

## 0 ÚVOD

Problematika vývoja krajiny a dynamiky jej zmien sa v krajinnej ekológii objavuje už takmer od vzniku tohto multidisciplinárneho vedného odboru. V extrémne stručnom vyjadrení je dynamika krajiny zhrnutá v zákone nekonečnej spätnej väzby uvedenom v úvode knihy Formana a Godrona *Krajinná ekológia: minulé činnosť určila súčasnú štruktúru, súčasná štruktúra určuje súčasnú činnosť, súčasná činnosť určuje budúcu štruktúru* (FORMAN, GODRON, 1993).

Poznanie zákonitostí určujúcich vývoj krajiny na danom území je predpokladom pre správne vyhodnotenie rizík súčasného využívania a určenie trendu vývoja tohoto kúta Slovenska z hľadiska krajinnej štruktúry. V oblasti Žiaru nad Hronom je nutnosť tohto poznania umocnená prudkosťou zmien, ktorými táto krajina prešla a ktoré mali veľmi vážny ekologický dopad na prírodu tohto regiónu a zároveň aj na jeho obyvateľov. Skúmané územie tvorilo pred rokom 1950 5 obcí - Svätý kríž nad Hronom, Ladomer, Vieska, Horné Opatovce a Šášovské Podhradie - s celkovou populáciou 3565 obyvateľov obývajúcich 677 domov, prevažne sa zaoberajúcich poľnohospodárstvom (kolektivizácia poľnohospodárstva začala v roku 1949 a dokončila sa približne o desať rokov neskôr).

Po vybudovaní hlinikárni (začiatok výstavby 1951 - umiestnenie tohto závodu bolo dlhé roky kritizované z dôvodu vzdialenosti od zdrojov primárnych surovín na výrobu hliníka - bauxitových nálezísk v Maďarsku) sa síce zlepšila ekonomická a sociálna situácia obyvateľstva žiarskej kotliny, na druhej strane sa však zhoršilo viacero faktorov životného prostredia, čo v konečnom dôsledku spôsobilo aj preukázateľné zhoršenie zdravotného stavu obyvateľov. Po pár rokoch neúnosného imisného zaťaženia boli obyvatelia obce Horné Opatovce vystáňovaní a presídlení do nových domov v meste. Priestor ich obce sa zmenil na opustené ruiny, na mieste ktorých v súčasnosti vzniká už v poradí druhá skládka komunálneho odpadu. Relatívne veľké územie okolo závodu bolo postihnuté kontamináciou zlúčeninami fluóru a ťažkých kovov. Našťastie pre obyvateľov mesta smer prevládajúcich vetrov v oblasti určil depozíciu týchto imisíí v oblastiach mimo najväčšej hustoty osídlenia.

Poškodenie spôsobené imisiami sa prejavilo hlavne na biote a vodnom prostredí, konkrétne vo svojom negatívnom vplyve na vegetačný kryt v okolí závodu (fluoróza rastlinných pletív) a na kontaminácii blízkych horizontov spodnej vody a následne aj vôd Hrona.

Výsledkom procesu industrializácie tohoto územia je kultúrna krajina, ktorú môžeme podľa stupňa vplyvu človeka zaradiť k typu devastovanej kultúrnej krajiny (GÁBRIŠ et al. 1998), teda takej, ktorá už má výrazne narušené až takmer úplne deštruované samoregulačné mechanizmy a na jej asanáciu a ozdravenie bude treba vynaložiť značné množstvo finančných prostriedkov, ľudského úsilia a času.

Podľa LASZLO (2009) sa rastom ľudskej populácie a rozvojom a využívaním nových technológií čoraz viac deštruuje samo-udržiavajúca sa dynamika biosférického systému, ktorý sa ako celok stáva viac a viac neudržateľným. V dnešnej dobe sa dosiahol kritický bod ohrozenia pre všetky vyššie organizmy, vrátane človeka ako pôvodcu tohto ohrozenia. Laszlo v práci uvádza tri principiálne propozície:

1. Svetový systém je neudržateľný spôsob akým je s ním nateraz nakladané: transformácia na globálnej úrovni je nevyhnutná.
2. Príprava na nenásilnú, minimálne poškodzujúcu transformáciu je urgentná: svetový systém sa nachádza blízko bodu obratu.
3. Prípravy musia zahŕňať všetky úrovne spoločnosti, politickú, spoločenskú a ekonomickú. Častokrát zabúdaným nástrojom na začatie efektívnych akcií na všetkých úrovniach je jednotlivec: jeho alebo jej hodnoty, etika, a náhľad na svet.

Táto práca by sa v prvom rade mala zamerať na analýzu vývoja zmien druhotnej krajinskej štruktúry pomocou počítačového modelovania, poskytnúť možnosť sledovať postupnú premenu krajiny z prevažne typu lúčno-oráčinovej kotlinovej krajiny na vysoko industrializovanú a urbanizovanú zónu, ktorej hlavnú os už netvorí tok Hrona, ale cestná komunikácia spájajúca západ krajiny so stredom Slovenska. Jednou z úloh bude podľa potreby modifikovať a kalibrovať funkčné matematické modely vývoja krajiny, a pokúsiť sa o predikciu ďalšieho vývoja daného územia. Využitie pri tom budú technológie GIS, časová séria leteckých snímok územia, terénny prieskum a práca s dostupnými softvérovými programami na analýzu krajinného vývoja.

## 1 KRAJINA

Krajina je nejasne priestorovo ohraničený, otvorený, neustále sa meniaci a vyvíjajúci sa systém ekosystémov na povrchu našej planéty, ovplyvňovaný endogénnymi a exogénnymi činiteľmi, biotou a ľudskou činnosťou, ktorý vzniká a je udržiavaný antagonistickým pôsobením medzi jej vlastnými prirodzenými homeostatickými mechanizmami a pôsobením človeka. Takto nejako by asi znela autorova definícia krajiny, ktorá je však ovplyvnená predchádzajúcimi generáciami vedcov a výskumníkov, krajinných ekológov a geografov. Na nasledujúcich stránkach sa budem venovať prehľad výkladov pojmu krajina a histórii vývoja jej chápania v lokálnom aj svetovom kontexte.

Internetová encyklopédia Wikipédia definuje krajinu takto: krajina v (nepolitickej) geografii je ľubovoľne veľký výsek geosféry; hmotný, priestorovo-časový systém prírodných a socio-ekonomických prvkov na zemskom povrchu, v ktorom sa uskutočňujú fyzikálne, chemické, biologické a spoločenské procesy. Krajina je časť zemského povrchu s charakteristickými znakmi vzťahujúcimi sa buď na určitú oblasť (krajina pri Váhu) alebo označenie rázovitosti (typu) podľa dominantného znaku (poľnohospodárska krajina, priemyselná krajina, prímorská krajina).

Podľa Európskeho dohovoru o krajine (EU Council, 2000) sa „krajina“ (*landscape*), definuje ako územie vnímané lokálnymi obyvateľmi alebo návštevníkmi, v ktorom sú vizuálne vlastnosti a charakteristiky krajiny výsledkom prírodných, a kultúrnych faktorov. Táto definícia odzrkadľuje myšlienku, že krajina sa vyvíja v čase.

Atlas krajiny Slovenskej republiky (2005) poskytuje prehľad týchto základných princípov chápania krajiny:

1. Krajina ako obraz – krajinka, krajinomalba – interpretovaná umelcom a vnímaná verejnosťou. Krajina v tomto zmysle predstavuje len súbor viditeľných prvkov, najmä reliéf, vegetáciu a ostatné prvky využitia zeme, scenériu, priestorové a estetické aspekty krajiny.
2. Krajina ako prírodný komplex. V tomto zmysle sa krajina chápe len ako prírodná časť geografického komplexu, tzv. fyzickogeografický komplex, bez socioeconomickej zložky. Krajina sa charakterizuje celou škálou fyzickogeografických prvkov od geologického podkladu po vegetáciu a ovzdušie. Takéto chápanie sa vyvinulo najmä v ruskej a sovietskej krajinnoekologickej škole.

3. Krajina ako prírodno-socioekonomický komplex. V tomto zmysle sa krajina chápe ako komplex fyzickogeografických aj socioekonomických zložiek geografickej sféry. Toto chápanie je základom aplikácie náuk o krajine do praxe, najmä do priestorových plánovacích činností. Tento prístup rozvinula najmä nemecká krajinoekologická škola a aplikuje sa aj v slovenskej krajinskej ekológii.
4. Krajina ako geosystém a holistické chápanie krajiny. Tento moderný prístup chápe krajinu ako úplný geosystém, kde je každý prvok funkčnými vzťahmi prepojený so všetkými ostatnými, pričom sa uplatňuje téza, že systém je viac (vyššia kvalita), ako len súhrn jeho prvkov. Holistické chápanie krajiny rozvíja systémovú teóriu do vyššej sféry chápania jednoty materiálnej entity geobiosféry.
5. Krajina ako štruktúra viditeľných zložiek geosystému – súčasnej pokrývky a tvarov zemského povrchu. Takto sa krajina chápe najmä v súčasnej medzinárodnej environmentálnej politike, kde tvorí významnú súčasť jej ekologickej orientácie – napr. ekologické siete, moderné smery ochrany prírody. Toto chápanie však obsahuje mnoho metodických nejasností a je sploštením systémového a holistického prístupu. Takýto prístup sa využíva v tzv. krajinárstve (krajinom inžinierstve a krajinskej architektúre).

V Slovenskej republike sa krajina legislatívne definuje podľa § 139a ods. 3 zákona č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebného zákona) v znení neskorších predpisov nasledovne:

„Krajina je komplexný systém priestoru, polohy, georeliéfu a ostatných navzájom funkčne prepojených hmotných prirodzených a človekom pretvorených aj vytvorených prvkov, najmä geologického podkladu a pôdotvorného substrátu, vodstva, pôdy, ovzdušia, rastlinstva a živočíšstva, umelých objektov a prvkov využitia územia, ako aj ich väzieb vyplývajúcich zo sociálno-ekonomických javov v krajine. Krajina je životným prostredím človeka a ostatných živých organizmov.“

RUŽIČKA (1965) vníma krajinu ako zložku životného prostredia, ktorá je časťou zemského povrchu, ohraničenú viac menej prirodzenými hranicami. Tvorí celok, ktorý predstavuje súhrn prirodzeného (prírodného) a človekom čiastočne alebo úplne pozmeneného prostredia.

V neskoršej práci RUŽIČKA, RUŽIČKOVÁ, ŽIGRAI (1978) už zo spojenia dvoch

hlavných princípov – dynamiky krajiny ako systému a energeticko-látkového kolobehu v systéme, určili ako najvhodnejší ekosystémový prístup ku skúmaniu krajiny.

Významný český geograf DEMEK (1974) uvádza pre krajinu nasledujúce definície:

1. Krajina je reálne existujúca časť povrchu planéty, ktorú tvorí celok kvalitatívne sa odlišujúci od ostatných častí krajinnej sféry. Má prirodzené hranice a vyznačuje sa vnútornou rovnorodosťou, individuálnou štruktúrou a zákonitým súhrnom procesov a javov.
2. Krajina ako geosystém má určitú polohu na povrchu Zeme, určité obmedzenie, má svojrázny vzhľad, svojráznu štruktúru a bezprostrednú i spätnú väzbu so subsystémami. Má svoj vývoj v priestore i v čase v závislosti na kolísaní prísunu hmoty a energie.

Americkí krajinní ekológovia FORMAN, GODRON (1993), definovali krajinu ako heterogénnu časť zemského povrchu, skladajúcu sa zo súboru vzájomne sa ovplyvňujúcich ekosystémov, ktoré sa v danej časti povrchu v podobných formách opakujú, pričom krajina ako celok má vlastnosti, ktoré jej časti nemajú. Rôznorodosť (diverzita) je základnou vlastnosťou krajiny.

Podľa MÍCHAL (1992) je krajina je ľubovoľná priestorová jednotka, ktorej zložky, väzby medzi nimi, toky látok, energií a informácií sú definované tak, aby chovanie tejto jednotky bolo možné programovať a riadiť.

Definícia krajiny podľa HALADA et al. (1995) EX DRDOŠ et al. (1998) opisuje krajinu hierarchický systém ekologicky relatívne homogénnych a navzájom interagujúcich segmentov s určitými súbormi vlastností, ktorých interakcie sú sprostredkované ich hranicami, inými segmentami a ekologickými médiami (voda, vzduch, organizmy).

Práca MIKLÓS, IZAKOVIČOVÁ (1997), predstavuje zhrnutie prác viacerých autorov do geosystémového prístupu ku krajine (kde krajina = geosystém). Podľa teórie systémov je celok vždy niečo viac ako iba súhrn jednotlivých častí. Podstatou systémového prístupu je, že sa snaží teoreticky vysvetliť a zdôvodniť pohyb reálnych objektov pomocou systémov, ktorých celosť určuje množina navzájom prepojených prvkov. Systémový prístup je spôsob myslenia, riešenia problémov a spôsob konania, pri ktorom sa javy chápu komplexne (holisticky) v ich vnútorných a vonkajších súvislostiach. Každý systém je subsystémom najbližšieho vyššieho v hierarchii, a súčasne je samostatným systémom

(VOLOŠČUK, 2005).

Geosystém je teda súbor komponentov (zložiek, prvkov) geografickej sféry a ich vzťahov každého s každým (MIKLÓS, IZAKOVIČOVÁ, 1997). Podľa KRCHO (1990,1991) môžeme geosystém definovať nasledovne:

$$SG_s(P,T) = \{G_s(P,T), S_s(P,T)\} \quad (1)$$

skladá sa teda z dvoch vzájomne interagujúcich, ale relatívne autonómnych subsystémov fyzickogeografickej sféry ( $G_s$  – geokosystémy) a socioekonomickej sféry ( $S_s$  – systém spoločnosti, socioekonomické systémy), pričom oba systémy obsahujú priestorový ( $P$ ) a časový ( $T$ ) aspekt.

Holistický koncept prístupu ku krajine popri našom chápaní tohto konceptu v zmysle RUŽIČKA (2000) uplatňuje aj izraelský krajinný ekológ Zen Naveh, ktorý vo svojej práci načrtáva dôležitosť posunu paradigmy klasickej krajinskej ekológie. Aby sa splnili nároky novo vznikajúcej informačnej spoločnosti, musí sa aj krajinná ekológia stať holistickou vedou, zameranou na riešenie problémov spojením transdisciplinárnej vedeckej revolúcie a posunu paradigmy od konvenčného redukcionistického a mechanistického prístupu ku holistickému a organickému, celostnému a vzájomne komplexne prepojenému nazeraniu na krajinu. Centrálnym holistickým konceptom je tzv. úplný ľudský ekosystém (*Total Human Ecosystem*) ako najvyššia úroveň evolučnej komplexnosti v globálnej ekologickej hierarchii, s biosférou poháňanou slnečnou energiou a technosférickými krajinami hnanými fosílnymi palivami, ako jeho konkrétnymi systémami (NAVEH, 2000).

Systém pre neho vo všeobecnejšom zmysle predstavuje množinu (alebo jednotky) elementov v určitom stave prepojených vzťahmi, ktoré sú medzi nimi bližšie ako vo vzťahu s ich okolím (prostredím), a sú podmienené ich koherentnou organizáciou okolo jedného účelu. Množina vzťahov medzi týmito elementami a medzi ich stavmi konštituuje štruktúru systému. Práve vzhľadom k týmto vzťahom je systém vždy viac ako iba suma jeho elementov, a tým sa stáva úplne novou entitou ako organizovaný celok alebo „*Gestalt system*“.

Podľa URBAN et al. (1987) je krajina zložená z mozaiky plôšok. Krajinní ekológovia v minulosti používali veľa termínov na pomenovanie základných jednotiek, ktoré vytvárajú krajinu, napr. ekotop, biotop, krajinná zložka, krajinný prvok, krajinná jednotka, krajinná bunka (*landscape cell*), geotop, habitat a lokalita (FORMAN et GODRON, 1986). Každý z týchto pojmov je vyhovujúci, v prípade že je definovaný, podľa preferencií výskumu.

Podobne ako krajina, ani plôšky nie sú jednoznačne odlišené, ale musia byť definované vzhľadom ku skúmanému javu alebo procesu. Napríklad z pohľadu lesného manažmentu môže plôška korešpondovať s lesným porastom určitého druhu, avšak z perspektívy organizmu táto plôška nemusí plniť funkciu plôšky.

Z ekologického pohľadu reprezentujú plôšky relatívne samostatné plochy (priestorovo) alebo periódy (časovo) relatívne homogénnych environmentálnych podmienok, ktorých hranice sú dané diskontinuitami v charakteristickom stave prostredia, ktoré nadobúdajú dostatočnú magnitúdu, vnímateľnú alebo relevantnú pre skúmaný organizmus alebo fenomén (WIENS, 1976). Z pohľadu organizmu by plôšky mohli byť definované ako environmentálne jednotky, medzi ktorými dochádza ku zmene zdatnosti (fitness), alebo kvality. Presnejšie by však plôšky mohli byť definované nenáhodnou distribúciou aktivít alebo využitia zdrojov environmentálnych jednotiek (MCGARIGAL, MARKS, 1995).

Zmena je základnou charakteristikou krajiny (ANTROP, 2003). Preto je koncept trvalo-udržateľnej krajiny podľa ANTROP (2005), v niektorých ohľadoch v kontradičii k definícii krajiny ako neustále sa meniaceho otvoreného systému. Udržateľnosť vo vzťahu ku krajine sa dá chápať ako snaha o zachovanie pôvodného spôsobu narábania s krajinou, teda zachovanie určitých typov krajiny, formou zachovania pôvodných činností. V druhom prípade sa dá udržateľnosť definovať vo vzťahu k jej budúcnosti, ako základný princíp krajinného plánovania. Je potrebné pochopiť koncept trvalej-udržateľnosti aj v kontexte nezvratného procesu urbanizácie krajiny a globalizácie.

Ľudia nie sú schopní žiť v prírode na ktorej sú závislí bez toho aby ju menili. Ak dokážeme spoznať zákonitosti na základe ktorých sú ľudia schopní obývať krajinné priestory bez toho aby ich ničili, potom môžu krajinní plánovači podporovať tie správne a zdravie krajiny podporujúce spôsoby a miery využitia krajiny (FERGUSON, 1996).

Na základe doterajšieho poznania a zhodnotenia názorov definuje HOFIERKA (2008) kultúrnu krajinu ako ucelenú časť krajinej sféry, ktorá je syntézou fyzickogeografických a humánogeografických zložiek a vzťahov medzi nimi. Kultúrna krajina má svoju špecifickú štruktúru, priestorové usporiadanie a pôsobenie na vnemy človeka, a je výsledkom dlhodobého ľudského pôsobenia na pôvodnú, prírodnú krajinu. Vo výslednom charaktere sa prejavuje prírodná krajina, ale aj dôsledky dlhodobej ľudskej činnosti, ktorá má často premenlivý a protichodný charakter, vyplývajúci z rozvoja poznania a kultúry

spoločnosti. Kultúrna krajina je dvojzložkovým, hybridným systémom, ktorý obsahuje prírodné a humánne prvky. Ich pomer v systéme a intenzita vizuálneho prejavu závisí od koncentrovanosti a charakteru pôsobenia človeka. Stabilita a hodnota kultúrnej krajiny sa prejavuje vo vytvorení symbiotického vzťahu medzi človekom a krajinou, ktorá je trvalo udržateľná.

Krajina nie je determinovaná výlučne prírodnými procesmi. Ku každej krajine sa dá priradiť určitá „identita“ z pohľadu ľudskej percepcie. Koncept identity krajiny má svoje historické, geomorfologické, kultúrne a ďalšie aspekty, ktoré sú komplementárne ku ekologickým aspektom (MEEKES, VOS, 1999). Všetky tieto komplementárne aspekty (psychologický, spirituálny, estetický) využitia krajiny spoločne s tými prírodnými tvoria skutočnú, celostnú krajinu v komplexnej interakcii humánneho a čisto prírodného sveta.

Na medzinárodnom kongrese IALE v roku 1999 sa v kontexte holistického prístupu definovala krajinná ekológia ako „štúdium priestorových variácií v krajine na rozličných úrovniach, vrátane biofyzikálnych a spoločenských príčin a dôsledkov krajinej heterogenity. Predovšetkým je široko interdisciplinárna. Konceptuálne a teoretické jadro krajinej ekológie sa jasnejšie definovalo, efektívne spájajúc prírodné vedy s humanitnými disciplínami.“

CÍLEK (2007) definuje pamäť krajiny ako nositeľa autoregulácie, homeostázy krajiny a jej schopnosti regenerovať niekdajší stav, resp. zabráňovať vzniku katastrofických stavov. Hlavné prvky pamätevej štruktúry krajiny podľa Cílka sú takéto:

1. Reliéf – ako základná pamäť krajiny. Reliéfom je určený smer vodných tokov a hydrologický režim oblasti. Ak dôjde ku zmene reliéfu, pamäť krajiny sa nenávratne stráca, napr. pri ťažbe uhlia, zlata, lomového kameňa.
2. Klíma a mikroklima – zásadný vplyv na vznik a vývoj ekosystémov a reliéfu.
3. Substrát – určuje biodiverzitu, je nositeľom mikrobiálneho prostredia. Môže byť úplne odlišný od podložia (napr. vápnite spráše na oligotrofnom podloží, alebo kyslé, dekalifikované výplne závrtovej uprostred krasových planín.
4. Využitie a starostlivosť o krajinu, predstavuje ľudský vklad do prírodných procesov. Tu sa pamäť prejavuje hlavne zakladaním sídiel na rovnakých miestach, trvajúcim rozdelením krajiny na poľnohospodársku a lesnú, a udržovaním storočných základných komunikácií medzi sídlami.



## 2 ŠTRUKTÚRA KRAJINY

Podľa súčasných trendov v geografii a v krajinnej ekológii sa krajina považuje za holistickú entitu daného sveta, teda geosystém.

Chápaním krajiny ako geosystému sa vytvoril predovšetkým logický a exaktný prístup k jej poznávaniu a interpretácii. Prístup konkretizoval množinu prvkov, ich vlastností ako stavových veličín a vzájomných vzťahov v krajine a prispel k systematizácii a precíznosti poznania krajiny prostredníctvom hmotného prejavu krajinnej (geografickej) sféry. V tomto zmysle je krajina reprezentujúca výrez zemského povrchu, priestorovým systémom s konkrétnou polohou v rámci georeliéfu, ktorý vytvárajú vzájomne interagujúce prvky – substrát, vody, ovzdušie, pôdy, rastlinstvo, živočíšstvo ako aj človekom vytvorené objekty (FERANEC, OŤAHEL, 2001).

Štruktúru krajiny ako geosystému podľa genézy, fyzického charakteru a vzťahu k využívaniu krajiny človekom členíme na 3 subštruktúry:

*prvotná (pôvodná) štruktúra krajiny*, ktorú tvoria prevažne fyzicko-geografické prvky; súbor tých prvkov a ich vzťahy, ktoré tvoria pôvodný a trvalý základ pre ostatné štruktúry. Zaraďujeme sem hlavne abiotické prvky geosystému – geologický podklad a substrát, pôdy, reliéf, vodstvo, ovzdušie. Podľa pôvodnosti sem patrí aj prirodzená vegetácia, ktorá sa však u nás už nevyskytuje a preto sa tento prvok nahrádza potenciálnou vegetáciou, ktorá je len logickou myšlienkovou konštrukciou a nie reálnou hmotnou zložkou krajiny

*druhotná (súčasná) štruktúra krajiny*, ktorú vytvárajú prvky využitia zeme (*land-use*) a materiálne výtvary človeka (najmä technické objekty). Pravdepodobne najbližšie vystihuje túto štruktúru anglický odborný termín „land cover“

*terciárnu štruktúru krajiny* ako geosystému tvoria vybrané prvky socioekonomických systémov, najmä socioekonomické javy.

Jednotlivé prvky štruktúry krajiny sú navzájom veľmi úzko prepojené energo-materiálovými tokmi, ktoré ich integrujú do jednotného funkčného systému. Táto funkčná integrácia predstavuje realitu krajiny, a jedine v tejto integrácii poskytuje krajina svoje

úžitkové vlastnosti pre využitie človekom. Znamená to, že v reálnej skutočnosti nemôžeme oddeliť geologický podklad, reliéf, pôdy, vodstvo, ovzdušie, biotu. Pri predstavovaní štruktúry krajiny ako geosystému, podľa tohto princípu (MIKLÓS, IZAKOVIČOVÁ, 1997) rešpektujeme túto integráciu, čo sa mierne líši od klasického geokomponentného prístupu ku krajine, ktorý zvyčajne analyzuje jednotlivé „klasické“ zložky oddelene.

## **2.1 Druhotná krajinná štruktúra a trendy jej výskumu**

Podobne ako vo viacerých vedných odboroch aj v krajinskej ekológii vždy existuje niekoľko rôznych prístupov k danému objektu výskumu. Niektorí autori rozlišujú súčasnú štruktúru krajiny (SKŠ) a druhotnú štruktúru krajiny (DKŠ). Ďalšie pojmy, ktoré sa v súvislosti s touto problematikou používajú, sú využívanie zeme (*land-use*) a krajinná pokrývka (*land-cover*).

Pod súčasnou krajinnou štruktúrou sa chápe súčasný stav (vo vymedzenom časovom horizonte), zatiaľ čo druhotná štruktúra krajiny je všeobecnejší pojem, ktorý hovorí o určitých zmenách pôvodného, respektíve potenciálneho stavu, spravidla krajinného prostredia (OLAH, 1999). Môžeme teda povedať, že oba pojmy predstavujú zhodný obsah, ktorý sa líši len v ich časovom trvaní a aktuálnosti.

Druhotnú štruktúru krajiny tvoria súbory človekom ovplyvnených prirodzených a človekom úplne pozmenených dynamických systémov, ako aj novovytvorené umelé prvky (RUŽIČKA, RUŽIČKOVÁ, 1978)

Štúdium druhotnej krajinskej štruktúry, využitia zeme a jeho zmien v čase obsahuje aj zakódovanú informáciu o spoločnosti, jej demografických, sociálnych a socio-ekonomických charakteristikách (ŽIGRAI, 1995). Zmeny druhotnej krajinskej štruktúry a využívania zeme patria k najdôležitejším procesom ovplyvňujúcim globálne zmeny prírodného prostredia (TURNER et al, 1990; LAMBIN et al, 1999). Ak sú zmeny vo využívaní krajiny agregované, sú tak prenikavé, že signifikantne ovplyvňujú kľúčové aspekty ekosystému Zeme (TEIXEIRA, 2009). Majú priamy dopad na celosvetovú biodiverzitu (SALA et al., 2000), podieľajú sa na lokálnych a regionálnych klimatických zmenách rovnako ako na globálnom otepľovaní (HOUGHTON et al., 1999). Sú primárnym zdrojom degradácie pôdy (TOLBA et al., 1992) a menením ekosystémových služieb

(ecosystem services) ovplyvňujú schopnosť ekosystémov uspokojovať ľudské potreby (VITOUSEK et al., 1997). Na Slovensku sa zmenami druhej krajinej štruktúry a využívania zeme zaoberajú viacerí autori (FERANEC et OŤAHEL, 2001; PETROVIČ, 2005; OLÁH, 2003; BOLTŽIAR, 2004; ŽIGRAI, 1995; JANČURA, 1996, CHRASTINA, 2005).

Podľa SKOLEHO (1997) môžu byť zmeny krajinej pokrývky a využitia zeme najvýznamnejšou príčinou globálnych zmien v životnom prostredí. Impakt zmien využitia zeme ako napríklad strata habitov a ich degradácia, ohrozujú ekosystémové funkcie a redukujú ekosystémové služby (*ecosystem services*) (KERR, OSTROVSKY, 2003). Vyváženie ľudskej spotreby týchto ekologických, ekosystémových služieb (napr. poľnohospodárstvo, lesný priemysel, urbanizácia, industrializácia) pri súčasnom zachovaní ich fungovania si vyžaduje explicitné znalosti o odpovediach ekosystémov na zmenu krajinej pokrývky, respektíve využitia zeme. Schopnosť monitorovať tieto trendy v rôznych úrovniach (mierkach) nám poskytuje kritické informácie potrebné pri manažmentových rozhodnutiach trvaloudržateľného využívania prírodných zdrojov (GILLANDERS et al, 2008).

S rastúcim porozumením prepojením medzi zmenami krajinej pokrývky a využitia zeme, a ich dopadov na populácie, spoločnosti a environmentálne procesy, sa dlhodobé monitorovanie týchto zmien na veľkých územiach stáva čoraz viac dôležitým. Využitie leteckých a satelitných snímok (diaľkového prieskumu) sa stalo esenciálnou súčasťou krajinoekologického výskumu a pre ekologické a krajinoochranné aplikácie (KERR, OSTROVSKY, 2003) Pre veľa štúdií tieto snímky predstavujú jediný dostupný zdroj údajov pre skúmanie habitatových charakteristík a pre určenie a monitorovanie environmentálnych zmien (KERR, OSTROVSKY, 2003; TURNER et al., 2003; WULDER, DYMOND, 2004).

Využitie satelitných leteckých snímok bolo vyhodnotené aj ako priaznivé z hľadiska efektívnosti nákladov (LUNETTA et al., 2004). Okrem toho môžu tieto dáta poskytovať synoptické záznamy zmien krajinej štruktúry a reprezentovať v podstate jedinou možnosť ako si zaobstaráť časovo navrstvené súbory údajov pre využitie pri monitoringu (GILLANDERS et al., 2008). Keďže sa zároveň aj zlepšila dostupnosť týchto údajov s rozvojom satelitov, ako napr. projektu LANDSAT (orbitálna doba návratu nad tú istú oblasť je 16 dní, 30 ročný archív snímok), zvýšila sa aj potreba nových multitemporálnych

analytických metód.

Zatiaľ čo mnohé štúdie o zmenách krajiny sa zameriavajú čisto na plošnú rozlohu krajinných disturbancií (YEN et al., 2005), terrestrické ekosystémy sú inherentne heterogénne, a udržanie existujúcich mozáik v zmysle veľkosti, tvaru a distribúcie plôšok má veľmi významné ekologické implikácie (RITTERS et al., 1995). Variabilita krajinej mozaiky sa považuje za kľúčový element, ktorý poháňa tok druhov a materiálov v krajine (SOUTHWORTH et al., 2002). Takže popri hodnotení zmien krajinej pokrývky v čase, je potrebné kvantifikovať aj zmeny v priestorovom usporiadaní krajiny (GILLANDERS et al., 2008).

Význam sledovania zmien využitia krajiny v čase je kriticky dôležitý pri hodnotení a monitorovaní vývojových trendov v stave faktorov (podmienok) životného prostredia a vyhodnocovaní efektívnosti využitia verejných financií investovaných do manažmentu prírodných zdrojov. Na základe výskumu, ktorý sa uskutočnil v Austrálii (National Land and Water Resources Audit), sa zistilo že spracovanie časopriestorových údajov o zmenách využitia zeme integrovaných s informáciami o prírodných zdrojoch, je kľúčom k efektívnemu adresovaniu problémov trvalej udržateľnosti ako napríklad zasoľovanie, kvalita vody, strata pôdy (NLWRA, 2006).

Priestorová reprezentácia využitia krajiny z rôznych časových období spolu s klasifikačným systémom a zdrojmi údajov môže identifikovať horúce miesta „hot spots“ zmien krajiny a trendy jej možného budúceho vývoja, reflektujúce sociálny, ekonomický a ekologický charakter daného územia. Výber metódy na zaznamenávanie a analýzu zmien využitia zeme vo všeobecnosti závisí na charaktere skúmaného problému, konečnom využití danej analýzy, mierke a presnosti údajov, a na dostupnej časovej sérii dát.

Aj napriek zlepšeniu v charakterizovaní krajinej pokrývky umožnenému vďaka satelitom na obežnej dráhe, sú globálne a regionálne mapy krajinej pokrývky, a zvlášť mapy využitia zeme vyhotovené v malom rozsahu (IPCC, 2000). Je však zrejmé, že magnitúda zmien je veľká. Odhaduje sa, že napríklad globálna zmena využitia zeme na pestovanie plodín (*croplands*) od roku 1850 transformovala 6 miliónov km<sup>2</sup> lesov a 4,7 milióna km<sup>2</sup> trávnatých porastov. V rámci týchto kategórií sa približne opustilo približne od 0,6-1,5 milióna km<sup>2</sup> plochy plodín. Rovnako sú značne rozšírené krátkotrvajúce zmeny krajiny ako napríklad sukcesia lesa pri „slash and burn“ hospodárení (LAMBIN et al., 2001).

Podľa Komisie pre výskum globálnych zmien (Comittee on Global Changes Research, 1999), však presnejšie údaje nemajú veľkú hodnotu pre zlepšenie modelov a projekcii využitia zeme a krajinej pokrývky, ak nie sú sprevádzané rozširujúcim poznaním príčin týchto zmien. LAMBIN et al (2001) vo svojej práci analyzovali mýty o príčinách zmien v 4 triedach: odlesňovanie trópov, modifikácia pastvín, intenzifikácia poľnohospodárstava a urbanizácia. Správne pochopenie je tiež potrebné na zhodnotenie a projektovanie budúcej úlohy zmien využitia krajiny a krajinej pokrývky vo fungovaní Zeme.

Krajinné plánovanie (*land use design*), ktoré je schopné stanoviť a zohľadňovať krajinné atribúty charakterizujúce homeostatické zdravie krajiny, môže tieto vlastnosti krajiny podporovať počas jej vývoja, teda počas odohrávajúcich sa zmien vo využití zeme. týmito vlastnosťami sú otvorenosť, samoregulácia, udržiavacia schopnosť (*storage*) a diverzita. Zdravie krajiny definoval FERGUSON (1994) ako homeostatické fungovanie krajinného systému, v ktorom sa systém vracia naspäť na stabilnú úroveň fungovania, z ktorej bol predtým vychýlený. Podľa WHITTAKERA (1970) prechádza uzdravujúca sa krajina procesom sukcesie, ktorá znamená integrovaný vývoj pôdy, vody, mikroklimy a vegetácie. Sukcesia pokračuje, až pokiaľ nie je dosiahnutá dynamická rovnováha. Tam kde bolo zdravie krajiny porušené zlým využívaním krajiny, je ho možné napraviť s pomocou zmeny využívania nasmerovaním krajinných procesov a energií smerom k rehabilitácii (FERGUSON, 1996).

Každý bod na Zemi sa dá definovať pomocou určitého stavového kontinua (od divočiny k megalopolám), ktoré vznikajú ako výsledok interakcií medzi dynamikou spoločnosti a prírody. Dynamika tohto kontinua sa vo všeobecnosti (ale nie vždy) pohybuje smerom k zvyšujúcej sa miere ľudského impaktu a okupácie prírody.

Opustená poľnohospodárska pôda sa môže stať lesom, a holorubom zdevastované lesy môžu opäť vyrásť, ale ak raz krajina obsahuje človekom vytvorené štruktúry, len zriedkavo sa navracia do pôvodného stavu. Časová mierka pohybu po tomto kontinuu je rôzna. Rozvoj sa môže udiť v rozsahu rokov, ale aj mesiacov, ak sa objavia ekonomické a sociálne príležitosti, ale návrat ku pôvodnej divokej krajine môže trvať storočia (GLP, 2005).

Multifunkčné využitie krajiny predstavuje najnovší a ešte nie úplne preskúmaný teoretický koncept prístupu ku krajine a krajinnému plánovaniu. NAVEH (2001) uviedol 10 základných premís, ktorých by sa mal budúci výskum multifunkčných krajín (ďalej len

MFK) pridržiať:

1. Multifunkčné krajiny sú súčasťou dynamickej syntetickej evolúcie samoorganizujúcich sa nerovnovážnych disipatívnych štruktúr.

2. MFK sú viac ako len suma ich častí, sú jedinečnými „Gestalt“ systémami.

3. MFK sú časťou hierarchicky organizovanej prírody a globálnej ekologickej hierarchie holónov (alebo „holarchie“).

4. MFK sú komplexné prírodno-kultúrne interakčné systémy.

5. MFK sú konkrétne Gestalt systémy nášho totálneho ľudského ekosystému.

6. Transdisciplinárny parameter MFK môže merať biologickú diverzitu spolu s kultúrnou diverzitou a ekologickou heterogenitou, ako spoločný index „úplnej ekodiverzity krajiny“.

7. Je nutné získať ďalší holistický náhľad na MFK mimo tradičných archimedovských a karteziánskych systémov.

8. Dualistické vnímanie MFK môže byť prekonané simultánnym biperspektívnym náhľadom na ne ako prírodné a kognitívne systémy.

9. „Hard“ a soft“ hodnoty MFK môžu byť prekonané len transdisciplinárnymi tímami.

10. Antagonistické vzťahy medzi biosférou, agro-industriálnou a urbánno-industriálnou technosférou, ktoré ohrozujú život a ďalšiu evolúciu, môžu byť prekonané len post-industriálnou symbiózou medzi prírodou a ľudskou spoločnosťou.

VOS et MEEKES (1999) vo svojej práci pomocou historickej analýzy európskych krajín načrtávajú trendy a perspektívy budúceho rozvoja kultúrnych krajín Európy z hľadiska udržateľnej budúcnosti. Pozorujú, že v postmodernej súčasnosti je „všetko sa zdá byť možné: ľudia nakupujú v krajine“, a že „jednota sveta“ sa skončila a ľudia sú vzdialení od krajiny (na rozdiel od všetkých predchádzajúcich historických dôb).

Tento rozvoj našej nákupnej spoločnosti s jej mnohorakým dopytom rezultuje v našich postmoderných krajinách v komplejnej mozaike *rozličných krajinných typov*. Tieto reprezentujú odlišné intenzity a štýly ľudskej kontroly nad krajinou, ktorej (všetky) produkty sú požadované našou spoločnosťou:

- 1) industriálno-produkčné krajiny: krajina ako priemysel
- 2) nadmerne stresované multifunkčné krajiny: krajina ako supermarket
- 3) archaické tradičné krajiny: krajina ako historické múzeum
- 4) okrajové miznúce krajiny: krajina ako ruina

## 5) prírodné reliktné krajiny: krajina ako divočina

*Industriálne produkčné krajiny* vznikajú ako výsledok intenzifikácie a väčšieho rozsahu poľnohospodárskeho využitia krajiny na najvhodnejších lokalitách a sú najčastejším vyjadrením externalizácie trhu. Všetky produkčné faktory sú kontrolované v prospech hrubej produkcie, tzn. že krajina je funkčne využívaná ako produkčný priestor. Akákoľvek forma „prírody“ alebo krajinnej scenérie je iba nezamýšľaným vedľajším produktom poľnohospodárstva.

Ako VOS et MEEKES (1999) pozorujú, nadmerne stresované multifunkčné krajiny vznikajú oblastiach s rastúcou urbánnou populáciou, kde si súčasný trh vyžaduje široké spektrum funkcií podľa „menu“ krajiny („menu“ v zmysle potenciálu krajiny): produkcia potravín, industriálne využitie, rekreácia, ubytovanie, vodné zdroje, ochrana prírody, globálna kontrola prostredia, atď. Krajina je využívaná veľmi intenzívne a všestranne na malom limitovanom priestore, čo však prináša aj pozitívne javy (aj keď iba ako vedľajší efekt), ako napríklad pri niektorých industriálnych krajinách s nedostatkom priestoru, alebo atraktívnych archaických kultúrnych krajinách, ktorým posun od produkčného smerom k multifunkčnému priestoru poskytuje novú ekonomickú bázu a integruje ich späť do spoločnosti.

BÜRGI et al. (2004) rozdeľuje hlavné hnacie sily (driving forces) procesov zmien v krajine na tieto základné typy: socio-ekonomické, politické, technologické, prírodné a kultúrne. Socio-ekonomické hnacie sily majú svoj základ v ekonomike. V súčasnosti sa prejavujúce ekonomické hnacie sily sú mechanizmus trhovej ekonomiky, globalizácia a dohody Svetovej obchodnej organizácie. Keďže socio-ekonomické potreby sú vyjadrené formou politických programov, zákonov, je zrejmé, že socio-ekonomické a politické hnacie sily sú veľmi úzko prepojené.

Nové technológie tiež intenzívne menia krajinu, príkladom by mohol byť impakt diaľnic a železníc na usporiadanie sídiel. Predpokladá sa, že v budúcnosti sa hancou silou zmien stanú aj informačné technológie. Prírodné „driving forces“ výrazne ovplyvňujúce krajinu môžeme rozdeliť na dlhodobé (globálna klimatická zmena) a krátkodobé (lavíny, hurikány, zosuvy). V prípade kultúry a jej vplyvu na krajinu je zreteľné obojsmerné vzájomné ovplyvňovanie, pri ktorom kultúra mení krajinu a zároveň krajina inokuluje kultúru daného spoločenstva.

Pri sledovaní zmien môžeme v krajine označiť niektoré plochy ako atraktory, čo sú

miesta ktoré majú väčší potenciál na zmenu ako okolitá krajina. Klasickým príkladom atraktora v krajine môže byť diaľničný východ, ktorý priťahuje rozvoj v podobe priemyslu, ubytovania a stavby nových ciest.

Prekuzory zmien v krajine môžeme definovať ako konkrétne socio-ekonomické, alebo krajinnno-ekologické podmienky prostredia podporujúce budúcu zmenu v štruktúre krajiny. Niektoré, ako napr. zlepšenie dostupnosti pomocou cestnej siete (zlepšenie exportných možností pre poľnohospodárstvo a priemysel), sú v krajine viditeľné, iné ako napr. cena nehnuteľností, poľnohospodárske dotácie a technologické zmeny sa krajinnne prejavujú iba ako neviditeľné príčiny prebiehajúcich zmien.

Z praktického hľadiska môžeme proces dynamiky urbanizácie definovať ako iteratívny pravdepodobnostný systém, v ktorom pravdepodobnosť ( $p$ ), že nejaké miesto ( $i$ ) v meste je využité určitým spôsobom ( $K$ ) v čase ( $t$ ), je funkciou zahŕňajúcou faktory pre to konkrétne využitie: vhodnosť ( $S$ ), dostupnosť ( $A$ ), príslušnosť k zóne využitia ( $Z$ ), vplyv susediacich plôch ( $N$ ) a stochastickú perturbáciu ( $v$ ):

$${}^t p_{iK} = f({}^t S_{iK}, {}^t A_{iK}, {}^t Z_{iK}, {}^t N_{iK}, v) \quad (2)$$

Pri tomto prístupe je pravdepodobnosť zmeny určitej plochy synergickou funkciou vyššie uvedených faktorov s temporálnym a stochastickým charakterom (WHITE et al. 1999, EX BARREDO et al. 2003).

Vývoj a modelovanie zmien v urbanizovanej krajine bol v posledných rokoch predmetom dvoch spoločných európskych projektov MURBANDY a MOLAND (BARREDO et al. 2004). Kým prvý z nich je predchodcom toho druhého a zameriava sa na rozvoj miest a ich bližšieho okolia, projekt MOLAND sa zaoberá sledovaním dynamiky vývoja krajiny na úrovni regiónov s využitím prostredia celulárnych automatov. Cieľom tohto modelu bolo predpovedať budúci vývoj využitia krajiny v rámci existujúcich krajinných plánov a stratégií, a porovnať ich alternatívne scenáre v zmysle ich efektov na budúci vývoj využitia krajiny.

Projekt MURBANDY pozostával z troch modulov. Prvým bol modul CHANGE, ktorého úlohou bolo merať dynamiku mesta vytváraním dátových súborov prebiehajúcich a minulých využítí zeme a transportných sietí. Neskôršie sa tieto zmeny analyzovali pomocou modulu UNDERSTAND, vysvetľovali a priraďovali indikátorom, ako napr. socio-ekonomické a fyzické premenné. Posledným modulom bol modul FORECAST, ktorý slúžil na tvorbu scenárov urbánnej expanzie na ďalšie roky. V projekte sa spracovala



dynamika zmien 24 európskych miest vrátane Bratislavy.

Výskum zmien využitia európskej krajiny po druhej svetovej vojne, bol realizovaný v medzinárodnom projekte Land Cover Change In Europe 1950-2000 (OLSCHOFSKY et al., 2006) preukázal, že zastavané územia a lesné plochy sa rozširujú na úkor poľnohospodárskej pôdy. Dynamika priemerných zmien využitia krajiny počítaná z 59 transektov predstavovala priemernú hodnotu okolo 1,5% skúmanej plochy, avšak treba podotknúť, že autori uvádzajú veľkú regionálnu variabilitu a nedostatočnú štatistickú hodnovernosť výsledkov.

## **2.2 Charakteristika industrializovaného a urbanizovaného prostredia**

Proces urbanizácie dnes ohrozuje viac druhov a je rozšírený (z geografického pohľadu) viac ako akákoľvek iná ľudská aktivita. Urbanizované krajiny prezentujú nové ekologické podmienky ako napríklad rýchle zmeny, chronické disturbancie a komplexné interakcie medzi štruktúrami a procesmi (ELMQVIST, 2009).

Všetky človekom ovplyvnené, pozmenené a pretvorené otvorené prírodné krajiny, môžu byť považované za disipatívne štruktúry, vzdialené od rovnovážneho stavu (NAVEH, 1994).

Takéto disipatívne štruktúry sú systémy udržiavané a stabilizované len permanentnou výmenou energie a entropie s ich prostredím. Hnané pozitívnou spätnou väzbou prostredia a vnútornými fluktuáciami, prichádzajú do nových režimov, ktoré generujú podmienky obnovy a zvýšenej produkcie entropie, pričom prechádzajú krátkymi a dlhými cyklickými fluktuáciami, nachádzajúcimi sa ďaleko od rovnovážneho stavu (NAVEH, 2000).

V kontraste k regeneratívnym samoorganizujúcim sa ekosystémom na slnečný pohon, sú urbánno-industriálne „techno-ekotopy“ človekom vytvorené umelo udržiavané systémy poháňané fosílnou a nukleárnou energiou a ich technologickou konverziou. Keďže úplne postrádajú samoorganizujúce a regeneratívne kapacity prírodnej krajiny, rezultujú do vysokých výstupov entropie, odpadu a znečistenia s ďalekosiahlymi škodlivými dopadmi na okolitú otvorenú prírodnú krajinu a ľudské zdravie.

Urbanizácia je jednou z fundamentálnych charakteristík európskej civilizácie. Rozširovala sa postupne od 8 stor. pr. Kr. z juhovýchodnej Európy cez celý kontinent. Mestá a spojenia, ktoré vytvárali boli vždy dôležitými faktormi vo vývoji a tvarovaní ich okolia. Polarizácia prostredia medzi urbánnym a rurálnym, a rovnako aj prístupnosť sú ešte

vždy dôležitými aspektami v dynamike krajiny. (ANTROP, 2003)

Podľa štúdie z roku 2005 *Revision of world urbanisation prospects* (OSN, 2006) žilo v mestách v roku 1900 iba 13% svetovej populácie, v roku 1950 to už bolo 29%, a v roku 2005 dosiahol pomer 49% celosvetovej populácie. Posledné predikcie OSN indikujú, že urbánna populácia dosiahne 60% v roku 2030, to znamená, že 4,9 miliardy ľudí z celkových 8 miliárd bude obývať urbanizované prostredie v roku 2030 (OSN, 2006). Väčšina z tohto nárastu miest sa odohrá v rozvojových krajinách, a hoci tento scenár bude zrejme podobný tomu euro-americkému zo začiatku minulého storočia, v absolútnej mierke bude počet miest, ktoré prejdú výraznými zmenami a počet zahrnutých ľudí oveľa väčší ako kedykoľvek predtým.

Veľká časť súčasnej urbánnej migrácie v rozvojových krajinách smeruje z koncentrovaných mestských centier do rozľahlých „sprawlujúcich“ metropolitných regiónov, alebo do malých až stredne veľkých miest, čo vedie k fyzickej expanzii urbanizovaných plôch (krajiny) a vzniku konglomerátov viacerých miest, tzv. megalopolis (GOTTMAN, 1961 ex LIU et al., 2002). Rýchly rozvoj urbanizácie sa zvyčajne deje na úkor poľnohospodárskej pôdy, deštrukcie prírodnej krajiny a krajinného rázu a zároveň aj vytrácaním sa verejných priestranstiev. Toto všetko má zväčšujúci sa dopad na globálne environmentálne zmeny. Podľa VITOUSEK (1994) sú zmeny využitia zeme jednou z troch dobre zdokumentovaných globálnych zmien, vedľa narastajúceho obsahu CO<sub>2</sub> v atmosfére a zmenách v biogeochemickom cykle dusíka.

Podľa SUPUKU (2000) sú mestá najvyššou formou ľudských sídel s obrovskou koncentráciou tvorivého potenciálu. Mestá sú charakteristické obrovskou komplexnosťou a vnútornou heterogenitou, avšak vyznačujú sa aj určitou mierou vnútornej organizácie v zmysle priestorového usporiadania a časových procesov (BOURNE, 1982). Od začiatku stavby miest niekedy pred 10.000 rokmi bola ich hlavnou úlohou obrana obyvateľov. Ich kompaktný tvar bol výsledkom snahy o minimalizovanie dĺžky ochranného obvodu a čo najmenšieho počtu prístupových bodov. Všetky spoločenské funkcie, ktoré boli pre spoločenstvo nepríjemné, alebo zaberali veľa miesta sa sústreďovali mimo mestských hradiel (cintoríny, trhy so zvieratami a pod.).

S príchodom industrializácie, sa usporiadanie mestských štruktúr dramaticky zmenilo. Rozšírenie priemyslu a dopravy vyústilo do bezprecedentnej urbanizácie, ktorá trvala hlboko do 20. storočia. V podmienkach Slovenska sa masívna zmena štruktúry mesta v

dôsledku industrializácie a následnej urbanizácie krajiny začala naplno prejavovať až v druhej polovici 20. storočia. Rozvoj miest je dnes synonymom pre mestskú expanziu. Mestský tlak na okolitú krajinu rastie rozširovaním industrializovaných a urbanizovaných plôch smerom von od centra. Toto rozširovanie smerom von je sprevádzané atrofovaním centra, a produkuje obrovské nezrovnalosti medzi centrom a okrajom mesta. Urbanisti dnes preto naliehavo potrebujú určiť stratégie prežitia pre mesto budúcnosti (THINH et al, 2002).

Dynamika mesta musí reflektovať viacero procesov: demografický vývoj, ekonomický vývoj, vzdialenosti (denné vzdialenosti medzi činnosťami, sídelnú mobilitu a pod.). Všetky tieto procesy participujú na udržiavaní urbánneho systému, upevňovaním jeho tendencií smerom k stabilite na makro-geografickej úrovni a stimulovaním alebo priamou tvorbou nového priestoru pre vznik fluktuácií, napr. disturbancií na mikro-geografickej úrovni (EL GHORDAF et al., 2009).

V aktuálnej diskusii o urbanizme je preferovaná stratégia kompaktného mesta, ktorá sa opiera o historický vývoj, a to práve faktormi, ktoré podporujú v prvom rade životné prostredie mesta. Vedľa modelu z „network city“, sieťového rozvoja mesta, má riešenie „compact city“ výhody, ako napr. lepšiu dostupnosť pešo a lepšie susedské vzťahy. Takéto vlastnosti sú predovšetkým výhodami v rámci trvalo udržateľného rozvoja miest v informačnom veku.

Pre britského architekta Richarda Rogersa, dizajnéra Centre Pompidou v Paríži a Millenium Dome v Londýne, kľúč k trvalej udržateľnosti miest spočíva v znovu-premyslení a znovu navrhnutí bohatej a pestrej, compactnej mestskej štruktúry s prekrývajúcimi sa činnosťami (ROGERS, 1995). Európska komisia v Zelenej knihe mestského životného prostredia (Green Paper on the Urban Environment, 1990) tvrdí, že hlavná výhoda tohto kompaktného mesta spočíva v jeho kladnom prínose vo vzťahu k trvaloudržateľnému rozvoju. Prakticky všetky mestské rozvojové koncepcie vytvorené v posledných rokoch stelesňujú cieľ vytvoriť kompaktné mestá (BEATLEY, 2000). Preto nie je prekvapujúce, že ideál kompaktného mesta sa stáva referenčným bodom, hlavnou hviezdou, pre mestské plánovanie a politiku v 21. storočí.

Výskum vývoja miest charakterizuje nedávne zvýšenie úsilia na meranie a štúdium kompaktnosti miest, až doteraz však definície pojmu „kompaktnosti“ boli rozmazané alebo len kvalitatívne (PONEL, 1999 ex THINH et al., 2002). Známe kvantitatívne meradlá

kompaktnosti štruktúry majú nevýhodu, spočívajúcu v nezachytení priestorových vzdialeností medzi individuálnymi zónami a preto nereflektujú premenlivé rozptýlenie v mestkých štruktúrach (EINIG et al., 1997; THINH, 1999).

THINH et al. (2002) sa vo svojej práci zaoberá analýzou trvalo-udržateľného kompaktného mesta. Podľa neho má kompaktné mesto dve charakteristiky: fyzickú a funkčnú. Fyzická kompaktnosť sa prejavuje v zmysle priestorovej konfigurácie vývoja využitia krajiny v rámci mesta. Funkčná kompaktnosť je vyjadrená v zmysle hustoty a premiešavania denných aktivít.

„*Urban sprawl*“ alebo „rozliezanie“ miest, tak ako to naznačuje už pomenovanie, je fenomén inherentne dynamického priestorového charakteru. Viacero nedávnych štúdií sa snažilo vytvoriť prostriedok na jeho charakterizovanie pomocou merania určitých priestorových vlastností asociovaných s *urban sprawl*, porovnávaním medzi metropolitnými oblasťami (EWING, PENDALL, CHEN, 2002, EX HASSE, LANTHROP, 2003).

Štúdie rozvoja čínskych miest (WU et YEH, 1997; XU, 2001 ex CHENG et MASSER, 2003) behom poslednej etapy industrializácie v Číne objavili determinujúce činitele rozvoja urbánneho prostredia na lokálnej úrovni ako napr. štruktúra investícií, štruktúra priemyslu, komercionalizácia ubytovania, prenájom pozemkov, mestké plánovanie, decentralizáciu rozhodovania a hlavných aktérov rozvoja ako sú vlády, samospráva miest, developeri.

WU & YEH (1997) aplikovali letecké snímky, GIS a metódy štatistickej analýzy na modelovanie vývoja krajinnej štruktúry v období rokov 1978/1987 a 1987/1992. Zistili, že hlavné determinanty rozvoja krajiny sa menili s meniacou sa vzdialenosťou miesta medzi okrajom mesta a mestým centrom, vzdialenosťou od mestkej rýchlostnej komunikácie smerom k uliciam mesta, a od menej ku viac fyzickogeograficky (reliéf, geologický substrát) závislým, podmieneným formám využitia zeme (CHENG et MASSER, 2003).

RODIEK (2009) klasifikoval urbanizované oblasti do troch zón. Prvou je urbánno-industriálna zóna, o ktorej Odum hovorí ako o neživej (*non-vital*). Tu sa ľudské stopy prejavujú najdominantnejšie. Architektúra, priemysel, transport, rezidencie a obchody sú nahustené na malej ploche. Druhou zónou je suburbánno-rurálna okrajová (prechodná) zóna kde sa prechodné (kompromisné), ochranné a produkčné využitie krajiny objavuje veľmi často. V tretej zóne dochádza ku zvýšenej proporčnej distribúcii ochranných a

produkčných využití krajiny. Tieto tri zóny spoločne vytvárajú megalopolitnú oblasť. Zóna 1 je mestské jadro (*urban core*). Zóna 2 je mestkou oblasťou (*urban region*). Zóna 3 je mestkou sférou (*urban realm*).

CAIRN (2008) vo svojej práci „Preparing for the Post-Industrial Age“, analyzuje budúce podmienky mestského prostredia bez podpory ekonomiky založenej na fosílnej energii. Opisuje naše mestá a predmestia ako „menej ako životaschopné“ habitaty, v ktorých sa populácia bude snažiť nájsť ekékoľvek dostupné zásoby potravín a zároveň varovne pochybuje o možnostiach vlád vyrovnat' sa prichádzajúcimi konfliktami postindustriálnych miest.

MIŠOVIČOVÁ (2008) uvádza základnú diferenciaciu mesta na vnútornú mestkú (sídlnú) časť a prechodné – kontaktné územie, pre ktoré ešte uvádza ďalšie pomenovania (napr. pufráčna zóna, prímestská krajina, krajinné zázemie). Prechodná krajina, alebo prechodný krajinný typ je tvorený prvkami technického aj prírodného charakteru, a môže plniť odlišné funkcie v závislosti od prevažujúcich prvkov, a spôsobov využívania. Na jednej strane sú zreteľné tendencie na využívanie potenciálu prechodnej krajiny na rekreačné účely (BORTEL, et al. 1993), na druhej strane (KOZOVÁ, 2002; ILKOVIČ 2002) však v prechodnom území nastáva tlak na budovanie priemyselných parkov na „zelených lúkach“, vyhýbajúc sa rekonštrukcii, alebo opätovnému využívaniu bývalých priemyselných areálov (takýto prístup zanecháva v krajine stopy v podobe tzv. hnedých polí - „*brownfields*“).

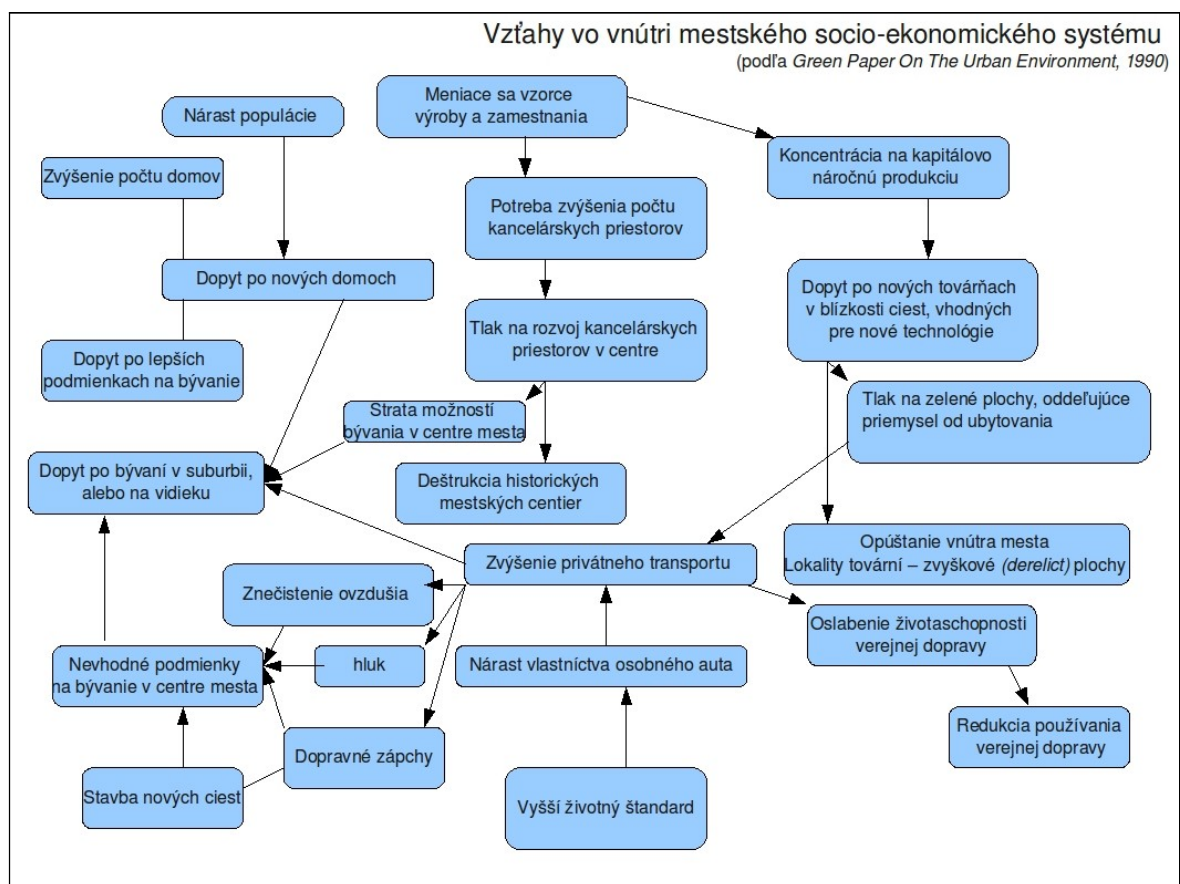
Podľa GARB et JACKSON (2006), je „*brownfield*“ rozvinutým územím (napr. továreň, okraje železnice, alebo bývalá vojenská základňa), ktoré je v súčasnosti „podvyužívané“ - často prázdne alebo opustené, a niekedy kontaminované, alebo s hroziacou kontamináciou. Sú to územia, ktoré voľný trh nedokáže znovuoživiť, kvôli veľkým investičným nákladom a rizikám, ktoré prevyšujú benefity vlastníkov. Dôsledky a cena takéhoto prístupu v zmysle architektúry miest a sociálnej sféry, sú však častokrát dosť veľké na to, aby ospravedlnili zvýšené náklady. Územie v centrálnych a prístupných lokalitách je neproduktívne, v zmysle urbánnej štruktúry a sídelných príjmov, a navyše kazí atraktivnosť a využiteľnosť okolitých parciel.

Podľa RODIEKA (2009) mestské centrá dominujú moderným industrializovaným ekonomikám. Tvorba ich štruktúry a ich definovanie ich funkcií bola poháňaná hlavne ekonomickými a politickými silami. Účel využitia konkrétneho urbánneho prostredia je

definovaný ľuďmi, ktorí ho obývajú, a ak je to tak, potom práve v týchto ľuďoch je skrytý kľúč ku vzniku múdrejšieho a viac racionálneho rozhodovacieho procesu.

Mestá môžu mať vysokú biodiverzitu, ale mestské prírodné areály sú často izolované a trpia úbytkom druhov. Urbánne habitaty sú vysoko dynamické, ovplyvňované biofyzikálnymi a ekologickými vplyvmi na jednej strane a sociálnymi a ekonomickými procesmi na druhej. Urbanizované krajiny nie sú teda len ekologickým experimentom, ale aj dlhodobým experimentom v sociálnej a ekonomickej sfére.

Štúdie zmien v urbanizovanej krajine môžu predstavovať základ pre lepšie pochopenie socio-ekonomických hnacích síl a reziliencie aj v iných ekosystémoch (ELMQVIST, 2009). Náčrt vzťahov v urbánnom ekosystéme podľa Green Paper On The Urban Environment (1990) je zobrazený v grafe 1.



Graf 1 Usporiadanie vzťahov vo vnútri mestského socioekonomického systému (podľa Green Paper On The Urban Environment, 1990)

BARREDO et al. (2003) na základe predchádzajúcich výskumov (TORRENS et SULLIVAN, 2001) prisúdil mestám viacero charakteristík komplexných štruktúr: fraktálovú dimenzionalitu, vnútornú podobnosť, samo-organizáciu a vývoj. Podobne ako

mnohé komplexné systémy ani mestá nie sú lineárnymi systémami a preto ich dynamika a pravidlá pre generovanie štruktúry a vývoja potrebujú vhodné nástroje na ich modelovanie a pochopenie.

Štúdie modelovania rozvoja silne urbanizovaných oblastí ako napríklad práca WANG et ZHANG (2001), ktorí riešili nárast urbanizovanej plochy vo vzťahu k rastu populácie v Chicagu, ukazujú že viaceré charakteristiky krajiny ako napríklad fragmentácia a izolácia jednotlivých prírodných spoločenstiev v okolí mesta. Aj keď sú oblasti s najkvalitnejšími, najzachovalejšími prírodnými hodnotami vyhlásené za chránené územia a obhospodarujú sa v režime ochranného manažmentu, a zároveň sa pripravuje aj ochrana nových území; integrita a životaschopnosť prírodných ekosystémov sa takmer s istotou zmení vplyvom akcelerovanej premeny poľnohospodárskej krajiny na urbánu štruktúru.

Dynamika urbánneho systému je priamym dôsledkom činností jednotlivcov, súkromných a verejných spoločností, ktoré pôsobia simultánne v čase v spoločnom priestore. Priestor mesta je teda výsledkom kontinuálneho simultánneho pôsobenia všetkých týchto vplyvov. BARREDO et al. (2003) identifikoval 5 skupín alokačných faktorov pre urbánne aktivity:

1. environmentálne charakteristiky
2. charakteristiky susedných plôch na lokálnej úrovni
3. priestorové charakteristiky mesta (napr. dostupnosť)
4. mestské a regionálne územné plány a stratégie rozvoja
5. faktory vzťahujúce sa na individuálne preferencie, úroveň politického rozvoja, socioekonomický a politický systém.

### **2.3 Problémy industrializácie Slovenska vo vzťahu k životnému prostrediu**

Podľa BARNOVSKÝ (2007) je priemyslenie krajiny prirodzeným historickým procesom v určitom štádiu spoločenského vývoja a je zároveň predpokladom a súčasťou modernizácie spoločnosti. Je diverzifikačným faktorom, rozširuje paletu profesií, vynucuje si zmeny v hospodárstve, urbanizácii, doprave, civilizačnom rozvoji a v sociálnom rozvrstvení spoločnosti.

Priemyselná revolúcia sa v podmienkach prevažne poľnohospodárskeho Uhorska začala neskôr vzhľadom k západoeurópskym krajinám a západnej časti habsburskej monarchie. Po vzniku spoločného štátu Čechov a Slovákov došlo k vyrovnaniu

ekonomických podmienok, ale pre ekonomicky slabšieho partnera, ktorým v tých časoch Slovensko bolo, to predstavovalo značnú nevýhodu a zväčšilo rozdiely v stupni spriemyselnenia medzi Slovenskom a českými krajinami v 20-tych rokoch 20. storočia. Až v roku 1937 sa priemyselná zamestnanosť dostala na úroveň pred prvej svetovej vojny (BARNOVSKÝ, 2007). Počas vojny mala priemyselná výroba vzostupný trend a v roku 1943 dosiahla svoj kulminačný bod. Avšak Slovensko bolo aj po skončení vojny poloagrárnou krajinou, kde rurálne pobyvatel'svo tvorilo takmer polovicu (48,1%) populácie (FALTUS, PRŮCHA, 1967, EX BARNOVSKÝ, 2007). Po prevrate v roku 1948 začali komunisti uskutočňovať industrializáciu Slovenska podľa vlastných a moskovských (studená vojna) predstáv. Industrializácia a plánovanie – na rozdiel od kolektivizácie poľnohospodárstva a politického systému – mali pomerne vysokú mieru podpory spoločnosti, keďže výskum verejnej mienky z roku 1949 ukázal, že 79% respondentov schvaľovalo spriemyslenie Slovenska.

Medzi oblasťami Slovenska, ktoré boli najviac ovplyvnené procesom industrializácie sa nachádza aj pohronská oblasť, vrátane Žiaru nad Hronom a podobne ako regióny Bratislava, Košice – Jelšava, Ponitrie (Nováky -Handlová), Považie a Rudňany – Krompachy, patrí medzi oblasti, ktoré boli najviac postihnuté emisiami škodlivých látok do ovzdušia.

O stavbe hlinikárne južne od Sv. Kríža (závodu SNP) sa začalo uvažovať už v polovici roku 1950 v Prahe. Hliník bol v období studenej vojny surovinou, ktorá podliehala ekonomickému embargu, potreba a dopyt po jeho výrobe v krajinách východného bloku bola teda podmienená aj týmto faktorom. V máji 1951 sa konali bilaterálne rokovanie v Prahe a Budapešti o dodávkach maďarského bauxitu a s výstavbou závodu sa začalo v novembri 1951, hoci dôvody, pre ktoré sa závod vybudoval v Československu a nie v Maďarsku, nie je dodnes presne známy. Továrň mala slúžiť predovšetkým na zbrojnú výrobu, a až do spustenia výroby nebolo medzi obyvateľstvom známe, čo sa tam bude vyrábať, bola teda v istom stupni utajenia.

Časť závodu bola spustená v roku 1953 a celý závod bol odovzdaný do prevádzky v auguste 1958. Avšak už v rokoch 1953-55 sa ukázalo, že pri prevádzke vznikajú škodlivé plyny obsahujúce CO, SO<sub>2</sub>, fluór, a ďalšie. Tieto plyny unikali do vzdialenosti až 15 km od závodu, podľa smeru a sily vetra. V obci Horné Opatovce ležiacej tesne pri závode, bol postihnutý takmer všetok dobytok a všetky včelstvá. Postihnutie dobytku sa čiastočne



prejavilo aj v obciach Ladomer a Vieska, emisie poškodzovali aj ovocné a lesné porasty.

Umiestnenie podobných závodov v zahraničí bolo vždy zvolené do lokalít vzdialených od sídiel a poľnohospodársky nevyužívaných, s dobrou prírodnou ventiláciou, a účinky škodlivých plynov boli redukované pomocou vysokých komínov, odsávaním a neutralizáciou. Závod SNP sa však naproti tomu nachádzal 200 metrov od obce, v kotline s výskytmi bezvetria až 30-40% na jeseň a v zime. Zo všetkých elektrolyzéro (pecí) unikalo do ovzdušia za 24 hodín 2400 kg fluóru vo forme zlúčenín. Negatívne vplyvy závodu na obyvateľstvo sa stali nakoniec neprekonateľnou prekážkou a obyvatelia dediny Horné Opatovce boli vysťahovaní na základe vyhlášky č.18 Zb. Z 26. februára 1963. Obec mala vtedy 1090 obyvateľov a úradne zanikla v roku 1969. Vplyv závodu na krajinu je zreteľný aj pri pohľade na najväčšiu skládku toxického odpadu na Slovensku, ktorú tvorí 45 metrov vysoká halda extrémne alkalického kalu, s rozlohou takmer 40 hektárov, obsahujúca 8 miliónov ton kalu a milión kubických metrov alkalických vôd.

Podobný deštrukčný efekt na životné prostredie malo aj viacero ďalších závodov na z obdobia 50-tych rokov minulého storočia. Závod Slovnaft v Bratislave, ktorý len dva roky po začatí výroby v roku 1959 spôsobil ekologickú katastrofu zamorením spodných vôd (zdroja pitnej vody) v Podunajských Biskupiciach a stal sa najväčším znečisťovateľom ovzdušia (oxid siričitý a sírovodík) a podzemných i povrchových vôd v Bratislave, je toho dostatočným príkladom. Medzi ďalšie závody, ktoré výraznou mierou prispievali k znečisťovaniu prostredia patrili po druhej svetovej vojne aj Elektráreň Nováky, Zemianske Kostolany a Handlová, Slovenské magnezitové závody v Košiciach, v Jelšave a v Hačave, chemické závody v Novákoch, v Handlovej, v Žiline a v Bratislave. Najhoršia situácia v stave životného prostredia bola práve v Bratislave, kde sa kumulovali efekty znečisťujúceho pôsobenia chemických a petrochemických závodov, spolu s nadmerným dopravným hlukom a problémami spojenými s odstraňovaním a uskladňovaním tuhého odpadu.

Hnacie sily procesu industrializácie v období 50-tych rokov minulého storočia boli hlavne potreba vytvorenia robotníckych pracovných miest v regiónoch, ktoré mali prevažne poľnohospodársky charakter, strategické dôvody a tlak Moskvy. Na Slovensku sa v tomto období umiestňovali prevádzky ťažkého priemyslu najviac poškodzujúce prírodu. Tento trend mal vtedy podporu slovenských politikov a národohospodárov, ktorí dúfali, že sa vybuduje základňa pre spracovateľský priemysel. Žiaľbohu sa však podcenilo

environmentálne hľadisko týchto priemyselných výroby, na čo vo všetkých prípadoch doplatila príroda, krajina a ľudia.

### 3 EKOLOGICKÉ MODELOVANIE

S pomocou modelovania dynamických systémov, vrátane cross-katalických sietí, holistických scenárov budúcnosti a iných integratívnych metód, by sme mali byť schopní zaoberať sa komplexnými prírodnými a kultúrnymi štruktúrami (NAVEH, 2000). Cross-katalické siete sú systémy, v ktorých sa vytvárajú nové vzťahy medzi ich prvkami pôsobením spätno-väzobných slučiek, súhrou ktorá podporuje tvorbu zmien, nových vzťahov a vzájomných závislostí (ELLINGSEN, LEVY, 2006). Podobne ako holistická krajinná ekológia, aj veľa ďalších teoretických aj aplikovaných vied, založených na rozvoji teórie systémov (napr. holistická vetva ekosystémovej ekológie reprezentovaná Eugenom Odumom), malo veľký úžitok z nedávneho pokroku počítačového modelovania a simulácií.

Modelovanie priestorových a časových zmien využitím modelov na predikciu minulých, prítomných a budúcich foriem využitia zeme postavené na určitých pravidlách, vzťahoch a vstupných údajoch, môže pomôcť identifikovať kľúčové hybné sily zmien využitia krajiny, poskytnúť informácie pre plánovanie scenárov vývoja, a vyplniť medzery v chýbajúcich údajoch. (KOLEKTÍV, 2006)

Model vo všeobecnosti je zjednodušenou reprezentáciou reality (LIU, 2002). V geografii sa modelu a modelovaniu sa v 60-tych rokoch minulého storočia dávali veľmi široké definície. V knihe *Models in Geography* (CHORLEY, HAGGET, 1967) mohol model predstavovať teóriu, zákon, hypotézu, štrukturovanú predstavu, vzťah, rovnicu alebo sériu rovníc, syntézu údajov, mapu, graf, alebo nejaký typ počítačového alebo laboratórneho zariadenia pre experimentálne účely. Toto široké chápanie bolo v 80-tych rokoch zúžené fyzickými geografmi na „akékoľvek pravidlo, ktoré generuje výstupy zo vstupov“ (HAINES-YOUNG, PETCH, 1986 ex LIU, 2002). Podľa tejto definície je teda model zariadenie alebo mechanizmus postavený na teoretickom základe, ktorý môže generovať nové informácie na otestovanie správnosti teórie, ktorá je v ňom použitá (LIU, 2002). Modelovanie sa vo vedeckej práci používa na pochopenie komplexných procesov, ktoré sa odohrávajú v skutočnosti a na opísanie ktorých nám pri navrhovaní modelu stačia zjednodušené symboly a pravidlá. S využitím modelov môžeme zjednodušiť komplexné

systemy, tak aby boli pochopiteľné a ovládateľné.

Schopnosť výskumníkov, manažérov a plánovačov kritickejšie a pripravenejšie vyhodnocovať dôsledky alternatívnych scenárov rozvoja zlepšuje šancu potenciálnych budúcich krajín na podporovanie pôvodnej biologickej diverzity, pomocou optimalizovania návrhu budúcej krajinej štruktúry, a zároveň uspokojovať potreby rastúcej ľudskej populácie (MANLEY ET AL, 2008).

MIKLÓS (1995, EX DRDOŠ et al. 1995) rozdelil modely geosystémov schematicky na dve úrovne. Prvou je *monosystémový model*, v ktorom sú prvky modelu tradične chápané „komponenty“ krajinej sféry a dôraz je na ich vertikálnych vzťahoch. Druhú úroveň predstavuje *polysystémový model*, kde sú prvkami systému priestorové subsystémy, ktoré sú zložené z prvkov krajinej sféry podľa monosystémového modelu na nižšej úrovni.

Chorley a Kennedyová (CHORLEY, KENNEDY, 1971, EX DRDOŠ, et al. 1995) na základe možnej interpretácie štruktúry geosystémov uvádzajú nasledovné modely:

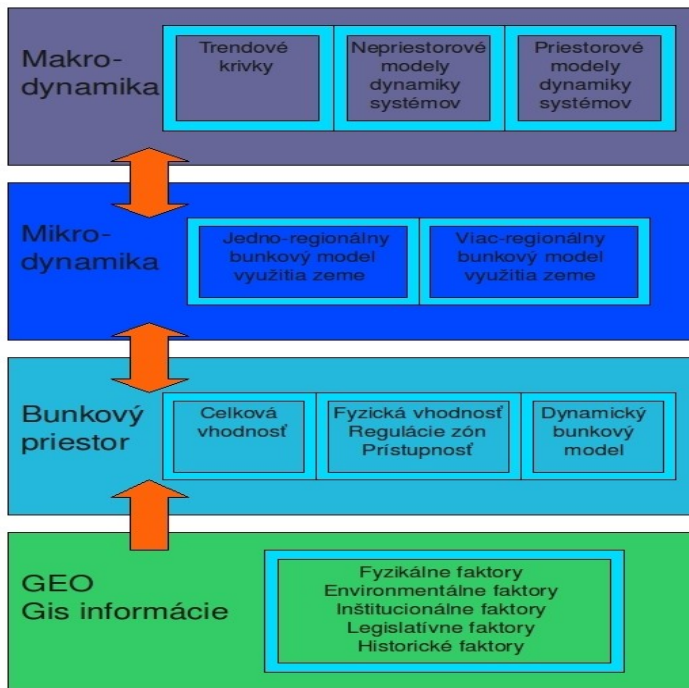
a) *morfologické systémy*, kde prvkami sú jednotlivé zložky, vlastnosti a vzťahy študované predovšetkým vo vertikálnom smere,

b) *kaskádové systémy*, ktorých prvkami sú subsystémy dynamicky prepojené v priestore kaskádou energo-materiálového toku,

c) *systémy procesu a odozvy*, tvorené aspoň jedným morfologickým a jedným kaskádovým systémom, pričom sú študované zmeny v morfologickej štruktúre subsystémov vplyvom energo-materiálového toku v kaskáde.

Podľa KILBRIDGA (1970) EX LIU (2002) je rozsah teoretického rozvoja v oblasti sčasti ekvivalentný rozsahu v ktorom využíva abstraktné modelovanie pre analýzu a predpovedanie.

Nakoľko je pre plánovačov a vedcov prakticky nemožné, aby skúmali rozvoj mesta v podmienkach laboratórií a na základe takýchto výskumov určili najvhodnejšie riešenia problémov rozvíjajúcich sa miest (je to neuskutočiteľné aj z hľadiska času, finančných a priestorových nárokov), modelovanie sa stalo jednou z najschodnejších a najviac preferovaných možností na skúmanie vývoja urbanizovaného prostredia. Výskumníci môžu takto vytvoriť umelé prostredie (obr.1) pre experimentovanie s komplexnými sociálno-ekonomickými a environmentálnymi elementami (LIU, 2002).



Obr. 1 Schéma predstavujúca úlohu bunkových modelov využitia zeme ako centrálnych prvkov pri prepojení socio-ekonomických a environmentálnych modelov na rozličných úrovniach (BARREDO, 2004).

Najväčšia časť dynamických modelov krajiny pozostáva z modelov navrhnutých na analyzovanie a reprodkovanie priestorového usporiadania krajinnej štruktúry, ktoré je výsledkom zmien využitia zeme. Priestorovo explicitné simulačné modely sa pokúšajú opísať a predpovedať vývoj ekologických atribútov menších oblastiach s jasnou lokalizáciou a konfiguráciou (BAKER, 1989). Podľa výsledkov modelu je možné navrhnúť lepšiu ochranársku stratégiu, alebo manažmentový plán, konfrontovaním alternatívnych výsledkov odlišných simulačných vstupov (STEYAERT, 1993).

Nedávny pokrok vo vývoji počítačov a špeciálnych programovacích jazykov pre priestorové modelovanie ako napr. SME, EcoSim a SELLES, podnietili vznik mnohých priestorových modelov a množstvo štúdií pre epidemiologické simulácie, zmeny krajinnej pokrývky a využitia zeme, dynamiky lesa, rozširovanie ohňa, dynamiku pobrežných ekosystémov a populačnú dynamiku.

Dominantná časť prístupu k modelovaniu spočíva na troch hlavných paradigmách: individuálne modely, procesné modely, a priestorovo orientované bunkové modely (*cellular automata*). Individuálne simulačné modely sa snažia o napodobenie individuálnych procesov pohybu, správania, narodenia, rastu a smrti podľa informácie o druhoch (genotyp, vek, história, a lokácia). Príkladom takého to modelu môže byť

*FORMOSAIC* na simulovanie dynamiky lesa.

Veľko-mierkové simulačné modely procesov modelujú úlohu fyzikálnych a ekologických procesov pri regulovaní a modifikovaní krajinnej štruktúry. Ako príklad môžeme uviesť model *CELLS*, ktorý simuluje dynamiku pobrežných mokradí, a *ELM*, vytvorený na predikciu odpovede krajiny na odlišné scenáre manažmentu povodia v oblasti Everglades na Floride (SOARES-FILHO, 2002).

Poslednou kategóriou sú bunkové modely charakterizované jednoduchosťou implementácie, schopnosťou replikovať priestorové formy a možnosťou na rýchlu adaptáciu na skúmanie viacerých typov priestorových fenoménov ako je rozširovanie ohňa, progres epidémie, lesnej dynamiky, rozširovania miest a zmeny využitia zeme.

### **3.1 Celulárne automaty (*cellular automata*) ako nástroj pre modelovanie vývoja krajiny**

Teória bunkových automatov sa prvýkrát objavila vďaka Johnovi von Neumannovi a Stanislawovi Ulamovi ako rámec na skúmanie logických zákonitostí vývoja živých systémov, konkrétne či sa samo-reprodukujúce vlastnosti biologických „strojov“ dajú redukovať do čisto matematických formulácií, teda či sa sily ovládajúce reprodukciu dajú redukovať do logických zákonov. V princípoch teórie bunkových automatov sú v podstate zabudované špecifikácie pre Univerzálny Turingov Stroj, podobne ako v moderných digitálnych počítačoch (TORRENS, 2001).

Podľa LEVYHO (1992) je bunkový automaton samostatne pracujúci nástroj na spracovanie informácií v logickom slede, ktorý vykonáva ďalšie operácie po vyhodnotení externých údajov podľa naprogramovaných inštrukcií. Aktuálny stav bunky je determinovaný jej predchádzajúcim stavom a stavom všetkých definovaných buniek susedstva, transformovaných v predošlom kroku podľa definovaných transformačných pravidiel. Celkové správanie sa systému je určené synergickým pôsobením všetkých lokálnych transformačných pravidiel.

Celulárne, alebo bunkové automaty, dostali svoje pomenovanie podľa skutočnosti, že ich základnou stavebnou jednotkou je bunka (*cell*), v čom sa podobajú na rastové prostredie GIS. Druhú časť ich názvu tvorí pomenovanie jednoduchého transformačného pravidla - „*automaton*“.

Konvenčný bunkový automaton pozostáva z týchto súčastí (BARREDO et al, 2004):

- *Euklidovského priestoru* rozdeleného do usporiadania identických buniek, pričom pre geografické aplikácie je najpraktickejšie využitie 2-3 dimenzionálneho usporiadania;
- *susedstvo buniek (cell neighbourhood)*. Pre analýzu difúzných procesov, prípadne energo-materiálových tokov postačuje *Von Neumannovo* susedstvo (4 najbližšie bunky), alebo *Moorovo* susedstvo (8 najbližších buniek). Pri práci so socio-ekonomickými procesmi je však potrebné definovať širšie susedstvá;
- *množina diskretných bunkových stavov (cell states)*;
- *množina transformačných pravidiel (transition rules)*, ktoré určujú stav bunky ako funkciu stavov buniek v definovanom susedstve;
- *diskrétné časové kroky*, kedy sa všetky bunkové stavy simultánne aktualizujú.

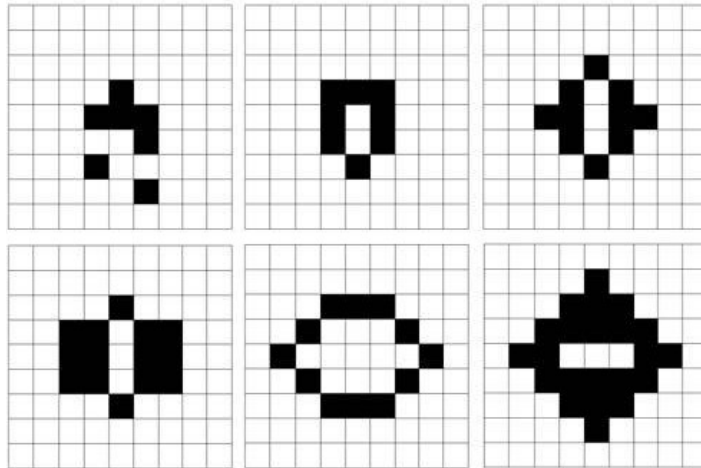
Prvou dôležitou aplikáciou bunkových automatov bola teória Johna Conwaya nazvaná „Game of Life“ (GARDNER, 1972, EX LIU, 2002). „Life“ predstavoval dvojdimenzionálnu sieť s dvoma možnými stavmi bunky a 8-bunkovom susedstve (*Moorove susedstvo*). Tieto dva možné stavy predstavovali bunku buď živú, alebo mŕtvu. V tejto teoretickej hre boli pre život bunky definované nasledujúce pravidlá.

- *Prežitie*: živá bunka s dvoma až troma živými bunkami susedstva, prežije do nasledujúcej generácie.

- *Smrť*: živá bunka s menej než dvoma živými, alebo s viac ako troma živými bunkami v susedstve zomiera buď na izoláciu, alebo premnoženie.

- *Narodenie*: mŕtva bunka s presne troma živými bunkami v susedstve sa v nasledujúcej generácii stáva živou.

Použitím týchto jednoduchých pravidiel je model schopný generovať veľmi komplexné štruktúry v procese „života“ jednotlivých generácií buniek. Obrázok 2 predstavuje jednoduchú simuláciu výsledkov vytvorených týmto modelom.



Obr. 2 Jednoduchá simulácia postavená na Conway-ovej “Game of Life.” Čierne bunky sú živé, biele bunky sú mŕtve; t časový krok (podľa LIU, 2002).

Bunkové automaty môžeme formulovať použitím matematického zápisu. Pre individuálnu bunku v bunkovom automate môžeme napísať nasledovné:

$$s_{it+1} = f(s_{it}, I_{jt}^h) \quad (6)$$

, kde  $s_i$  je stav danej bunky  $i$  v čase  $(t+1)$ .  $f()$  opisuje funkčný vzťah, kde  $s_i$  a vstup zo susedstva  $I$  (pri veľkosti susedstva  $h$ ) z najbližšieho susedstva bunky  $j$  v čase  $t$  ovplyvňujú prechod bunkového stavu v ďalšom časovom kroku. Celkovo môžeme bunkový automat zapísať ako:

$$\{s_{t+1}\} = f(\{s_t\}, \{I_{jt}^h\}) \quad (7)$$

V tejto rovnici je anotácia identická ako predtým, avšak  $S$  označuje množinu všetkých stavov buniek v bunkovom automate, a výraz  $\{I_{jt}^h\}$  znamená množinu všetkých vstupujúcich susedstiev (TORRENS, 2000).

Skutočné socioekonomické systémy sa vyvíjajú v geografickom priestore obsahujúcom heterogenitu na všetkých úrovniach detailov, a sú tvorené interakciami procesov odohrávajúcich sa na rozličných mierkach. Modely na základe bunkových automatov by mali byť schopné zvládnuť tieto aspekty reality. Kalibrácia bunkového modelu zahŕňa nájdenie správnych hodnôt pre váhového koeficientu (*weighting parameter*), ktorý nemá absolútnu hodnotu, je to skôr relatívna hodnota zmysluplná vo vnútri konkrétneho modelu.

V poslednom období urbáného modelovania vznikalo množstvo štúdií o využití bunkových automatov na modelovanie vývoja miest (BATTY et al., 1997, O'SULLIVAN

et TORRENS, 2000, WHITE et ENGELN, 2000).

Keďže sú urbánne systémy veľmi husto obývanými oblasťami s vysoko prepojenými prvkami využitia zeme, modelovanie budúceho vývoja ich vzťahov nám pomáha pochopiť hnacie sily zmien využitia krajiny, vytvárať budúce scenáre a hodnotiť možné environmentálne impakty (LAMBIN et GEIST, 2006). Pre tieto účely bolo zhotovených viacero modelov vývoja urbanizovaného prostredia. V porovnaní s modelmi pre otvorenú krajinu, urbánne štruktúry sú ovplyvňované hlavne ľudskými aktivitami, sociálnymi procesmi a interakciami medzi človekom a prírodou.

V niektorých kľúčových oblastiach reprezentujú bunkové modely významné zlepšenie oproti predchádzajúcim generáciám urbánnych simulačných modelov: priestorovosť, decentralizácia, afinita k novým technikám pre priestorové analýzy, citlivosť k detailom, prepojenie funkcie a formy, dynamika, teoretickosť, jednoduchosť, spojenie makro a mikro prístupu a vizualizácia (TORRENS, 2000).

### **3.2 Modelovanie v programe DINAMICA EGO v1.4**

Do poslednej kategórie spadá aj model *DINAMICA EGO*, ktorý bol aplikovaný na simulovanie dynamiky krajiny v Amazónskej oblasti a môže byť považovaný za strednomierkový regionálny model odlesňovania v tródoch. Tento model zahŕňa viac krokovú stochastickú simuláciu s dynamickými priestorovými transformačnými pravdepodobnosťami vo vnútri kartografického susedstva. Jadro modelu využíva špeciálne vytvorené transformačné funkcie na reprodukovanie rozmerov a foriem krajinných zmien (ako sú napr. odlesňovanie spôsobované rozdielnymi činiteľmi). Na parametrizáciu modelu je použitá logistická regresia, výsledky ktorej indikujú oblasti najvhodnejšie pre každý typ transformácie, využitím údajov z diaľkového prieskumu.

*DINAMICA* využíva na ako vstupné údaje tematické mapy využitia krajiny, alebo krajinnej pokrývky a vybrané priestorové premenné štrukturované v dvoch podmnožinách podľa ich statickej alebo dynamickej povahy.

Ako výstup generuje simulované mapy využitia krajiny (jednu pre každý časový krok); mapy priestorových pravdepodobností (*spatial transition probability maps*), ktoré zobrazujú pravdepodobnú zmenu bunky na pozícií  $(x, y)$  zo stavu  $i$  na stav  $j$  (kde  $i$  a  $j$  sú formy využitia zeme); mapu dynamických priestorových premenných. Model prijíma súbor rastrových dátových kociek a generuje nový súbor.



Pri simulácií pracuje model vo fázach, kde každá má svoje vlastné parametre:

1. počet časových krokov;
2. transformačnú maticu, tvorenú hodnotami fixovanými v konkrétnej fáze;
3. možnú saturačnú hodnotu (*eventual saturation value*) pre každú kategóriu využitia zeme;
4. minimálny prechodový čas pre každý typ transformácie (predtým ako bunka zmení svoj stav);
5. koeficienty logistického modelu aplikované na vypočítanie každej priestorovej pravdepodobnosti  $P_{ij}$ ;
6. percentá transformácie vykonávanej každou transformačnou funkciou spolu s parametrami priemernej veľkosti plôšky (*mean patch size*) a variancie veľkosti plôšky (*patch size variance*) každej kategórie využitia zeme.

Každá fáza má fixné parametre, následne môžeme teda model použiť vo viacerých fázach, z ktorých každá pozostáva z viacerých časových krokov (obr. 3).

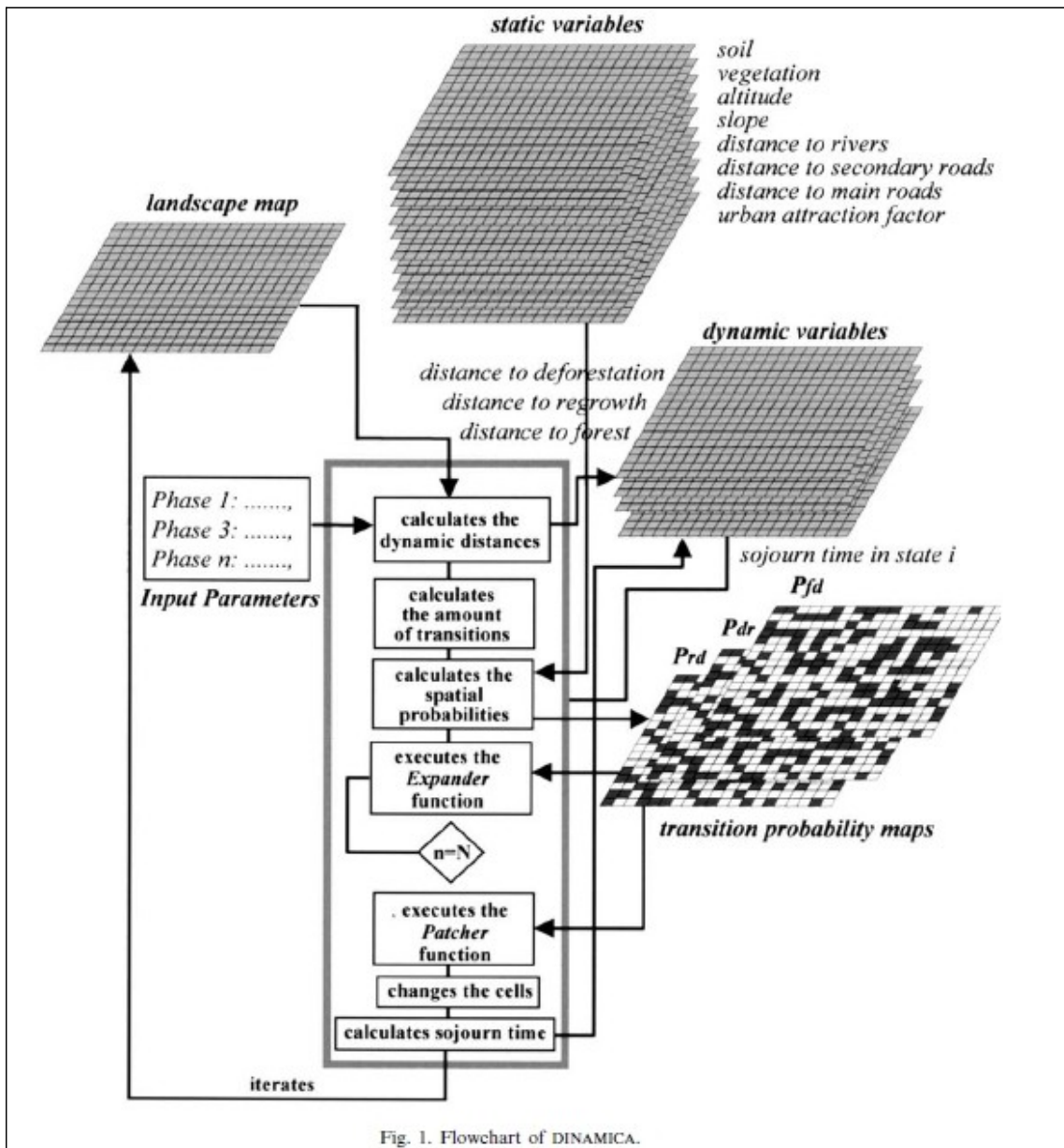


Fig. 1. Flowchart of DINAMICA.

Obr. 3 Základný algoritmus programu modelu DINAMICA (SOARES-FILHO, 2001)

## **4 CHARAKTERISTIKA SKÚMANÉHO ÚZEMIA**

### **4.1 Charakteristika prírodných pomerov oblasti Žiar nad Hronom**

#### **4.1.1 Geografická alokácia**

Záujmové územie sa nachádza v intraviláne mesta Žiar nad Hronom. Administratívne patrí územie do Banskobystrického kraja (identifikačné číslo 6), okresu Žiar nad Hronom (identifikačné číslo 613). Hranicu územia predstavuje kataster mesta Žiar nad Hronom a kataster obce Ladomerská Vieska (Príloha 1).

#### **4.1.2 Geomorfologické pomery**

Podľa regionálneho geomorfologického členenia (MAZÚR, LUKNIŠ, 1978) leží záujmové územie Alpsko-himalájskej sústavy, v podsústave Karpaty, provincii Západné Karpaty, subprovincii Vnútorne Západné Karpaty, v geomorfologickom celku Žiarska kotlina, ktorá je súčasťou oblasti Slovenského stredohoria. Kotlina má prevažne hladko modelovaný reliéf s relatívnymi výškovými rozdielmi do 100 m. Ide o intravulkanickú poklesovú prepadlinu, tektonicky oddelenú od priľahlých stratovulkanických centier Štiavnických vrchov, Kremnických vrchov a pohoria Vtáčnika zlomami SSV-JJZ a JV-SZ smeru. Vulkanické formy okolia tejto oblasti prekonali zložitý geomorfologický vývoj. Pôvodné sopečné formy neogénnych vulkánov podľahli účinkom exogénnych činiteľov, z ktorých najmohutnejšie sa prejavila činnosť dažďovej vody a mechanický rozpad hornín. Erózia riek a svahové procesy vytvorili zarovnané plochy, tzv. denudačné rovne v Kremnických vrchoch, Vtáčniku a Pohronskom Inovci v nadm. výške 700-900 metrov (LACIKA, 1994).

Žiarsku kotlinu na západe, východe až juhozápade obmedzujú tektonické línie, pozdĺž ktorých kotlina poklesla. Relatívne výškové rozdiely sa na jej území pohybujú medzi 30 až 100 metrov, len v severovýchodných častiach dosahujú až 150 metrov.

V Žiarskej kotline má rieka Hron tri terasy. Najvyššia je asi 50-60 m, stredná 20-25 m a spodná asi 5-10 m nad hladinou rieky. Morfologicky tvorí stredná terasa výraznú hranu smerom k doline Hrona. Povrch terasy je takmer rovný s miernym sklonom k juhovýchodu a juhu. Čiastočne je rozrušený pozdĺžnymi ryhami v smere juhovýchod-severozápad. Tieto ryhy pri vyústení do údolnej nivy Hrona tvoria strmé svahy. Pozdĺž Hrona sa tiahne 1 až 2,5 km široká poriečna niva, ktorá predstavuje osobitný krajinný podcelok Žiarskej kotliny tzv. Žarnovické podolie (KELEMEN, 1986).

Z južnej strany sa na kotlinu pripája geomorfologický celok Štiavnické Vrchy

svojím podcelkom Hodrušskou hornatinou. Štiavnické vrchy majú veľmi pestré geologické zloženie, ktoré sa odráža aj v pestrosti reliéfu. Pohorie vzniklo v neogéne počas viacerých vulkanických fáz. Medzi jednotlivými sopečnými fázami, ale najmä v štvrtohorách bola značne poznamenaná ich pôvodná sopečná štruktúra vplyvom tektonických síl a morfolodynamických procesov. Takto boli vypreparované hlbšie uložené sopečné telesá, ktoré v súčasnosti vystupujú ako tvrdoše v menej odolných sopečných tufoch a aglomerátoch. Tvorí ich celá mozaika andezitových ostrovčekov v západnej a východnej časti pohoria, ale aj ryolitov a dacitov v jeho strednej časti. Touto pestrou mozaikou rôzne odolných sopečných hornín Štiavnické vrchy predstavujú mnohotvárnny, horizontálne silne rozčlenený reliéf so striedajúcimi sa hlbokými rássochami, oddelenými často hlbšie zarezanými dolinami so zovretým priečnym profilom (Richňavská, Rudnianska, Hodrušská a i.). Niektoré chrbty naznačujú pôvodnú úroveň plošín. Štiavnické vrchy nemajú výrazne vyvinutý hlavný hrebeň - je niekoľkokrát prerušený a na mnohých miestach prechádza do plošín a znížení. (KRAJČOVIČ, 2004).

Z východu do skúmaného územia zasahuje geomorfologický celok Kremnické vrchy tvoriace geomorfologický celok vulkanického pôvodu v Západných Karpatoch, ktorý sa tiahne v smere sever – juh v dĺžke 32 km a šírke 2 – 20 km. Najvyšší bod Kremnických vrchov je Flochová (1 318 m), najnižší bod je ústie Kremnického potoka do Hrona (260 m). Geologické zloženie predstavuje súbor sopečných hornín zastúpených najmä andezitmi, ryolitmi, sopečnými brekciami a tufmi. Povrch Kremnických vrchov je rozčlenený do sústavy chrbtov a rássoch, striedajúcich sa s hlbokými dolinami, časté sú bralnaté tvary a kamenné moria. Z morfológického hľadiska je významná skupina skaliek na hlavnom hrebeni Kremnických vrchov, ktoré reprezentujú rozpadnuté čelá lávového prúdu pyroxenického andezitu vrcholového typu (ČUKA, 2006).

#### **4.1.3 Geologické pomery**

Základné informácie o geológii Žiarskej kotliny pochádzajú z geologickej mapy v mierke 1:50000 a priloženého podrobného popisu geologickej situácie v dotknutom regióne (KONEČNÝ, 1998). V okolí kotliny sa nachádza drahokamová mineralizácia rudných žíl, a preto bol hodrušsko-štiavnický región v Európe známy už v stredoveku. Vývoj Žiarskej kotliny sa začal vo vrchnom bádene (sarmate) poklesmi pozdĺž syngenetických zlomových štruktúr, pričom mocnosť sedimentárnej výplne dosiahla až 2

000 m. Túto výplň tvoria mocné súvrstvia tufitov, ílovcov a zlepcov s tenkými vložkami uhlia a limnokvarcitov. Žiarska kotlina geneticky súvisí s handlovskou panvou, avšak morský spodný miocén v nej nebol zistený. Podložie je pravdepodobne tvorené jednotkami tatrika, veporika a hronika, pričom výplň kotliny pochováva aj produkty štiavnického stratovulkánu. Územie samotnej kotliny bolo formované koncom pliocénu a v kvartéri pôsobením exogénnych činiteľov, najmä eróznodenudačnými procesmi a periglaciálnymi, soliflukčnými procesmi. Žiarska kotlina a nadväzujúca časť Kremnických vrchov predstavuje výraznú tzv. Žiarsku depresiu, ktorej dno dosahuje v západnej časti viac ako 200 m pod úroveň mora a v severnej časti nasadá na starší kremnický graben. V západnej časti sa Žiarska depresia kryje s morfológiou kotliny a vo východnej časti sú do nej zahrnuté produkty ryolitového vulkanizmu, ktorého prienik sleduje priebeh tektonických zlomov. Výplň depresie je tvorená vulkanosedimentárnymi komplexami bádenu a sarmatu, v západnej časti aj limnickými sedimentárnymi komplexami panónu a pontu. Najmladší vývoj územia je datovaný približne od polovice pliocénu (dák), kedy sa skončila jazerná sedimentácia. Mladší pliocén (roman) je charakteristický začiatkom etapy kontinentálneho fluvialno-terestrického vývoja územia a formovaním súčasnej riečna siete. Postupné prehlbovanie v spodnom a strednom pleistocéne pozdĺž hlavných zlomov viedlo k vzniku rozsiahleho systému riečnych terás, ktoré boli v postglaciálnom období (holocéne) na mnohých miestach prekryté nivnou fáciou. Predmetný región je na základe týchto skutočností zaraďovaný do inžiniersko-geologického rajónu údolných riečnych náplavov, resp. rajónu náplavov terasových sedimentov. Je postihnutý mnohými zosuvmi a zosuvnými prúdmi, ktoré sú založené na ílovitom neogénnom podloží kvartéru. Taktiež sa tu vyskytujú svahové deformácie, a to hlavne na okrajoch vulkanických pohorí v miestach, kde vulkanické horniny ležia na mäkkších terciérnych horninách.

#### **4.1.4 Stabilita a seizmicita záujmového územia**

Napriek skutočnosti, že Žiarska kotlina je ako celok postihnutá sústavou poklesov založených na poruchách gravitačno-tektonického pôvodu, na ktorú sú viazané svahové gravitačné pohyby rôzneho charakteru a aktivity, záujmové územie je hodnotené ako stabilné. V jeho blízkosti sú svahové deformácie opísané medzi Hornou Žďanou a Janovou Lehotou (smerom do Žiarskej kotliny), kde svahové hliny prechádzajú do plošných zosuvov. Charakter krajiny v okolí Lovčíc, Hornej Žďane a Dolnej Trnávky je zas postihnutý výmloňovou eróziou. Reliéf záujmového územia a jeho okolia

je rovinatý a územie stabilné, teda nehrozí nebezpečenstvo vzniku svahových pohybov, ktoré by ohrozovali realizáciu stavby, resp. samotnú prevádzku. Podľa mapy seizmicity (STN 73 0036) spadá záujmové územie do oblasti s možnou seizmickou aktivitou 6° M.C.S.

#### 4.1.5 Klimatické pomery

Žiarska kotlina má znaky prechodného podnebia medzi vnútrozemským a oceánskym. Vplyvy oboch podnebí sa neprejavujú pravidelne, sú nestále a menia sa v krátkych obdobiach za sebou. Z toho vyplýva, že hoci podnebné pomery sú v okrese celkom priaznivé, majú veľkú nestálosť a premenlivosť počasia.

Miestna klíma je pre lokalizáciu priemyselnej aktivity nepriaznivá. Znížená priaznivosť vyplýva z častého výskytu nepriaznivých rozptylových podmienok podmienených najmä silnými prízemnými inverziami a slabou veternosťou v kombinácii s množstvom vyprodukovaných emisií v Žiarskej kotline. Najviac inverzií sa vyskytuje v najnižšie položených údolných oblastiach. Prízemné inverzie vo vertikálnych výškach do 100 m sa tu vyskytujú v priemere v 200-225 dňoch. Veternosť je slabá najmä v údolnej nive Hrona, kde sa vyskytuje 50 % situácií s povetím a veľmi slabým prúdením vzduchu o priemerných rýchlostiach do 1 m/s.

V dôsledku stekania chladného vzduchu v noci do kotliny zo Štiavnických vrchov a slabého JV prúdenia vzduchu, ktoré prevláda v Žiarskej kotline najmä od večera po rannú dobu, dochádza k zanášaniam znečisťujúcich látok do kotlinového priestoru. Pri tomto transporte sa rýchlosť vetra a tým aj jeho unášacia sila znižuje. V styku s vyššími pahorkatinnými okrajovými polohami sa vietor ešte viac zoslabuje a zároveň deformuje. Tým za spolupôsobenia stabilného zvrstvenia ovzdušia na nižších údolných a kotlinových polohách dochádza v horných častiach dolín orientovaných v smere prevládajúceho prúdenia vzduchu k zvýšeným koncentráciám škodlivín.

V dôsledku značnej vertikálnej členitosti sú na pomerne malom území okresu veľké odlišnosti v klíme jednotlivých jeho častí. Na území okresu Žiar nad Hronom môžeme vyčleniť tri klimatické oblasti (KELEMEN, 1986):

A/ teplá oblasť do výšky 400 m n. m. – je to najteplejšia a najsuchšia oblasť s priemernou ročnou teplotou 8 °C /oblasť údolia rieky Hron/

B/ mierna oblasť – priemerná ročná teplota sa pohybuje pod 8 °C s množstvom zrážok od 600 do 800 mm. Hranicu medzi mierne teplou a chladnou oblasťou určuje priemerná

júlová teplota 16 °C.

C/ chladná oblasť – zaberá najvyššie horské oblasti okresu, pričom priemerná ročná teplota je nižšia ako 5 °C a ročne tu padne viac ako 800 mm zrážok (KOLEKTÍV, 1995).

Imisie vo voľnom ovzduší sú sledované hygienickou službou v sústave zhruba hexagonálnej siete odberových miest. Pravidelne sa zabezpečuje sledovanie fluoridov, oxidu siričitého, polietavého prachu, oxidov dusíka na siedmich odberových miestach v emisnej zóne. Od mája 1994 sa tiež monitoruje ozón a oxid uhoľnatý na odberovom mieste Regionálneho úradu verejného zdravotníctva Žiar nad Hronom. Pravidelne zabezpečujú aj sledovanie sedimentačnej prašnosti na ôsmich odberových miestach.

Tabuľka 1: Znečistenie ovzdušia podľa indexu znečistenia za roky 1993 – 2000 zo skupiny spoločností ZSNP a.s. Žiar nad Hronom (Pariláková, 2001)

rok	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Index znečistenia	4,01	2,97	1,63	1,56	1,49	1,44	1,29	0,96

Funkčná delimitácia Žiarskej kotliny vo vzťahu k priemyslu a podľa klimatického potenciálu je príkladom zníženej únosnosti miestnej klímy na antropogénnu záťaž. Umiestnenie hlinikárne v oblasti kde i v dôsledku výrazných zmien v technológii výroby hliníka dochádza stále k negatívnemu ovplyvneniu kvality ovzdušia i životného prostredia možno hľadať súvislosti práve v nízkom klimatickom potenciály najmä v údolnej a kotlinovej krajine (PARILÁKOVÁ, 2001).

#### 4.1.6 Hydrologické pomery

Žiarskou kotlinou preteká rieka Hron. Je tokom II. rádu s celkovou dĺžkou 284,0 km a plochou povodia 5464,5 km<sup>2</sup>. Rieka Hron vytvorila v Žiarskej kotline meandre a pokryla ju riečnymi nánosmi. Rieka Hron patrí do snehovo-dažďového režimu odtoku s akumuláciou vôd v novembri až februári, vysokou vodnosťou v marci až máji (najvyššie prietoky v apríli), s najnižšími prietokmi v skorom jesennom období (september – október) a v zime (január – február), s podružným maximom prietokov v novembri a začiatkom decembra. Priemerný maximálny prietok vody sa pohybuje okolo 97,4 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> a minimálny okolo 25,5 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. V skúmanej oblasti má rieka Hron Chotárny potok a potok Zváraliská ako 2 ľavostranné prítoky, Kremnický a Lutilský potok ako pravostranné prítoky. Okrem nich sa do Hrona vlievajú viaceré menšie bezmenné prítoky. V území sa nachádza aj zvyšok starého ramena rieky v súčasnosti známy ako Žiarsky rybník (3,6 ha).

Z geotermálneho hľadiska možno Žiarsku kotlinu charakterizovať ako geotermicky vysoko aktívnu oblasť. Teploty v hĺbke 1000 m dosahujú 55 – 60 °C, hustota tepelného toku sa pohybuje od 80 do 100 mW/m<sup>2</sup> s charakteristickou hodnotou 95 mW/m<sup>2</sup>. Značná časť predterciérneho podložia kotliny je charakterizovaná teplotami 100°C a vyššími v hĺbke pod 2100 m a hlbšie. Najvyššie teploty sú v strednej časti kotliny v čiastkovej depresii medzi Lovčou a Žiarom nad Hronom, kde v hĺbke 3400 až 3500 m je teplota okolo 130°C. Od stredu smerom k okrajom kotliny teplota na predterciérnom podloží klesá, čo súvisí so znižovaním sa hĺbky predterciérneho podložia.

Chemické zloženie geotermálnych vôd v Žiarskej kotline pravdepodobne reprezentuje Ca-Mg-SO<sub>4</sub>, resp. Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub> typ s mineralizáciou 2-4 g/l a obsahom CO<sub>2</sub> príp. H<sub>2</sub>S. Navrhované sú tri oblasti, resp. lokality na overenie geotermálnych vôd pomocou geotermálnych vrtov. Je to oblasť elevácie medzi Lutilou a Lovčicou, oblasť Horná Ždaňa – Dolná Ždaňa – Hliník nad Hronom a oblasť Slaskej.

#### **4.1.7 Pôdne pomery**

Na charakter pôdy vplyvajú rôzne prírodné činitele, ako geologický podklad, reliéf, klíma, hydrologické pomery i rastlinstvo.

V Žiarskej kotline prevládajú ilimerizované až oglejené pôdy, ktoré sa občas striedajú s hnedými lesnými pôdami. V údolnej nive Hrona a Lutilského potoka sa vyskytujú aj nivné pôdy. Pôdy sú stredne ťažké až ťažké. Ornica je hlinitá až ílovitohlinitá. Hnedé lesné pôdy sú prevládajúcim pôdnym typom v Žiarskej kotline a jej horskej obrube. V nižších polohách do 700 m n. m. sa nachádzajú hnedé lesné pôdy nasýtené, vo vyšších polohách nenasýtené. Nivné pôdy sú v nižšie položených miestach v doline Hrona a jeho prítokov. Patria k mladým pôdam. Pri zvýšení hladiny rieky Hrona bývajú často zamokrené.

#### **4.1.8 Charakteristika flóry územia**

Podľa fyto geografického členenia územia Slovenska (FUTÁK, 1980) patrí širšie záujmové územie do oblasti západokarpatskej flóry, obvodu predkarpatskej flóry, okresu Slovenské stredohorie. Prevažná časť územia patrí do podokresu Štiavnické vrchy a Vtáčnik. V území sú zastúpené prevažne karpatské druhy rastlín, hlavne v pohorí Štiavnických vrchov, ktoré zaberá značnú časť sledovaného územia. Od juhozápadu, prípadne aj z inej strany sem prenikajú aj panónske, teplo a suchomilnejšie druhy a na



viacerých lokalitách sa ich areály výskytu prelínajú s areálmi karpatských druhov. Vzhľadom na geologické podložie sa tu vyskytujú viac kyslomilné, ako vápnomilné druhy. Pôvodné zloženie a zastúpenie druhov môžeme pozorovať väčšinou len v hornatejších oblastiach. Priamo v kotline sa vyskytujú viac druhy ruderalne a celkový výskyt jednotlivých taxónov je silne ovplyvnený človekom.

V druhovom zložení rastlinstva sa odráža aj stupňovitá členitosť územia. Z vegetačných stupňov je tu zastúpený (TREMBOŠ, 1997):

- nížinný stupeň s teplomilnou flórou siahajúcou približne do nadmorskej výšky 230 m n.m., zastúpený len na nive toku Hrona,
- stupeň pahorkatín od 230 do 400 m n.m., charakterizovaný dubovými a dubovo-hrabovými lesmi,
- stupeň podhorský, submontánny, od 400 do 600 m n.m., pokrytý pôvodne bukovými alebo bukovo-jedľovými lesmi, dnes na mnohých miestach značne pozmenenými porastami, často so smrekom, na slnečných expozíciách aj s borovicou.

Najvýznamnejšími druhmi sú druhy vyskytujúce sa v prirodzených alebo prírodne blízkych biotopoch, nakoľko majú vysokú genofondovú hodnotu. Okrem nich sa v území nachádzajú aj ďalšie druhy viazané na ľudské sídla a jeho činnosť v krajine – ruderalna vegetácia a flóra, burinné druhy, kultúrne druhy a pod.

Za potenciálnu prirodzenú vegetáciu považujeme také typy rastlinných spoločenstiev, ktoré sa na danom území nachádzali pri absencii antropogénnych zásahov. Túto tendenciu prirodzeného vývoja predstavujú v záujmovom území lesy (edaficky podmienenou výnimkou sú lokality s výstupmi skalného podložía). Potenciálna prirodzená vegetácia predstavuje dôležitú informáciu využiteľnú v konfrontácii so súčasnou vegetáciou, napríklad pri hodnotení veľkosti a charakteru antropogénnych zásahov.

V sledovanom území boli identifikované nasledujúce jednotky potenciálnej prirodzenej vegetácie (ŠOMŠÁK et. al., 1997, MICHALKO et. al., 1986): Prevažujúcim typom lesov v území sú dubovo-hrabové lesy karpatské – sú mapované v nižšie položených častiach Štiavnických vrchov a to najmä v južnej časti územia. Druhové zloženie týchto lesov je pestré. Ide o lesné porasty vyskytujúce sa prevažne na alkalických, hlbokých pôdach, väčšinou typu hnedých pôd, menej na rendzinách, ilimerizovaných pôdach, hnedozemiach a čierniciach a to na rôznorodom geologickom podloží. V stromovom poschodí prevládajú hrab obyčajný (*Carpinus betulus*), dub zimný (*Quercus*

*petraea*) a hrab obyčajný (*Carpinus betulus*), často sú zastúpené aj javor poľný (*Acer campestre*), lipa malolistá (*Tilia cordata*), lipa veľkolistá (*Tilia platyphyllos*) a čerešňa vtáčia (*Cerasus avium*).

Náhradnými spoločenstvami sú prevažne lúky a pasienky, často premenené na polia. Pasienky patria do zväzu *Cynosurion*, *Festucion valesiaca*, *Cirsio-Brachypodion*, kde majú rozhodujúcu úlohu trávy a najvýznamnejšie lúky patria do zväzu *Arrhenatherion elatioris*. Niektoré zvyšky lesov sú výmladkového charakteru a často do nich preniká agát (*Robinia pseudoacacia*). V súčasnosti sú tieto lesy pozmenené na mnohých miestach ľudskou činnosťou, majú pozmenené zastúpenie hlavných porastotvorných drevín a je tu častá výsadba ihličnatých druhov, hlavne borovice lesnej (*Pinus sylvestris*), smreka obyčajného (*Picea abies*) a smrekovca opadavého (*Larix decidua*). Do dubovo-hrabových lesov karpatských sú v kotline vklínené lužné lesy, ktoré v tejto oblasti v okolí rieky Hrona majú charakter nížinných lužných lesov, charakter lužných lesov podhorských v okolí menších tokov a hlavne charakter prechodných lesov medzi dvoma vyššie uvedenými.

Lužné lesy nížinné zahrňujú vlhkomilné a mezohygrofilné lesy, rastúce na aluviálnych naplaveninách pozdĺž vodných tokov, patriace do podzväzu *Ulmenion*. Zo stromov bývajú zastúpené hlavne tvrdé lužné dreviny ako jaseň úzkolistý (*Fraxinus angustifolia*), dub letný (*Quercus robur*), brest hrabolitý (*Ulmus minor*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), javor poľný (*Acer campestre*), čremcha strapcovitá (*Padus avium*) a v brehových porastoch v bezprostrednej blízkosti toku Hrona prevládajú dreviny mäkkých lužných lesov ako topoľ čierny (*Populus nigra*), topoľ osika (*Populus tremula*), jelša lepkavá (*Alnus glutinosa*) a rozličné druhy vŕb (*Salix sp.*). Bylinný podrast je druhovo relatívne bohatý a jeho zloženie závisí od vodného režimu, presvetlenia stromovej vrstvy a celkových stanovištných podmienok.

Lužné lesy podhorské a horské – tento typ je mapovaný na nive Teplického potoka. Sú viazané na alúviá potokov, podmäčané prúdiacou podzemnou vodou alebo často ovplyvňované záplavami. V stromovom poschodí prevládajú jelša sivá (*Alnus incana*) a vŕba krehká (*Salix fragilis*), primiešané sú javor horský (*Acer pseudoplatanus*), čremcha strapcovitá (*Padus avium*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*). V krovinovom poschodí sa okrem týchto druhov vyskytujú najmä vŕba purpurová (*Salix purpurea*), a niektoré ďalšie druhy vŕb (*Salix caprea*, *S. aurita*), menej bývajú zastúpené ostružina malinová (*Rubus ideaus agg.*), zemolez obyčajný (*Lonicera xylosteum*), kalina obyčajná (*Viburnum opulus*)

a jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia*). V bylinnom poschodí prevládajú hygrofilné a nitrofilné druhy.

V kotline sú zachovalé aj zvyšky dubových nátržníkových lesov – sú mapované v nižšie položenej, menej členitej časti Štiavnických vrchov, v severnej časti územia, v nadmorských výškach do 300 m n.m. Druhové zloženie býva veľmi pestré. V stromovom poschodí prevláda dub letný (*Quercus robur*), zastúpené sú aj dub sivastý (*Quercus pedunculiflora*), dub zimný (*Quercus petraea*), breza bradavičnatá (*Betula pendula*), z krovín krušina jelšová (*Frangula alnus*), lieska obyčajná (*Corylus avellana*), rešetliak prečisťujúci (*Rhamnus catharticus*), slivka trnková (*Prunus spinosa*), hloh obyčajný (*Crataegus laevigata*), ruža šíповá (*Rosa canina*). Z bylinného poschodia sú typické *Potentilla alba*, *Melica picta*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex montana*, *Ranunculus polyanthemos*, *Vicia cassubica*, *Lathyrus niger*, *Campanula glomerata* a i.

Dubové kyslomilné lesy sa nachádzajú na malej ploche vo východnej časti územia, južne od Teplického potoka. Viazu sa na extrémne polohy a stanovištia s plytkými pôdami. Sú druhovo chudobné a patria k najxerofilnejším lesom Slovenska. Zo stromov prevláda dub žltkastý (*Quercus dalechampii*), zastúpený je i dub mnohoplodý (*Quercus polycarpa*). Krovínové poschodie je veľmi slabo vyvinuté. V bylinnom poschodí sú časté *Deschampsia caespitosa*, *Luzula luzuloides*, *Festuca ovina*, *Calluna vulgaris*, *Calamagrostis arundinacea*, *Melampyrum pratense*, *veronica officinalis*, *Poa nemoralis*. Machové poschodie býva obyčajne dobre vyvinuté.

#### 4.1.8 Charakteristika fauny územia

Rôznorodosť živočíšnych spoločenstiev je daná charakterom územia, rôznorodosťou ekologických podmienok a následne prítomnosťou rôznych typov biotopov. Záujmové územie svojou polohou v časti Žiarskej kotliny vytvára osobitnú danosť pre určité špecifiká biotopov a následne výskyt a prítomnosť živočíšnych druhov.

Podľa zoogeografického členenia územie patrí do podprovincie Západne Karpaty, oblasti Západné Karpaty – vnútorný obvod, južný okrsk. Jednou zo skupín živočíchov, na základe ktorej je možné identifikovať stav a kvalitu prírodného prostredia sú mäkkýše (*Mollusca*). Na základe nej bolo zistené, že časť územia patriacej do Žiarskej kotliny patrí k územiám s veľmi chudobnou malakofaunou. Dobre vyvinuté spoločenstvá sa nachádzajú len v horských (lesnatých) územiach Štiavnických vrchov. Na sledovanom území bolo

zistených niekoľko významných druhov mäkkýšov ŠTEFFEK, EX : *Macrogastra tumida*, *Semilimax kotulae*, *Perforatella bidentata*, *Vestia elata*, *Balea perversa* a i. V ostatných sledovaných územiach prevažne v lesoch sa vyskytujú vodniak vysoký (*Lymnea stagnalis*), kotúľka veľká (*Planorbarius corneus*), škl'abka veľká (*Anodonta cignea*), slizovec hrdzavý (*Arion rufus*), slimák záhradný (*Helix pomatia*).

Najatraktívnejšou skupinou bezstavovcov sú motýle (*Lepidoptera*), zastúpené v území takými druhmi ako je vidlochvost feniklový (*Papilio machalon*) a jaseň červenooký (*Parnassius apollo*). Z chránených a ohrozených druhov hmyzu sa vyskytuje v sledovanom území bystruška zrnitá (*Carabus granulatus*), bystruška fialová (*Carabus violaceus*), bystruška ulrichová (*Carabus ulrichi*) a najbežnejšia bystruška kožovitá (*Carabus coriaceus*). Z chrobákov je to roháč obyčajný (*Lacanus cervus*), nosorožík kapucínsky (*Oryctes nasicornis*) najmä v dubových porastoch. V lesných pieskoch je početný výskyt májky fialovej (*Meloe violaceus*).

Z obojživelníkov boli zistené nasledovné druhy: salamandra škvrnitá (*Salamandra salamandra*), mlok obyčajný (*Triturus vulgaris*), kunka obyčajná (*Bombina bombina*), kunka žltobruchá (*Bombina variegata*), hrabavka škvrnitá (*Pelobates fuscus*), ropucha obyčajná (*Bufo bufo*), rosnička zelená (*Hyla arborea*), skokan zelený (*Rana esculenta*) a skokan štíhly (*Rana dalmatina*). Všetky zistené druhy patria k rizikovým druhom. V sledovanom území bol zistený výskyt niektorých druhov plazov, z ktorých najvýznamnejšie sú užovka stromová (*Elaphe longissima*), jašterica múrová (*Lacerta muralis*), slepúch lámavý (*Anguis fragilis*).

V rieke Hron, v jeho prítokoch a v mŕtvych ramenách je bežný výskyt týchto druhov rýb: šľuka obyčajná (*Esox lucius*), plotica obyčajná (*Rutilus rutilus*), jalec hlavatý (*Leuciscus cephalus*), jalec tmavý (*Leuciscus idus*), červenica obyčajná (*Scardinius erythrophthalmus*), amur (*Ctenopharyngodon idella*), boleň obyčajný (*Aspius aspius*), lieň sliznatý (*Tinca tinca*), podustva severná (*Chondostoma nasus*), hrúz obyčajný (*Gobio gobio*), hrúz bieloplutvý (*Gobio albipinnatus*), mrena severná (*Barbus barbus*), belička obyčajná (*Alburnus alburnus*), piest zelenkavý (*Blicca bjorkena*), pleskáč vysoký (*Abramis brama*), pleskáč tuponosý (*Abramis sapa*), nosáľ sťahovavý (*Vimba vimba*).

#### **4.2 Socioekonomické pomery**

Podľa sčítania obyvateľov z roku 2001 malo 19 945 obyvateľov. V súčasnosti sa ich

počet odhaduje na 19 600.

Demografické ukazovatele štatistického úradu pre mesto Žiar nad Hronom a obec Ladomerská Vieska sú uvedené v tabuľke 2 (k 31.12.2009). Vývoj obyvateľstva a počtu domov v skúmanej oblasti od roku 1950 až do súčasnosti sú uvedené v tabuľke 3 a ilustrované na grafe 3. Uvádzame počet domov pre celú skumanú oblasť (sumu jednotlivých obcí). Počet obyvateľov po vybudovaní závodu v oblasti prudko stúpol z približne 3565 v roku 1950 na 11746 v roku 1961 obyvateľov. Do roku 2010 sa tento počet ešte zvýšil na súčasných 19306 obyvateľov. Tempo nárastu sa však po roku 1961 spomalilo. Populácia mesta Žiar nad Hronom mala v roku 2009 klesajúcu tendenciu s úbytkom 158 obyvateľov.

Národnostné zloženie obyvateľov je z veľkej časti zastúpené Slováckmi (94.24%). Druhou najpočetnejšou skupinou sú Rómovia (1.97%). Nasledujú Česi (0.95%) a Maďari (0.69%). Približne 62.07% z celkového počtu obyvateľov sú rímskokatolíci. Ďalej 25.54% tvoria obyvatelia bez vierovyznania a zvyšok tvoria evanjelici (zdroj: Štatistický úrad Slovenskej Republiky, Mestská a obecná štatistika).

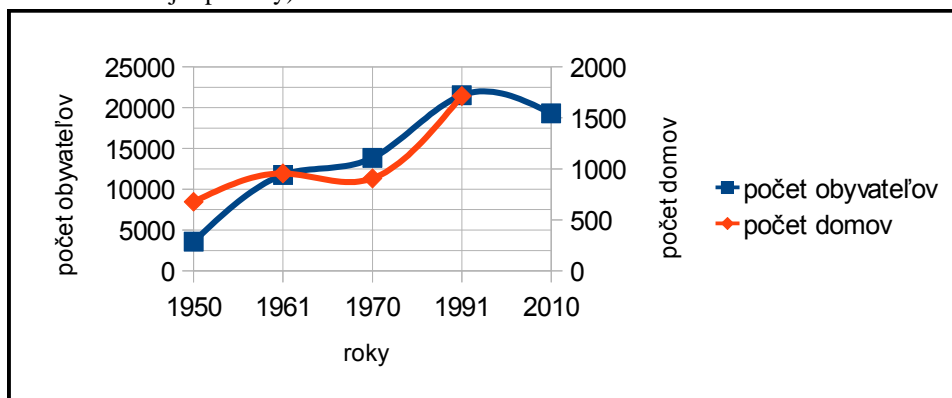
Tab 2 Demografické ukazovatele mesta Žiar nad Hronom a obce Ladomerská Vieska pre rok 2009 (zdroj: Štatistický úrad Slovenskej republiky)

Ukazovateľ	Žiar nad Hronom	Ladomerská Vieska
<b>Počet obyvateľov k 31.12. spolu</b>	19409	786
muži	9280	389
ženy	10129	397
<b>Predproduktívny vek (0-14) spolu</b>	2689	80
<b>Produktívny vek (15-54) ženy</b>	6037	201
<b>Produktívny vek (15-59) muži</b>	6678	246
<b>Poproduktívny vek (55+Ž, 60+M) spolu</b>	4005	259
<b>Počet sťahov</b>	81	2
<b>Počet rozvodov</b>	70	1
<b>Počet živonarodených spolu</b>	189	4
muži	98	2
ženy	91	2
<b>Počet zomretých spolu</b>	176	11
muži	90	7
ženy	86	4
<b>Celkový prírastok (úbytok) obyv. spolu</b>	-158	6
muži	-72	0
ženy	-86	6

Tab 3 Počet obyvateľov a počet domov v skúmanej oblasti v rokoch 1950-2010 (zdroj: Štatistický úrad Slovenskej republiky)

Žiar nad Hronom	počet obyvateľov	počet domov
1950	3565	677
1961	11746	955
1970	13845	906
1991	21516	1715
2010	19306	X

Graf 3 Vývoj počtu obyvateľov a počet domov v skúmanej oblasti v rokoch 1950-2010 (zdroj: Štatistický úrad Slovenskej republiky)



### 4.3 Stručná história sídiel v oblasti Žiaru nad Hronom

Prvá písomná zmienka o meste Žiar nad Hronom sa datuje do roku 1075, kedy sa nazývalo *Kerestur*. Od roku 1237 sa nazývalo *Cristur*, od roku 1246 *Villa Sancte Crusis de Susal*, od roku 1773 *Swaty Kriss*, od roku 1927 *Svätý Kríž nad Hronom* a od roku 1955 Žiar nad Hronom. Maďarsky sa mesto nazývalo *Garamszentkereszt*, latinsky *Sancta Crux* (RATKOŠ, 1978).

Súčasťou mesta bolo *Nade*, o ktorom prvá písomná zmienka sa datuje do 13. storočia a Horné Opatovce, o ktorých prvá písomná zmienka sa datuje do roku 1253, kedy sa nazývali *Apatj*, od roku 1332 sa nazývali *Epati*, od roku 1335 *Maior Apati* a od roku 1773 sa nazývali *Horne Opatowcze*; maďarsky sa nazývali *Felsoapáti*, nemecky *Apelsdorf an der Gran*.

Mesto sa prvýkrát spomína v roku 1340 a pôvodne patrilo opátstvu v Hronskom Beňadiku. Časť patrila panstvu Šášov, ktoré v roku 1388 získalo celú obec. V polovici 14. storočia tu založili skláreň a v roku 1373 je doložená existencia mýta.

Do roku 1960 mesto patrilo pod Tekovskú župu, okres Kremnica, kraj Banská Bystrica. Po roku 1960 bolo okresom v Stredoslovenskom kraji. V súčasnosti je okresom v Banskobystrickom kraji.

Z historického hľadiska je významné sídlisko a pohrebisko lužickej kultúry z mladšej doby bronzovej, ktoré sa nachádzalo na území bývalých Horných Opatoviec.

Obec s mýtom sa prvýkrát spomína v roku 1075. Časť mýta patrila opátstvu v Hronskom Beňadiku, obec patrila ostrihomskému arcibiskupstvu. Od roku 1246 sa vyvíjala ako zemepánske mestečko, ktoré sa neskôr stalo strediskom arcibiskupského panstva v severnej časti stolice; v erbe malo kríž. V roku 1571 patrili panstvu obce *Svätý Kríž*, Veľká a Malá Lovča, Prestavky, Trubín, Kopernica, Nová Lehota, Kosorín, Slaská, Nevoľné, Bartošova Lehota, Jastrabie, Pitelová, Stará Kremnica a Lutila. V roku 1664 tu generál Souches zvíťazil nad Turkami, neskôr došlo k bitke Thökölyho a potom aj Rákócziho vojsk s cisárskymi vojskami. V 17. storočí sa v mestečku niekoľkokrát zišli župné zhromaždenia. Z roku 1678 je doložený cech krajčírov, z roku 1690 cech ševcov, z roku 1728 cech čizmárov, z roku 1733 cech kováčov. V roku 1690 získalo jarmočné právo, v roku 1776 pripadlo svätokrížske panstvo banskobystrickému biskupstvu a mestečko bolo letným sídlom biskupa (do roku 1941).

V roku 1536 malo mestečko 28 port, v roku 1601 faru, školu, mlyn a 79 domov, z toho

3 zemianske, v roku 1720 malo 89 daňovníkov, z toho 21 remeselníkov – čižmárov, zámočníkov, krajčírov, kožušníkov a iných krčmu a obchodníkov, v roku 1828 136 domov a 955 obyvateľov. V roku 1872 založili Tekovsko-svätokrižsku sporiteľňu. Žiar nad Hronom mal stále poľnohospodársky ráz.

Za I. ČSR pokračovalo vystaňovalectvo. Obyvatelia chodili na sezónne poľnohospodárske práce do Rakúska. V roku 1940 vznikla ilegálna miestna organizácia Komunistickej strany Československa (MO KSC). Obyvatelia sa aktívne zapojili do Slovenského národného povstania (SNP). Veľkú aktivitu vyvíjal Revolučný národný výbor (RNV). V druhej polovici septembra 1944 tu boli veliteľstvá 1. československej partizánskej brigády, partizánskej brigády Jána Nálepku a štáb francúzskeho partizánskeho oddielu. V priestore Žiaru nad Hronom prebiehali koncom septembra 1944 veľké boje. Nemci po obsadení Žiaru nad Hronom tu zriadili zberný tábor zajatcov, perzekvovali obyvateľov, vypálili cigánsku osadu a jej obyvateľov povraždili. Žiar nad Hronom bol oslobodený 31. 3. 1945.

Po roku 1945 sa z poľnohospodárskej obce stalo moderné mesto. Vybuďovala sa tu jediná hlinikáreň v bývalej ČSSR – Závody SNP. V prevádzke boli i kameňolomy automobilové opravovne, potravinárske závody, výrobná hračiek. Miestne závody poskytovali zamestnanie obyvateľom mesta i širokého okolia. Počet obyvateľov sa niekoľkonásobne zvýšil. Vybuďovali sa nové sídliská, sociálne a kultúrne zariadenia a služby. V roku 1960 sa Žiar nad Hronom stal sídlom okresu. Mal a má priznaný štatút mesta.

Nade: Obec sa prvýkrát spomína koncom 13. storočia. Patrila opátstvu v Hronskom Beňadiku a mestu Banská Štiavnica, od roku 1388 panstvu Šášov.

Obec Horné Opatovce sa prvýkrát spomína v roku 1253. Vyvinula sa na majetkoch v šušolskej oblasti (hrad Šášov), ktoré od roku 1075 patrili opátstvu v Hronskom Beňadiku. V roku 1335 sa spomínajú Malé a Veľké Opatovce. Patrili opátstvu v Hronskom Beňadiku a od roku 1538 boli v majetku Ostrihomskej kapituly. V roku 1720 mali mlyn, krčmu, mäsiara a 53 daňovníkov, v roku 1828 116 domov a 815 obyvateľov, ktorí sa zaoberali prevažne poľnohospodárstvom. Až do roku 1958 si obec zachovala poľnohospodársky ráz. Postupne bola zanášaná množstvom škodlivých imisií z hlinikárne v Žiari nad Hronom. Tento problém bývalá vláda Československej socialistickej republiky vyriešila uznesením o likvidácii. V roku 1969 bola obec pričlenená ku Žiaru nad Hronom.



Šášovské podhradie. Obec sa prvýkrát spomína v roku 1363 ako miesto, kde sa spracúvala dubová kôra pre garbiarov z Liptova. Nad obcou sa vypína Šášovský hrad písomne doložený v roku 1253. Od roku 1330 sa spomína ako kráľovský hrad, ktorý slúžil ako ochranné stanovisko na križovatke obchodných ciest. V roku 1667 bol spustošený vojskami a od 18. storočia trvalo chátra. Obec Šášovské Podhradie je od roku 1971 súčasťou mesta Žiar nad Hronom.

Obec Ladomerská Vieska vznikla v roku 1960 zlúčením Ladomeru a Viesky. Prvá písomná zmienka o obci je datovaná do roku 1075, kedy sa nazývala *Radmera*. Názvy obce sa časom menili: z roku 1355 je doložený názov *Lodomar*, z roku 1340 *Lodamer*, z roku 1476 *Ladomir*, z roku 1773 *Ladomer*, z roku 1920 *Ladomír*, *Hladomer*, z roku 1927 *Ladomer*. Po maďarsky sa obec nazývala *Ladomér*, alebo *Garamladomér*. Prvá písomná zmienka o obci Vieska sa datuje do roku 1332 (*Sacerdos*), kedy sa nazývala *Omnium Sanctorum de Epati*. Názvy obce sa postupne menili: z roku 1773 je písomne doložený názov *Vieska*. Po maďarsky sa obec nazývala *Garamindszent*.

O obci Ladomer sa v roku 1075 prvýkrát spomína potok *Radmera* pri metácii šúšolskeho majetku svätobeňadického opátstva. Obec je doložená písomne z roku 1335. Patrila hradnému panstvu Šášov, ktoré tu malo v roku 1340 svoje mýto a v roku 1564 sídlo privizora a komorského prefekta. Za I. ČSR a tzv. slovenského štátu sa obyvatelia zaoberali poľnohospodárstvom, príležitostnými prácami a pracovali aj v lesoch. V roku 1957 bolo založené jednotné roľnícke družstvo (JRD).

Obec Vieska vznikla na území šúšolskej oblasti na hranici majetku hronskobeňadického opátstva. V rokoch 1332 – 1337 sa spomína fara a kostol. Obec je písomne doložená z roku 1352. Patrila opátstvu v Hronskom Beňadiku, pred rokom 1601 pripadla hradnému panstvu Šášov, neskôr Banskej komore.

## 5 CIEĽ PRÁCE A METODIKA

Cieľom práce je preskúmať a analyzovať vplyv industrializácie (a následnej urbanizácie) na zmeny druhotnej krajinej štruktúry v oblasti Žiaru nad Hronom v časovom období rokov 1950-2008, a modelovať vývoj druhotnej krajinej štruktúry na základe zistených trendov.

Pre vytvorenie modelu vývoja krajinej štruktúry sme použili časovú sériu vojenských leteckých snímok skúmaného územia z rokov 1949 a 1971. Tieto podkladové snímky zachycujúce historický stav krajiny sme ortorektifikovali a následne georeferencovali pomocou modulu *Spline* v prostredí ArcGIS 9.3.

Podkladovú vrstvu pre rok 1991 tvorila základná topografická mapa Slovenskej republiky. Pre rok 2010 sme použili terénnym prieskumom aktualizovanú georeferencovanú vrstvu leteckých snímok získaných z programu Google Earth (2004).

Terénny prieskum so zameraním sa na presné zaznamenanie súčasného stavu krajiny sa uskutočnil na jar roku 2011.

Tvorba podkladov na analýzu zmien druhotnej krajinej štruktúry spočívala vo vytvorení tématických máp DKŠ skúmanej oblasti v mierke 1:10000 z každého časového obdobia. Proces tvorby zahŕňal štandardný „on-screen“ postup vytvárania polygónov v shapefile vrstve programu ArcGIS 9.3. Rozloha sledovaného územia bola 49,72 km<sup>2</sup> a jej hranicami boli hranice katastrálneho územia súčasného mesta Žiar nad Hronom a obce Ladomerská Vieska. Podkladové letecké snímky z roku 1949 boli dostupné v digitálnej forme ako skeny v grafickom rozlíšení 1200 dpi originálnych analógových panchromatických snímok formátu 230 x 230 mm v mierke 1:25000. Letecké snímky z roku 1970 boli vo formáte veľkosti 180 x 180 mm v mierke 1:43000. Snímky poskytol Topografický ústav plukovníka Jána Lipského, Banská Bystrica. Rozlíšenie snímok po ortorektifikácii bolo 0,54 x 0,54 m na pixel. Najmenší mapovaný polygón mal rozlohu 5,36 m<sup>2</sup> a bol mapovaný v kategórii NSKV (rok 1949).

Pri vytváraní legendy tématickej mapy SKŠ, sme brali do úvahy porovnateľnosť prvkov v súčasnej krajinej štruktúre (resp. celých nových kategórií) s prvkami historickej krajinej štruktúry. Vytvorili sme legendu obsahujúcu 9 tried skupín krajinných prvkov:

1. Lesná a nelesná drevinová vegetácia
2. Trvalé trávne porasty (TTP)
3. Sukcesné TTP

4. Poľnohospodárske plochy
5. Prvky geologického podložia a substrátu
6. Vodné toky a plochy
7. Sídelné prvky
8. Skupina technických prvkov
9. Skupina prvkov dopravy

Tieto triedy sme rozdelili do 48 kategórií, ktoré spolu obsahujú 90 krajinných prvkov (príloha 2). Pri tvorbe legendy sme vychádzali z prác MIŠOVIČOVÁ (2007), PUCHEROVÁ (2004), PETROVIČ (2005). Túto legendu však nebolo možné použiť pre porovnanie všetkých časových období a preto sme sa rozhodli pre jej upravenie formou zjednodušenia (zmenšenie počtu mapovaných prvkov). Toto zjednodušenie vychádzalo z procesu tvorby mapy historickej krajinej štruktúry pre rok 1949. V legende (tabuľka 4) sme použili prvky, ktoré bolo možné identifikovať na podkladových leteckých snímkach skúmaného územia. Nami upravená legenda dosahuje tretiu úroveň štandardnej legendy pre mapovanie krajinej štruktúry. Neplatí to však pre všetky skupiny prvkov. Pre skupinu prvkov lesnej a nelesnej drevinovej vegetácie sme mapovali len na úroveň kategórií prvkov (súvislé lesy, nelesná vegetácia), dôvodom je príliš náročné určovanie skladby lesných porastov na dostupných leteckých snímkach a veľké prelínanie a prepojenie líniovej a skupinovej nelesnej vegetácie. Skupinu prvkov TTP sme rovnako mapovali len na 2 kategórie prvkov (TTP nerozlíšené a lesokroviny, predstavujúce rôzne sukcesné štádia prechodu krajinných prvkov TTP na prvky lesa). Zjednodušenie legendy bolo spôsobené množstvom informácií, ktoré sme boli schopní získať z monochromatických leteckých snímkov (bolo ťažké, niekedy až nemožné, vizuálne odlíšiť na snímkach pasienok od kosenej lúky, miestami sa dokonca stávalo komplikovaným odlíšenie ornej pôdy a TTP). Skupiny prvkov podložia a substrátu, vodných tokov a plôch sme mapovali na 1 úroveň mapovej legendy (nejednoznačná identifikácia prvkov druhotnej krajinej štruktúry z leteckých snímkov).

Tab 4 Legenda mapovania DKŠ

skupina prvkov	kategória prvkov	prvky DKŠ
lesná a nelesná drevinová vegetácia	súvislé lesy	súvislé lesy
	nelesná drevinová vegetácia	NSKV
trvalé trávne porasty	nerozlíšené TTP (pasienky a lúky)	TTP
	lesokroviny	lesokroviny
poľnohospodárske kultúry	omá pôda	veľkobloková omá pôda
		úzkopásové polia
	sady	sady
prvky podložia a substrátu	nerozlíšené	odkryv, kameňolomy
vodné toky a plochy	nerozlíšené	vodné toky a plochy
sídelné prvky	zástavba vidieckeho typu	zástavba vidieckeho typu
	zástavba mestského typu	zástavba mestského typu
	parkoviská	parkoviská
	historické objekty	historické objekty
		opustené sídla
	sídelná vegetácia	parky
		vegetácia v intraviláne
skupina technických prvkov	poľnohospodárske objekty	poľnohospodárske areály
	jednotlivé technické objekty vo voľnej krajine	technické stavby v krajine
	skládky odpadov	skládky odpadov
	priemyselné objekty využívané a neužívané	industriálne haly a objekty
		spevnené plochy
		nevyužívané plochy
skupina prvkov dopravy	dôležité cesty	cesty I. triedy
		cesty II. triedy
	ostatné cesty	účelové komunikácie a poľné cesty
		sídelné komunikácie
		železničné komunikácie a stavby

Analýza získaných podkladov v prvom kroku spočívala v porovnaní plošných rozloh jednotlivých kategórií medzi jednotlivými obdobiami a stanovení pomernej zmeny v zastúpení prvkov využitia zeme formou transformačnej matice a trendového grafu vývoja zmien krajinej pokrývky.

Grafická analýza trendov zmien krajinej pokrývky bola vyhotovená klasickou metódou superpozície jednotlivých tematických máp s využitím nástroja Raster calculator na rastrovú analýzu zmien formou sčítavania hodnôt buniek rastrov z dvoch období. Výsledkom boli rastrové mapy trendov upravené následnou reklasifikáciou.

Keďže krajina je tvorená mozaikou plôšok, ktoré majú svoje veľmi špecifické hodnoty (tvar, veľkosť, charakter okrajov a pod.), a vytvárajú základnú vrstvu pre skúmanie druhotnej krajinej štruktúry (FORMAN, GODRON, 1993), vypočítali sme viacero krajinných indexov na úrovni celej krajiny (celého skúmaného územia). Výpočet sme vykonali pomocou programu FRAGSTATS 3.3 pre všetky časové horizonty (1949-2010), a následne sme porovnaním ich hodnôt zistili ich zmenu, prípadne ich nezmenenosť.

Zároveň s preskúmaním zmien a vývoja krajiny v oblasti Žiaru nad Hronom sme sa

z dôvodov získať údaje pre porovnanie pokúsili zhodnotiť aj vývoj krajinej štruktúry v okolí miest a industriálnych centier na území Slovenska s využitím podkladových voľne dostupných kategorických máp krajinej pokrývky Európy Corine Land Cover z roku 1990 a 2006 v rastrovom formáte s bunkou rastra o veľkosti 100x100 m s legendou tretieho rádu CLC kódovania (príloha 11). Rovnaké podkladové údaje sme použili aj pri modelovaní zmien krajiny v blízkosti miest v 5 rôznych oblastiach Slovenska, pričom jedna z vybraných oblastí (s rozlohou 30x30 km) obsahovala aj skúmanú oblasť Žiaru nad Hronom. Analýzou podkladových údajov sme zachytili trendy v pokračujúcom procese zmien krajiny a na ich základe sme prognózovali pravdepodobný budúci vývoj skúmaných oblastí.

Využili sme počítačový softvér Dinamica EGO v.1.4 (SOARES-FILHO, 2010), ktorý vytvára simulované mapy krajiny na základe dynamiky vývoja krajiny (krajinej štruktúry) v určenej oblasti v daných časových horizontoch. Pri príprave podkladových mapových vrstiev sme pracovali pomocou GIS softvéru ArcGIS 9.3. Táto časť práce predstavovala dôležitú úvodnú časť výskumu z hľadiska ďalšieho porovnania trendov vývoja druhotnej krajinej štruktúry na území Slovenska a jej vzťahu k procesom industrializácie a urbanizácie. Nevýhodou pri porovnaní získaných údajov je rôzna mierka. Na druhej strane rozlíšenie mapovej vrstvy CLC je jednotné a preto sme sa rozhodli porovnať hustotu informácií obsiahnutých v Corine Land Cover vrstve s informáciami obsiahnutými v nami vytvorenými mapami druhotnej krajinej štruktúry. Pri porovnávaní zmien krajinej pokrývky sme pre presné zhodnotenie zmien vlastností DKŠ využili aj súbor krajinnno-ekologických indexov programu Fragstats 3.3 (McGARIGAL et al., 2002). Pri modelovaní vývoja krajinej pokrývky v prostredí programu Dinamica EGO 1.4 sme použili prvú úroveň Corine Land Cover legendy pre mapovanie krajinej pokrývky Európy v rokoch 1990-2006, ktorá obsahuje 5 kategórií prvkov krajinej štruktúry: (1) umelé povrchy, (2) poľnohospodárske plochy, (3) lesné a poloprirodné plochy (4), mokrade a (5) vodné plochy.

V rámci Slovenska sme sa zamerali na 5 oblastí, ktoré sme nazvali podľa najväčších miest (urbánnych centier) vo vytvorených mapovaných štvorcoch. Uvádzame ich zoradené a očíslované smere východ-západ takto: (1) Košice, (2) Banská Bystrica, (3) Žilina a Martin, (4) Nitra, (5) Bratislava. Región Banská Bystrica zahŕňa aj mestá Zvolen a Žiar nad Hronom.

Simulované mapy krajinej pokrývky oblasti Žiaru nad Hronom sme vytvorili na základe reklasifikovaných kategorických máp DKŠ v troch časových horizontoch 1949-1971, 1971-1991, 1991-2010. Mapy obsahovali 5 kategórií krajinej pokrývky podobne ako v predchádzajúcom prípade, avšak neboli totožné s kategóriami CLC mapovania. Obsahovali nasledujúce kategórie: (1) lesné a poloprírodné oblasti, (2) poľnohospodárske plochy, (3) vodné toky a plochy, (4) urbanizované a industrializované plochy, (5) dopravné komunikácie. Program Dinamica EGO pri počítaní pravdepodobnosti zmien krajinej pokrývky zahŕňa aj výpočet vzdialenosti jednotlivých buniek iných kategórií od buniek kategórie (5) dopravné komunikácie.

Základná logická štruktúra modelovania krajinej pokrývky sa opiera o programom vypočítanú transformačnú (prechodovú) maticu (*transition matrix*) odvodenú z máp reálnej historickej a druhotnej krajinej pokrývky skúmanej oblasti. V nami zvolenom programe je pre možnosť výpočtu viac-krokovej matice (*multi-step transition matrix*) daná matematická podmienka, ktorá hovorí, že prechodová matica musí byť ergodická – musí mať eigen číslo a vektor z množiny reálnych čísel (vektor, ktorému je možné meniť veľkosť bez zmeny jeho smeru). Problém nastáva pri potrebe modelovať krajinnú štruktúru s viac ako 5 prvkami (kategóriami), pretože pri maticiach viac ako 5-teho rádu, už nie je reálne možné nájsť vlastný vektor, alebo je jeho výpočet príliš komplikovaný. Táto matematická podmienka (komplikácia) teda určuje mieru zjednodušenia podkladových máp krajinej pokrývky použitých pri modelovaní na použitie maximálne 5 kategórií.

### **5.1 Metodika pre výskum vplyvu industrializácie na DKŠ Slovenska, oblasti Žiaru nad Hronom a okolia vybraných hlinikární v Európe.**

Použili sme voľne dostupné kategorické mapy krajinej pokrývky Európy Corine Land Cover z roku 1990 a 2006 v rastrovom formáte s bunkou rastra o veľkosti 100x100 m s legendou tretieho rádu CLC kódovania. V prostredí ArcGIS 9.3 sme uskutočnili extrakciu buniek, patriacich do kategórie "3; 121; *Artificial surfaces; Industrial, commercial and transport units; Industrial or commercial units*" pre obidva skúmané roky. Následne sme pomocou modulu Spatial Statistical Tool - Analyzing Patterns - Average Nearest Neighbor vypočítali index najbližšieho suseda postavený na priemernej euklidovskej vzdialenosti susedných prvkov. Na preskúmanie zmien krajiny v najbližšom okolí industriálnych lokalít sme vytvorili buffer so šírkou 1 km od skúmaného prvku. Druhý buffer s identickou

šírkou, ktorý predstavoval pás vo vzdialenosti 1 - 2 km od skúmaných lokalít sme umiestnili okolo predchádzajúceho. Zmeny v rozlohe jednotlivých krajinných prvkov sme vyhodnotili v percentách rozlohy jednotlivých kategórií krajinej pokrývky nakoľko celkové rozlohy skúmaných plôch neboli identické. V programe Fragstats 3.3 sme vypočítali indexy krajinej pokrývky pre obidva časové horizonty. Porovnaním zmien hodnôt krajinných indexov sme určili trendy zmien krajinej pokrývky Slovenska, ktoré prebiehali v skúmaných výrezoch krajiny počas sledovaného obdobia z hľadiska konfigurácie a kompozície. V prípade skúmania oblastí vzdialených od najbližšej industriálnej plochy sme v použili modul ArcGIS 9.3 Spatial Analyst Tools - Distance - Euclidean Distance, ktorý vytvoril grafické znázornenie vzdialeností medzi jednotlivými industrializovanými plochami. Na základe tejto vrstvy sme pomocou modulu Spatial Analyst Tools - Extract - Extract by Attributes extrahovali oblasti Slovenskej republiky, ktoré boli v sledovaných obdobiach vzdialené viac ako 10 km od industriálnych plôch. Na skúmaných územiach sme následne urobili analýzu vlastností krajinej pokrývky rovnakým spôsobom ako v prvom prípade (percentuálne zhodnotenie zmien a hodnotenie krajinných indexov pomocou FRAGSTATS 3.3. Pri analýze trendov zmien krajinej pokrývky sme na troch definovaných výsekoch krajiny sme použili metodiku CEBECAUEROVÁ (2007), OŤAHEL et al. (2004), KALIVODA et al. (2010). Metodický postup identifikácie jednotlivých trendov vychádzajúci z uvedených zdrojov ilustruje prechodová tabuľka uvedená v prílohe 12. Na výrezoch krajinej pokrývky v najbližšom okolí industriálnych plôch sme identifikovali nasledovné trendy: bez zmeny (1), extenzifikácia urbanizácie (2), intenzifikácia urbanizácie (3), industrializácia (4), deurbanizácia (5), zalesnenie (6), zatopenie (7), urbanizácia (8), deindustrializácia (9), intenzifikácia poľnohospodárstva (10), extenzifikácia poľnohospodárstva (11), zamokrenie (12), odlesnenie (13), odvodnenie (14) a kategóriu iné zmeny (15). Vyhodnotenie trendov sme uskutočnili pomocou modulu raster calculator sčítaním rastrových vrstiev rôznych období. Na hodnotenie niektorých vlastností krajinej pokrývky a ich zmien sme použili krajinné indexy (na úrovni krajinej metriky) rozlohy/hraníc (*patch density* PD, *edge density* ED, *landscape shape index* LSI, *area-weighted mean of patch area distribution* AREA\_AM, *area-weighted mean of radius of gyration* GYRATE\_AM); indexy tvaru (*perimeter-area fractal dimension* PAFRAC, *area-weighted mean of shape index distribution* SHAPE\_AM, *area-weighted mean of contiguity index distribution*

CONTIG\_AM), indexy izolácie (*mean of euclidean nearest neighbor distance distribution* ENN\_MN), indexy roztúsenosti (*percentage of like adjacencies* PLADJ, *contagion* CONTAG), index prepojenosti (*connectivity index* CONNECT), a tri indexy krajinej diverzity (*patch richness density* PRD, *shannon's diversity index* SHDI, *modified simpson's diversity index* MSIDI). Hodnotenie krajinných indexov sa pre oblasť Žiaru nad Hronom uskutočnilo na rastrovom podklade s rozlíšením 5x5 metrov a s použitím 27 prvkov legendy. Pre Slovensko sa indexy počítali na klasickom CLC rozlíšení 100x100 metrov. Za ekonomické ukazovatele hospodárskeho vývoja v krajine boli zvolené štandardné veličiny Hrubý domáci produkt *per capita* v trhových cenách (GDP) a export výrobkov v percentách GDP.

Pri analýze zmien v DKŠ v oblasti Žiaru nad Hronom sme použili takmer identický postup. Identifikovali sme nasledovné trendy zmien krajinej pokrývky: bez zmeny (1), zalesnenie (2), odlesnenie (3), industrializácia (4), deindustrializácia (5), urbanizácia (6), deurbanizácia (7), intenzifikácia poľnohospodárstva (8), extenzifikácia poľnohospodárstva (9), zatopenie (10), odvodnenie (11). Porovnávali sme jednotlivé časové obdobia a sledovali sme ako sa mení intenzita jednotlivých trendov v krajine. Výsledkom našej analýzy sú mapové výstupy v rastrovom formáte (vyhotovené pomocou programu ArcGIS 9.3 a modulov Spatial Analyst – Raster Calculator, a Reclassify, spôsobom opísaným vyššie) s rozlíšením 5x5 metrov. Pre detailnejšie zhodnotenie zmien vlastností krajinej pokrývky na danom území sme použili krajinné indexy, tak ako v predchádzajúcom prípade.

Porovnanie trendov vývoja krajinej pokrývky v okolí vybraných hlinikární v Európe sme uskutočnili na vzorke 16 hlinikární umiestnených na Európskom kontinente. Presnú lokalizáciu týchto objektov sme získali pomocou stránok programu Genisim, ktorý slúži na modelovanie a optimalizovanie výrobných procesov v hlinikárňach. Súradnice uvedené vo formáte .kml bežnom pre aplikáciu Google Earth sme importovali do súradnicového systému aplikácie ArcGIS 9.3. Podkladové mapové vrstvy krajinej pokrývky Corine Land Cover boli totožné s vrstvami pre metodiku použitú pre skúmanie vplyvu industrializácie na jej najbližšie okolie na území Slovenska (viď vyššie). Jeden výrez krajinej pokrývky predstavoval kruh o polomere 10 km, ktorý obsahoval 31428 buniek rastra. Základná bunka rastra mala 100 x 100 m (1 ha). Plocha jedného výrezu predstavovala 314 km<sup>2</sup>, v strede ktorého boli umiestnené dané hlinikárne. Identifikovali



sme rovnaké trendy ako v predchádzajúcom prípade analýzy zmien na území Slovenska.

## **5.2 Metodika modelovania krajiny v programe DINAMICA EGO v1.4**

Program DINAMICA EGO v1.4 pracuje pri výpočtoch s rastrovým formátom a preto boli všetky použité podkladové mapy tvorené, prípadne konvertované do rastrového formátu o veľkosti bunky 100x100 metrov a veľkosti mapového výrezu 300 x 300 buniek rastra (900 km<sup>2</sup>). Pri modelovaní krajiny je nevyhnutné použiť tzv. dátovú kocku (*raster data cube*), ktorá v prípade modelovania 5 výrezov krajiny Slovenska obsahovala tieto mapové podklady získané z Atlasu krajiny Slovenskej republiky (HRNČIAROVÁ ET AL, 2002): digitálny model reliéfu, geobotanickú mapu, mapu pôd územia, mapu hlavných cestných komunikácií, a mapu sklonu reliéfu odvodenú z DMR. Pri modelovaní vývoja v oblasti Žiaru nad Hronom sme pre dátovú kocku použili digitálny model reliéfu, mapu geologického podložia (získanú z Digitálnej geologickej mapy Slovenskej republiky v mierke 1:50000, Š. Káčer a kol., 2005), a mapu pôdných typov územia (získanú z portálu [www.podnemapy.sk](http://www.podnemapy.sk)). Pre analýzu krajinnej pokrývky sme použili voľne dostupné rastrové kategorické mapy Corine Land Cover CLC1990 a CLC2006, ktoré sme upravili reklasifikovaním tak, aby obsahovali 5 skúmaných prvkov. Základná bunka mapového rastra daných máp má rozmery 100 x 100 metrov.

Pre každú z vybraných oblastí sme vytvorili vlastnú dátovú kocku. Následne sme pre každú oblasť vypočítali transformačné matice typu *singlestep* a *multistep transtition matrix* (jedno kroková a viac kroková transformačná matica). Transformačné hodnoty viackrokovej matice sme vypočítali pre 4 štvorročné obdobia. Zvolené rozdelenie nám určuje časové rozpätie našich mapových vrstiev krajinnej pokrývky a rovnaké časové rozpätie, ako aj počet krokov, bolo následne použité aj pri vytváraní simulovaných máp krajinnej pokrývky. Prvú jednoduchú analýzu zmien krajinnej pokrývky sme mohli vykonať už pomocou porovnania *singlestep* matic jednotlivých oblastí, ktoré predstavujú percentuálne zmeny skúmaných kategórií krajinných prvkov. Parametre štatistickej váhy a preukaznosti dát boli vypočítané v ďalšom kroku pomocou *modulov weights of evidence ranges* a *weights of evidence coefficients*. Tieto operácie sú nevyhnutné na určenie štatistickej významnosti premenných v kocke rastrových dát, a priamo ovplyvňujú výpočet stavu jednotlivých buniek.

Ďalším krokom bolo spustenie výpočtu modelu pre celú krajinu (celé územie Slovenskej republiky). Cieľom tohto prvého behu bolo preveriť správanie a presnosť

modelu a vytvoriť porovnávaciu hladinu pre neskoršiu kalibráciu jednotlivých voliteľných parametrov, ktoré v programe Dinamica EGO predstavujú hlavne parametre transformačného modulu *Patcher* (priemerná veľkosť novovznikajúcich plôšok, isometria tvaru plôšok, variancia veľkosti plôšok) a modulu *Expander*. Nastavenie pomeru významnosti medzi týmito dvoma modulmi umožňuje prikladať väčšiu váhu pri modelovaní, buď na narastanie rozlohy plôšok, alebo na ich rozptýlenie (expanziu) v danom rastrí. Výsledky modelovania boli overené pomocou dvoch testovacích modulov, ktoré sú súčasťou softvéru Dinamica EGO. Prvý modul počíta vzájomnú podobnosť skutočnej a simulovanej krajinej pokrývky. Druhý testovací modul používa fuzzy-logický prístup pre porovnanie týchto máp. Model bol v ďalších krokoch kalibrovaný pomocou série spustení s rôznym nastavením parametrov transformačných modulov a ich následným testovaním.

## 6 VÝSLEDKY

### 6.1 Vývoj a zmeny krajinej štruktúry v oblasti Žiaru nad Hronom v rokoch 1949-2010

Výsledky mapovania druhotnej krajinej štruktúry sú zhrnuté v tabuľke 4 a v mapách DKŠ pre jednotlivé roky (mapové prílohy 1-4). Plošne najviac zastúpenou kategóriou krajinej pokrývky sú vo všetkých obdobiach **súvislé lesy**. Najmenej rozlohy sledovaného územia zaberali v roku 1949 (41,64%) naopak najviac to bolo v roku 2010 (53,30%). Druhou najrozšírenejšou kategóriou bola v roku 1949 kategória **úzkopásové polia** (24,13%), naproti tomu bola v roku 1971 na druhom mieste najviac rozšírená kategória **veľkobloková orná pôda** (17,88%). V roku 1991 boli druhou najrozšírenejšou kategóriou v území **trvalé trávne porasty** (19,07%). V roku 2010 to bola podobne ako v roku 1971 **veľkobloková orná pôda** (12,93%). Na treťom mieste v roku 1949, 1971 a 2010 figurovali v DKŠ územia **trvalé trávne porasty** (20,70%; 16,80% a 10,42%), v roku 1991 bola treťou najrozšírenejšou kategóriou **veľkobloková orná pôda** (14,02%). Za tromi najviac zastúpenými kategóriami prvkov krajinej štruktúry sa v roku 1949 a 2010 nachádzajú **lesokroviny** s podielom 5,78% a 5,65% na celkovej rozlohe územia. V roku 1971 boli štvrtou najviac zastúpenou kategóriou **NSKV** (4,32%) rovnako ako v roku 1991 (2,30%). Piatou najviac rozšírenou kategóriou DKŠ bola v roku 1949 a 1991 **NSKV** (2,12% a 2,30%), v roku 1971 a 2010 to bola **vegetácia v intraviláne** (3,11% a 3,84%). Príloha č.1 predstavuje mapované prvky a kategórie usporiadané podľa pomerného plošného zastúpenia. V tabuľke 5 sú zhrnuté zmeny v rozlohách prvkov a kategórií. Najvýraznejšou zmenou v prvom sledovanom období (1949-1971) bol úbytok rozlohy **úzkopásových polí** (-22,33%). V druhom sledovanom období (1971-1991) to bol nárast kategórie **súvislé lesy** (4,26%). V rokoch 1991-2010 bola najvýraznejšie zmenená kategória **trvalých trávnatých porastov**, ktorej rozloha sa zmenšila o 8,66%. Z hľadiska intenzity zmeny bola v prvom období druhou najviac zmenenou nová kategória **veľkobloková orná pôda**, ktorej rozloha sa zvýšila o 17,88%. V rokoch 1971-1991 naproti tomu z tejto kategórie ubudlo -3,86% rozlohy. V treťom sledovanom období sa po kategórii TTP najviac zmenila kategória **lesokroviny**, ktorá narástla o signifikantných 5,66%. Treťou najviac zmenenou kategóriou boli v rokoch 1949-1971 lesokroviny (-4,27%). V rokoch 1971-1991 to boli **parky**, s nárastom 2,49%, a v rokoch 1991-2010 to boli **súvislé lesy** s nárastom 4,57%. Grafické znázornenie pomernej rozlohy mapovaných

prvkov DKŠ oblasti Žiaru nad Hronom je vyobrazené v prílohe 3. Znázornenie zmien pomernej rozlohy uvádzame v prílohe 4.

Tab 4 Pomerná rozloha mapovaných prvkov DKŠ oblasti Žiaru nad Hronom

Prvky DKŠ	1949	1971	1991	2010
súvislé lesy	41,64%	44,46%	48,72%	53,30%
NSKV	2,12%	4,32%	2,30%	1,72%
TTP	20,70%	16,80%	19,07%	10,42%
lesokroviny	5,78%	1,51%	0,01%	5,65%
veľkoblková orná pôda	0,00%	17,88%	14,02%	12,93%
úzkopásové polia	24,13%	1,14%	1,11%	0,97%
sady	0,20%	0,30%	0,00%	0,25%
odkryvy, kameňolomy	0,01%	0,13%	0,13%	0,16%
vodné toky a plochy	0,98%	1,14%	2,23%	2,15%
zástavba vidieckeho typu	0,40%	0,40%	0,35%	0,01%
zástavba mestského typu	0,00%	0,25%	0,68%	0,66%
parkoviská	0,00%	0,03%	0,08%	0,37%
historické objekty	0,04%	0,07%	0,04%	0,66%
opustené sídla	0,00%	0,11%	0,11%	0,11%
parky	0,17%	0,41%	2,09%	0,11%
vegetácia v intraviláne	2,02%	3,11%	1,76%	3,84%
poľnohospodárske areály	0,01%	0,17%	0,17%	0,11%
technické stavby v krajine	0,01%	0,00%	0,03%	0,28%
skládky odpadov	0,00%	1,56%	1,52%	0,17%
industriálne haly a objekty	0,02%	0,85%	0,99%	0,55%
spevnené plochy	0,19%	2,77%	0,77%	1,72%
nevyužívané plochy	0,00%	0,18%	0,39%	1,33%
cesty I. triedy	0,24%	0,28%	0,33%	0,25%
cesty II. triedy	0,11%	0,25%	0,53%	1,03%
účelové komunikácie a poľné cesty	0,69%	0,62%	0,00%	0,08%
sídlné komunikácie	0,23%	0,74%	1,06%	0,97%
železničné komunikácie a stavby	0,24%	0,54%	0,71%	0,24%

Trendy zmien krajinej pokrývky v oblasti Žiaru nad Hronom uvádzame v tabuľke 6 a v mapových prílohách 16-18. Najvýraznejším trendom v prvom skúmanom období bola **intenzifikácia poľnohospodárstva** (17,32%), v druhom a treťom období to bol trend **zalesnenia** (5,55% a 8,80%). Ako druhý najsignifikantnejší trend sa v rokoch 1949-1971 prejavilo **zalesnenie**. V rokoch 1971-1991 to bola **extenzifikácia poľnohospodárstva** (5,04%) a v nasledujúcich rokoch 1991-2010 bol na druhom mieste z hľadiska intenzity zmien trend **urbanizácie** (2,54%). **Urbanizácia** bola na treťom mieste v prvom aj druhom sledovanom období (6,78% a 3,43%), v rokoch 1991-2010 to bola **extenzifikácia poľnohospodárstva**. Grafické znázornenie týchto trendov je vyobrazené v prílohe č 5. Pomer rozlohy nezmenenej krajiny v jednotlivých obdobiach je však stále vyšší ako podiel

zmenenej DKŠ a pohybuje sa na úrovni od 57,02% medzi rokmi 1949-1971 až po 82,57% v rokoch 1991-2010. Na základe týchto údajov je možné konštatovať, že klesá dynamika zmien v druhotnej krajinej štruktúre skúmaného územia a krajinná štruktúra sa stáva stabilnejšou.

Tab 5 Pomerná zmena rozlohy jednotlivých prvkov

<b>Prvky DKŠ</b>	<b>1949-1971</b>	<b>1971-1991</b>	<b>1991-2010</b>
súvislé lesy	2,82%	4,26%	4,57%
NSKV	2,20%	-2,02%	-0,58%
TTP	-3,90%	2,28%	-8,66%
lesokroviny	-4,27%	-1,50%	5,66%
veľkobloková orná pôda	17,88%	-3,86%	-1,08%
úzkopásové polia	-22,99%	-0,03%	-0,15%
sady	0,10%	-0,30%	0,25%
odkryvy, kameňolomy	0,11%	0,00%	0,03%
vodné toky a plochy	0,16%	1,10%	-0,09%
zástavba vidieckeho typu	0,00%	-0,05%	-0,34%
zástavba mestského typu	0,25%	0,43%	-0,02%
parkoviská	0,03%	0,05%	0,29%
kostoly a kultúrne pamiatky	0,03%	-0,03%	0,62%
parky	0,24%	2,49%	-2,79%
vegetácia v intraviláne	1,09%	-1,35%	2,09%
poľnohospodárske areály	0,15%	0,00%	-0,05%
technické stavby v krajine	-0,01%	0,03%	0,25%
skládky odpadov	1,55%	-0,04%	-1,35%
industriálne haly a objekty	0,83%	0,14%	-0,43%
spevnené plochy	2,57%	-2,00%	0,95%
nevyužívané plochy	0,18%	0,21%	0,94%
cesty I. triedy	0,04%	0,05%	-0,08%
cesty II. triedy	0,14%	0,28%	0,50%
účelové komunikácie a poľné cesty	-0,06%	-0,62%	0,08%
sídelné komunikácie	0,52%	0,32%	-0,09%
železničné komunikácie a stavby	0,31%	0,17%	-0,47%
opustené sídla	0,11%	0,00%	0,00%

Tab 6 Trendy zmien krajiny pokrývky v oblasti Žiaru nad Hronom

trend	Rozloha 1949-1971	Rozloha 1971-1991	Rozloha 1991-2010
zalesnenie	6,79%	5,55%	8,80%
odlesnenie	3,74%	2,05%	0,17%
industrializácia	2,61%	0,72%	0,77%
deindustrializácia	0,02%	0,14%	0,01%
urbanizácia	6,78%	3,43%	2,54%
deurbanizácia	1,00%	1,80%	0,22%
intenzifikácia poľnohospodárstva	17,32%	2,89%	2,15%
extenzifikácia poľnohospodárstva	4,21%	5,04%	2,51%
zatopenie	0,37%	1,11%	0,05%
odvodnenie	0,14%	0,10%	0,20%
bez zmeny	57,02%	77,16%	82,57%

Hodnotenie krajiny pokrývky pomocou indexov je zhrnuté v tabuľke 7 a 8. Grafické znázornenie zmien vybraných krajinných indexov sa nachádza v prílohe 6. Hodnoty indexu hustoty plôšok (PD) boli najvyššie v roku 1949 (67,58), najnižšie v roku 1971 (45,22). Najväčší rozdiel v hodnotách indexu bol zaznamenaný v období 1949-1971, kedy index poklesol o -22,37 bodov. Naproti tomu indexu hustoty hraníc bol najvyšší v roku 2010 a najnižší v 1971, a zaznamenal najväčší nárast v prvom sledovanom období (7,43). Index LSI, ktorý predstavuje nárast disagregácie plôšok jedného typu v krajine, sa plynule zväčšoval od roku 1949 (28,59) po rok 2010 (31,03). Najvýraznejšia zmena jeho hodnoty nastala medzi rokmi 1949-2010. Vážený priemer veľkosti plôšok (AREA\_AM) sa najviac zmenil v rokoch 1971-1991 (331,77) a jeho najväčšou hodnotou bolo 1096,85 v roku 2010. Index gyrácie plôšok (GYRATE\_AM) dosahoval najväčšiu hodnotu v roku 1949 (1077,79) a najvýraznejší nárast v období rokov 1971-1991 (235,55) podobne ako predchádzajúci index. Index tvaru plôšok (SHAPE\_AM) bol najvyšší v roku 1949 (5,32) a najväčšou zmenou hodnôt prešiel v rokoch 1949-1971, kedy poklesol o -1,02. Index blízkosti a prepojenosti (CONTIG\_AM) bol najvyšší v roku 1949 (0,95) a postupne klesal až do roku 2010 (0,95). Najvýraznejšia zmena indexu bola pozorovaná v prvom období (1949-1971). Fraktálovitosť krajiny štruktúry popisovaná indexom *Perimeter-Area Fractal Dimension* (PAFRAC) mal najvyššiu hodnotu v krajiny štruktúre roku 1991 (1,39). Najväčšiu zmenu, pokles o -0,02, sme zaznamenali v období 1991-2010. Priemerná euklidovská vzdialenosť jednotlivých mapovaných kategórií (prvkov) v krajine bola najväčšia v roku 2010 (59,91 m), ale najviac sa zmenila v období 1949-1971, kedy narástla o 23,77 m. Index zhlukovania a roztrúsenosti (CONTAG), ktorý popisuje schopnosť vytvárania zhlukov plôšok rovnakého druhu v krajiny matici, bol najvyšší v roku 1949 a v období

rokov 1949-1971 vykazuje najväčšiu zmenu o -3,04. Na druhej strane index pomeru rovnakých príľahlostí (*percentage of like adjacencies* – PLADJ), ktorý na rozdiel od predchádzajúceho indexu popisuje iba rozptyl (disperziu) a nie roztrúsenosť nadobúdal najvyššie hodnoty v roku 1971. Najväčšou zmenou však prešiel podobne ako väčšina indexov v období rokov 1949-1971 (-0,186). Index prepojenosti plôšok jedného typu v krajine počítaný pre vzdialenosť 200 metrov, bol najvyšší v roku 1991 (34,48%). Najviac sa zmenil v rokoch 1949-1971, kedy narástol o 19,13%. Diverzitu plôšok v krajinskej štruktúre popisuje index hustoty sýtosti plôšok (*patch richness density* – PRD) bol najvyšší v roku 2010 (0,60), pričom najviac narástol v období 1991-2010. Krajinnú diverzitu však najlepšie popisuje Shannonov index vyrovnanosti diverzity (*Shannon's Evenness Index* - SHEI) , ktorý bol najvyšší v roku 1971 (0,55). Najvýraznejšou zmenou prešiel v rokoch 1949-1971, kedy narástol o 0,06. Celková zmena SHEI medzi rokmi 1949-2010 predstavovala nárast hodnoty o 0,0522. Celkový pohľad na zmenu krajinných indexov napovedá, že najvýraznejšie zmenu v krajinskej štruktúre sa v skúmanom období odohrali v rokoch 1949-1971. Zmeny, ktoré dané indexy popisujú sa dajú charakterizovať ako zmeny vedúce k zjednodušovaniu komplexnosti krajinskej štruktúry, a na druhej strane zvyšujúce jej diverzitu (rastúce hodnoty indexov diverzity).

Tab 7 Vybrané krajinné indexy (s vyznačením maximálnych hodnôt)

	PD	ED	LSI	AREA_AM	GYRATE_AM	SHAPE_AM	CONTIG_AM
2010	51.5698	166.3832	31.0324	1096.8546	1126.8816	4.0592	0.9529
1991	52.0894	163.5925	30.4376	1021.5928	1106.7262	4.1685	0.9537
1971	45.2188	160.3241	29.9223	689.8238	871.1751	4.2961	0.9545
1949	67.5851	152.8907	28.5910	794.6104	1077.7920	5.3170	0.9564
	PAFRAC	ENN_MN	CONTAG	PLADJ	CONNECT	PRD	SHEI
2010	1.3731	59.9146	69.6373	95.7183	35.3131	0.6039	0.5424
1991	1.3903	49.8285	69.6093	95.7956	34.4888	0.4831	0.5416
1971	1.3739	59.0082	69.3892	95.8771	33.4568	0.5615	0.5489
1949	1.3613	35.2394	72.4256	96.0631	14.3350	0.4819	0.4902

Tab. 8 Zmeny vybraných krajinných indexov (s vyznačením maximálnych hodnôt)

	1991-2010	1971-1991	1949-1971
<b>CONTAG</b>	0,028000	0,2201	-3,0364
<b>CONNECT</b>	0,824300	1,032	19,1218
<b>SHEI</b>	0,000800	-0,0073	0,0587
<b>ENN_MN</b>	10,086100	-9,1797	23,7688
<b>PD</b>	-0,519600	6,8706	-22,3663
<b>ED</b>	2,790700	3,2684	7,4334
<b>LSI</b>	0,594800	0,5153	1,3313
<b>SHAPE_AM</b>	-0,106600	-0,1303	-1,0209
<b>PAFRAC</b>	-0,017200	0,0164	0,0126
<b>PRD</b>	0,120800	-0,0784	0,0796
<b>AREA_AM</b>	75,2618	331,769	-104,7866
<b>GYRATE_AM</b>	20,1554	235,5511	-206,6169
<b>CONTIG_AM</b>	-0,0008	-0,0008	-0,0019
<b>PLADJ</b>	-0,0773	-0,0815	-0,186

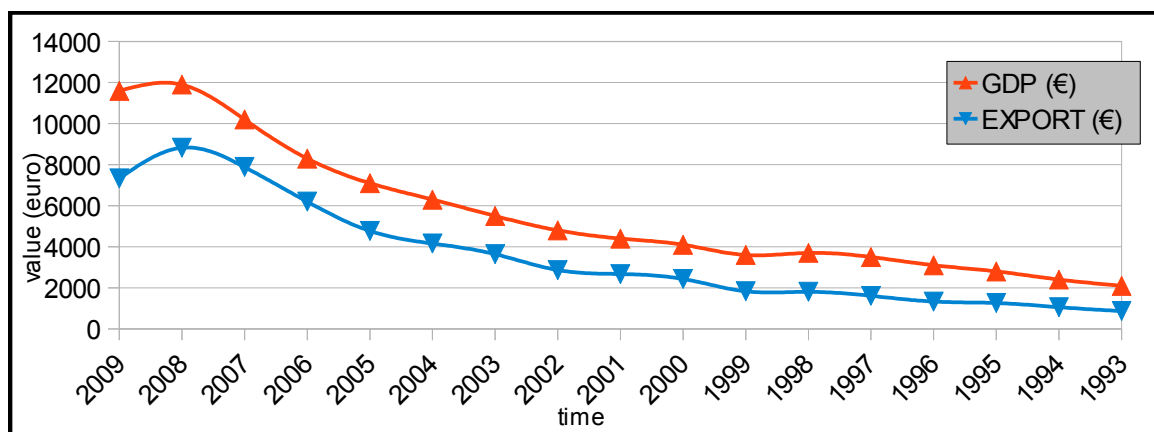
Indexy okrajov plôšok (*total edge* - TE, *edge density* – ED a *landscape shape index* – LSI) zaznamenali v počas všetkých troch období 20-tich rokov mierny nárast. Index prepojenosti (CONNECT) sa výrazne zmenil hlavne v prvom období, pričom nasledujúce obdobia boli zmeny menej významné. Index hustoty plôšok (PD) najviac poklesol v prvom období, ale v nasledujúcich rokoch mierne rástol (6,78), pričom v poslednom období zaznamenal len malý pokles hodnoty. Vážený priemer veľkosti plôšky (AREA\_AM) a index gyrácie plôšok (GYRATE\_AM) mali veľmi podobný priebeh zmien hodnôt, nakoľko oba indexy výrazne poklesli medzi rokmi 1949-1971, ale v nasledujúcom období narástli, takže zmena ich hodnoty medzi obdobiami bola v prípade indexu AREA\_AM 436,56 a v prípade indexu GYRATE\_AM dokonca 442,17. Medzi rokmi 1949-1991 teda došlo k výrazným zmenám v procesoch, ktoré ovplyvňujú hodnoty daných indexov. Oba indexy popisujú tvarové vlastnosti (pravidelnosť) priemernej plôšky v krajine.



## 6.2 Industrializácia a zmeny krajinej pokrývky Slovenska v rokoch 1990-2006

Hospodársky vývoj v našej krajine (počas dostupných rokov) je v hrubých obrysoch zachytený v grafe 4 na základe údajov získaných z Eurostatu. Hodnoty priemernej euklidovskej vzdialenosti v tabuľke 9 *Average Nearest Neighbor Summary* naznačujú nárast vzdialenosti medzi jednotlivými industrializovanými a urbanizovanými plochami medzi rokmi 1990 a 2006, čo znamená že hustota priestorového rozmiestnenia týchto plôch v rámci krajinej štruktúry Slovenska počas sledovaného obdobia klesla.

Graf 4 Vývoj hodnôt HDP (GDP) a exportu výrobkov (EXPORT) pre Slovenskú republiku (1993-2009)



Tab 9 Hodnoty priemernej euklidovskej vzdialenosti urbanizácie a industrializácie

<i>Priemerná vzdialenosť najbližšieho suseda</i>				
	Urbanizácia 1990	Urbanizácia 2006	Industrializácia 1990	Industrializácia 2006
Pozorovaná priemerná Vzdialenosť	1417,64561	1881,001149	3467,688088	3871,278449
Očakávaná priemerná vzdialenosť	2129,688174	2431,925671	6141,549432	6623,811394
Pomer najbližšieho suseda	0,66565	0,773462	0,564628	0,584449

### *Prvý prstenec*

V prípade prvého prstenca v blízkosti industriálnych zón do vzdialenosti 1 km (tab. 8 a graf 5) sme pozorovali výrazné zmeny v pomernom zastúpení CLC kategórie 211 nezavlažovaná orná pôda (*non-irrigated arable land*) prejavujúce sa úbytkom o 2,79%. Druhým najväčším zmenšením pomernej rozlohy sa vyznačovala kategória 243 Prevažne poľnohospodárska krajina s výrazným zastúpením prirodzenej vegetácie (*land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation*), ktorá sa zmenšila o 1,03%. V ostatných zmenšujúcich sa kategóriách krajinej pokrývky sme zaznamenali len

malé percentuálne zmeny v rozsahu -0,30% až -0,01%. Celkovo sa zmenšenie rozlohy prejavilo pri 15 z celkových 26 identifikovaných kategórií. Najvýraznejšie zväčšenie rozlohy nastalo v prípade kategórie 242 mozaika polí, lúk a trvalých kultúr 1,14% (*complex cultivation patterns*). Druhou v poradí bola kategória 112 – nesúvislá zástavba (*discontinuous urban fabric*), ktorá narástla o 0,91%. Treťou najviac zväčšenou kategóriou bola kat. 311 listnaté lesy (*broad-leaved forest*), ktoré sa v sledovanom období rozrástli o 0,70%. Štvrtou kategóriou s najväčším nárastom rozlohy boli 324 prechodné lesokroviny a les (*transitional woodland-shrub*), ktoré sa rozšírili o 0,51%. V prvom prstenci bolo v roku 2006 najvýznamnejšie zastúpených týchto 5 krajinných kategórií: 211 (nezavlažovaná orná pôda – 49,01%), 112 (nesúvislá zástavba – 18,27%), 311 (listnaté lesy – 7,24%), 313 (zmiešané lesy – 3,03%), 231 (pasienky – 2,97%). Celkovo sme pozorovali nárast hlavne v kategóriách ktoré obsahujú prírodné krajinné prvky (242, 312, 324) a kategórie 112, ktorá naopak predstavuje nárast urbanizácie krajiny.

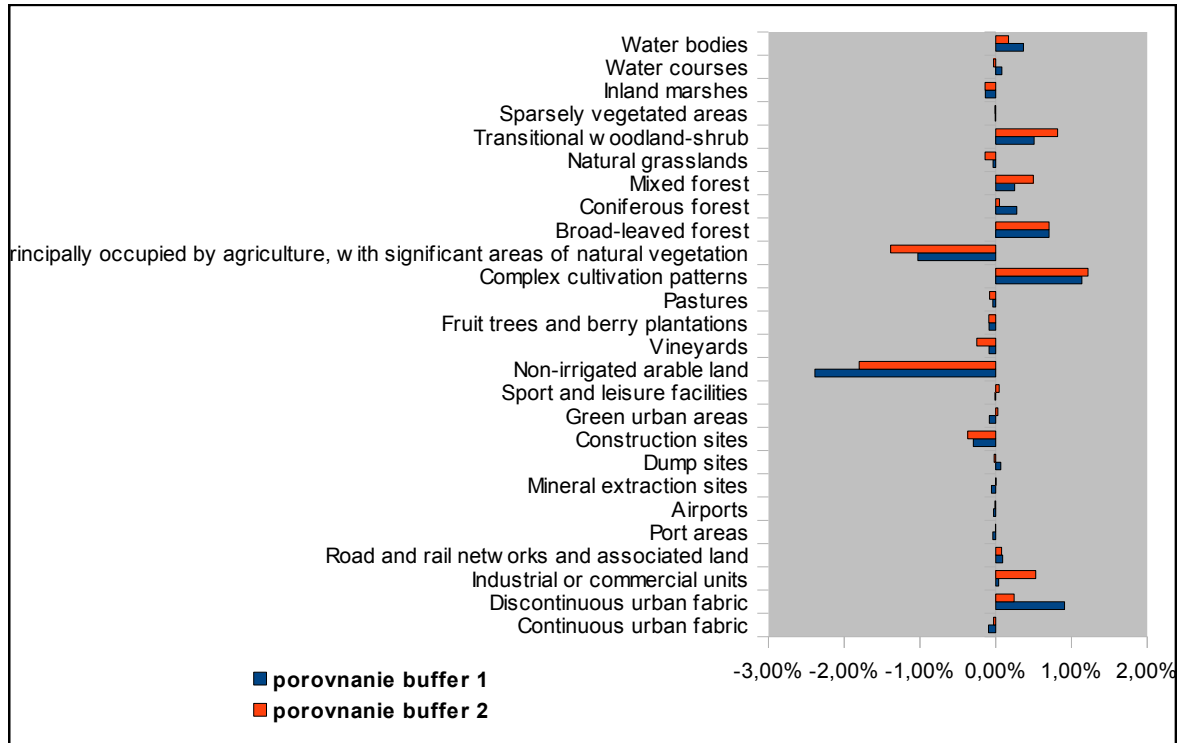
Tab 7 Porovnanie zmien rozlôh kategórií v rámci prstencov 1 a 2

kategórie krajinej pokrývky CLC	Ind 1 1990	Ind 1 2006	porovnanie 1	Ind 2 1990	Ind 2 2006	porovnanie 2
Súvislá zástavba	0,30%	0,20%	-0,10%	0,10%	0,07%	-0,03%
Nesúvislá zástavba	17,36%	18,27%	0,91%	7,97%	8,22%	0,24%
Priemysel alebo komercia	0,99%	1,03%	0,04%	6,14%	6,67%	0,53%
Cesty a železnice s príľahlými areálmi	0,34%	0,43%	0,09%	0,05%	0,13%	0,08%
Areály prístavov	0,10%	0,05%	-0,04%	0,01%	0,00%	0,00%
Areály letísk	0,21%	0,18%	-0,03%	0,22%	0,21%	-0,01%
Ťažba nerastných surovín	0,18%	0,12%	-0,06%	0,13%	0,13%	0,00%
Skládky a smetiská	0,27%	0,34%	0,07%	0,09%	0,07%	-0,02%
Areály výstavby	0,46%	0,17%	-0,30%	0,42%	0,05%	-0,37%
Mestská zeleň	0,22%	0,13%	-0,08%	0,07%	0,10%	0,03%
Areály športu a voľného času	0,25%	0,25%	-0,01%	0,28%	0,33%	0,04%
Nezavlažovaná orná pôda	51,40%	49,01%	-2,39%	50,27%	48,46%	-1,80%
Vínohrady	1,05%	0,96%	-0,09%	1,11%	0,86%	-0,25%
Ovocne sady a plantáže	0,39%	0,30%	-0,09%	0,48%	0,39%	-0,09%
Lúky a pasienky	3,01%	2,97%	-0,04%	4,22%	4,14%	-0,08%
Mozaika polí, lúk a trvalých kultúr	1,07%	2,21%	1,14%	0,75%	1,97%	1,22%
Prevažne poľnohospodárska krajina s výrazným zastúpením prirodzenej vegetácie	7,69%	6,66%	-1,03%	7,31%	5,92%	-1,39%
Listnaté lesy	6,54%	7,24%	0,70%	10,41%	11,11%	0,70%
Ihličnaté lesy	2,43%	2,71%	0,28%	3,82%	3,87%	0,05%
Zmiešané lesy	2,78%	3,03%	0,25%	3,40%	3,90%	0,50%
Prírodné lúky	0,24%	0,21%	-0,03%	0,27%	0,13%	-0,14%
Prechodné lesokroviny	1,32%	1,82%	0,51%	1,40%	2,22%	0,82%
Areály s riedkou vegetáciou	0,06%	0,06%	-0,01%	0,04%	0,03%	-0,01%
Močiare	0,26%	0,13%	-0,14%	0,25%	0,11%	-0,14%
Vodné toky	0,58%	0,66%	0,08%	0,38%	0,35%	-0,03%
Vodné plochy	0,52%	0,89%	0,37%	0,40%	0,57%	0,17%

## Druhý prstenec

V prípade druhého prstenca začínajúceho vo vzdialenosti 1 km a siahajúceho do 2 km od skúmaných industriálnych zón sa niektoré zmeny v rozlohe kategórií krajinných prvkov podobajú na predošlú skúmanú plochu. Najväčší úbytok sa preukázal v kategórii 211 nezavlažovaná orná pôda (*non-irrigated arable land*) – úbytok o 1,80%. Druhou kategóriou s významným úbytkom bola 243 poľnohospodárska pôda s výrazným podielom prirodzenej vegetácie, ktorá sa zmenšila o 1,39%. Treťou najvýraznejšou zmenou bolo zmenšenie rozlohy kategórie 133 výstavba (*construction sites*) o 0,37%. Zmenšujúci trend sa prejavil v prípade 13 z 26 kategórií krajinej pokrývky. Zväčšovanie rozlohy sa najvýraznejšie prejavilo v prípade kategórie 242 mozaika polí lúk a trvalých kultúr, nárastom o 1,12%. Druhou najvýznamnejšou zmenou prešla kategória 324 prechodné lesokroviny, ktorá sa zväčšila o 0,82% oproti roku 1990. V druhom prstenci bolo v roku 2006 najvýznamnejšie zastúpených týchto 5 krajinných kategórií: 211 (nezavlažovaná orná pôda – 48,46%), 311 (listnaté lesy – 11,11%), 112 (nesúvislá zástavba – 8,22%), 243 (poľnohospodárska pôda s výrazným podielom prirodzenej vegetácie – 5,92%), 231 (pasienky – 4,14%).

Graf 5 Porovnanie percentuálnych zmien rozlôh v rámci prstencov 1 a 2



Porovnanie percentuálnej rozlohy kategórií krajinných prvkov v prstencoch v rôznom čase nám poskytuje pohľad na trend zmien krajiny. Na druhej strane porovnanie pomernej rozlohy kategórií medzi prvým a druhým prstencom umožňuje zistiť rozdiely v kompozícií (skladbe) krajinej pokrývky v oblastiach rôzne vzdialených od industrializovaných plôch.

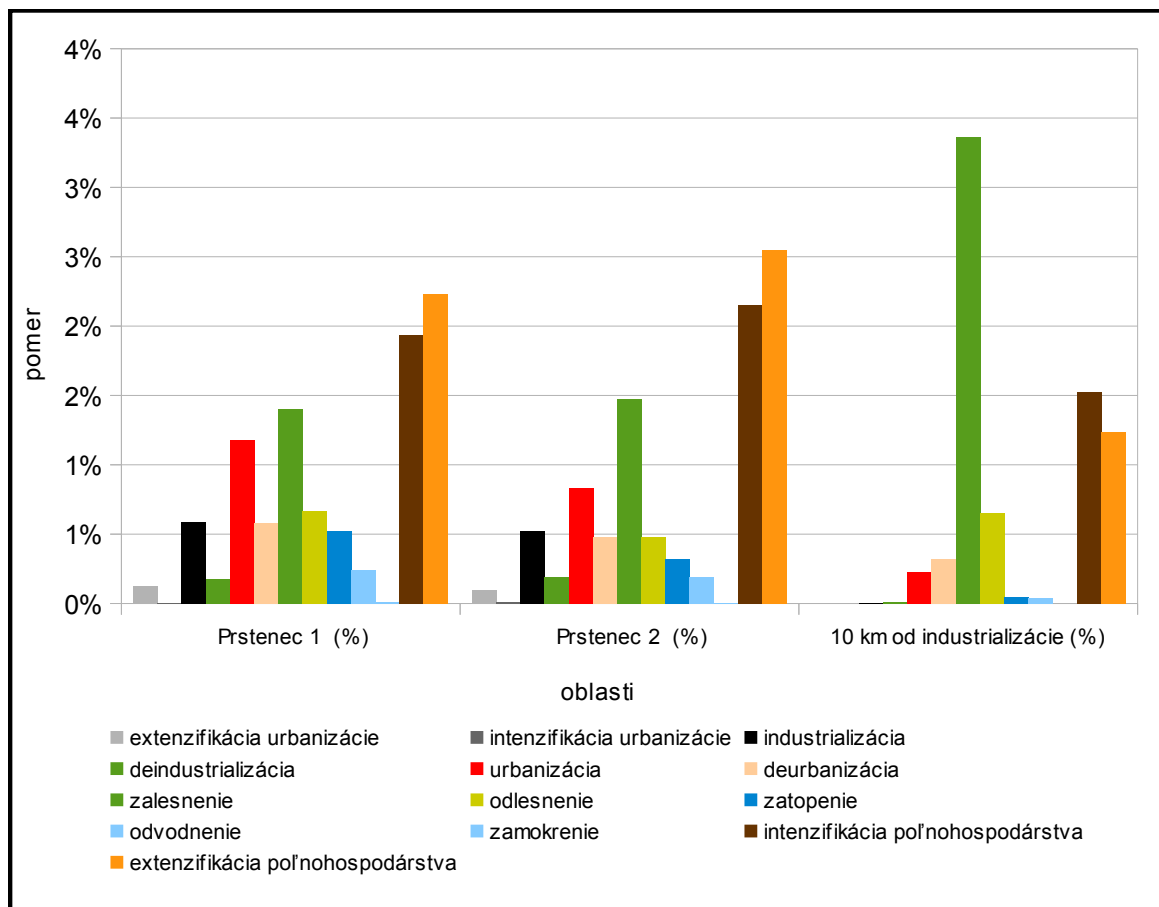
### 6.3 Trendy vývoja krajinej pokrývky blízkeho okolia industrializovaných oblastí Slovenska

Hodnotenie zmien krajinej pokrývky preukázalo relatívne malé percentuálne zmeny v obidvoch typoch skúmanej krajiny. Grafické výstupy vo forme máp uvádzame v mapových prílohách 5 a 6. V prípade prvého a druhého prstenca v okolí industriálnych plôch sa počas 16 rokov nezmenilo viac ako 90% územia (údaje sú uvedené tabuľke 8 a v grafe 6). Najsilnejším trendom v prvých dvoch prstencoch bola extenzifikácia poľnohospodárstva (prstenec 1: 2,23%, prstenec 2: 2,55%), narozdiel krajinej pokrývky vzdialenej viac ako 10 km od industrializovaných plôch kde sa ako najsilnejší trend prejavilo zalesnenie územia (3,36%). Druhým najvýraznejším trendom bola vo všetkých troch územiach intenzifikácia poľnohospodárstva (prstenec 1: 1,94%; prstenec 2: 2,15%; viac ako 10 km: 1,53%). V poradí tretím najdôležitejším trendom bolo zalesnenie v prípade prvých dvoch území (buff1: 1,41%, buff2: 1,47%). Na území vzdialenejšom od industrializovanej krajiny sa na treťom mieste prejavila extenzifikácia poľnohospodárstva (1,24%). Štvrtým najvýraznejším trendom bola v prvom prstenci a v druhom prstenci urbanizácia (1,17%; 0,83%) a na vzdialenejšom území to bol znova trend odlesnenia (0,65%). Piatym najdôležitejším trendom v prvom prstenci bolo odlesnenie (0,67%), v druhom prstenci industrializácia (0,58%), na vzdialenejšom území to bola deurbanizácia (0,32%).

Tab 8 Trendy zmien v krajinej pokrývke okolia industrializovaných oblastí Slovenskej republiky

	Prstenec 1 (%)	Prstenec 2 (%)	<10 km (%)
bez zmeny	90,3272%	90,7041%	92,5222%
extenzifikácia urbanizácie	0,1289%	0,0984%	0,0002%
intenzifikácia urbanizácie	0,0053%	0,0103%	0,0000%
industrializácia	0,5848%	0,5211%	0,0014%
deindustrializácia	0,1773%	0,1898%	0,0106%
urbanizácia	1,1772%	0,8308%	0,2242%
deurbanizácia	0,5771%	0,4795%	0,3201%
zalesnenie	1,4058%	1,4703%	3,3617%
odlesnenie	0,6681%	0,4776%	0,6503%
zatopenie	0,5191%	0,3219%	0,0496%
odvodnenie	0,2430%	0,1925%	0,0389%
zamokrenie	0,0139%	0,0030%	0,0000%
intenzifikácia poľnohospodárstva	1,9378%	2,1492%	1,5250%
extenzifikácia poľnohospodárstva	2,2345%	2,5518%	1,2368%
iné zmeny	0,0000%	0,0000%	0,0588%

Graf 6 Grafické znázornenie trendov zmien v okolí industrializovaných oblastí podľa sledovaných oblastí



#### 6.4 Hodnotenie zmien krajinej pokrývky pomocou porovnania krajinných indexov

Zmeny hodnôt indexu PD a ED (tabuľka 9) poukazujú na znižovanie počtu plôšok na jednotku plochy a na znižovanie hraníc plôšok, čo poukazuje na znižovanie rozlohy ekotonov v krajine a na znižovanie štruktúrálnej rôznorodosti a komplexnosti krajinej pokrývky. Klesajúci index LSI dokazuje zväčšenie agregácie plôšok na úrovni krajiny, jeho hodnoty najviac klesli v prípade krajinej štruktúry území vzdialených viac ako 10 km od industrializovaných plôch (-4,7410), najmenej v prípade prvého prstenca (-1,8995). Vážený priemer rozlohy plôšok (AREA\_AM) sa zmenšil v druhom prstenci a v oblastiach vzdialených viac ako 10 km od industrializovanej plochy. Nárast tohto indexu bol iba v prípade prvého prstenca. Podobne sa správal aj index GYRATE\_AM, ktorý je mierou gyrácie krajinných plôšok, jeho znižovanie je prejavom narastajúcej symetrickej tvaru plôšok. Fraktálovitosť krajinej štruktúry hodnotená pomocou indexu PAFRAC mala vo

všetkých skúmaných plochách klesajúci trend s najväčším poklesom v prípade od industrializácie najviac vzdialených oblastí (-0,2898), na druhej strane sú však hodnoty tohto indexu stále väčšie ako v prípade oboch prstencov v blízkom okolí priemyselných plôch. Hodnotami paralelné výsledky dosahuje aj index tvaru plôšok, ktorá hodnotí mieru nepravidelnosti tvaru. V prípade prstencov v okolí industrializácie (2,62-2,17) sú hodnoty indexu oveľa nižšie ako v prípade vzdialenej krajiny (4,77-4,84). Index CONTIG\_AM vypovedá o prepojení plôšok krajinej pokrývky, pričom jeho zväčšovanie znamená narastanie plošnej rozlohy jednotlivých plôšok a ich vzájomné približovanie. To potvrdzuje aj zväčšovanie hodnôt indexu ENN\_MN, ktorý opisuje vzdialenosti medzi stredmi jednotlivých plôšok v krajine, so zväčšujúcou sa vzdialenosťou narastá aj rozloha plôšok. Mierny nárast sme zaznamenali aj v prípade indexu PLADJ, ktorý hodnotí priestorovú vzdialenosť rovnakých typov plôšok, čo znamená, že krajinná štruktúra sa stáva viac prepojenou z hľadiska hlavných kategórií krajinej pokrývky. To potvrdzuje aj mierne zníženie hodnoty CONNECT, ktorá opisuje konektivitu krajinej pokrývky do pevne stanovenej vzdialenosti 100 metrov. Hodnota tohto indexu sa zvýšila iba v prípade druhého prstenca. Hodnoty indexov popisujúcich krajinnú diverzitu sa pri porovnaní medzi prstencami v okolí industrializovaných plôch a krajinou od nich vzdialenou značne líšia. Kým v prípade prvého prstenca došlo k nárastu indexu *Patch Richness Density* o 0,0006 pri druhom prstenci to bolo už iba o 0,0002 a vo vzdialenej krajine to bolo len 0,0001. Ešte výraznejšie sa zmeny krajinej štruktúry vzhľadom ku vzdialenosti od industrializácie prejavili na SHEI a MSIDI indexoch diverzity, ktoré v prípade vzdialenej krajiny klesajú oproti hodnotám v oboch prstencoch v blízkosti industrializovaných plôch.

Tab 9 Krajinne indexy prstencov v okolí industrializovaných plôch a ich zmena

	TA	PD	ED	LSI	AREA_AM	GYRATE_AM	PAFRAC	SHAPE_AM
<10 km 1990	1039166	0,6824	28,6774	83,0976	5521,5207	3117,4078	1,4378	4,8405
<10 km 2006	1035853	0,6579	26,7936	78,3566	5284,3331	3092,8482	1,1480	4,7778
Porovnanie <10	-3313	-0,0245	-1,8838	-4,7410	-237,1876	-24,5596	-0,2898	-0,0627
Prstenec 1 1990	251773	1,9573	22,1350	58,4701	344,9616	818,0103	1,2791	2,6280
Prstenec 1 2006	238352	1,9530	21,7221	56,5706	355,9934	831,3941	1,2718	2,6250
Porovnanie 1	-13421	-0,0043	-0,4129	-1,8995	11,0318	13,3838	-0,0073	-0,0030
Prstenec 2 1990	408652	1,8906	21,4738	79,7080	496,2633	1098,0297	1,2939	2,2296
Prstenec 2 2006	391243	1,8702	20,6703	76,6175	491,5775	1075,5773	1,2816	2,1782
Porovnanie 2	-17409	-0,0204	-0,8035	-3,0905	-4,6858	-22,4524	-0,0123	-0,0514
	CONTIG_AM	ENN_MN	PLADJ	CONTAG	CONNECT	PRD	SHE	MSIDI
<10 km 1990	0,8287	1186,8450	84,6781	56,8654	0,1239	0,0023	0,6557	1,8263
<10 km 2006	0,8388	1348,3388	85,6010	57,9120	0,1185	0,0024	0,6467	1,8207
Porovnanie <10	0,0101	161,4938	0,9229	1,0466	-0,0054	0,0001	-0,0090	-0,0056
Prstenec 1 1990	0,8084	2165,2989	82,8081	64,1742	0,1088	0,0103	0,5420	1,1796
Prstenec 1 2006	0,8102	2271,3965	82,9754	63,3436	0,1078	0,0109	0,5580	1,2484
Porovnanie 1	0,0018	106,0976	0,1673	-0,8306	-0,0010	0,0006	0,0160	0,0688
Prstenec 2 1990	0,8010	1616,7337	82,1580	63,0408	0,0741	0,0064	0,5688	1,2593
Prstenec 2 2006	0,8056	1738,6284	82,5832	62,5117	0,0809	0,0066	0,5815	1,3179
Porovnanie 2	0,0046	121,8947	0,4252	-0,5291	0,0068	0,0002	0,0127	0,0586

## 6.5 Výsledky modelovania zmien krajinnej pokrývky vo vybraných oblastiach

### Slovenska

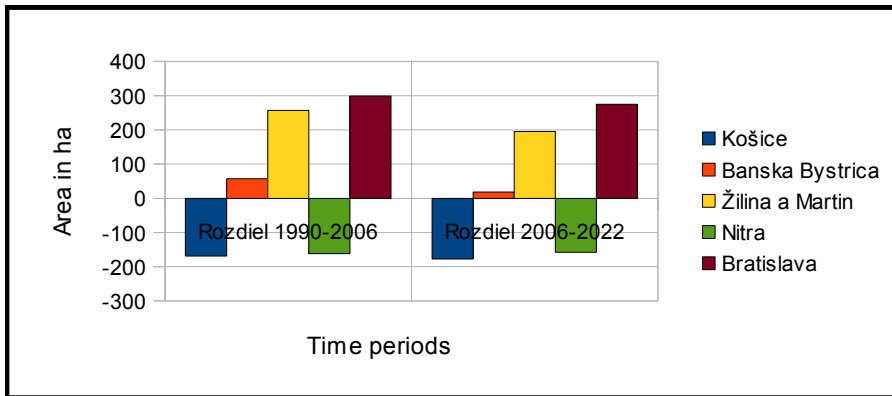
Výstupom modelovania zmien krajinnej pokrývky sú pravdepodobnostné mapy a simulované mapy krajinnej pokrývky. Tieto mapy boli generované pre každú z vybraných oblastí a sú uvedené na obrázkoch nižšie. Miera simulovaných zmien krajinnej pokrývky bola odvodená z vypočítaného trendu zmien pre roky mapu krajinnej pokrývky CLC 1990 – CLC 2006, teda obdobie 16 rokov. Zamerali sme sa na porovnanie dynamiky krajiny v rôznych regiónoch Slovensko, ktoré sme urobili pomocou vypočítanej jednokrokovej (*singlestep*) transformačnej matice. Výsledky sú uvedené v tabuľke 10. Z porovnania údajov je zrejmé, že skúmané oblasti krajiny majú rozličnú dynamiku zmien krajinnej pokrývky a teda aj trajektória zmien je v jednotlivých skúmaných oblastiach rôzna. V prípade ak definujeme proces urbanizácie ako zmenu ktorejkoľvek kategórie na kategóriu 1 - umelý povrchom, potom oblasť okolia Žiliny a Martina vykazuje najvyššiu mieru urbanizácie. Percentuálny podiel transformácie 2 - 1 bol na tomto území 3,03%, čo je viac ako dvojnásobná hodnota v porovnaní s hodnotou 1,36% v Košickom kraji. Na druhej strane transformácia opačného smeru tzn. 1 - 2 bola tiež najvyššia v oblasti Žiliny a Martina - 8,87%. Oblasť okolia Košíc mala najvyššiu mieru transformácie 1 - 3 tzn. prechod z umelých povrchov na lesy a poloprirodné oblasti 3,14%, veľmi podobný údaj sa objavil aj pri oblasti okolia Banskej Bystrice 3,04%. Druhá spomenutá oblasť má

najvyššiu mieru premeny poľnohospodárskych plôch na lesy a poloprírodné oblasti 7,80%, spolu s oblasťou okolia Žiliny a Martina (4,82%) majú najvyšší výskyt reforestácie alebo procesov sekundárnej sukcesie na opustených poľnohospodárskych plochách. Oblasť okolia Nitra preukazuje najvyššiu mieru transformácie medzi kategóriami 3 - 1 (0,48%) a 3 - 2 (4,88%), ktoré predstavujú odlesňovanie krajiny – transformácia lesov a poloprírodných oblastí na umelé povrchy a poľnohospodárske plochy. Pri pohľade na transformácie oblasti okolia Bratislavy zistíme, že miera urbanizácie (2,07%) je veľmi podobná miere urbanizácie okolia Banskej Bystrice (2,14%). Úroveň transformácie 2 - 1 je najnižšia v sledovaných oblastiach okolia Košíc a Nitra, pričom v oblasti Košíc pozorujeme transformáciu umelých plôch a poľnohospodárskej krajiny na lesy a poloprírodné plochy, pozorovaná oblasť okolia Nitra v sledovanom období nevykazuje žiadne výraznejšie zmeny podobného smeru v štruktúre krajinej pokrývky. Keď teda hodnotíme a porovnávame dynamiku zmien krajinej pokrývky z týchto 5 oblastí môžeme konštatovať, že najvýraznejšie sa krajinná pokrývka menila v oblasti okolia Žiliny a Martina. Pomerne najmenej sa menila krajinná pokrývka v okolí Nitra. Transformáciu kategórie 2 na kategóriu 1 môžeme považovať za najvýznamnejšiu spomedzi všetkých skúmaných transformácií – zmena poľnohospodárskej plochy na umelé povrchy. Presnejšie graficky znázornené výsledky pre jednotlivé kategórie krajinných prvkov uvádzame v tabuľke 10. Grafické výstupy uskutočneného modelovania sú zobrazené na obrázkoch 4–13 a porovnania zmien rozlôh jednotlivých kategórií skutočnej a modelovanej krajinej pokrývky uvádzame v grafoch 7 – 11.

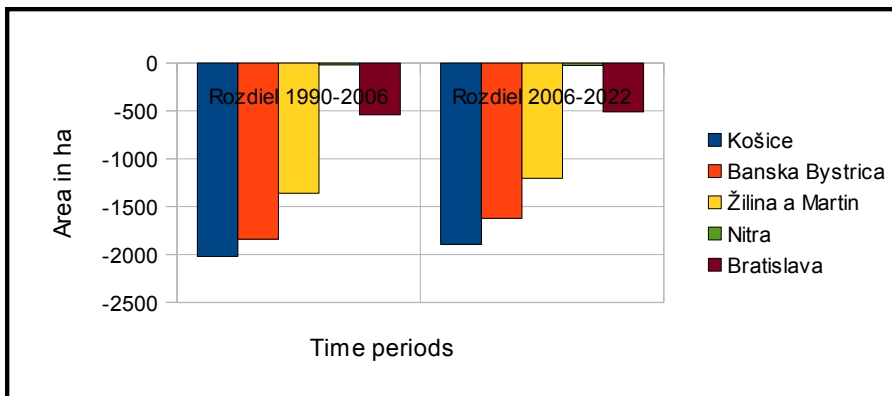
Tab 10 Transformačná tabuľka pre skúmané oblasti vybraných miest. Zvýraznené sú maximálne hodnoty.

Prechod	Košice	Banská Bystrica	Žilina	Nitra	Bratislava
1 → 2	0.0411082941	0.08117613956	0.08868826341	0.04926358558	0.02991758063
1 → 3	0.03141977544	0.03038829488	0.01455124801	0.004570848146	0.004737491077
1 → 5	0.002988047809	0.0001406865504	0.00116834838	x	0.009604776429
2 → 1	0.01360730786	0.02142180095	0.0302830998	0.004549877345	0.02069868996
2 → 3	0.03902871247	0.07807266983	0.04818415785	0.006591840371	0.01074235808
2 → 5	0.004514672686	9.478672986e-005	0.00366028024	0.001315627184	0.0005021834061
3 → 1	0.0004744283139	0.003343835166	0.003542299871	0.004825653798	0.001146549927
3 → 2	0.007306196034	0.01420646733	0.0139942711	0.04887920299	0.02392120075
3 → 4	x	x	x	x	5.211590577e-005
3 → 5	0.001739570484	1.932852697e-005	0.0001967944373	0.00202366127	0.004846779237
4 → 1	x	x	x	0.006756756757	x
4 → 2	x	x	x	0.1554054054	x
4 → 3	x	x	x	0.01351351351	0.09090909091
4 → 5	x	x	x	0.5202702703	x
5 → 1	0.01	x	0.03933747412	0.00329218107	0.0055387714
5 → 2	0.008	0.009433962264	0.07867494824	0.05349794239	0.001007049345
5 → 3	0.044	0.009433962264	0.002070393375	0.00329218107	0.0664652568

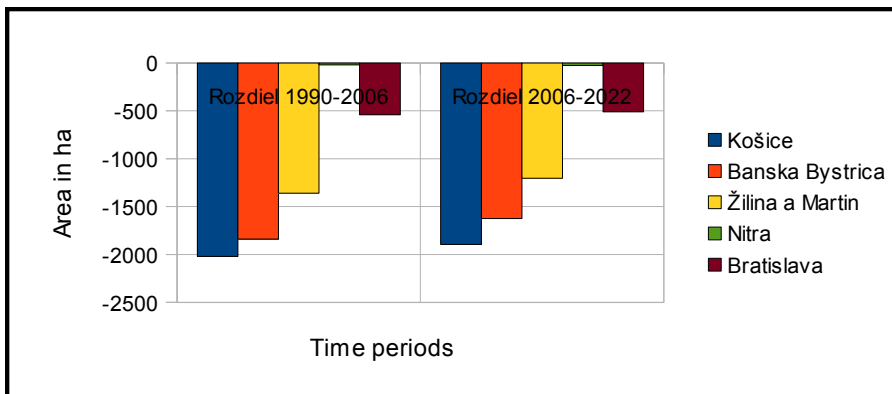




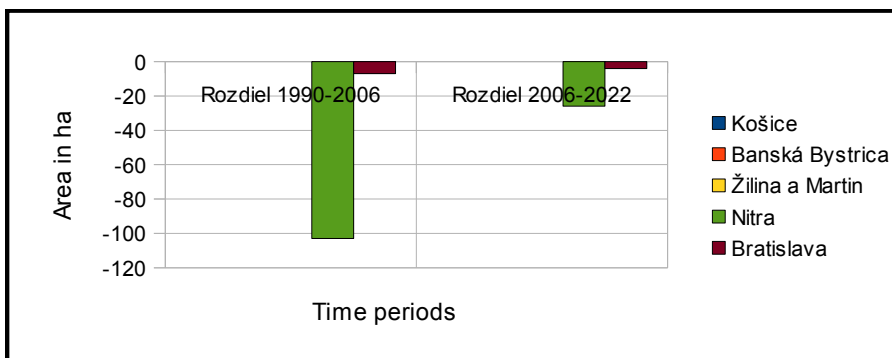
Graf 8 Zmeny v kategórii 2 – Poľnohospodárske plochy



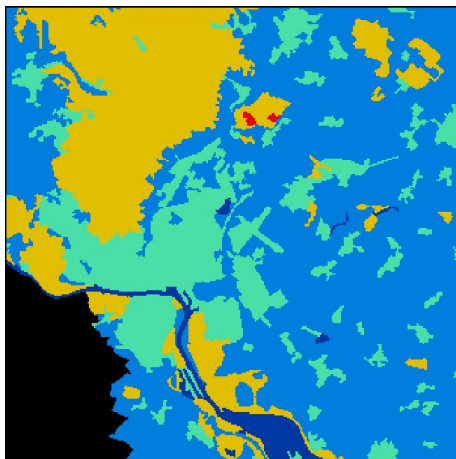
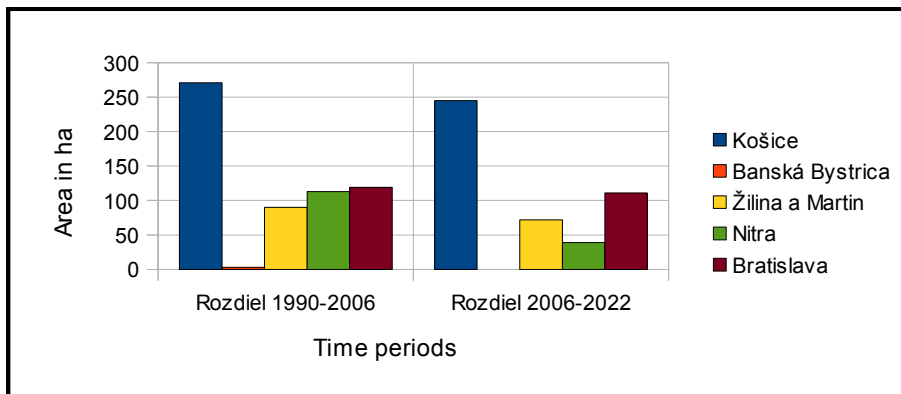
Graf 9 Zmeny v kategórii 3 – lesy a poloprírodné plochy



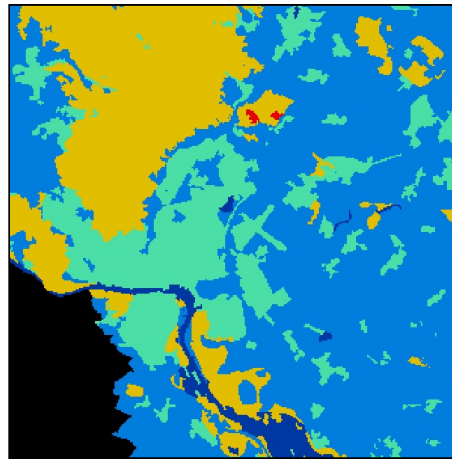
Graf 10 Zmeny kategórie 4 – mokrade



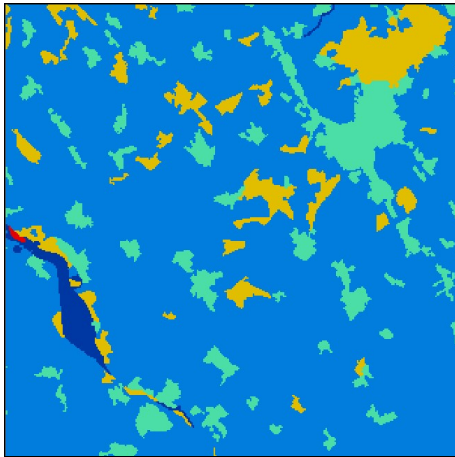
Graf 11 Zmeny kategórie 5 – vodné plochy



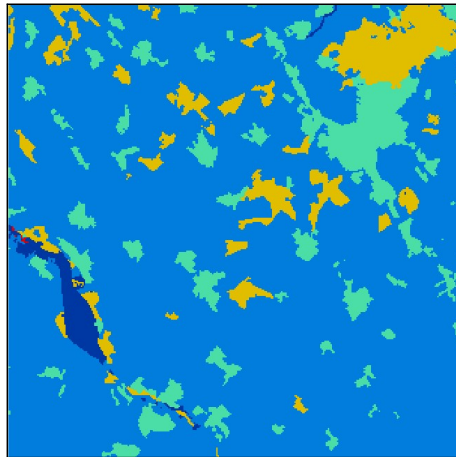
Obr. 4 Krajinná pokrývka Bratislavy 2006



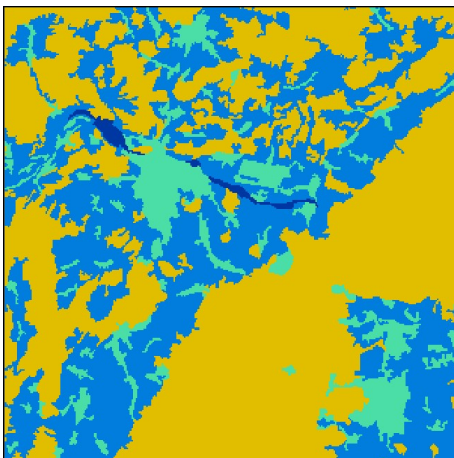
Obr. 5 Simul. kraj. pok. Bratislavy 2022



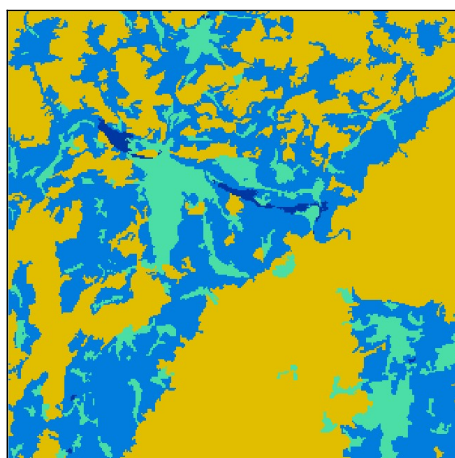
Obr. 6 Krajinná pokrývka Nitry 2006



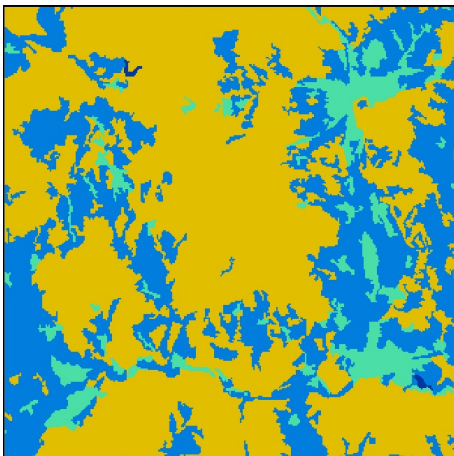
Obr.7 Sim. kraj. pokrývka Nitry 2022



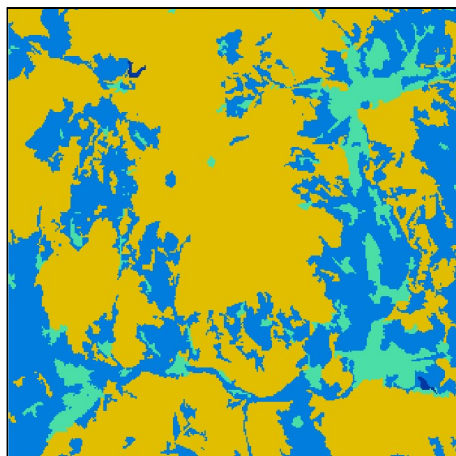
Obr. 6 Krajinná pokrývka Žiliny 2006



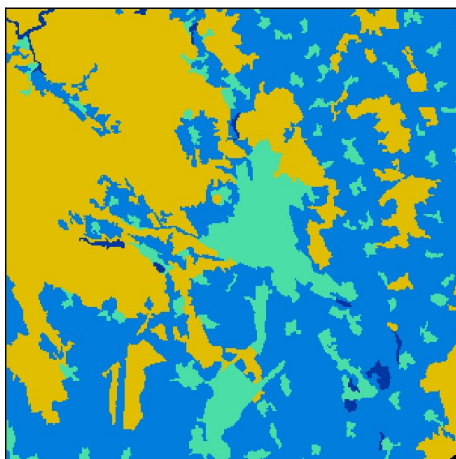
Obr.7 Sim. kraj. pokrývka Žiliny 2022



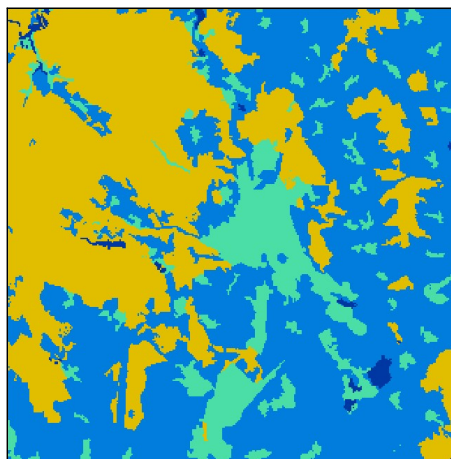
Obr. 10 Kraj. pokrývka B. Bystrice 2006



Obr. 11 Sim. k. pokrývka B.Bystrice 2022



Obr. 12 Krajinná pokrývka Košíc 2006



Obr. 13 Sim. k. pokrývka Košíc 2022

### 6.6 Modelovanie vývoja krajinej štruktúry v oblasti Žiaru nad Hronom

Vývoj v oblasti Žiaru nad Hronom sme sledovali v troch časových obdobiach, ktoré mali už podľa predchádzajúcich údajov veľmi odlišnú dynamiku. Pre potreby modelovania sme pre každé obdobie vytvorili transformačnú maticu pre modelovanie v rámci 4 krokov počas 20 rokov (5 ročné kroky). V tabuľke 11 však uvádzame hodnoty jedno-krokovej transformačnej matice, keďže tieto predstavujú priamy pomer zmeny medzi kategóriami. Grafické znázornenie pomeru prechodov medzi kategóriami v jednotlivých obdobiach je znázornené v prílohe 7.

Tab 11 Transformačná tabuľka pre oblasť Žiaru nad Hronom. Zvýraznené sú maximálne hodnoty.

prechod	Miera 1949-1971	Miera 1971-1949	Miera 1991-2010
1 → 2	0,0715721301	0,039812924	0,005341083
1 → 3	0,0028135468	0,0009512511	0,0046353108
1 → 4	0,0055713497	0,0011883106	0,0012618936
1 → 5	0,0033395665	0,0004610605	0,0016056076
2 → 1	0,0985583174	0,1029406849	0,2316013033
2 → 3	0,0049041985	0,000271615	0,0032304258
2 → 4	0,1603474235	0,0571101838	0,0605382382
2 → 5	0,0318717096	0,0095747763	0,0233355759
3 → 1	0,0934465346	0,0334529665	0,0134587622
3 → 2	0,0459463959	0,1128982232	0,0015833838
3 → 4	0,0024970867	0,0327440294	0,0047967215
3 → 5	0,0090450031	0,0011520227	0,0311554045
4 → 1	0,0403870719	0,0101240167	0,0206076931
4 → 2	0,1159640926	0,1785900626	0,0476922365
4 → 3	0,000454967	0,0003210788	0,0038912506
4 → 5	0,0463366406	0,0613862578	0,0066104997
5 → 1	0,0866226232	0,1068210004	0,0174905959
5 → 2	0,2965223515	0,16918148	0,0166695309
5 → 3	0,0024145679	0,0002687061	0,0001718508
5 → 4	0,1539287032	0,0467755271	0,3048824731

tretím v poradí bol prechod na kategóriu urbanizované a industrializované plochy (4) (13,78%). V období od roku 1991 až do roku 2010 sa najsilnejšie prejavil prechod na kategóriu urbanizované a industrializované plochy (4) (37,15%). Nasledoval prechod na kategóriu na lesné a poloprírodné oblasti (1) (28,32%) a ako tretí najsilnejší sa prejavil prechod na na kategóriu poľnohospodárske plochy (2) (7,13%). Prehľadné usporiadanie trendov v jednotlivých obdobiach vypočítaných podľa transformačnej matice programu Dinamica EGO 1.4 uvádzame v tabuľke 12.

Tab 12 Najvýraznejšie trendy prechodu v sledovaných obdobiach

	1949-1971	1971-1991	1991-2010
prechod	Na poľnohospodárske plochy	Na poľnohospodárske plochy	Na urban. a industrializované plochy
	Na urban. a industrializované plochy	Na lesné a poloprírodné oblasti	Na lesné a poloprírodné oblasti
	Na lesné a poloprírodné oblasti	Na urban. a industrializované plochy	Na poľnohospodárske plochy

Mapové výstupy modelovania zmien v krajinnej pokrývke v oblasti Žiaru nad Hronom v programe Dinamica EGO 1.4 uvádzame v prílohách 9-15. Snímky predstavujú simulácie zmien v budúcnosti na základe reálnych zmien uskutočnených v troch sledovaných obdobiach a príslušné pravdepodobnostné mapy. Testovanie modelu v časových obdobiach preukázalo 72,31% zhodu pre simulovanie v období 1949-1970, 73,18% pre obdobie 1970-1991 a 68,33% pre posledné obdobie 1991-2010. Základom pre modelovanie bola krajinná štruktúra v roku 2010 a modelovanie prebehlo v štyroch 5-ročných krokoch (2010-2030). Na zmenách krajinnej štruktúry viditeľných na simulovaných mapách sa jasne odzrkadľujú trendy prevládajúce v daných obdobiach. Na mape v prílohe 7 (modelované podľa rokov 1949-1970) sa prejavil trend rozširovania poľnohospodárskych plôch na úkor lesných a poloprírodných oblastí. V okolí cestných komunikácií, na južnom okraji industriálnej zóny a východnom okraji mesta môžeme pozorovať nárast urbanizácie na plochách ktoré boli určené na poľnohospodársku činnosť (viac-menej sa v súčasnosti jedná o trvalé trávne porasty). Rozvoj urbanizácie sa však prejavil aj na mieste v severovýchodnom cípe skúmanej oblasti, ktoré v súčasnosti predstavuje takmer nevyužívanú oblasť poľnohospodárskeho areálu s prístupovou cestou. Simulovaná situácia sa však vzhľadom na spomínanú opustenosť objektov javí ako veľmi nepravdepodobná. Trend nárastu urbanizácie sa veľmi intenzívne prejavil v oblasti veľkej križovatky v Šášovskom podhradí, kde výstavba rýchlostnej cesty R1 a cestných privádzačov pôsobí ako atraktor pre nasledujúci rozvoj priemyselných a obchodných aktivít. Samotné sídlo nachádzajúce sa z veľkej časti na druhom brehu rieky Hron v úzkej doline však v danej simulácii takmer

zaniklo vplyvom rozširovania kategórie lesných a poloprírodných oblastí. Plochy trvalých trávnych porastov nachádzajúce sa severne od industriálnej zóny až ku rieke Hron sa na simulovaných mapách premenili na urbanizovanú oblasť. Na daných plochách je rozvoj urbanizácie (alebo industrializácie) v nasledujúcich rokoch veľmi pravdepodobný, vzhľadom k vhodnej konfigurácii terénu a blízkosti industriálnej aj obytnej zóny mesta. Pri modelovaní budúceho vývoja na základe trendov zistených medzi rokmi 1971-1991 (mapa 8) sa urbanizačné procesy v krajine neprejavovali intenzitou predchádzajúceho obdobia a simulovaná mapa odráža tento stav v miernejšom náraste rozlohy urbanizovaných plôch a vo vyváženejších pomeroch prechodov medzi jednotlivými kategóriami. V mapových výstupoch sa táto vlastnosť odráža na menších priestorových zmenách oproti pôvodnému stavu krajinnej pokrývky. Zmeny krajiny simulované podľa údajov z tretieho sledovaného obdobia sú viditeľné hlavne ako nárast kategórie lesné a poloprírodné oblasti, ktorá sa rozširovala hlavne na úkor poľnohospodárskej pôdy, čo zrejme spôsobuje trend znižovania intenzity obhospodarovania poľnohospodárskych pozemkov v okolí mesta Žiar nad Hronom od roku 1991 do roku 2010 (mapa 9). Nárast rozlôh lesa a jeho sukcesných štádií je viditeľný hlavne na južnom okraji industrializovanej zóny mesta a na východnom okraji skúmanej oblasti.

### **6.7 Porovnanie krajinnej pokrývky a trendov jej vývoja v okolí vybraných hlinikární na území Európy.**

Krajinná pokrývka okolia hlinikární je veľmi rôznorodá. Pri porovnaní sme vychádzali z údajov uvedených v grafe v prílohe 9 a tabuľke v prílohe 8. Z hodnôt celkovej zmeny v jednotlivých krajinných výrezoch sa dá určiť, že najintenzívnejšie zmeny krajinnej pokrývky sa udiali v okolí hlinikárne v Žiari nad Hronom (zmenilo sa 12,39% rozlohy krajiny). Druhou najvýraznejšou zmenou prešla krajinná pokrývka v oblasti hlinikárne v Podgorici (11,48%) a tretou v poradí bola krajina v okolí mesta Konin (9,19%). Priemerné hodnoty zmien podľa jednotlivých trendov uvádzame v tabuľke 13.

Tab 13 Priemerné hodnoty trendov zmien krajinej pokrývky v okolí vybraných hlinikární v Európe

trend	priemer
extenzifikácia urbanizácie	0,07%
intenzifikácia urbanizácie	0,05%
industrializácia	0,73%
deindustrializácia	0,37%
urbanizácia	0,71%
deurbanizácia	0,24%
zalesnenie	0,95%
odlesnenie	0,19%
zatopenie	0,22%
odvodnenie	0,04%
zamokrenie	0,04%
intenzifikácia poľnohospodárstva	0,80%
extenzifikácia poľnohospodárstva	0,84%
celková zmena	5,25%

Najväčšie hodnoty v sledovaných územiach dosahuje trend zalesnenia (0,95%), nasledovaný extenzifikáciou (0,84%) a intenzifikáciou poľnohospodárstva (0,80%). Signifikantné hodnoty boli vypočítané aj pre trendy industrializácie (0,73%) a urbanizácie (0,71%). Grafické znázornenie zmien uvádzame v mapových prílohách 13-15. Zalesnenie sa najviac prejavilo v okolí hlinikárne Saint Jean, kde tento trend dosiahol hodnotu 2,61%. Trend extenzifikácie poľnohospodárstva bol najsilnejší v okolí hlinikárne vo Voerde 3,02%. Intenzifikácia poľnohospodárstva sa najviac prejavila v okolí hlinikárne v meste Podgorica hodnotou 5,04%. Industrializácia krajiny bola najsilnejšia v okolí hlinikárne v Hamburgu, kde dosiahla 1,90%. Urbanizačné procesy boli najsilnejšie v okolí hlinikárne v meste Konin 2,16%. Uvádzané maximálne percentuálne hodnoty zmien sú najsilnejšími trendmi jednak v rámci hodnotenia medzi trendmi ako takými, ako aj v jednotlivých výrezoch krajinej pokrývky v okolí sledovaných hlinikární.

## 7 DISKUSIA

Porovnávanie jednotlivých období a jednotlivých hodnôt rozloh kategórií a prvkov druhotnej krajinej štruktúry (krajinej pokrývky) poukazuje na fakt, že dominantné prvky tvoriace krajinu v okolí Žiaru nad Hronom sa v časovom horizonte rokov 1949-2010 výrazne nezmenili (príloha 10). Podľa práce RABBINGE et VAN DIEPEN (2000) a štúdie OECD (2001) sa v súčasnosti nachádzame vo fáze kontrakcie rozlohy poľnohospodársky obhospodarovaných plôch, čo potvrdilo aj v nami sledovanom území. Tento trend bude pravdepodobne pokračovať (BROUWER et CHADWICK, 1991; KLIJN, 1999) ako sa to

podarilo simulovať aj v nami vytvorených mapách budúceho vývoja krajiny v oblasti Žiaru nad Hronom a vo vybraných oblastiach Slovenska. Opačným vývojovým trendom sa ubera rozloha urbanizovaných plôch, ktorá sa zväčšuje podľa celosvetového trendu nárastu mestskej populácie, čo predstavuje jednu z hlavných hnacích síl nárastu rozlôh urbanizovaných plôch (TURNER et al., 1990). V období po II. svetovej vojne sme svedkami nárastu mestských oblastí (ALBERTI et al, 2007; UERL, 2006; ). Tento trend sa potvrdil aj v našom prípade (najintenzívnejší nárast v období 1949-1971), avšak tento trend zrejme nebude pokračovať ďalej do budúcnosti (pokles nárastu urbanizácie), čo je v protiklade s prácami VITOUSEK et al. (1997), ALBERTI et al., (2004), ANTROP (2004). V období rokov 1970-1991 sme podobne ako analýza krajinej štruktúry od FERANEC et al. (2003), potvrdili trendy intenzifikácie poľnohospodárstva a nárastu urbanizácie. Nepotvrdili sme trend odlesňovania nakoľko v nami sledovanej krajine dochádzalo k silnejšiemu trendu zalesňovania. Výsledky nášho výskumu potvrdzujú základné predpoklady o hancích silách vývoja krajiny v post-socialistických štátoch publikované napr. v prácach BÍČÍK et al. (2001), FANTA et al. (2004), ZEMEK et al. (2005). V prípade zmeny dominancie v kategórii úzko-pásové polia v roku 1949 na veľko-blokovú ornú pôdu v roku 1970 bol dôvod tejto zmeny daný politicky prechodom na kolektívny spôsob hospodárenia, vytvorením roľníckych družstiev a následným rozoraním medzí (scelením políčok do veľko-blokových polí) podobne ako aj v ostatných post-komunistických krajinách (SIMION, 2008; VÁCLAVÍK et ROGAN, 2009) . Autori FICHERA et al. (2010) použili pre analýzu zmien v krajine v okolí mesta Conca di Avellino veľmi podobnú metodiku s využitím takmer totožných období (letecké snímky z rokov 1954, 1974, 1990 a ortofotosnímky 1994, 2006 a snímky LANDSAT 1973, 1993, 2004). Výsledkom boli mapy zmien krajinej pokrývky v období rokov 1954-2004 so 4 mapovanými skupinami prvkov – urbanizované oblasti, les, orná pôda a trávne porasty. V sledovanom území došlo počas 50-tich rokov k výraznému nárastu urbanizovaných plôch formou „urban sprawl“ – ako hlavné hnacie sily identifikovali autori nárast populácie a neskoršie presídlenie časti obyvateľov do satelitných mestečiek v okolí Conca di Avellino a vytvorenie nových priemyselných zón v okolí. Analýza zmien krajinej pokrývky prebehla aj pomocou skupiny 4 krajinných indexov (SHDI, PD, LPI, NP) počítaných pre 2 transekty. Hodnoty SHDI, NP a PD vykázali nárast a hodnota LPI pokles, čo predstavuje trend zväčšovania fragmentácie krajiny). V prípade nami skúmanej krajiny sa trend nárastu urbanizácie



prejavil hlavne v prvom sledovanom období (1949-1971) a následne postupne klesal. Na rozdiel od vyššie spomínaných autorov sme na analýzu diverzitu krajiny v práci využili štatisticky vhodnejší Shannonov index vyrovnanosti. V zmysle práce HULLSHOF (1995) sa v zmene krajinej pokrývky prejavila hlavne premena poľnohospodárskych plôch na urbanizované plochy. Podobne ako v prípade analýz za pomoci krajinných indexov FICHERA et al. (2010), YANG et LIU (2005), JAEGERA et al. (2007) sa v oblasti Žiaru nad Hronom preukázal nárast fragmentácie krajinej štruktúr vplyvom nárastu urbanizácie. Identifikovali sme aj protichodné zmeny kvantifikované indexmi krajinej metriky, tak ako CHUMAN et ROMPOTL (2008), ktorí poukázali na zmenšovanie počtu prvkov v krajine na jednej strane vplyvom úbytku hospodárenia na pôde (homogenizácia krajinej štruktúry) a zvyšovanie fragmentácie a nárast hraníc (okrajov plôšok) na druhej strane spôsobená nárastom urbanizácie a s ňou spojených procesov výstavby nových komunikácií. Z veľkého množstva dostupných indexov sme pre analýzu krajinej štruktúry v práci vybrali menší počet indexov (RIITTERS et al., 1995). V prípade analýzy trendov vývoja krajinej pokrývky na území piatich vybraných urbanizovaných oblastí Slovenska vykazujú skúmané územia značne odlišné trajektórie trendov zmien krajinej pokrývky (VERBURG et al. 2010). Takéto rozdiely môžu poukazovať na veľmi rozdielne hnacie sily zmien v krajine (ANTROP, 2005). Bez ďalšieho detailnejšie výskumu, ktorý by sa venoval identifikácii socio-ekonomických mechanizmov pôsobiacich v skúmaných oblastiach krajiny, je však veľmi ťažké pokúsiť sa vysvetliť veľmi komplexné procesy ktoré sa v krajinnom priestore odohrávajú. Zaujímavé zistenia by mohlo priniesť aj porovnanie výsledkov viacerých vyššie spomínaných softvérových nástrojov napr. CLUES (VERBURG et al., 2004, VERBURG, 2006) SLEUTH (SILVA et CLARKE, 2002), s cieľom zistiť nakoľko je nami použitý model presný vo svojich predpovediach. Je zjavné, že presnosť predpovedí je závislá aj na zvolenej mierke. V našom prípade sa veľkosť zrna 100 x 100 m podobne ako pri modeli ukázala ako zaujímavá hlavne kvôli možnosti skúmať správanie sa krajinej pokrývky na vhodnom rozlíšení vzhľadom k zvolenej mierke výskumu, čo potvrdzuje aj porovnanie rôznych modelov krajinej pokrývky autorov HAASE et SCHWARZ (2009). Testovanie výsledkov modelovania po viacnásobnej kalibrácii modelu opakovane prinieslo presnosť v rozpätí 60-70 %, čo by sme však vzhľadom na použité podklady mohli považovať za dostačujúce. Je však dôležité spomenúť, že táto presnosť simulácií nemá v niektorých prípadoch isotropný charakter

(THARPA et MURAYAMA, 2011). Z grafického zobrazenia výsledkov vyplýva, že model poskytuje vcelku pravdepodobné mapy budúcej krajinej pokrývky, pokiaľ sa jedná o bezprostredné hranice okolie väčších miest (rozširovanie Žiaru nad Hronom, Zvolena a Banskej Bystrice obr. 13 a 14). Nižšiu schopnosť predpovedať zmeny krajinej pokrývky sme pozorovali napríklad v oblasti Kremnice (obr. 13, 14), kde došlo k zániku mesta (premena kategórie 1 na kategórie 2 a 3) a jeho nahradením poľnohospodárskymi plochami a lesom. Toto správanie sa nášho modelu je snáď možné vysvetliť povahou modelu (SOARES-FILHO et al. 2009) ako takého a nášho definovania zadania problému, kedy model počítal transformácie jednotlivých kategórií len na základe vnútorných pravidiel bunkového automatu, a nemal definované žiadne obmedzenia týkajúce sa nemožnosti zániku plôch určitej kategórie (napr. kategórie 1 – umelé povrchy). Analýza zmien krajinej pokrývky v zázemí väčších slovenských miest (ŠVEDA, MICHALOVÁ, 2010) preukázala podobné trendy vývoja krajinej pokrývky v blízkom okolí väčších miest. Podarilo sa nám celkom verne simulovať rozrastanie urbanizácie v prípade okolia Bratislavy a Žiliny. Na tomto príklade vidíme zaujímavý potenciál práce s programom DINAMICA EGO 1.4 (SOARES-FILHO et al., 2009) modelu graficky zobrazíť dynamiku zmeny krajinej pokrývky, v tomto prípade zastavenie rozširovania mesta a výraznú tendenciu okolitej prírodnej krajiny znovu získať opustené alebo nevyužívané plochy. Modelovanie krajinej pokrývky preukázalo aj prípade ďalších štúdií presnejšie výsledky ako v prípade iných používaných modelov (ALMEIDA et al. 2003, MAS et al. 2009) Porovnanie zmien krajinej pokrývky v rokoch 1990-2006 v okolí vybraných hlinikární v Európe poukázalo jednak na rozdielne trajektórie trendov zmien, čo potvrdzuje rôznorodosť hnacích síl týchto zmien (VERBURG et al. 2010, ANTROP, 2005). Najdynamickejšie sa rozvíjala krajina práve v okolí hlinikárne v Žiari nad Hronom a Podgorici (Čierna Hora). Treťou najvýznamnejšie sa meniacou bola krajina v okolí hlinikárne v meste Konin (Poľsko). Pozorované súvisí podľa viacerých prác o vývoji v post-socialistickom bloku vo východnej Európe (BASTIAN et RÖDER, 1998; HERSPERGER et BÜRGI, 2009, BAUMANN et al., 2011) hlavne s ekonomickým a politickým vývojom v týchto krajinách. Najvýraznejším trendom zmien v krajinej pokrývke však bolo zalesnenie, čo poukazuje na súčasný trend postupujúcej reforestácie európskej krajiny (MATHER, 2001).

## 8 ZÁVER

Krajina v skúmanej oblasti Žiaru nad Hronom sa najvýraznejšie menila medzi rokmi 1949-1970. V tomto období do krajinnej štruktúry vplyvom výstavby hlinikárne pribudli nové krajinné prvky – priemyselné haly a objekty, parkoviská, nevyužívané plochy, zástavba mestského typu, skládky odpadov, opustené sídla a veľkoblková orná pôda. Všetky tieto zmeny (okrem trendu intenzifikácie poľnohospodárstva) by sme mohli pripísať realizovanému rozhodnutiu postaviť v území závod na výrobu hliníka, čo so sebou prinieslo aj nevyhnutnú výstavbu ubytovacích kapacít v blízkosti samotnej továrne a vznik nového urbanistického celku. Nové mesto Žiar nad Hronom zabralo pod svoje stavby okolitú väčšinou poľnohospodársky využívanú pôdu. Novovzniknutý závod dával (a v súčasnosti stále dáva) prácu ľuďom z blízkeho aj širokého okolia, zároveň však zabral pôdu ako primárny zdroj obživy ľudí. Nepremyslené umiestnenie nezostalo bez odzvy spätnej väzby v prostredí a vplyv škodlivých látok (fluórových a sírových imisií) na najbližšie okolie viedol k zániku celej samostatnej obce (a vzniku prvku opustené sídla, s trendom smerom k zaniknutým), na mieste ktorej sa v súčasnosti budujú nové skládky odpadov. Diskutovať o základnej etike takéhoto konania však nebolo náplňou tejto práce. Záverečná práca projektu Zhodnotenie ekologickej únosnosti regiónu Žiarskej kotliny (MÉRES et VOZÁR ed., 1998) uvádza priestorové umiestnenie hlinikárne ako nevhodné vzhľadom na jej znečisťujúci vplyv na blízke aj vzdialené okolie. Z pohľadu jednotlivých katastrov je v skúmanom území identifikované nevhodné využívanie krajiny. Autori poukazujú na veľmi nepriaznivý stav životného prostredia (narušené biotopy, kontaminovanú pôdu a podzemnú vodu), absenciu vyhlásených ochranných pásiem (samotný závod ZSNP a.s. nemal v roku v roku 1998 vyhlásené ochranné pásmo) a enormné zaťaženie územia skládkami nebezpečného odpadu (odkalisko v ZSNP). Nami vykonaná analýza zmien krajinnej štruktúry však do istej miery preukázala trend zvyšovania pomeru rozlôh prírodných prvkov v skúmanom území, čo v prípade silne ekologicky a environmentálne narušeného územia, má priaznivý vplyv na krajinu. Tri najviac zastúpené kategórie krajinnej pokrývky - súvislé lesy, TTP a orná pôda, len veľmi mierne menili svoje poradie v rámci najviac zastúpených plôch. Slabnúci trend urbanizácie a industrializácie, teda negatívnych antropogénnych tlakov na ekologické vlastnosti krajinnej štruktúry a na jej prírodné zdroje spoločne so znižovaním celkovej intenzity zmeny a narastajúcim trendom zalesňovania územia, majú stabilizačný a ozdravný dopad

na ekologické funkcie krajinej štruktúry. Naproti tomu, pomocou modelovania vidíme v skúmanej krajine protichodne pôsobiaci trend urbanizácie častí krajiny vytvárajúcich spojnicu medzi sídelnou a industriálnou zónou mesta, a tendenciu mestských okrajov expandovať do okolitej krajiny, aj keď tento trend nie je v prípade Žiaru nad Hronom rovnako výrazný ako v okolí väčších miest. Modelovanie zmien krajinej pokrývky v programe DINAMICA v sebe obsahuje aj základnú formu matematického vyjadrenia týchto procesov vo forme transformačnej matice, ktorá môže byť nápomocná pri objasňovaní trendov zmien v krajine. Skúmaním krajinej pokrývky 5 vybraných urbanizovaných oblastí Slovenska sme zistili najsilnejší urbanizačný tlak na krajinu v okolí mesta Žilina. Trendy v zmenách krajinej pokrývky, ktoré sme vykonali na viacerých úrovniach (a viacerých mierkach) od lokálnej pre oblasť Žiaru nad Hronom až po európsku pre 10 kilometrové okolia hlinikárni v Európe ukázali, že trendy vývoja sú veľmi podobné. Jedným zo základných trendov je nárast zalesnenia v okolí industriálnych plôch spôsobený postupnou stratou záujmu obyvateľstva o hospodárenie na pôde a zmenou politickej a ekonomickej situácie v krajinách. Oblasti s najvýraznejšími socioekonomickými zmenami preukazujú aj najvýraznejšie zmeny v druhej štruktúre krajiny (Žiar nad Hronom, Konin, Podgorica). Hoci sú v krajinej pokrývke v oblasti Žiaru nad Hronom výrazné zmeny spôsobené vplyvom industrializácie, náš výskum zmien krajiny v najbližšom okolí industrializovaných plôch na Slovensku ukázal, že sa vzájomná priemerná vzdialenosť industrializovaných plôch počas rokov 1990-2006 zväčšila. Hodnotenie zmien v krajinej pokrývke prostredníctvom krajinných indexov bolo rovnako užitočnou pomôckou pri analyzovaní zmien. Zaujímavé hodnoty sme zistili použitím Shannonovho indexu vyrovnanosti, ktorý dosiahol najvyššie hodnoty vypočítaním z rastra krajinej pokrývky v roku 1970. Modelovanie budúcich zmien v krajine pomocou softvéru DINAMICA EGO v1.4 sa ukázalo byť vhodnou voľbou pre rôzne pracovné mierky (čo nie je pri počítačovom modelovaní bežným javom). Z grafického zobrazenia výsledkov vyplýva, že model poskytuje relatívne pravdepodobné mapy budúcej krajinej pokrývky, pokiaľ sa jedná o bezprostredné hranice okolie väčších miest (rozširovanie Žiaru nad Hronom, Zvolena a Banskej Bystrice) Zaujímavý je aj potenciál modelu graficky zobrazit vnútornú dynamiku zmeny krajinej pokrývky (takmer nebadateľné zanikanie mesta Kremnica), v tomto prípade zastavenie rozširovania mesta a výraznú tendenciu okolitej prírodnej krajiny znovu získať opustené alebo nevyužívané plochy. Súčasnú prevažujúce

tendencie v trendoch zmien v druhotnej krajinnej štruktúre sa s prihliadnutím na pokles urbanizácie a industrializácie a nárast zalesnenie územia, ako aj extenzifikáciu poľnohospodárstva, dajú hodnotiť ako kladné z ekologického hľadiska. Tieto tendencie sú navyše podporené zlepšovaním environmentálnych výrobných technológií, čoraz menej škodiacich (možno čoraz viac skryto škodiacich) životnému prostrediu ako takému.

Odporúčania pre vedu:

- potenciál modelovania zmien v programe DINAMICA EGO 1.4 graficky zobrazit' dynamiku zmeny krajinnej pokrývky na relatívne presnej úrovni (záleží od kalibrácie),
- analýza javov vyvolaných jedným fenoménom (hnacou silou), je možná aj vo viacerých mierkach, za predpokladu vhodných analytických nástrojov,
- modelovania krajiny sa nedá uskutočňovať na veľkom rozlíšení (veľkom počte kategórií) a stále sa musí obmedzovať na vhodné zovšeobecnenie predmetu výskumu. V našom prípade sme v tomto smere boli donútený matematickými vlastnosťami softvéru zájsť relatívne ďaleko k hranici už nepoužiteľného zovšeobecnenia krajiny,
- trendy vývoja krajiny sa v tejto forme do istej miery osvedčili ako vhodný nástroj pre sledovanie dynamiky krajinnej pokrývky, avšak vylepšenie už používanej metodiky by snáď mohlo priniesť zaujímavejšie výsledky,
- využitie časovej série leteckých snímok sa osvedčilo ako vhodné prostredie pre vytváranie scenárov budúceho vývoja krajinnej štruktúry

Odporúčania pre prax:

- modelovanie javov v krajine na princípe bunkových automatov je pri vhodne zvolenom rozlíšení veľmi mocným a dobrým nástrojom, pomocou ktorého môžeme identifikovať potenciálne nebezpečné smerovanie vo vývoji v krajine
- krajina (ako súčasť prírody) má schopnosť opravovať a regenerovať svoje poškodené štruktúry, a preto by bolo vhodné hlavne v územiach ťažko poškodených priemyselnou činnosťou ponechávať čo najviac časo-priestoru prirodzenému vývoju bez ďalšieho neúnosného zaťažovania krajiny,
- zvážiť časovú náročnosť tvorby máp systémom „on-screen“ a zhodnotiť pomer „cena-výkon“ pri potrebe využívania mapovania územia aj pre potreby praxe

## 9 LITERATÚRA:

- ALBERTI, M., R. WEEKS, AND S. COE. 2004. *Urban land cover change analysis for the Central Puget Sound: 1991–1999*. In: *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, no.70 (2004), p. 1043–1052
- ALBERTI, M., P. CHRISTIE, J. MARZLUFF, AND J. TEWKSURY. 2007. *Interactions between natural and human systems in Puget Sound*. *Sound Science: Synthesizing Ecological and Socioeconomic Information about the Puget Sound Ecosystem*. January 2007. 78 p.
- ALBERTI, M., HEPINSTALL, J. A., COE, S. E., COBURN, R., RUSSO, M., JIANG, Y., 2010. *Modelling Urban Patterns And Landscape Change In Central Puget Sound*. [online], 5 p. [citované 20.6.2010] Dostupné na internete: <[www.isprs.org/proceedings/XXXVI/8-W27/Alberti.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/8-W27/Alberti.pdf)>
- ALMEIDA, C.M. MONTEIRO, A.M.V., CÂMARA G., SOARES-FILHO, B.S., CERQUEIRA G.C., PENNACHIN C.L., BATTY, M. 2005. *GIS and Remote Sensing as Tools for the Simulation of Urban Land Use Change*. In: *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 26 no. 4 p. 759-774
- ALMEIDA, C.M., BATTY, M., MOTEIRO, V., CÂMARA, G., SOARES-FILHO, B.S., CERQUEIRA G.C., PENNACHIN, C.L., 2003. *Stochastic cellular automata modelling of urban land use dynamics: empirical development and estimation*. In: *Computers, Environmnet and Urban Systems*, no. 27, p. 481-509
- ANTROP, M., 2003. *Continuity and change in landscapes. Landscape change and the urbanization process in Europe*. In: Antrop, M., Mander U., (Eds.) 2003. *Multifunctional Landscapes, vol. 3: Continuity and Change*. *Advanced Ecological Science* 16. Southampton: WIT Press, 2003, 304 pp. ISBN 978-1-85312-935-3
- ANTROP, M., 2004. *Landscape change and the urbanization process in Europe*, In: *Landscape and Urban Planning*, vol. 67 no. 1–4, p. 9–26
- ANTROP, M., 2005. *Sustainable landscapes: contradiction, fiction or utopia?* In: *Landscape and urban planning* 75, Elsevier B.V., 2006, p. 187-197, ISSN 0169-2046
- BAKER, W.L., 1989. *A review of models of landscape change*. In: *Landscape Ecology* 2, Netherlands: Springer, 1989, p. 111-133, ISSN 1572-9761
- BARREDO, J.I., KASANKO, M., MCCORMICK, N., LAVALLE, C. 2003. *Modelling dynamic spatial processes: Simulation of urban future scenarios through cellular*

- automata*. In: Landscape and Urban Planning, 64 (3). Elsevier B.V., 2003, p.145–160, ISSN 0169-2046
- BARREDO, J., ET AL., 2004. *The MOLAND model for urban and regional growth forecast. A tool for the definition of sustainable development paths*. European Communities: Institute for Environment and Sustainability, 2004, 22 pp. EUR 21480 EN
- BARNOVSKÝ, M., 2007. *Industrializácia Slovenska a životné prostredie v období komunistického režimu*. In: Acta Oeconomica Pragensia, roč. 15, č.7, Praha: Vysoká škola ekonomická, 2007, 71 pp. ISSN 0572-3043
- BASTIAN, O., RÖDER, M., 1998. *Assessment of landscape change by land evaluation of past and present situation*. Landscape and Urban Planning, Volume 41, Issues 3-4, 6 July 1998, p. 171-182
- BATTY, M., COUCLELIS, H., EICHEN, M., 1997. *Editorial: urban systems as cellular automata*. Environment and Planning B: Planning and Design 24, London: Pion, 1997, p. 159-164, ISSN 1472-3417
- BAUMANN, M., KUEMMERLE, T., ELBAKIDZE, M., OZDOGAN, M., RADELOFF, V.C., KEULER, N.S., PRISHCHEPOV, A.V., KRUHLOV, I., HOSTERT, P. 2011. *Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine*. Land Use Policy vol. 28 (2011), p. 552–562
- BEATLEY, T., 1999. *Learning from European Cities*, Washington D.C.: Island Press, 1999, 512 pp., ISBN 9781559636827
- BIČÍK, I., JELEČEK, L., ŠTĚPÁNEK, V., 2001. *Land-Use Changes and Their Social Driving Forces in Czechia in the 19th and 20th centuries*. Land Use Policy, volume 18, p. 65–73
- BOLTÍŽIAR, M., 2004. *Zmeny krajinej štruktúry vysokohorskej krajiny na príklade lokality „Spálenisko pod Slavkovským štítom“ v rokoch 1949-2003 s využitím výsledkov DPZ a GIS*. In ZAUŠKOVÁ, E. (ED.), 2004. Horská a vysokohorská krajina. Zvolen: Tech. univerzita vo Zvolene, 2004, p. 167-176.
- BORTEL, J., JANČOVÁ, M., SLÁVIKOVÁ, D., 1993. *Ochrana a tvorba krajiny*. Zvolen: Technická Univerzita, 1993, 135 pp. Vysokoškolské skriptá.
- BOURNE, L., 1982. *Internal Structure of the City*, Oxford University Press, USA; 2 edition (March 25, 1982), 640 pp.
- BROUWER, F.M. AND CHADWICK, M.J., 1991. *Future land use patterns in Europe*.

- In: BROUWER, F.M., THOMAS, A.J. AND CHADWICK, M.J. EDS. *Land use changes in Europe*. Geojournal Library no. 18 Kluwer, Dordrecht, p. 49-78
- BÜRGI, M., HERSPERGER, A. M., SCHNEEBERGER, N., 2004. *Driving forces of landscape change – current and new directions*. In: *Landscape Ecology* 19, Netherlands: Springer, 2004. p. 857–868, ISSN 1572-9761
- CAIRNS, J., 2008. *Preparing the Post-Industrial Age*. In: *Asian Journal of Experimental Sciences* 22, Jaipur: AJES, 2008, p. 1-12, ISSN 0971-5444
- CEBECAUEROVÁ, M. 2007: *Analýza a hodnotenie zmien štruktúry krajiny (napríklad časti Borskej nížiny a Malých Karpát)*. Geografický ústav SAV Bratislava, *Geographia Slovaca*, 24, 136 s.
- CÍLEK, V. 2007. *Krajiny vnitřní a vnější*. 2. dop. vyd. Praha : Dokořán, 2007. 270 s. ISBN 80-7363-042-7
- ČUKA, P. 2006. *Kremnické vrchy*. Textová časť turistickej mapy. Vojenský kartografický ústav, Harmanec, 4.vydanie, 46 s.
- DEMEK, J., 1974: *Systemova teorie a studium krajiny*. In: *Studia Geographica*, 40, p. 23-31
- DRDOŠ, J., KOZOVÁ, M., MIKLÓS, L., URBÁNEK, J., 1995. *Základy krajinného plánovania*. Zvolen: Technická Univerzita, 1995, 172 pp. Vysokoškolské skriptá.
- DRDOŠ, J. 1998. *O krajinnom obraze*. In: *Acta Fac. Stud. Hum. et Nat. Univ. Preš.* : *Prírodné vedy* 29 : *Folia geographica* 1. Hochmuth, Z. ed. Prešov : FHaPV PU, 1998, s. 65-75.
- ĎUROVIČ, E., 2006. *Hliník nad Hronom – geologická stavba, inžiniersko-geologické a hydrogeologické pomery na území projektovaného zámeru na spracovanie kovového šrotu*, NOBAGEOS, Nová Baňa, 8 pp. + prílohy
- EINIG, K., ET AL., 1997. *Use of CORINE DATA for the pursuit of the process of urbanisation in East German metropolitan areas*. *GIS* 1997;1/1997
- EL GHORDAF, J., HBID, M.L., SÁNCHEZ, E., LANGLAIS. M., 2009: *On the evolution of spatially distributed urban populations*. In: *Modelling and mathematical analysis. Nonlinear Analysis: Real World Applications* 10, Amsterdam: Elsevier B.V., 2009, p. 2945-2960, ISSN 1468-1218
- ELLINGSEN, E., LEVY, A., 2006: *Cross-Catalytic Architectures: in conversation*. [online]. 2006 [citované 2009-08-04]. Dostupné na internete:



<<http://www.306090.org/MEDIA/00083.pdf>>

EU COUNCIL, 2000. *Európsky dohovor o krajine* (2000) (č. 176), [online], 5 p. [citované 20.6.2010] Dostupné na internete: <<http://www.radaeuropy.sk/?1557>>

EU COMMISSION ON ENVIRONMENT, 1990. Green Paper On The Urban Environment (1990) [online], 35 p. [citované 2.5.2010] Dostupné na internete: <[http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/com90218final\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/urban/pdf/com90218final_en.pdf)>

FANTA, J., PRACH, K., AND ZEMEK, F., 2004. *Status of Marginalisation in Czech Republic: Agriculture and Land Use*. EUROLAN, National Report—Czech Republic, České Budějovice, Czech Republic, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, and Institute of Landscape Ecology Academy of Sciences of the Czech Republic, 29 p.

ELMQVIST, T, 2009. *Knowledge networking for climate resilient urban regions* In: Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 6, IOP Publishing, 2009, 1 p.

FERANEC, J., OŤAHEL, J., 2001. *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava: Veda, 2001, 124 pp. ISBN 80-224-0663-5

FERANEC, J., CEBECAUER, T., OŤAHEL, J., SURI, M. 2003. *Assessment of the Selected Landscape Change Types of Slovakia in the 1970s and 1990s*. Ekológia (Bratislava), no.22, p. 161–167

FERGUSON, B. K., 1994. *The concept of landscape health*. In: Journal of Environmental Management 40, Netherlands: Academic Press Limited, 1994, p. 129–137, ISSN 0301-4797

FERGUSON, B.K., 1996. *The Maintenance of Landscape Health in the Midst of Land Use Change*. In: Journal of Environmental Management 48, Netherlands: Academic Press Limited, 1996, p. 387-395, ISSN 0301-4797

FORMAN, R. T. T., GODRON, M., 1986. *Landscape ecology*. Wiley, New York.

FORMAN, R.T.T., GODRON, M., 1993. *Krajinná ekologie*. Praha: Academia, 1993, 583 pp. ISBN 80-200-0464-5

FUTÁK, J., 1980. *Fytogeografické členenie*, In: Atlas SSR, Bratislava.

CHENG, J., MASSER, I., 2003. *Urban growth pattern modeling: a case study of Wuhan city, PR China*. In: Landscape and Urban Planning 62. Elsevier B.V., 2003, p. 199–217, ISSN 0169-2046

- CHORLEY, R.J. AND HAGGETT, P., EDITORS 1967: *Models in geography*. London: Methuen, 430 pp.
- CHUMAN, T., ROMPOTL, D., 2010. *Současné zmeny struktury krajiny v Českej republike*. [online] [citované 20.6.2010] Dostupné na internete: <[http://www.cenelc.cz/components/pages/ns/bin/fok03\\_romportl\\_zmeny\\_struktury\\_krajiny.pdf](http://www.cenelc.cz/components/pages/ns/bin/fok03_romportl_zmeny_struktury_krajiny.pdf)>
- GÁBRIŠ et al.: *Ochrana a tvorba životného prostredia v poľnohospodárstve*. VŠ-učebnica. ES. SPU Nitra, 1998, 461 s.
- GARB, Y., JACKSON, J., 2006. *Central Europe's Brownfields: Catalysing a Planning Response in the Czech Republic*. In: Altrock, U., et al., (Eds.), 2006. *Spatial Planning and Urban Development in the New EU Member States. From Adjustment to Reinvention*. Aldershot: Ashgate Publishing Limited, 2006, 306 pp. ISBN 0-7546-4684-X
- GILLANDERS S. N., COOPS N. C., WULDER, M.A., GERGEL S. E., NELSON T., 2008. *Multitemporal remote sensing of landscape dynamics and pattern change: describing natural and anthropogenic trends*. *Progress in Physical Geography* 32 (5), SAGE Publications, 2008, p. 503–528, ISSN: 1477-0296
- GODOY, M. & SOARES-FILHO, B.S. 2008. *Modelling intra-urban dynamics in the Savassi neighborhood, Belo Horizonte city, Brazil* in: PAEGELOW M. & CAMACHO OLMEDO M.T., Ed. *Modelling Environmental Dynamics*, Springer-Verlag. 390 pp
- HASSE, J., E., LANTHROP, R., G., 2003. *Land resource impact indicators of urban sprawl*. In: *Applied Geography* 23, Elsevier, 2003, p. 159–175, ISSN 0143-6228
- HAASE, D., SCHWARZ, N., 2009. *Simulation Models on Human-Nature Interactions in Urban Landscapes: A Review Including Spatial Economics, System Dynamics, Cellular Automata and Agent-based Approaches*, *Living Rev. Landscape Res.* 3,[online], [citované 20.6.2010], Dostupné na internete:<<http://www.livingreviews.org/lrlr-2009-2>>
- HERSPERGER, A.M, BÜRGI, M., 2008. *Going beyond landscape change description: Quantifying the importance of driving forces of landscape change in a Central Europe case study*. In: *Land Use Policy*, Vol. 26 no. 3, (2008), p. 640-648
- HOFIERKA, J., 2008. *Kultúrna krajina na Slovensku - regionalizácia, ochrana a plánovanie*. Grantový projekt APVV. COST-0016-06 [online], [citované: 2009-08-04] Dostupné na internete: <[http://www.fhfv.unipo.sk/kagerr/pracovnici/hofierka/projekty/apvv\\_results.html](http://www.fhfv.unipo.sk/kagerr/pracovnici/hofierka/projekty/apvv_results.html)>

- HOUGHTON, R.A., HACKLER, J.L., LAWRENCE, K.T., 1999. *The U.S. carbon budget: contribution from land-use change*. Science 285, p. 574–578, ISSN 0036-8075
- HULSHOFF, M.R., 1995. *Landscape indices describing a Dutch landscape*. In: Landscape Ecology, Vol. 10 no. 2 (1995), p. 101-111
- CHRASTINA, P., 2005. *Vývoj krajiny ako fenomén environmentálnych dejín (na príklade Trenčianskej kotliny a jej horskej obruby)*. Historická geografie 33, Praha: HÚAVČ, 2005, p. 9-19.
- ILKOVIČ, J., 2002. *Novodobý fenomén – priemyselný park (poznatky teórie a architektonickej praxe)*. In: Životné prostredie č. 4. Bratislava: ÚKE SAV, 2002, p. 185-190
- JANČURA, P., MARENČÁK, M., 1996. *Tvorba krajiny ako identická súčasť procesu uzemneho planovania*. In K aktualnym problemom urbanizmu, uzemneho planovania a stavebného poriadku. SAŽP, B. Bystrica, 1996, p. 47-53.
- JAEGER, J.A.G., SCHWARZ-VON RAUMER, H.-G., ESSWEIN, H., MÜLLER, M., SCHMIDT-LÜTTMANN, M. 2007. *Time Series of Landscape Fragmentation Caused by Transportation Infrastructure and Urban Development: a Case Study from Baden-Württemberg, Germany*, In: Ecology and Society, Vol. 12 no. 1 (2007)
- JANTZ C.A., GOETZ S.J. AND SHELLEY M.K. 2003. *Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Baltimore–Washington metropolitan area*. In: Environ. Plan. B: Plan. Design no.30, p. 251–271.
- KALIVODA, H., PETROVIČ, F., KALIVODOVÁ, E., KÜRTHY, A. 2010. *Influence of the landscape structure on the butterfly (Lepidoptera, Hesperioidea and Papilionoidea) and bird (Aves) taxocoenoses in Velké Leváre (SW Slovakia)* / Henrik Kalivoda a kol, 2010. In: Ekológia. - ISSN 1335-342X, Vol. 29, no. 4 (2010), p. 337-359
- KELEMEN, A. 1986. *Štiavnické vrchy*, Bratislava, 220 pp.
- KERR, J.T., OSTROVSKY, M. 2003. *From space to species: ecological applications for remote sensing*. In: Trends in Ecology and Evolution 18, Cell Press, 2003, p. 299–305
- KLIJN, J.A., BETHE, F., WIJERMANS, M., ET AL., 1999. *Landscape assessment methodology on a European level: polder landscapes as an example*. The Winand Staring Centre, Wageningen.
- KOZOVÁ, M. 2002. *Budovanie priemyselných parkov v Slovenskej republike, ich právne*

*zabezpečenie a koncepcia umiestnenia*. In: Životné prostredie č. 4. Bratislava: ÚKE SAV, 2002, p. 191-195

KRAJČOVIČ, R., 2000. *Geologické a geomorfologické pomery Štiavnických vrchov*.

[online], [citované 20.6.2010] Dostupné na internete:

<<http://www.sazp.sk/slovak/struktura/copk/chodniky/chkosv1/page2.html>>

KONEČNÝ, V. (EDIT.), LEXA, J., HALOUZKA, R., HÓK, J., VOZÁR, J., DUBLAN, L., NAGY, A., ŠIMON, L., HAVRILA, M., IVANIČKA, J., HOJSTRIČOVÁ, V., MIHÁLIKOVÁ, A., VOZÁROVÁ, A., KONEČNÝ, P., KOVÁČIKOVÁ, M., FILO, M., MARCIN, D., KLUKANOVÁ, A., LIŠČÁK, P., ŽÁKOVÁ, E., 1998. *Vysvetlivky ku geologickej mape Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca (Štiavnický stratovulkán)*. Regionálno-geologické mapy Slovenska 1:50 000. GSSR, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, 473 pp.

KONEČNÝ, V. (EDIT.), LEXA, J., HALOUZKA, R., DUBLAN, L., ŠIMON, L., STOLÁR, M., NAGY, A., POLÁK, M., VOZÁR, J., HAVRILA, M., PRISTAŠ J., 1998. *Geologická mapa regiónu Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca (Štiavnický stratovulkán) 1:50000*. Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava.

LAMBIN, E.F., TURNER, B.L., GEIST, H.J., AGBOLA S.B., ANGELSEN, A., BRUCE, J.W., COOMES, O.T., DIRZO, R., FISCHER, G., FOLKE, C., GEORGE, P.S., HOMEWOOD, K., IMEBRON, J., LEEMAN, R., LI, X., MORAN, E.F., MORTIMORE, M., RAMAKRISHNAN, P.S., RICHARDS, J.F., SKÅNES, H., STEFFEN, W., STONE, G.D., SVEDIN, U., VELDKAMP, T.A., VOGEL, C., XU, J., 2001: *The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths*. In: Global Environmental Change 11, Elsevier B.V., 2001, p. 261-269, ISSN 0959-3780

LAMBIN, E.F., BAULIES, X., BOCKSTAEL, N., FISCHER, G., KRUG, T., LEEMANS, R., MORAN, E.F., RINDFUSS, R.R., SATO, Y., SKOLE, D., TURNER, B.L. II, VOGEL, C., 1999. *Land-use and land-cover change (LUCC): Implementation strategy*. IGBP Report No. 48, IHDP Report No. 10, Stockholm, Bonn. [online]. 2009 [citované 2009-08-19]. Dostupné na internete:

<<http://www.ihdp.uni-bonn.de/html/publications/reports/report10/luccisindex.htm>>

- LAMBIN, E.F., GEIST, H.J. (EDS.), 2006. *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes, Global Impacts. Global Change - The IGBP Series*. Berlin: Springer Verlag, 2006, 222 pp. ISBN 978-3-540-32201-6
- LACIKA, J. 1994. *Príspevok k poznaniu veku zarovnaných povrchov v Slovenskom stredohorí*. Geographia Slovaca, Vol. 7, s. 81-102
- LASZLO, E., 2009. *Systemic considerations regarding sustainability in the Biosphere*, In: BREUSTE, J., KOZOVÁ, M., FINKA, M., 2009. *European Landscapes in Transformation Challenges for Landscape Ecology and Management*, European IALE Conference 2009, Salzburg, p. 28
- LEVY, S., 1992. *Artificial Life*. New York: Vintage Books. 1992, pp. ISBN 0-679-74389-8
- LIU, J., 2002. *Integrating Landscape Ecology Into Natural Resource Management* (Cambridge Studies in Landscape Ecology), Cambridge University Press, 2002, 520 pp. ISBN: 9780521784337
- LUNETTA, R.S., JOHNSON, D.M., LYON, J.G. AND CROTWELL, J. 2004: *Impacts of imagery temporal frequency on land-cover change detection monitoring*. In: *Remote Sensing of Environment* 89, Elsevier B.V., 2004, p. 444–454, ISSN 0034-4257
- MANLEY P.N., PARKS, S.A., CAMPBELL, L.A., SCHLESINGER, M.D., 2008. *Modeling urban land development as a continuum to address fine-grained habitat heterogeneity*. In: *Landscape and Urban Planning* 89, Elsevier B.V., 2009, p. 28–36, ISSN 0169-2046
- MAS, J. F, VEGA P. A., CLARKE, K. 2010. *Assessing simulated land use land use/cp /excover maps using similarity and fragmentation indices*. ASPRS Annual Conference Proceedings. Opportunities for Emerging Geospatial Technologies. 2010 Annual Conference Final Program April 26-30. San Diego, California. 2010. [online], [citované 15.6.2010] Dostupné na internete: <<http://www.csr.ufmg.br/dinamica/publications/Masetal2010asprs.pdf>>
- MATHER, A. 2001. *The Transition from Deforestation to Reforestation in Europe*. In: *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Eds: ANGELSEN, A., KAIMOWITZ, D.: Center for International Forestry Research (CIFOR), CABI Publishing, New York, 2001, 422 pp.
- MCGARIGAL K., MARKS B.J., 1995. *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-351.

- MAZÚR, E., LUKNIŠ, M. 1978. *Regionálne geomorfologické členenie Slovenska*. Geografický časopis, roč. 30, č. 2. Veda, SAV, Bratislava, s. 101-124.
- MEEKES, H., W., VOS. 1999. *Trends in European cultural landscape development: perspectives for a sustainable future*, Landscape and Urban Planning 46, pp. 3-14.
- MÉRES, Š., VOZÁR, J. EDS., 1998: *Zhodnotenie ekologickej únosnosti regiónu Žiarskej kotliny. Záverečná správa*. Ekologický projekt, MŽP SR, Bratislava, 432 s.
- MÍCHAL, I., 1992. *Ekologická stabilita*, Brno: Veronica, 244 pp.
- MIKLÓS, L., IZAKOVIČOVÁ, Z., DRDOŠ, J., 1997. *Krajinnoekologické podmienky trvalo udržateľného rozvoja*. Bratislava: Veda, 186 pp. ISBN 80-224-0485-3
- MIŠOVIČOVÁ, R., 2007. *Krajinnoekologické predpoklady rozvoja mesta Nitra a jeho kontaktného územia*. Nitra: FPV UKF, 2007, 113 s
- NAVEH, Z., 1994. *From biodiversity to ecodevelopment: a landscape-ecological approach to conservation and restoration*. Restoration Ecology 4, Blackwell Publishing, 1994, p. 180-189, ISSN 1061-2971
- NAVEH, Z., 2000. *What is holistic landscape ecology: a conceptual introduction*. In: Landscape and Urban Planning 50, Elsevier B.V., 2000, p. 7-26, ISSN 0169-2046
- NAVEH, Z., 2001. *Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscapes*. In: Landscape and Urban Planning 57, Elsevier B.V., 2001, p. 269-284, ISSN 0169-2046
- NLWRA, 2006. *Guidelines for land use mapping in Australia: principles, procedures and definitions - A technical handbook supporting the Australian Collaborative Land Use Mapping Programme*. Edition 3, Australian Government: Bureau of Rural Sciences, 2006, 84 pp.
- OECD, 2001. *Environmental indicators for agriculture*. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD, Paris.
- OLAH, B., 1999. *Druhotná štruktúra krajiny a jej využívanie vo vybraných častiach CHKO-BR Poľana*. Zvolen: Acta Fac. Ecol. 6, 1999, p. 33-44
- OLSCHOFSKY, K., KOHLER, R., GERARD, F. 2006. *Land Cover Change In Europe From The 1950's To 2000*. Hamburg: University of Hamburg, 2006
- OSN, 2006. *World Population Prospects: The 2006 Revision and World Urbanization*

- Prospects: The 2005 Revision*, [online], [citované 20.6.2010] Dostupné na internete: <<http://esa.un.org/unpp>>
- O'SULLIVAN, D., TORRENS, P.M., 2000. *Cellular models of urban systems*. In: Bandini, S., Worsch, T., (Eds) 2000. *Theoretical and Practical Issues on Cellular Automata*. London: Springer, 2000, p. 108-116, [online], [citované: 2009-08-04], <<http://www.casa.ucl.ac.uk/cellularmodels.pdf>>
- OŤAHEL', J., FERANEC, J., CEBECAUER, T., PRAVDA, J., HUSÁR, K. 2004: *Krajinná štruktúra okresu Skalica*. In *Geographia Slovaca*, Geografický ústav SAV, 12, 19, 123 s.
- PARILÁKOVÁ, K., 2001. *Bilancia emisnej a imisnej situácie v regióne Žiarskej kotliny v interakcii s klimatickou charakteristikou*. Bioklimatologické pracovné dni 2001, zborník referátov. [online], [citované 20.6.2010] Dostupné na internete: <<http://www.cbks.cz/sbornikRackova01/contrib/s5/Parilakova.doc>>
- PETROVIČ, F., 2005. *Vývoj krajiny v oblasti štálového osídlenia Pohronského Inovca a Tribeča*. Nitra: Ústav krajinej ekológie SAV Bratislava, pobočka Nitra, 2005, 209 s.
- PUCHEROVÁ, Z., 2004. *Vývoj využitia krajiny na rozhraní Zobora a Žitavskej pahorkatiny (na príklade vybraných obcí)*, Nitra: FPV UKF, 2004. 147 s.
- RABBINGE, R. AND VAN DIEPEN, C.A., 2000. *Changes in agriculture and land use in Europe*. In: *European Journal of Agronomy*, 13 (2/3), p. 85-99
- RATKOŠ, P., 1978: *Dejiny Žiaru nad Hronom*. Osveta, Martin, 352 pp.
- RIITTERS, K.H.; ONEILL, R.V.; HUNSAKER, C.T.; WICKAM, J.D.; YANKEE, D.H.; TIMMINS, S.P.; JONES, K.B.; JACKSON, B.L. 1995. *A factor analysis of landscape pattern and structure metrics*. *Landscape Ecology* 10, p. 23-29
- RODIEK, J., 2009. *The evolving urban realm: Critical options, alternative futures*. In: *Landscape and Urban Planning* 89, Elsevier B.V., 2009, p. 3–6, ISSN 0169-2046
- ROGERS, R., 1995. *Cities for a small planet*. Boulder, CO: Westview Press, 1995, 196 pp. ISBN 0-8133-3533-1
- RUŽIČKA, M. 1965. *Krajina ako predmet biologického výskumu*. In: *Problémy biológie krajiny I, Questiones geobiologicae I*, Bratislava: SAV, 1965, p. 6-39.
- RUŽIČKA, M. 2000. *Krajinná ekologická plánovanie – LANDEP I. (Systémový prístup v krajinej ekológii)*. 1. vyd., Nitra: Biosféra, 2000, 120 pp. ISBN 80-968030-2-6
- RUŽIČKA, M., RUŽIČKOVÁ, H., ŽIGRAI, F. 1978. *Krajinné zložky prvky a štruktúra v biologickom plánovaní*. In: *Questiones geobiologicae* 12, Bratislava: Veda. 1978. p 5-22

- SALA, O.E., CHAPIN, F.S., ARMESTO, J.J., BERLOW, E., BLOOMFIELD, J., DIRZO, R., HUBER-SANWALD, E., HUENNEKE, L.F., JACKSON, R.B., KINZIG, A., LEEMANS, R., LODGE, D.M., MOONEY, H.A., OESTERHELD, M., POFF, N.L., SYKES, M.T., WALKER, B.H., WALKER, M., WALL, D.H., 2000. *Biodiversity: global biodiversity scenarios for the year 2100*. In: Science 287, Stanford: Highwire Press, 2000, p. 1770–1774, ISSN 1095-9203
- SILVA, E.A., CLARKE, K.C. 2002. *Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal*. Computers, Environment and Urban Systems, vol. 26 no. 6, p. 525–552
- SIMION, G., 2008. *Geographical Analysis of the Land Fragmentation Process Based on Participatory Mapping and Satellite Images. Case Studies of Ciorogârla and Vânătorii Mici From the Bucharest Metropolitan Area*. In: Human Geographies – Journal of Studies and Research in Human Geographies, 2.1:83-94
- SKOLE, D., JUSTICE, C., TOWNSHEND, J., JANETOS, A., 1997. *A land cover change monitoring program: strategy for an international effort*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 2, Berlin: Springer, 1997 p.157–75, ISSN 1381-2386
- SOARES-FILHO B.S.; ASSUNÇÃO, R. M.; PANTUZO, A., 2001. *Modeling the spatial transition probabilities of landscape changes in an Amazonian Colonization frontier*. Bioscience, USA, v. 51, n. 12, p. 1039-1046, 2001.
- SOARES-FILHO, B.S. 2002. *DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier*. In: Ecological Modelling. Vol. 154, no. 3, p. 217-235
- SOARES-FILHO, B S., RODRIGUES, H., COSTA, W. 2009. *Modeling Environmental Dynamics with Dinamica EGO*. Available at [www.csr.ufmg.br/dinamica](http://www.csr.ufmg.br/dinamica). 2009. ISBN: 978-85-910119-0-2
- SOUTHWORTH, J., NAGENDRA, H. , TUCKER, C., 2002: *Fragmentation of a landscape: incorporating landscape metrics into satellite analyses of land-cover change*. In: Landscape Research 27, Routledge, 2002, p. 253–69, ISSN: 1469-9710
- STEININGER, M. 2003: *Remote sensing for biodiversity science and conservation*. In: Trends in Ecology and Evolution 18, Elsevier B.V. p. 306–14, ISSN 0169-5347
- STEYAERT, L.T., 1993. *Perspective on the state of environmental simulation modeling*. In: Goodchild, M., Parks, B.O., Steyaert, L.T. (Eds.), Environmental Modeling with GIS. New



- York: Oxford University Press, 1993, p. 16–29, ISBN 978-0195080070
- SUPUKA, J. ET AL., 2000. *Ekológia urbanizovaného prostredia*. Zvolen: Technická Univerzita, 2000. 223 pp. Vysokoškolské skriptá
- ŠOMŠÁK, L., 1997. *Zhodnotenie ekologickej únosnosti regiónu Žiarskej kotliny - časť B. VI. Rastlinstvo*. Správa za druhú etapu, ÚKE SAV, KKE PriF UK, Bratislava, 1997, 375 s.
- ŠVEDA, M., VIGAŠOVÁ, D. 2010. *Zmeny vo využití zeme v zázemí veľkých slovenských miest*. In: *Geografie*, 115, č. 4 (2010), s. 413–439
- TEIXEIRA, A.M.G., ET AL., 2009. *Modeling landscape dynamics in an Atlantic Rainforest region: Implications for conservation* In: *Forest Ecology and Management* 257, Elsevier B.V., 2009, p.1219–1230, ISSN 0378-1127
- THAPA, R. B.; MURAYAMA, Y. 2011. *Urban growth modeling of Kathmandu metropolitan region, Nepal*. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 35, no.1 (2011), p. 25-34
- THINH, N.X., 1999: *Characterisation of urban settlement structures*. In: Gruötzner R, Moöhring M, (eds.) *Tools for the environmental modelling and simulation*, In: *Environmental computer science topical*, vol. 22.,1999, p. 154–66
- THINH, N. X., ET AL., 2002. *Evaluation of urban land-use structures with view to sustainable development*. In: *Environmental Impact Assessment Review* 22, Elsevier B.V., 2002, p. 475–492, ISSN 0195-9255
- TORRENS, P.M., 2000. *How cellular models of urban systems work (1. theory)*. London: CASA, 2000, 67 pp. [online]. [citované 2009-08-19]. Dostupné na internete: <[http://www.casa.ucl.ac.uk/working\\_papers.htm](http://www.casa.ucl.ac.uk/working_papers.htm)>
- TORRENS, P.M., O’SULLIVAN, D., 2001. *Editorial: Cellular automata and urban simulation: where do we go from here*. In: *Environmental Planning B* 28, London: Pion, 2001, p. 163–168. ISSN 1472-3417
- TURNER, B.L. II, CLARK, W.C., KATES, R.W., RICHARDS, J.F., MATHEWS, J.T., MEYER, W.B. (EDS.), 1990. *The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years*, New York: Cambridge Univ. Press, 1990, 732 p. ISBN 978-0521446303 257, 1219–1230.
- TURNER, W., SPECTOR, S., GARDINER, N., FLADELAND, M., STERLING, E. AND UERL 2006. Alberti, M., Waddell, P., Marzluff, J., Handcock, M., 2006. *Modeling*

- Interactions Among Urban Development, Land-Cover Change, and Bird Diversity.*  
National Science Foundation  
Biocomplexity project, 2001–2006 (BCS-0120024).
- URBAN, D. L., O'NEILL, R. V., SHUGART, H. H., JR., 1987. *Landscape ecology: A hierarchical perspective can help scientist understand spatial patterns.* BioScience 37:119-127.
- VERBURG, P.H., SCHOT, P.P., DIJST, M.J., VELDKAMP, A. 2004. *Land use change modelling: current practice and research priorities,* In: GeoJournal, Vol. 61, no. 4 (2004), p. 309–324
- VERBURG, P.H., 2006. *Simulating feedbacks in land use and land cover change models,* In: Landscape Ecology, Vol. 21 no.8 (2006), p. 1171–1183
- VERBURG, P.H., VAN BERKEL, D.B., VAN DOORN, A.M., VAN EUPEN, M., VAN DEN HEILIGENBERG, H. A. R. M., 2010. *Trajectories of Land Use Change in Europe: A Model-based Exploration of Rural Futures.* In: Landscape Ecology, Vol. 25, no. 2 (2010), p. 217-232
- VÁCLAVÍK, T. ROGAN, J., 2010. *Identifying Trends in Land Use/Land Cover Changes in the Context of Post-Socialist Transformation in Central Europe: A Case Study of the Greater Olomouc Region, Czech Republic,* In: GIScience & Remote Sensing, Vol.46, no 1 (2010), p. 54-76
- VOLOŠČUK, I. 2005: *Ochrana prírody a krajiny,* Technická univerzita vo Zvolene. 246 s.
- WHITTAKER, R. H., 1970. *Communities and Ecosystems.* New York: Macmillan. 2<sup>nd</sup> Edition, 1975, 352 pp. ISBN 978-0024273901
- WHITE, R., ENGELEN, G., 2000. *High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems.* In: Computers, Environment and Urban Systems 24, Elsevier B.V., 2000, p. 383-400, ISSN 0198-9715
- WULDER, M.A. AND DYMOND, C.C. 2004: *Remote sensing technologies for mountain pine beetle surveys. Information Report BC-X-399.* Victoria, BC: Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, 2004, 146 pp. [online]. [citované 2009-08-19]. Dostupné na internete: <[http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/mpb/wulder\\_2004\\_remote.pdf](http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/mpb/wulder_2004_remote.pdf)>
- WU, F. L., YEH, A. G. O., 1997. *Changing spatial distribution and determinants of land development in Chinese cities in the transition from a centrally planned economy to a*

- socialist market economy: a case study of Guangzhou*, In: *Urban Studies*, 34 (11), 1851-1879.
- YANG, X.J., LIU, Z. 2005, *Quantifying landscape pattern and its change in an estuarine watershed using satellite imagery and landscape metrics*, In: *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 26, no. 23(2005), p. 5297–5323
- YEN, P., ZIEGLER, S., HUETTMANN, F. AND ONYEAHIALAM, A.I. 2005. *Change detection of forest and habitat resources from 1973 to 2001 in Bach Ma National Park, Vietnam, using remote sensing imagery*. In: *International Forestry Review* 7, London: Commonwealth Forestry Association, 2005, p. 1–8, ISSN 1465-5489
- ZEMEK, F., HEŘMAN, M., MAŠKOVÁ, Z., AND KVĚT, J. 2005. *Multifunctional Land Use—a Chance of Resettling Abandoned Landscapes? (A case study of the Zhůří territory, the Czech Republic)*. In: *Ecology*, Vol. 24 no.1 (2005), p. 96–108
- ŽIGRAI, F., 1995. *Integračný význam štúdia využitia zeme v geografii a krajinnej ekológii na príklade modelového územia Lúčky v Liptove*. In: Drgoňa, V. (ed.): *Geographical studies* 4, Nitra: University of education, 1995, 133 s.