostředí software ArcGIS 10.6 (ESRI) došlo k překryvu datové vrstvy znázorňující využití krajiny vektorizované z map Stablního katastru a ze současnosti. Pomocí funkce *Union* byly obě vrstvy protnuté za vzniku nové datové vrstvy, která pro každou plochu (polygon) nese pomocí kódu informaci o využití krajiny z obou použitých zdrojových datových setů (Stablní katastr, současnost). Díky tomu lze zjistit, kde k jakým procesům došlo (kde se jaká třída proměnila v kterou) a také jak jsou plošně rozsáhlé. Kvůli velkému množství možných kombinací byly v mapě zobrazeny pouze LCF s rozlohou větší než 0,2 km².

Zhodnocení změn flóry a vegetace ve vybraných biotopech probíhalo pomocí rešerše literatury, s využitím údajů z databáze Pladias ze čtverce 6057 (Wild et al., 2019) a mapy aktuální vegetace NATURA 2000 (<http://www.nature.cz/natura2000-design3>).

II.4 Hodnocení stabilních prvků krajiny – tzv. dynamiky krajinných struktur (mapový prvek 06)

Cíle

Cílem vyhodnocení stabilních prvků krajiny je identifikovat a vizualizovat plochy, na kterých se nezměnilo využití krajiny (např. Eremiášová & Skokanová 2009). K tomu je využito prostorové porovnání map využití krajiny ze dvou či více časových období.

Data a metody

K vyhodnocení dynamiky krajiny se nejčastěji využívají archivní mapové podklady zachycující stav krajiny v minulosti a archivní letecké či družicové snímky, které jsou porovnány s aktuálním stavem (např. Skaloš et al. 2015; Lipský et al. 2013, Skokanová et al. 2012, Eremiášová & Skokanová 2009). Alternativně lze použít statistická data, například databázi LUCC Czechia (<http://lucc.ic.cz/>) (např. Bičík et al. 2015). Mapové podklady na rozdíl od statistických dat umožňují, s využitím GIS, prostorové analýzy a vymezení stabilních krajinných prvků, nebo analýzu změn struktury krajiny.

I v tomto případě byla pro stav krajiny v polovině 19. století využita data vytvořená vektorizací barevných rastrových kopií tzv. císařských povinných otisků map Stablního katastru. Aktuální stav využití území byl zpracován s využitím katastrálních map a aktuálního ortofota ČÚZK. Na základě prostorového překryvu obou mapových vrstev byly identifikovány plochy, které vykazují shodné využití v současnosti, jako v polovině 19. století. K vyhodnocení vztahu těchto změn ke kvalitě zemědělského půdního fondu byla využita data Bonitovaných půdně-ekologických jednotek (BPEJ), která prostřednictvím bodového indexu na škále 0-100 řadí půdní jednotky na základě jejich chemických a fyzikálních parametrů od nejméně kvalitních / produktivních po půdy nejkvalitnější / nejproduktivnější. Blíže o bodovém indexu viz. Němeček a kol. (1985).

II.5 Hodnocení změn struktury krajiny (mapový prvek 07)

Hodnocení změn struktury krajiny patří k základním přístupům komplexního vyhodnocení dynamiky krajiny. Vedle kvalitativních parametrů změn (např. využití krajiny) je pro fungování krajiny zásadní právě prostorové uspořádání jejích plošek, především charakteristiky počtu, velikosti, tvaru a vzájemné polohy. Tyto parametry nejlépe vystihujeme pomocí tzv. krajinných metrik, které lze rozdělit na ukazatele krajinné kompozice a konfigurace (Leitão et al. 2012, Uumeaa et al. 2009). Pro potřeby vyhodnocení změn struktury krajiny v zájmových územích v rámci řešeného projektu byly využity základní metriky, mapově pak je prezentován ukazatel změna počtu plošek.

Cíle

Vyhodnocením změn počtu plošek mezi sledovanými časovými horizonty lze názorně prezentovat zásadní proměnu krajiny – její prostorové heterogenity, mozaikovitosti a míry fragmentace. Cílem analýzy je proto kvantifikovat a interpretovat míru zjednodušení nebo naopak nárůst heterogenity struktury krajiny v zájmových územích a popsat tak společné znaky, resp. rozdílné trendy.

Data a metody

Struktura krajiny byla vyhodnocena na základě porovnání stavu uspořádání krajinných plošek ve dvou časových horizontech. Vektorové databáze využití krajiny byly odvozeny opět jednak z císařských povinných otisků map Stablního katastru popisující stav krajiny v polovině 19. století; aktuální stav využití území byl pak zpracován s využitím katastrálních map a aktuálního ortofota ČÚZK.

Vlastní analýza struktury krajiny proběhla s využitím nástroje Patch Analyst for ArcGIS (Rempel et al. 2012), který umožňuje hromadný výpočet celé řady krajinných metrik nad vektorovými daty. V rámci pravidelné sítě 100x100 m byly stanoveny základní ukazatele struktury krajiny pro oba časové horizonty, následně pak byly hodnoty vzájemně odečteny. Z vypočítaných metrik je mapově

prezentován ukazatel změna počtu plošek, vzhledem k jeho vysoké vypovídací schopnosti a snadné interpretaci.

II.6 Seznam použité literatury:

Bičík, I. a kol. (2015): Land Use Changes in the Czech Republic 1845–2010. Socio-Economic Driving Forces. Springer Geography, Švýcarsko.

Eremiášová, R., Skokanová, H. (2009): Land use changes (recorded in old maps) and delimitation of the most stable areas from the perspective of land use in the Kašperské Hory region. *Journal of Landscape Ecology* 2: 21-35.

European environmental agency (EEA) (2007): https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/land-cover-flows-based-on-corine-land-cover-changes-database-1990-2000-1/dataservice-sharedfiles-downloads-rad4e5ec-english_v2-download-landcoverflows_060701.pdf/landcoverflows_060701.pdf. Staženo 12. 6. 2019.

Feranec, J., Jaffrain, G., Soukup, T., & Hazeu, G. (2010): Determining changes and flows in European landscapes 1990–2000 using CORINE land cover data. *Applied Geography*, 30(Issue 1), 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.07.003>.

Leitão, A.B., Miller, J., Ahern, J., McGarigal, K. (2012): *Measuring Landscapes: A Planner's Handbook*, Volume 1, Washington, DC: Island Press.

Lipský, Z. (2000): Historický vývoj kutnohorské krajiny. In: Štroblová, H., Altová, B. (eds.): *Kutná Hora*. Nakladatelství Lidové noviny, Praha, ISBN 80-7106-186-7, s. 15-27.

Lipský, Z., Weber, M., Štroblová, L., Skaloš, J., Šantrůčková, M., Kučera, Z., Dostálek, J., Trantinová, M. (2013): *Současnost a vize krajiny Novodvorská a Žehušicka ve středních Čechách*, Karolinum, Praha.

Němeček, J., Mašát, K., Džatko, M. (1985): *Systém bodového hodnocení produkčního potenciálu BPEJ*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha.

Rempel, R.S., D. Kaukinen., and A.P. Carr (2012): *Patch Analyst and Patch Grid*. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario.

Skaloš, J., Novotný, M., Woitsch, J., Vardarman, J., Berchová, K., Svoboda, M., Křováková, K., Romportl, D., Keken, Z. (2015): What are the transitions of woodlands at the landscape level? Change trajectories of forest, non-forest and reclamation woody vegetation elements in a mining landscape in North-western Czech Republic. *Applied Geography*, 58, p. 206-216.

Skokanová, H., Havlíček, M., Borovec, R., Demek, J., Eremiášová, R., Chrudina, Z., Mackovčín, 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*: 88-96.

Šafář, V., Tlapáková, L. (2016): Alternative Methods of the Processing of Archival Aerial Photos. *Geodetický a kartografický obzor / Geodetic and Cartographic Review*, 2016, 62 (12), 253-257.

Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., & Mander, Ü. (2009). Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, 3, 1-28.

Wild J., Kaplan Z., Danihelka J., Petřík P., Chytrý M., Novotný P., Rohn M., Šulc V., Brůna J., Chobot K., Ekrť L., Holubová D., Knollová I., Kocián P., Štech M., Štěpánek J., & Zouhar V. (2019): Plant distribution data for the Czech Republic integrated in the Pladias database. – Preslia 91: 1–24.

III. Odkaz na výzkumnou aktivitu, na jejímž základě výsledek vznikl

Výstup byl zpracován v rámci řešení Programu Ministerstva kultury na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje národní a kulturní identity na léta 2016 až 2022 ("NAKI II"), konkrétně v rámci projektu DG18P02OVV008 Dědictví zaniklých krajín: identifikace, rekonstrukce a zpřístupnění.