

ANALÝZA ZMIEN VYUŽITIA KRAJINY A ICH VZŤAHU K TOPOGRAFICKÝM FAKTOROM: PRÍKLAD OBCE LIETAVSKÁ SVINNÁ-BABKOV

Marek Súľovský, Vladimír Falt'an*

* Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, marek.sulovsky@uniba.sk, vladmir.faltan@uniba.sk

Analysis of land use changes and their relationship to topographic factors: case study of the municipality Lietavská Svinná-Babkov

The paper presents large-scale analysis of land use changes based on aerial photographs from 1949, 1969, 1987, and 2009. A slightly changed nomenclature of the CORINE Land Cover's 4th hierarchical level was used for their interpretation. The identified land-cover changes of minimal area 625 m² were classified into six land-use processes: intensification of agriculture, extensification of agriculture, enlargement of built-up areas, enlargement or exhaustion of natural resources, afforestation and deforestation. The main goal was to assess the relationship of these processes to topographic factors such as altitude, slope, insolation and distance from the settlement and the influence of these environmental factors on the course of identified changes. The study area of the municipality Lietavská Svinná-Babkov, located in the Súľov Mts. of northwestern Slovakia, was used due to its relatively diverse topographic characteristics. Frequency and canonical correspondence analyses were applied. The low influence of topographic factors mentioned above on land-use changes (11.2-13.4%) was confirmed. However, the hypothesis of indirect dependence between intensity of land-use changes and influence of topographic factors on these changes was not confirmed.

Key words: land-use change, environmental factors, rural landscape, frequency analysis, canonical correspondence analysis, municipality Lietavská Svinná-Babkov

ÚVOD

Analýza zmien využitia krajiny úzko súvisí s výskumom krajinnej pokrývky – zmeny krajinnej pokrývky indikujú intenzitu prírodných a sociálno-ekonomických procesov prebiehajúcich v krajine. Podľa Di Gregoria a Jansena (2005) predstavuje využitie krajiny úpravy, aktivity a zásahy, ktoré človek uskutočňuje v určitom type krajinnej pokrývky na vytvorenie, zmenu alebo udržanie tohto typu. Forma využitia krajiny je konkrétnym prejavom ľudskej aktivity v priestore a čase kumulujúcim historický, hospodársky, sociálny a kultúrny potenciál a zároveň je podmienená interakciou prírodných podmienok územia, technických možností a poznatkov človeka (Chrastina 2009). Viaceré štúdie zmien využitia krajiny sa zameriavajú na analýzu čo najdlhšieho dokumentovateľného obdobia, pričom vychádzajú z vojenských mapových diel z čias Uhorska a neskôr Československa, či z leteckých meračských snímok prevažne z povojnového obdobia a z najnovších ortofotomáp. Pre rôznorodosť podkladov vyvstáva pri ich kombinovanom použití problém vzájomnej obsahovej a mierkovej kompatibility, preto sa štúdie tohto zamerania orientujú prevažne na základné formy využitia krajiny (napr. Chrastina 2009 alebo Skaloš et al. 2011).

Postupne dochádza k posunu od jednoduchej identifikácie zmien krajiny pokrývky/využitia krajiny k skúmaniu ich príčin. Ak sú zmeny využitia krajiny indukované človekom, jeho aktivitami a sociálnym správaním, hovoríme o sociálno-ekonomických faktoroch zmien využitia krajiny (Löw a Míchal 2003). Niektorí autori (Hietel et al. 2004, Lieskovský et al. 2013 a Opršal et al. 2013) sociálno-ekonomické faktory stotožňujú s hnacími silami (*driving forces; drivers*) zmien využitia krajiny. Bürgi et al. (2004) však chápu ako hnacie sily všetky sily spôsobujúce zmeny krajiny, teda nielen sociálno-ekonomické, ale aj prírodné. Pri prírodných hnacích silách ďalej rozlišujú stanovištné podmienky a prírodné disturbancie. Ako riešenie nejednotného označovania vplyvov (faktory, hnacie sily) sa analogicky ponúka obsahové chápanie faktora ako akéhokoľvek vplyvu na zmenu využitia krajiny a hnacej sily ako rozhodujúceho vplyvu na zmenu využitia krajiny. V súlade s tým je prírodným vplyvom prisudzovaná zväčša len úloha faktorov (Hietel et al. 2004), avšak dochádza aj k situáciám, keď fyzickogeografický subsystém pôsobí ako primárna sila vyvolávajúca zmenu využitia krajiny, napr. v čase prírodných katastrof – už zmienených disturbancií (Falt'an et al. 2008).

Nejednotné je i ponímanie základných skupín faktorov zmien využitia krajiny; prírodné faktory sú označované ako environmentálne (napr. Hietel et al. 2004) alebo biofyzikálne (napr. Evans a Moran 2002) a sociálno-ekonomické (napr. Hietel et al. 2005) ako antropické (napr. Domon a Bouchard 2007) či sociálne (napr. Evans a Moran 2002). Pri striktnom výklade to otvára otázku rôzneho obsahového naplnenia termínov. Bürgi et al. (2004) dokonca uvádzajú až päť hlavných typov faktorov: prírodné, sociálno-ekonomické, politické, technologické a kultúrne. V našej štúdii preferujeme zaužívané delenie na dve skupiny faktorov označované ako environmentálne a sociálno-ekonomické, podobne ako v štúdiách autori Hietel et al. (2005), Martínez et al. (2011) či Opršal et al. (2013), čo umožňuje jednoznačne zaradiť topografické faktory ako podmnožinu environmentálnych faktorov. Práve topografické faktory, konkrétne nadmorská výška a sklon, sú považované za najvýznamnejšie environmentálne faktory (del Barrio et al. 1997, Pan et al. 1999, Hietel et al. 2004 a Fu et al. 2006). Ako topografické faktory označujeme aj ďalšie charakteristiky georeliéfu (napr. oslnenie alebo orientácia georeliéfu voči svetovým stranám) a charakteristiky priestorovej štruktúry krajiny – miery vzdialenosti k vybraným krajinným objektom (napr. vzdialenosť k okraju lesa alebo k sídelnej zástavbe) a krajinné metriky (napr. veľkosť a tvar plôšok).

Environmentálne aj sociálno-ekonomické faktory môžeme vnímať ako geografické polia (Minár 2009), ale prevažnú časť dostupných sociálno-ekonomických informácií je problematické vyjadriť formou geografického poľa. Použitie oboch skupín premenných v štatistickom modelovaní súčasne je tak pre malú konzistentnosť údajov komplikovaný problém (Aspinall 2004, Hietel et al. 2005, Millington et al. 2007, Martínez et al. 2011 a Prishchepov et al. 2013). Mnohé štúdie sa preto zameriavajú len na environmentálne (del Barrio et al. 1997, Pan et al. 1999, Hietel et al. 2004, Fu et al. 2006, Rutherford et al. 2008, Minár et al. 2009 a Opršal et al. 2013) alebo na sociálno-ekonomické faktory (Hietel et al. 2007). Vo výskumoch vzťahu environmentálnych i sociálno-ekonomických faktorov k priebehu pozorovaných zmien krajiny sa úspešne implementovali multifaktoriálne štatistické analýzy, najmä kanonická korešpon-

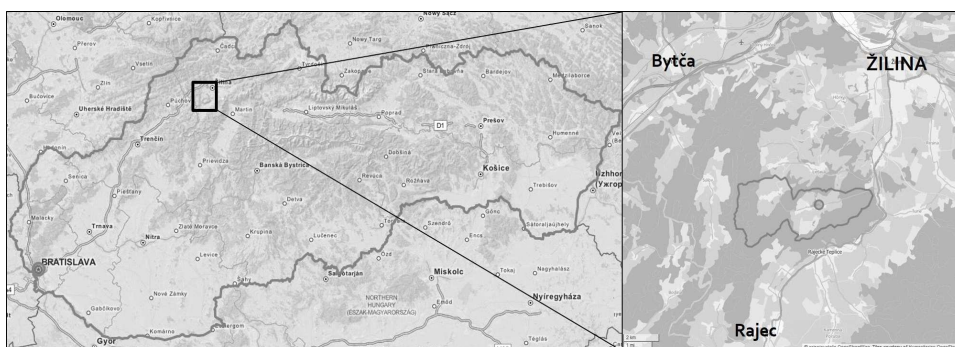
denčná analýza (Pan et al. 1999, Hietel et al. 2004, Fu et al. 2006 a Opršal et al. 2013) alebo regresné modely (del Barrio et al. 1997, Aspinall 2004, Millington et al. 2007, Rutherford et al. 2008, Martínez et al. 2011 a Prishchepov et al. 2013). Súbežne sú však prezentované aj štúdie vychádzajúce zo základných štatistických metód (Šúri 2003 a Wondie et al. 2012).

V priestore bývalého Československa je téma vzťahu zmien využitia krajiny a environmentálnych faktorov menej rozpracovaná, najmä v porovnaní so samotnou tematikou krajinnej pokrývky, využitia krajiny a jej zmien. Štúdie sa zväčša zameriavajú na vzťah zmien štruktúry krajinných jednotiek prostredníctvom krajinnoekologických indexov (pozri napr. Falt'an et al. 2011 alebo Ivanová et al. 2013). Pazúr et al. (2012) hodnotili na základe štatistických metód a analýz 56 štvorcových reprezentatívnych areálov v prostredí GIS vplyv prírodných podmienok na priestorové usporiadanie tried krajinnej pokrývky pre územie Slovenska. Vzťah krajinnej pokrývky a georeliéfu pomocou frekvenčnej analýzy popísal pre celé územie Slovenska na základe databázy CLC 3. hierarchickej úrovne Šúri (2003). Frekvenčnú analýzu uplatnili pri hodnotení vzťahu zmien využitia krajiny a faktorov nadmorskej výšky, sklonu, orientácie georeliéfu voči svetovým stranám a vzdialenosti od sídiel na území Národného parku Poloniny aj Olah et al. (2006). Podobne Havlíček a Chrudina (2013) sa venovali dlhodobému vývoju využitia krajiny v okrese Hodonín vo vzťahu k nadmorskej výške a sklonu georeliéfu. Dosah víchrice v Tatrách na rozličné typy geotopov skúmali Minár et al. (2009) a Falt'an et al. (2009), ktorí popri vplyve pôdných faktorov (obsah skeletu a pôdny druh) potvrdili tiež dôležitosť vplyvu topografických faktorov (nadmorská výška, orientácia georeliéfu) na mieru poškodenia lesných porastov. Opršal et al. (2013) zistili najväčšiu závislosť zmien krajinnej pokrývky od environmentálnych faktorov (nadmorská výška, sklon a orientácia georeliéfu, pôdny typ, litotyp, vzdialenosť od stredu územia a veľkosť plochy) v území s najnižšou intenzitou zmien a najväčšou diverzitou miestnej topografie. Stanková a Šošovičková (2013) testovali nástroj *land change modeller* na predikciu zmien využitia krajiny na základe rôznych množín vysvetľujúcich topografických premenných. Druga a Falt'an (2014) skúmali možnosti vysvetlenia štruktúry krajinnej pokrývky obcí Malachov a Podkonice a jej zmien generalizovanými lineárnymi modelmi.

Ciele predloženého článku sú: 1) priestorové hodnotenie zmien využitia vidieckej krajiny obce Lietavská Svinná-Babkov na základe leteckých snímok a detailnej analýzy krajinnej pokrývky vychádzajúcej z metodiky CORINE Land Cover (CLC) v troch obdobiach od roku 1949; 2) hodnotenie vzťahu zmien využitia krajiny k vybraným topografickým faktorom (nadmorská výška, sklon, oslnenie a vzdialenosť od zástavby) pomocou frekvenčnej a kanonickej korešpondenčnej analýzy a určenie miery ich vplyvu na pozorované zmeny. Vychádzame z hypotézy, že topografické faktory v dlhodobom meradle zásadne ovplyvňujú rozmiestnenie foriem využitia zeme, avšak krátkodobá dynamika spoločenských zmien práve vplyv topografie zatláča do úzadia. Predpokladáme preto nižší vplyv topografických faktorov na zmeny využitia krajiny v obdobiach prechodu od kapitalistickej spoločnosti k socialistickej a naopak (umocnenú navyše európskou integráciou) ako v období pomerne stabilného vývoja v socializme 70. a 80. rokov.

MATERIÁL A METÓDY

V štúdiu je spracované územie obce Lietavská Svinná-Babkov (obr. 1) s výmerou 18,29 km² so značne členitým reliéfom Súľovských vrchov a ich rozhrania so Žilinskou kotlinou. Výškové rozpätie je od 378 m n. m. pri výtoku potoka Svinianka zo záujmového územia (neďaleko ústia do Rajčianky) do 822 m n. m. na vrchole Kečka v hrebeni Súľovských skál. Pahorkatinný reliéf je podmienený menej odolnými ílovcami a slieňmi, vrchovinný až hornatinný reliéf regionálne typickými súľovskými zlepenkami a rôznymi masívnymi vápencami a dolomitmi. Prevládajúcimi pôdnymi typmi sú rendziny a kambize-me a ich prechodné subtypy. Potenciálnu prirodzenú vegetáciu predstavujú prevažne bukové lesné spoločenstvá. Vzhľadom na uvedené prírodné podmienky ide z produkčného hľadiska o marginálne poľnohospodárske územie. Počet obyvateľov obce kulminoval po explozívnom populačnom raste v 50. a 60. rokoch uplynulého storočia, keď pri sčítaní v roku 1970 mala obec 1 657 obyvateľov (SÚ SR 2003). Po následnom poklese do počiatku 90. rokov sa súčasný počet obyvateľov blíži hodnote z roku 1970 – dnes je to však vďaka prístahovalectvu, ktoré umožnila blízkosť krajského mesta Žilina a príjemné prostredie v podhradí Lietavy.



Obr. 1. Poloha katastrálneho územia obce Lietavská Svinná-Babkov v rámci SR
(© OpenStreetMap contributors).

Ako podklad pre štúdium zmien využitia krajiny slúžili letecké meračské snímky územia: čiernobiele z rokov 1949, 1969 a 1987 a farebné z roku 2009 (© Topografický ústav Banská Bystrica). Interpretované boli využitím metodiky CLC (Bossard et al. 2000 a Feranec a Oľahel' 2001), špeciálne legendy 4. hierarchickej úrovne (Feranec a Oľahel' 1999). Pre potreby detailnej analýzy bola minimálna veľkosť areálu v nelesnej krajine 0,0625 ha, pri lesných areáloch 0,5 ha (FAO 2000). Pri interpretácii bol využitý postup retrospektívnej analýzy (*backdating*) spočívajúci v interpretácii staršej snímky využitím interpretačnej schémy vytvorenej z mladšej snímky (Gerard et al. 2010). V území bolo takto identifikovaných 25 tried krajinnej pokrývky, pričom definovanie niektorých z nich bolo prispôbené miestnym podmienkam a cieľom práce. Keďže nie všetky zmeny nomenklatury ovplyvnili nasledovné hodnotenie zmien využitia krajiny, uvádzame len tie podstatné:

– Rozlíšenie scelenej (veľkoblokovej) a nescelenej ornej pôdy pre odlišný spôsob obhospodarovania (priemyselné mechanizmy vs. malotraktory, konská alebo volská sila a ručná práca) i podstatne zmenený krajinný vzhľad. Pôvodne jedna trieda 2111 *orná pôda prevažne bez rozptýlenej vegetácie* (Feranec a Oľahel' 1999).

– Odlíšenie kompaktných plôch záhrad v rámci sídelnej zástavby, ktorých podstatnú časť tvorí mozaika plôch pestovania trvalých kultúr (ovocné stromy a kry s trávnyimi porastmi) a malých plôch ornej pôdy. Môžu tiež obsahovať menšie hospodárske budovy (kôlne, humná a pod.). Pôvodne jedna trieda 1122 *nesúvislá zástavba s rodinnými domami so záhradami* (Feranec a Oľahel' 1999).

Samotné hodnotenie zmien využitia krajiny vychádzalo z identifikovania areálov zmien krajinej pokrývky metódou naloženia dátových vrstiev (funkcia *Intersect* v ArcGIS) a využitím reklasifikačnej matice typizácie zmien krajinej pokrývky (Feranec et al. 2010), ktorá bola upravená pre triedy 4. hierarchickej úrovne identifikované v území. V tejto metodike je dôležitý „tok“ zmeny, teda počiatočný i konečný typ krajinej pokrývky. Pod zmenou využitia krajiny boli chápané nasledovné procesy (Feranec et al. 2000):

1. Intenzifikácia poľnohospodárstva (I) – proces premeny typu krajinej pokrývky s nižšou intenzitou využívania (napr. kroviny) na typ s vyššou intenzitou (trávne porasty a orná pôda), týka sa to i procesov premien v rámci poľnohospodárskych areálov, napr. zmena trávnych porastov na ornú pôdu, ornej pôdy na záhrady (trvalé kultúry).

2. Extenzifikácia poľnohospodárstva (E) – proces premeny typu krajinej pokrývky s vyššou intenzitou využívania na typ s nižšou intenzitou, týka sa len procesov v rámci poľnohospodárskych areálov, napr. zmena ornej pôdy na trávne porasty, záhrad na ornú pôdu.

3. Rozširovanie zastavaných plôch (U) – proces zmeny poľnohospodárskej alebo lesnej pôdy na zastavané plochy rôznych typov.

4. Intenzifikácia využívania prírodných zdrojov (N) – proces povrchovej ťažby prírodných surovín, napr. zmena lesných plôch na areály ťažby nerastných surovín, poľnohospodárskych plôch na skrývky pôdy a pod.

5. Zalesnenie (A) – proces zahŕňajúci prirodzenú sukcesiu i umelú výsadbu, napr. zmena poľnohospodárskej pôdy na lesný alebo krovitý porast, zmena krovín a vysadenej mladiny na dospelý lesný porast.

6. Odlesnenie (D) – proces ťažby lesného porastu alebo poškodenie lesa prírodnou katastrofou, napr. zmena lesného porastu na poľnohospodársku pôdu alebo kroviny a holiny.

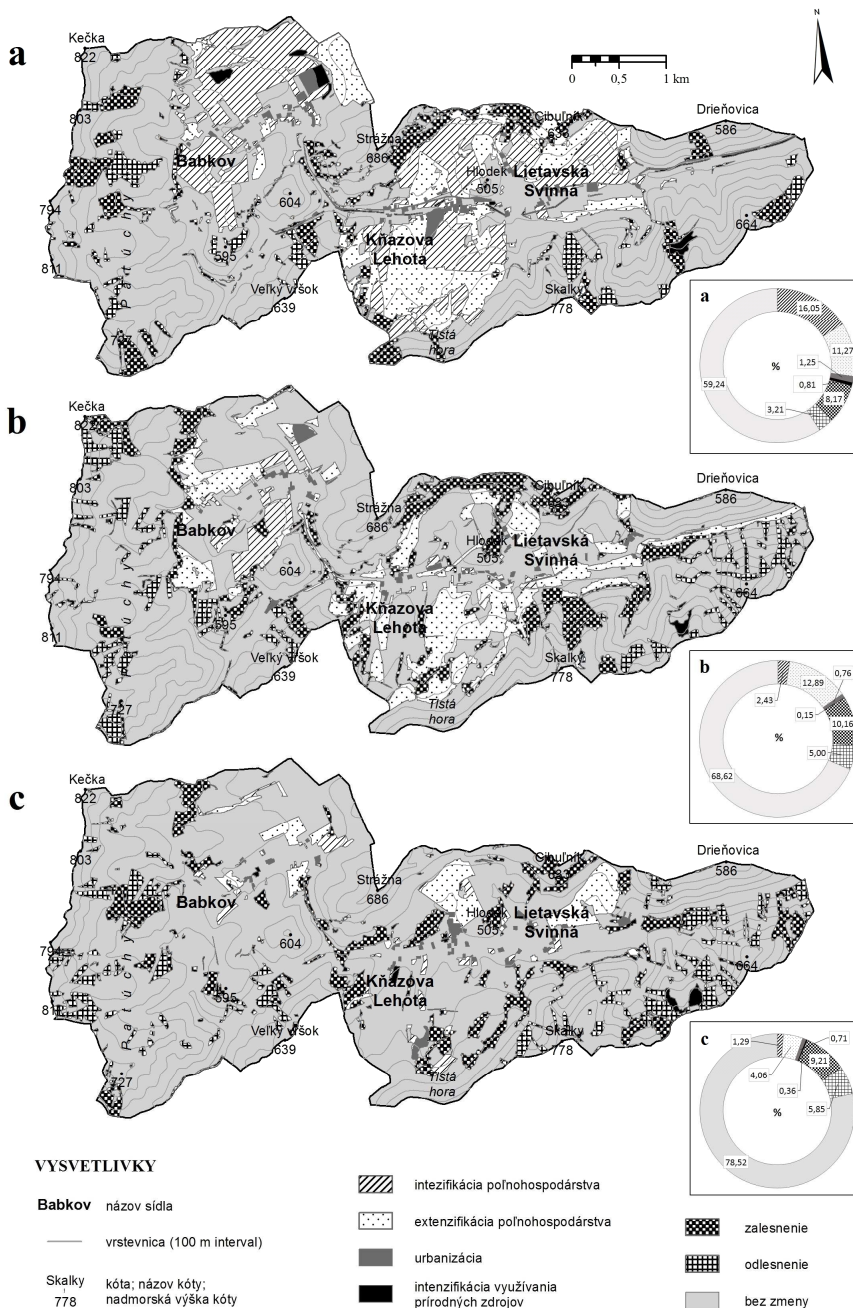
Týmto spôsobom boli vytvorené tri nové údajové vrstvy zmien využitia krajiny: 1949/1969, 1969/1987 a 1987/2009. Podobne ako pri identifikácii areálov krajinej pokrývky bola minimálna veľkosť areálu zmeny 0,0625 ha, čím sa do značnej miery eliminovali možné nepresnosti v interpretácii a priestorovom priradení snímok. Intenzita zmien bola vyhodnotená reklasifikovaním čiastkových vrstiev na binárne rastre (0 – bez zmeny, 1 – zmena využitia krajiny) a ich následným sčítaním, teda vyjadrená počtom zmien počas sledovaného obdobia (0 – 3).

Vzťah zmien využitia krajiny k vybraným topografickým atribútom bol vyhodnotený na základe DEM s rozlíšením 10 m, ktorý bol vytvorený v ArcGIS 10.1 (© ESRI) nástrojom *topo to raster* na základe digitalizácie vrstevnic Základnej mapy SR 1:10 000 s 10 m výškovým intervalom. Z takto vzniknutého rastra výšok (*m n. m.*) boli následne odvodené rastre sklonu ($^{\circ}$), oslnenia georeliéfu ako priemerného príkonu slnečného žiarenia ($W \cdot m^{-2}$) a vzdialenosti od zástavby (*m*). Tieto faktory boli zvolené nielen pre ich pomerne rýchle a jednoduché odvodenie, ale najmä pre spojitý charakter a pomernú údajovú škálu. Oslnenie bolo vypočítané nástrojom *solar radiation* pre jeden rok s nastavením difúzneho modelu *standard overcast sky*, ktoré počíta rozptýlené žiarenie na základe výšky zenitu nad obzorom. Výpočtové dni boli nastavené na dvojtyždňový interval, pričom v rámci týchto dní bol nastavený polhodinový interval. Keďže spomínaný nástroj čiastkové výpočty priamo sumarizuje, hodnoty výsledného rastra boli spriemerované počtom výpočtov (1 248). Dostupnosť bola hodnotená prostredníctvom vzdialenosti od sídla, ktoré bolo stotožnené s typom krajiny pokrývky „nesúvislá zástavba s rodinnými domami“. Výpočet prebiehal použitím nástroja *path distance* so zohľadnením reálneho terénu (využitím DEM v podmienke *surface raster*) vždy pre stav na začiatku hodnoteného obdobia (teda pre roky 1949, 1969 a 1987). Export dát z prostredia GIS prebiehal priradením rastrových údajov s rozlíšením 10 m do atribútovej tabuľky bodového gridu, ktorý predstavovali centroidy rastrových pixelov nachádzajúcich sa vo vnútri hraníc vybraného katastrálneho územia (funkcia *extract values to points*).

Základnou uskutočnenou štatistickou analýzou bola frekvenčná analýza, ktorej výstupom sú tzv. krabicové grafy (*box plots*). Na ich konštrukciu bolo potrebné poznať hodnoty minima, maxima, aritmetického priemeru, mediánu a 1. a 3. kvartilu jednotlivých topografických faktorov v rámci tried zmien využitia krajiny. Kanonická korešpondenčná analýza (*canonical correspondence analysis* – CCA) je multivariačná ordinačná metóda vyvinutá primárne pre ekologické výskumy, ktorá umožňuje analyzovať vzťah zloženia určitého spoločenstva k životnému prostrediu. V CCA bol použitý štatistický program XLSTAT (© Addinsoft), pričom spoľahlivosť výsledného modelu bola úspešne testovaná pomocou permutačného testu Monte Carlo pri počte 1 000 náhodných permutácií. Výsledok CCA je možné zobrazit' v ordinačnom diagrame, v ktorom sú druhy (v našom prípade typy zmien využitia krajiny, resp. počet zmien využitia krajiny) reprezentované bodmi a environmentálne premenné vektormi (Ter Braak 1986). Vektory pritom ukazujú smer gradientu environmentálnych faktorov, pričom ich koncové body zobrazujú relatívnu hodnotu váženého priemeru štatistického súboru druhov. Podrobnejšie sa interpretácii výsledkov CCA venuje Ter Braak (1986).

VÝSLEDKY

V prvom sledovanom období (1949–1969) sa uskutočnili najvýraznejšie zmeny v poľnohospodárskej krajine, keď intenzifikácia a extenzifikácia poľnohospodárstva mali najväčší priestorový rozsah zo všetkých procesov (obr. 2, časť a). Proces intenzifikácie prebiehal predovšetkým scel'ovaním ornej pôdy, prevažne v okolí Babkova. V okolí Lietavskej Svinnej a Kňazovej Lehoty bol



Obr. 2. Zmeny využitia krajiny obce Lietavská Svinná-Babkov
a – v období 1949–1969, b – v období 1969–1987, c – v období 1987–2009

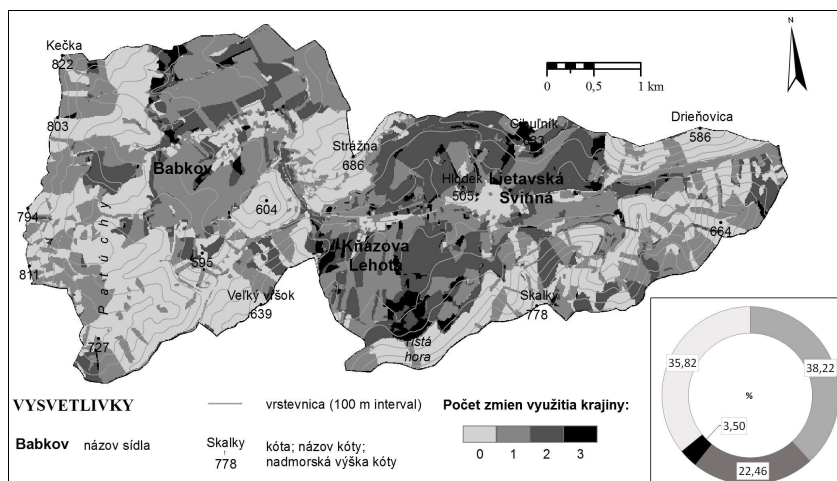
významnejšie zastúpený aj opačný proces extenzifikácie vo forme prechodu od ornej pôdy k lúkam a pasienkom. Zalesnenie nastalo najmä na južných svahoch vrchov Strážna a Cibulník. V ďalšom období (1969–1987) dominovali procesy extenzifikácie poľnohospodárstva, opäť najmä v okolí Lietavskej Svinnej a Kňazovej Lehoty, a zalesnenia, ktoré tentokrát prebiehalo aj na severných svahoch vrchu Skalky a východných svahoch Súľovských skál (obr. 2, časť b). V poslednom období (1987–2009) sa ťažisko procesov úplne presunulo do lesnej krajiny, pričom k zalesneniu došlo najmä ďalším rozširovaním lesných porastov na bezprostredne susediacu poľnohospodársku pôdu a odlesňovanie sa sústredilo do severovýchodnej časti Skaliek v okolí rozširujúceho vápencového lomu (obr. 2, časť c).

Najväčšiu intenzitu zmien využitia krajiny sme zaznamenali v prvom sledovanom období – v priemere na viac než 2 % plochy územia ročne – pričom v poslednom období postupne klesla táto intenzita na polovicu (tab. 1). Najvýraznejší bol pokles intenzity zmien využitia krajiny pri procese intenzifikácie poľnohospodárstva. Celková tendencia nárastu intenzity bola zaznamenaná len pri procesoch zalesnenia a odlesnenia, no aj u nich bol medzi druhým a tretím obdobím zaznamenaný pokles. Výnimku z tendencie poklesu predstavuje už len nárast intenzity extenzifikácie poľnohospodárstva medzi prvým a druhým obdobím. Pri priestorovom vyjadrení intenzity (obr. 3) je zrejmé, že zmeny sa koncentrovali do polôh na kontakte medzi lesnou a poľnohospodárskou krajinou a bez zmeny ostali naopak len jadrá sídiel a dospelé lesné porasty, ktorých sa nedotkla počas sledovaného obdobia lesohospodárska činnosť.

Tab. 1. Intenzita zmien využitia krajiny v obci Lietavská Svinná-Babkov v období 1949–2009

Typ zmeny	Ročná intenzita zmien (% rozlohy územia)			Rozdiel medzi obdobiami (%)		
	1949-1969 (1.)	1969-1987 (2.)	1987-2009 (3.)	1. a 2.	1. a 3.	2. a 3.
I	0,8	0,13	0,06	-0,67	-0,74	-0,08
E	0,56	0,72	0,18	0,15	-0,38	-0,53
U	0,06	0,04	0,03	-0,02	-0,03	-0,01
N	0,04	0,01	0,02	-0,03	-0,02	0,01
A	0,41	0,56	0,42	0,16	0,01	-0,15
D	0,16	0,28	0,27	0,12	0,11	-0,01
Σ	2,04	1,74	0,98	-0,29	-1,06	-0,77

Vysvetlivky: I – intenzifikácia poľnohospodárstva, E – extenzifikácia poľnohospodárstva, U – rozširovanie zastavaných plôch, N – intenzifikácia využívania prírodných zdrojov, A – zalesnenie, D – odlesnenie.



Obr. 3. Počet zmien využitia krajiny obce Lietavská Svinná-Babkov medzi rokmi 1949 a 2009 podľa čiastkových období

Detailný vzťah zmien využitia krajiny k topografickým faktorom ukazujú výsledky frekvenčnej analýzy (obr. 4). Na najnižšie nadmorské výšky sa viaže rozširovanie zastavaných plôch (obr. 4, časť a), ktoré je nasledované procesmi intenzifikácie a extenzifikácie poľnohospodárstva. Medzi procesmi intenzifikácie a extenzifikácie poľnohospodárstva nie je výrazný rozdiel – intenzifikácia poľnohospodárstva dokonca prebiehala na mierne vyšších polohách než extenzifikácia. K priemerne až nadpriemerne vysokým polohám sa viaže zalesnenie, k najextrémnejším odlesnenie. Z hľadiska časového vývoja je pri procesoch intenzifikácie a extenzifikácie poľnohospodárstva zaznamenaný presun do nižších polôh, naopak rozširovanie zastavaných plôch zasahuje územia s čoraz vyššou nadmorskou výškou. Najvýraznejší posun do nižších nadmorských výšok bol pri procese zalesnenia. Proces odlesnenia bol pomerne stabilný. Osobitné postavenie má proces intenzifikácie využívania prírodných zdrojov, ktorého plošný rozsah bol malý. Viazal sa na vznik a rozširovanie vápencového lomu v hornatej juhovýchodnej časti územia Lietavská Svinná-Babkov (obr. 2, časť a až časť c), resp. na plochy zasiahnuté skrývkou ornice pri výstavbe infraštruktúry, priemyselnej a individuálnej bytovej výstavby. Proces intenzifikácie využívania prírodných zdrojov sa tak napriek nevelkému rozsahu realizoval na topograficky kontrastných plochách, preto bol pri ďalších analýzach výrazne ovplyvnený extrémnymi hodnotami.

Vzťah sklonu a procesov zmien využitia krajiny (obr. 4, časť b) má podobné charakteristiky ako pri nadmorskej výške s tým rozdielom, že zrejma je väzba extenzifikácie na sklonitejšie polohy než je to pri intenzifikácii poľnohospodárstva. Odlesnenie sa tiež postupne viaže na čoraz väčšie sklony svahov, čo je opačná tendencia ako pri zalesnení. Vzťah oslnenia a zmien využitia krajiny je opäť podobný (obr. 4, časť c) – k polohám s najväčším oslnením sa postupne viažu rozširovanie zastavaných plôch, intenzifikácia a extenzifikácia poľnohospodárstva, ktorým sekunduje i zalesnenie. Len odlesnenie sa viaže na podprie-

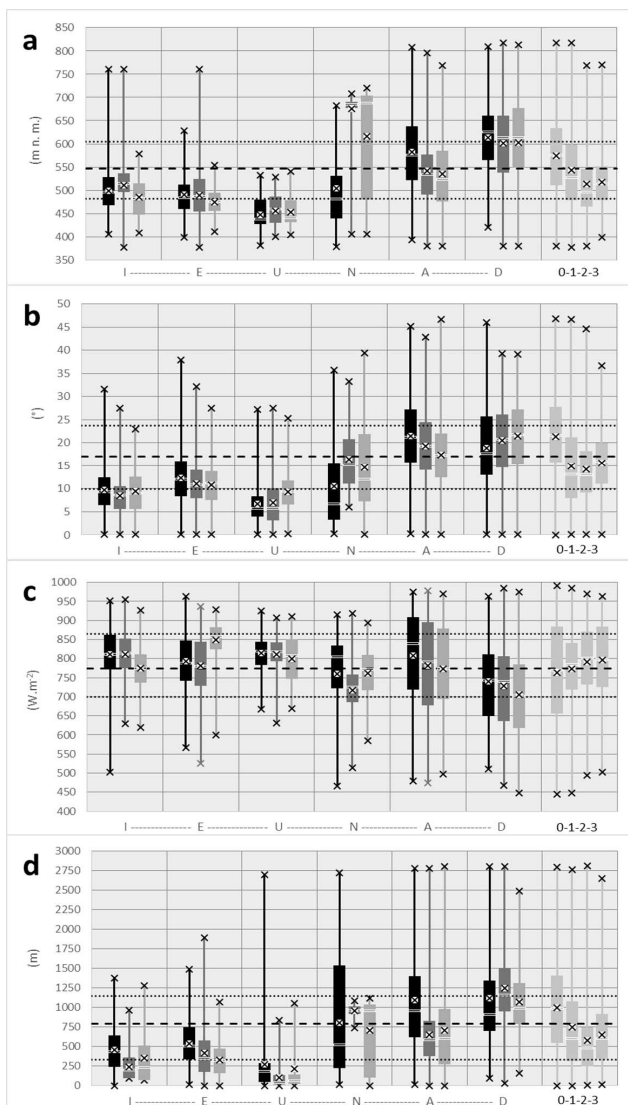
merné hodnoty oslnenia v rámci územia. Všetky procesy okrem extenzifikácie poľnohospodárstva majú tendenciu väzby na čoraz nižšie hodnoty faktora oslnenia. Analýza procesov zmien využitia krajiny vo vzťahu k vzdialenosti od zástavby (obr. 4, časť d) ukázala najväčšie rozdiely medzi jednotlivými procesmi – vzdialenosť k zástavbe tak bola pri metodike frekvenčnej analýzy hlavným diferenciačným faktorom. Podľa rastúcej priemernej vzdialenosti od zástavby môžeme procesy zoradiť nasledovne: rozširovanie zastavaných plôch, intenzifikácia poľnohospodárstva, extenzifikácia poľnohospodárstva, intenzifikácia využívania prírodných zdrojov, zalesnenie a odlesnenie.

Plochy s vyššou intenzitou zmien využitia krajiny (viac ako jedna zmena) sa viazali na topograficky lepšie stanovištné podmienky (obr. 4, časť a až časť d vpravo), teda polohy, ktoré sú prístupnejšie ľudským zásahom. Zaujímavé je, že až na faktor oslnenia nebol uvedený trend zaznamenaný aj pri plochách s najväčšou intenzitou zmien. V porovnaní s areálmi s dvomi zaznamenanými zmenami využitia krajiny sa areály s tromi zmenami nachádzali prevažne vo vyšších nadmorských výškach a polohách s väčším sklonom a vzdialenosťou od zástavby. Spôsobené to bolo procesom sukcesie ako zložkou procesu zalesnenia, ktorá prebiehala najmä na územiach v blízkosti lesných okrajov (porovnaj obr. 2 a 3). Oslnenie sa pri analýze CCA ukázalo ako významný topografický faktor vo vzťahu k vysokej intenzite zmien využitia krajiny (obr. 5, časť d). Stanovištia, na ktorých zmena využitia krajiny nenastala, sa viazali na svahovitejšie a vzdialenejšie polohy od zástavby s vyššou nadmorskou výškou a na pôvodnú sídelnú zástavbu s presne opačnými charakteristikami (obr. 3). Aj preto model (obr. 5, časť d) vykázal nízku efektivitu vysvetlenia pozorovanej variability (tab. 2).

Výrazne vyššiu efektivitu mali čiastkové analýzy pre jednotlivé obdobia (obr. 5, časť a až časť c), pričom najvyššia takmer 13,5 % bola pre model vzťahov v druhom období (tab. 2). Práve v tomto období sú najlepšie odlišiteľné triedy intenzifikácie a extenzifikácie poľnohospodárstva a urbanizácie podľa všetkých faktorov (obr. 5, časť b). V prvom období (obr. 5, časť a) je diferenciácia typov zmien najviac korelovaná so sklonom a vzdialenosťou od zástavby, v ďalších obdobiach (obr. 5, časť b a časť c) s nadmorskou výškou a vzdialenosťou od zástavby. V poslednom období (obr. 5, časť c) je zrejma väčšia vzdialenosť týchto typov od všetkých vektorov než pri predošlých obdobiach a teda väčšia chaotickosť modelu vo vzťahu k skúmaným faktorom.

Tab. 2. Efektivita CCA (podiel vysvetlenej variability dát v %)

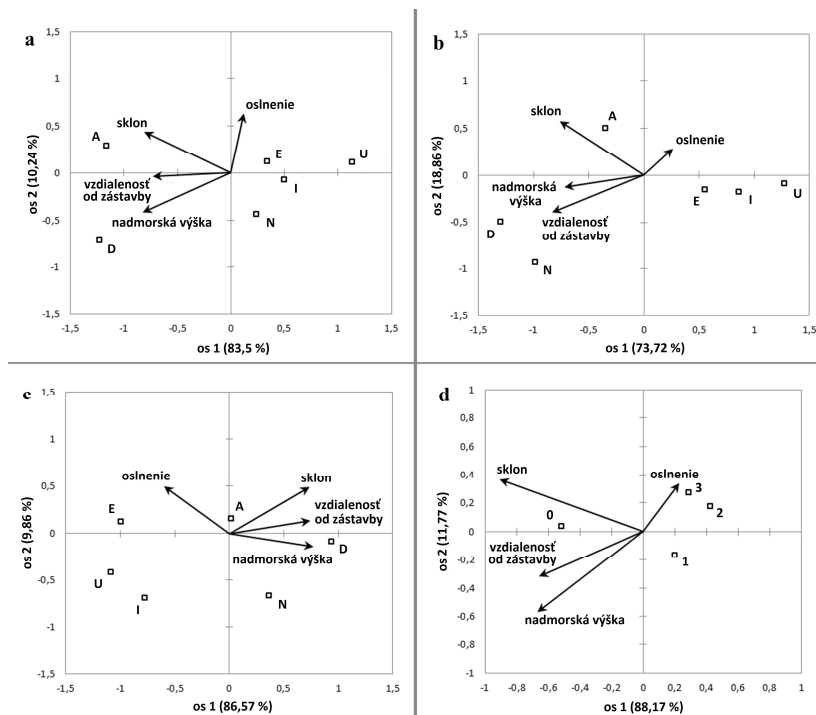
Obdobie			Počet zmien
1949–1969	1969–1987	1987–2009	
12,53	13,42	11,18	5,83



Obr. 4. Vzťah zmien využitia krajiny k vybraným topografickým faktorom v obci Lietavská Svinná-Babkov v rokoch 1949–2009

a – k nadmorskej výške, b – k sklonu georeliéfu, c – k oslneniu georeliéfu, d – k vzdialenosti od zástavby. Typy zmeny: I – intenzifikácia poľnohospodárstva, E – extenzifikácia poľnohospodárstva, U – rozširovanie zastavaných plôch, N – intenzifikácia využívania prírodných zdrojov, A – zalesnenie, D – odlesnenie; 0-1-2-3 – počet zmien v sledovaných obdobiach.

Vysvetlivky: ■ zmeny v období 1949–1969, ■■ zmeny v období 1969–1987, ■■■ zmeny v období 1987–2009; × hodnota minima, priemeru a maxima súboru, hrubá čiara označuje polovicu hodnôt súboru medzi 1. a 3. kvartilom, pričná čiara medián; - - priemerná hodnota danej charakteristiky pre celé územie, hodnota 1. a 3. kvartilu danej charakteristiky pre celé územie.



Obr. 5. Analýza CCA vzťahu vybraných topografických faktorov a zmeny využitia krajiny

a – pre obdobie 1949–1969, b – pre obdobie 1969–1987, c – pre obdobie 1987–2009, d – pre počet zmien. Typy zmeny: I – intenzifikácia poľnohospodárstva, E – extenzifikácia poľnohospodárstva, U – rozširovanie zastavaných plôch, N – intenzifikácia využívania prírodných zdrojov, A – zalesnenie, D – odlesnenie; 0 až 3 – počet zmien.

DISKUSIA

Frekvenčná i CCA analýza pomerne dobre preukázali hlavné trendy priestorovej diferenciácie procesov zmien využitia krajiny v skúmanom území. Výstupy CCA ukazujú syntetickú projekciu čiastkových frekvenčných analýz na základe vzájomnej kolinearity topografických faktorov a explikačných osí. Pomerne nízky stupeň efektivity výsledných CCA je do istej miery spôsobený vlastnosťou samotnej CCA analýzy a charakterom ekologických vzťahov ako takých, napriek tomu je pri výskumoch často nápomocná (Ter Braak 1986). Výsledky miery vplyvu skúmaných faktorov na priebeh zmien využitia krajiny sú v zásade podobné s ďalšími výskumami: v štúdií Opršala et al. (2013) na území Moravy sa pohybovala od 3 % po 32,6 %, pričom bola záporne korelovaná s intenzitou prebiehajúcich zmien, Hietel et al. (2004) pre vidiecke územia v Hesensku určili vplyv medzi 15,2 a 24,6 % s podobným záverom. Tieto štúdie pritom použili odlišné množiny environmentálnych faktorov: Opršal et al. (2013) zahrnuli okrem nami použitých faktorov i pôdny typ, geologický substrát a orientáciu georeliéfu voči svetovým stranám, no absentovalo oslzenie; Hietel

et al. (2004) zasa dostupnú vodnú kapacitu, pôdny druh a štruktúrne krajinnoeekologické indexy ako veľkosť a tvar plôšok. Fu et al. (2006) skúmali len vplyv sklonu a pôdneho typu, no efektivitu modelu exaktne neuvádzajú.

Výhodou topografických faktorov je pomerne rýchle kvantifikovanie i pre rozsiahlejšie územia, nevýhodou ich vzájomná korelácia, keďže nadmorská výška, sklon a oslnenie georeliéfu sú odvodené z DEM. Navyše, vzhľadom na silnú väzbu zástavby na najnižšie položené a najmenej sklonité polohy v modelovom území, i vzdialenosť od zástavby je s týmito faktormi významne korelovaná. Otvára sa tak otázka použitia ďalších environmentálnych faktorov, napr. pôdny typ a druh, pôdotvorný substrát a pod., pri ktorých však ide o kvalitatívny typ údajov. Rôzna je aj kvalita a podrobnosť existujúcich databáz týchto premenných. Pri detailnom mapovaní zmien krajiny sme preto použili adekvátne detailné rozlíšenie faktorov, ktoré poskytovali topografické faktory. Vzhľadom na charakter územia obce Lietavská Svinná-Babkov je predpoklad významnej korelácie ďalších environmentálnych faktorov s použitými topografickými faktormi (napr. pôdneho typu so vzdialenosťou od zástavby a sklonu), preto je výrazné zvýšenie efektivity modelu CCA s použitím ďalších environmentálnych faktorov otázne. Na efektivitu modelu má vplyv i použitá miera, pretože od nej závisí aj identifikovaná intenzita procesov zmien využitia krajiny (teda miera generalizácie priestorových informácií), napr. proces urbanizácie mal v študovanom území najmenšiu priemernú veľkosť areálu.

Hlavnú úlohu, ako je aj z výsledkov tejto štúdie zrejmé, majú sociálno-ekonomické faktory. Uskutočnenie zmeny vychádza totiž z rozhodnutia spoločnosti, resp. človeka – individuálneho vlastníka pôdy. Environmentálne faktory v zmysle stanovištných podmienok sú, ako konštatujú Bürgi et al. (2004), premenné s krátkym dosahom no dlhodobou stabilitou, ktoré do značnej miery diferencujú rozhodnutia človeka o priestorovom usporiadaní krajiny. Príkladom je identifikovaný rozdiel vo vzťahu procesov zalesnenia a odlesnenia k topografickým faktorom. Súvisel s postupným plánovaným zalesňovaním extrémnych pasienkových stanovišť ako protieróznym opatrením, pričom sa to dotýkalo najmä výslnných južných svahov od Strážnej po Cibulník (obr. 2). Naopak, odlesňovanie prebiehalo vo vyšších nadmorských výškach, pretože staršie lesohospodársky produkčné porasty sa nachádzali na odľahlejších stanovištiach (obr. 4), keďže v blízkosti sídla prevažovala pred rokom 1949 mozaika ornej pôdy, za ktorou ležali pasienky; lesy mali v minulosti menšiu rozlohu než dnes. Odlesňované plochy sa tiež viazali na tienistejšie polohy najmä preto, že tento proces bol do veľkej miery spojený s rozširovaním lomu na severovýchodných svahoch Skalky, teda s procesom intenzifikácie využívania prírodných zdrojov.

Nízka efektivita modelu CCA pri vysvetlení vplyvu topografických faktorov na intenzitu zmien, a to i v porovnaní s ostatnými modelmi (tab. 2), je spôsobená zahrnutím stanovišť, na ktorých žiadna zmena využitia krajiny nenastala. Plochy bez zmeny majú široké spektrum hodnôt jednotlivých charakteristík (obr. 4). Pri analýzach vzťahu topografických faktorov a typov zmien využitia krajiny boli stanovištia bez zmeny vylúčené. Použité faktory tak skôr poukazujú na to, aký typ zmeny možno očakávať na zmenenom stanovišti, než na to, či na určitom stanovišti k zmene dôjde alebo nie.

Pre územie Lietavskej Svinnej-Babkova sa nepotvrdilo zistenie z prác autorov Hietel et al. (2004) a Opršal et al. (2013), že pri klesajúcej intenzite zmien rastie vplyv environmentálnych faktorov – v našom území bol ich vplyv pomerne stabilný, dokonca v poslednom období (1987–2009) s najnižšou intenzitou zmien bol vplyv týchto faktorov najnižší. Túto skutočnosť môžeme pravdepodobne pripísať marginálnemu charakteru územia z hľadiska poľnohospodárskej produkcie a udalostiam po roku 1989. Návrat k trhovému hospodárstvu tu viedol k úpadku poľnohospodárskej produkcie a rozpadu JRD. Naopak, blízkosť priemyselného mesta Žilina a atraktívny krajinný vzhľad spôsobili oživenie výstavby rodinných domov (a teda rast počtu obyvateľov), predovšetkým v časti Lietavská Svinná. Sociálno-ekonomické faktory tak v poslednom sledovanom období vystúpili ešte viac do popredia, čo je však skôr námetom na ďalšiu, širšie koncipovanú štúdiu.

ZÁVER

Pri priestorovom plánovaní ľudských aktivít v krajine je dôležité poznanie vývoja využitia krajiny v minulosti. Množstvo štúdií spracovaných na túto tému je toho dokladom. Pri prehľbovaní nášho poznania sa ukazuje, že dôležitá je nielen analýza kompozície a konfigurácie areálov využitia krajiny/krajinnej pokrývky, resp. ich zmien, ale aj analýza ich vzťahu k ostatným zložkám prostredia, či už environmentálnym alebo sociálno-ekonomickým. Jeden z možných prístupov k štúdiu vzťahu zmien využitia krajiny k topografickým faktorom, ktoré predstavujú podmnožinu environmentálnych faktorov, priniesla predložená štúdia. V záujmovom území obce Lietavská Svinná-Babkov bol identifikovaný pomerne nízky vplyv skúmaných faktorov na zmeny využitia krajiny (11,2-13,4 %), čo je v intenciách podobne zameraných prác a ukazuje na vedúcu úlohu sociálno-ekonomických faktorov ako hnacích síl týchto zmien. Použité metódy umožnili identifikovať hlavné väzby medzi skúmanými procesmi zmien krajiny a topografickými charakteristikami. Na druhej strane, nepotvrdila sa hypotéza, že pri klesajúcej intenzite zmien využitia krajiny bude vyššia miera vplyvu topografických faktorov – vo všetkých sledovaných obdobiach sa pohybovala na veľmi podobnej úrovni, dokonca, najnižšia miera vplyvu bola identifikovaná v období s najnižšou intenzitou zmien krajiny. Na rozdiel od väčšiny štúdií zameraných na vzťah tried krajinnej pokrývky, zmien využitia krajiny a prírodného prostredia, bol vyhodnotený aj vzťah medzi intenzitou zmien využitia krajiny a topografickými faktormi. Zaujímavým výsledkom bolo, že napriek očakávanému trendu sústreďovania sa zmien využitia krajiny do topograficky výhodných stanovišť z hľadiska ľudských aktivít, najintenzívnejšie zmeny sa viazali na proces sukcesie vegetácie (prírodzenej i antropogénnej), a teda priestorovo na areály v blízkosti rozhrania lesnej a poľnohospodárskej krajiny na počiatku skúmaného obdobia, teda v roku 1949.

Práca vznikla v rámci projektu č. 1/1155/12 podporovaného Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva SR a Slovenskej akadémie vied (VEGA) č. 1/1155/12 (zodpovedný riešiteľ: Mgr. Slavomír Čerňanský, PhD.).

LITERATÚRA

- ASPINALL, R. (2004). Modelling land use change with generalized linear models – a multi-model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana. *Journal of Environmental Management*, 72, 91-103.
- BOSSARD, M., FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2000). *CORINE Land cover technical guide – Addendum 2000*. Copenhagen (EEA).
- BÜRG, M., HERSPERGER, A. M., SCHNEEBERGERGER, N. (2004). Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape Ecology*, 19, 857-868.
- DEL BARRIO, G., ALVERA, B., PUIGDEFABREGAS, J., DIEZ, C. (1997). Response of high mountain landscape to topographic variables: Central Pyrenees. *Landscape Ecology*, 12(2), 95-115.
- DI GREGORIO, A., JANSEN, L. J. M. (2005). *Land cover classification system: classification concepts and user manual – Software version 2*. Rome (FAO).
- DOMON, G., BOUCHARD, A. (2007). The landscape history of Godmanchester (Quebec, Canada): two centuries of shifting relationship between anthropic and biophysical factors. *Landscape Ecology*, 22, 1201-1214.
- DRUGA, M., FALŤAN, V. (2014). Influences of environmental drivers on land cover structure and its long-term changes: a case study of the villages of Malachov and Podkonice in Slovakia. *Moravian Geographical Reports*, 22(3), 29-41.
- EVANS, T. P., MORAN, E. F. (2002). Spatial integration of social and biophysical factors related to land cover change. *Population and Development Review*, 28, Supplement, 165-186.
- FALŤAN, V., BÁNOVSKÝ, M., JANČUŠKA, D., SAKSA, M. (2008). *Zmeny krajinej pokrývky úpätia Vysokých Tatier po veternej kalamite*. Bratislava (Geo-grafika).
- FALŤAN, V., KATINA, S., BÁNOVSKÝ, M., PAZÚROVÁ, Z. (2009). The influence of site conditions on the impact of windstorms on forests: the case of the High Tatras Foothills (Slovakia) in 2004. *Moravian Geographical Reports*, 17(3), 10-18.
- FALŤAN, V., BÁNOVSKÝ, M., BLÁŽEK, M. (2011). Evaluation of land cover changes after extraordinary windstorm by using the land cover metrics: a case study on the High Tatras foothill. *Geografie*, 116, 156-171.
- FAO (2000). *On definitions of forest and forest change*. Rome (Food and Agriculture Organization of the United Nations).
- FERANEC, J., ŠURI, M., OŤAHEL, J., CEBECAUER, T., KOLÁŘ, J., SOUKUP, T., ZDEŇKOVÁ, D., WASZMUTH, J., VÁJDEA, V., VÍJDEA, A. M., NITICA, C. (2000). Inventory of major landscape changes in the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovak Republic 1970s-1990s. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2(2), 129-139.
- 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, 19-35.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (1999). Mapovanie krajinej pokrývky metódou CORINE v mierke 1:50 000: návrh legendy pre krajiny programu Phare. *Geografický časopis*, 51, 19-44.
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (Veda).
- FU, B. J., ZHANG, Q. J., CHEN, L. D., ZHAO, W. W., GULINCK, H., LIU, G. B., YANG, Q. K., ZHU, Y. G. (2006). Temporal changes in land use and its relationship to slope degree and soil type in a small catchment on the Loess Plateau in China. *Catena*, 65, 41-48.
- GERARD, F., PETIT, S., SMITH, G., THOMSON, A., BROWN, N., MANCHESTER, S., WADSWORTH, R., BUGAR, G., HALADA, L., BEZÁK, P., BOLTIŽIAR, M., DE BADTS, E., HALABUK, A., MOJSES, M., PETROVIC, F., GREGOR, M., HAZEU, G., MÜCHER, C. A., WACHOWITZ, M., HUITU, H., TUOMINEN, S.,

- KÖHLER, R., OLSCHOFSKY, K., ZIESE, H., KOLAR, J., SUSTERA, J., LUQUE, S., PINO, J., PONS, X., RODA, F., ROSCHER, M., FERANEC, J. (2010). Land cover change in Europe between 1950 and 2000 determined employing aerial photography. *Progress in Physical Geography*, 34, 183-205.
- HAVLÍČEK, M., CHRUDINA, Z. (2013). Long-term land use changes in relation to selected relief characteristics in Western Carpathians and Western Pannonian basin – case study from Hodonín District (Czech Republic). *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8, 231-244.
- HIETEL, E., WALDHARDT, R., OTTE, A. (2004). Analysing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany. *Landscape Ecology*, 19, 473-489.
- HIETEL, E., WALDHARDT, R., OTTE, A. (2005). Linking socio-economic factors, environment and land cover in German Highlands, 1945-1999. *Journal of Environmental Management*, 75, 133-143.
- HIETEL, E., WALDHARDT, R., OTTE, A. (2007). Statistical modelling of land-cover changes based on key socio-economic indicators. *Ecological Economics*, 62, 496-507.
- CHRASTINA, P. (2009). Vývoj využívania krajiny Trenčianskej kotliny a jej horskej obruby, Nitra (UKF).
- IVANOVÁ, M., MICHAELI, E., BOLTÍŽIAR, M. (2013). Analýza zmien priestorovej štruktúry krajiny pokrývky územia severne od vodnej nádrže Zemplínska Šírava. *Geografický časopis*, 65, 235-250.
- LIESKOVSKÝ, J., KANKA, R., BEZÁK, P., ŠTEFUNKOVÁ, D., PETROVIČ, F., DOBROVODSKÁ, M. (2013). Driving forces behind vineyard abandonment in Slovakia following the move to a market-oriented economy. *Land Use Policy*, 32, 356-365.
- LÖW, J., MÍCHAL, I. (2003). *Krajinný ráz*. Kostelec nad Černými lesy (Lesnická práce).
- MARTÍNEZ, J. Á., SUÁREZ-SEOANE, S., CALABUIG, E. L. (2011). Modelling the risk of land cover change from environmental and socio-economic drivers in heterogeneous and changing landscapes: the role of uncertainty. *Landscape and Urban Planning*, 101, 108-119.
- MILLINGTON, J. D. A., PERRY, G. L. W., ROMERO-CALCERRADA, R. (2007). Regression techniques for examining land use/cover changes: a case study of a mediterranean landscape. *Ecosystems*, 10, 562-578.
- MINÁR, J. (2009). Geografické polia a priestorová organizácia krajiny (pokús o vyjasňovanie základných konceptov). *Geografický časopis*, 61, 179-198.
- MINÁR, J., FALŤAN, V., BÁNOVSKÝ, M., DAMANKOŠOVÁ, Z., KOŽUCH, M. (2009). Influence of site conditions on the windstorm impact: a case study of the High Tatras foothills in 2004. *Landform Analysis*, 10, 95-101.
- OLAH, B., BOLTÍŽIAR, M., PETROVIČ, F. (2006). Land use changes' relation to georelief and distance in the East Carpathians Biosphere Reserve. *Ekológia*, 25, 68-81.
- OPRŠAL, Z., ŠARAPATKA, B., KLADIVO, P. (2013). Land-use changes and their relationships to selected landscape parameters in three cadastral areas in Moravia (Czech Republic). *Moravian Geographical Reports*, 21, 41-50.
- PAN, D., DOMON, G., DE BLOIS, S., BOUCHARD, A. (1999). Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape Ecology*, 14, 35-52.
- PAZÚR, R., OŤAHEĽ, J., MARETTA, M. (2012). Analýza priestorovej heterogenity tried krajiny pokrývky v odlišných podmienkach. *Geografie*, 117, 371-394.

- PRISHCHEPOV, A. V., MÜLLER, D., DUBININ, M., BAUMANN, M., RADELOFF, V. C. (2013). Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia. *Land Use Policy*, 30, 873-884.
- RUTHERFORD, G. N., BEBI, P., EDWARDS, P. J., ZIMMERMANN, N. E. (2008). Assessing land-use statistics to model land cover change in a mountainous landscape in the European Alps. *Ecological Modelling*, 212, 460-471.
- SKALOŠ, J., WEBER, M., LIPSKÝ, Z., TRPÁKOVÁ, I., ŠANTRŮČKOVÁ, M., UHLÍŘOVÁ, L., KUKLA, P. (2011). Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long term land cover changes – case study (Czech Republic). *Applied Geography*, 31, 426-438.
- STANKOVÁ, H., ŠOŠOVIČKOVÁ, L. (2013). Modelovanie a predikcia zmien krajiny s využitím údajov CORINE Land Cover na príklade územia zo severovýchodného Slovenska. *Kartografické listy*, 21, 47-59.
- ŠŮRI, M. (2003). Vplyv reliéfu na diferenciáciu krajinej pokrývky Slovenska. *Geografický časopis*, 55, 41-58.
- ŠŮ SR (2003). *Historický lexikón obcí SR 1970-2001*. Bratislava (Štatistický úrad SR).
- TER BRAAK, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67, 1167-1179.
- WONDIE, M., TEKETAY, D., MELESSE, A. M., SCHNEIDER, W. (2012). Relationship between topographic variables and land cover in the Simen Mountains National Park, a world heritage site in Northern Ethiopia. *International Journal of Remote Sensing Applications*, 2(2), 36-43.

Marek Súľovský, Vladimír Falťan

ANALYSIS OF LAND-USE CHANGES AND THEIR RELATIONSHIP TO TOPOGRAPHIC FACTORS: CASE STUDY OF THE MUNICIPALITY LIETAVSKÁ SVINNÁ-BABKOV

Knowledge of land-use development is important to accurate spatial planning; not only the composition and configuration but also the underlying relationships and processes between environment and society are important to landscape character. Land-use changes are determined by two groups of factors – socio-economic and environmental. The socio-economic factors are often described in literature as the driving forces of these changes while environmental factors are considered to play only a minor role. Both groups of factors can be viewed as geographical fields (Minár 2009) but a significant part of socio-economic information lacks the spatial dimension. Topographical factors, a subset of environmental factors, such as altitude, slope, insolation or distance to settlement do not have this weakness and can be relatively easily obtained from DEM.

The goals of the presented study were: 1) the spatial assessment of land-use changes (results shown in Figs. 2 and 3); 2) the assessment of the relationship between topographical factors and these changes (Figs. 4 and 5) and the assessment of the degree of influence of topographical factors on observed changes (Tab. 2). The municipality Lietavská Svinná-Babkov (NW Slovakia) with an area of 18.29 km² and the relatively diverse topographical characteristics of the Súľov Mts. (Fig. 1) served as the study area. The spatial analyses were based on a backdating interpretation of aerial photographs from 1949, 1969, 1987, and 2009 using the CORINE Land Cover nomenclature for the 4th hierarchical level (Feranec and Oťaheľ 1999) with changes such as the distinguishing of aggregated and non-aggregated arable land and setting of the minimum area to only 0.0625 ha generally and to 0.5 ha for the forest areas (FAO 2000). The land-use changes were assessed by identifying the intersected areas of two datasets and the reclassification of new dataset using the reclassification matrix for typology of landcover

changes (Feranec et al. 2010). Six main land-use processes were identified (Feranec et al. 2000): intensification of agriculture, extensification of agriculture, enlargement of built-up areas, enlargement or exhaustion of natural resources, afforestation and deforestation. The relationships between these processes and selected topographical factors were evaluated through frequency analysis (Fig. 4) and canonical correspondence analysis (Fig. 5).

A decreasing intensity of land-use changes was detected (Tab. 1) during the whole observed period (from 1% to 2% of the area per year). The leading processes also changed from intensification and extensification of agriculture to afforestation and deforestation. It is the reason why the areas with the top rate of changes in land-use spatially correlate with the former boundary of the forest and farming landscape at the beginning of the study period, that is, in 1949 (Fig. 3). The insolation turned out to have the biggest influence on intensity of land-use changes among the analysed factors. For the individual time periods the most important factors were slope and distance to settlement (in the first period) and altitude and distance to settlement (in the second and third periods). Overall, the influence of the topographical factors on land-use changes was low (11.2-13.4%) thus the underlying driving forces are of socio-economic origin. The improvement of the influence of environmental factors by using other environmental factors such as soil type is at least questionable because there is an assumption of their correlation with the analysed topographical factors given the landscape character of the study area. On the other side, the hypothesis of indirect dependence between intensity of land-use changes and influence of the environmental factors on these changes was not confirmed, as the lowest influence of topographical factors also occurred in the period with the lowest intensity of land-use changes (1987-2009).