

## VYUŽITIE VYBRANÝCH DATABÁZ PRI HODNOTENÍ DYNAMIKY ZÁSTAVBY

Monika KOPECKÁ, Ján FERANEC, Ján OŤAHEL, Konštantín ROSINA

### Application of selected databases in urban dynamics assessment

**Abstract:** Landscape transformation through human building and construction activities has had the greatest influence on the soil component of the landscape. The extent of soil sealing or impervious surface area is one of the key indicators of environmental quality. In this contribution we present two methodical approaches of soil sealing assessment. The first one documents urbanization trends at national scale and the analysis is based on land cover flow urbanization (LCFU) derived from CORINE land cover data layers. Changes in the LCFU can be seen on a map using colours and their hues, to fulfil the role both of identification and classification. The second approach has focused on detail impervious surface coverage within land cover classes using very high resolution satellite data WorldView-2 and updated database of reference spatial data on national level - ZB GIS. The study area covers 40 km<sup>2</sup> surrounding the town Trnava, Slovakia. Results of the soil sealing assessment provide useful inputs to planning and management activities at local scale.

**Keywords:** land cover flow urbanization, soil sealing, impervious surface area, CORINE land cover, ZB GIS

### Úvod

Za jednu z najvýraznejších transformácií krajiny pod vplyvom ľudských aktivít možno považovať jej zmeny v prospech zástavby. Výrazne zmeneným komponentom krajiny býva najmä pôda. V publikácii EEA (2000) sa uvádza, že ročne je budovami a cestnými komunikáciami zastavaných na svete 20 miliónov hektárov poľnohospodárskej pôdy.

Záber – izolácia pôdy zastavaním sa označuje termínom prekrytie pôdy (angl. soil sealing). Podľa Európskej komisie (EUROPEAN COMMISSION, 2006, 2012) tento pojem poukazuje na súvis s meniacimi sa vlastnosťami pôdy tak, že táto sa chová ako nepriepustné médium v dôsledku prekrytia jej povrchu nepriepustnými materiálmi (napr. betónom, kovom, sklom, asfaltom a plástmi). Následkom tohto procesu je nepriepustné pokrytie pôdy väčšej alebo menšej časti zabraného územia, čo znamená na danom mieste trvalú stratu funkčnosti pôdy a zároveň najvyšší stupeň antropogénnej transformácie prírodnej krajiny. Podľa Jurániho a Krížovej (2008) prekrytie pôdy predstavuje jeden z prejavov antropizácie pôdy. V kontexte tejto citovanej práce ide o izoláciu pôdy od ostatných komponentov krajiny, najmä v dôsledku stavebných aktivít (prekrytie pôdy čiastočne alebo úplne nepriepustnými materiálmi).

Dôkazom intenzívneho záujmu o túto problematiku sú rôzne projekty, ako napr. Monitoring Urban Dynamics (MURBANDY), Monitoring Land Use-Cover Change Dynamics (MOLAND) (Burghardt et al., 2004), alebo Urban Atlas sledovanie štruktúry európskych miest a ich okolia jednotným prístupom (Meirich, 2008). Podstatnou časťou týchto projektov je identifikácia a analýza nepriepustného prekrytia pôdy obytnými domami, hospodárskymi, priemyselnými, energetickými a dopravnými stavbami a podobne. Okrem týchto projektov bolo v rámci programu Global Monitoring for Environment and Security (GMES) v krajinách Európskej únie realizované mapovanie vrstvy Soil Sealing Layer 2006 na báze satelitných dát. Výsledkom mapovania sú rastrové dáta s intenzitou zastavaných plôch v intervale 0 – 100 %.

---

RNDr. Monika KOPECKÁ, PhD., doc. RNDr. Ján FERANEC, DrSc., prof. RNDr. Ján OŤAHEL, CSc.,  
Mgr. Konštantín ROSINA, Geografický ústav SAV, Štefánikova 49, 814 73 Bratislava,  
e-mail: monika.kopecka@savba.sk, feranec@savba.sk, otahel@savba.sk, konstantin.rosina@gmail.com

Dôležitým zdrojom informácií, ktoré umožňujú hodnotiť zmeny zástavby, najmä výskyt, rozlohu a intenzitu prekrytých povrchov, sú letecké a satelitné snímky, resp. údaje z nich odvodené, napr. CORINE Land Cover (CLC). Na príklade dát CLC, nakoľko sú všeobecne dostupné, chceme v tomto príspevku naznačiť ich aplikovateľnosť v procese mapovej prezentácie zmien zástavby.

Dramaticky sa rozširujúca zástavba v najúrodnejších lokalitách Slovenska vyvoláva aj u nás zvýšený záujem nielen o sledovanie úbytku poľnohospodárskeho pôdneho fondu, ale aj dôsledkov zástavby na sídelný ekosystém a kvalitu života miestnych obyvateľov (Juráni et al., 2011; Kronauerová et al., 2011). Zábery pôdy sú spôsobované najmä transformáciou poľnohospodárskej alebo poloprírodnej pôdy v dôsledku rozvoja vidieckeho osídlenia, rozširovania urbánnych zón okolo urbánnych jadier, premeny zelených plôch vo vnútri mestských zón, alebo kvôli budovaniu dopravnej infraštruktúry. Mieru nepriepustného prekrytia v rámci urbánnych pôd je možné považovať za jeden z regulátorov kvality životného prostredia v sídlach, napríklad v súvislosti so zmenami teplotných pomerov na území mesta (tzv. *urban heat islands*), suchosti vzduchu a infiltrácie dažďovej vody.

Cieľom príspevku je ukázať jednu z možností mapovej prezentácie zmien zástavby v rokoch 1990 – 2000 a 2000 – 2006 s využitím údajov CLC, a takto prispieť k lepšiemu priestorovému vnímaniu transformácie krajiny vplyvom ľudských aktivít na celoeurópskej úrovni. Dalším cieľom je prezentovať možnosti podrobného mapovania prekrytých pôd s využitím databázy ZB GIS a následnú interpretáciu získaných výsledkov. Tento prístup bol testovaný na území vybraného krajského mesta Trnava v rámci tried krajinej pokrývky rozšírenej legendy CLC.

## 1. Hodnotenie dynamiky zástavby s využitím CORINE Land Cover

Ako vstupné dáta boli využité dátové vrstvy CLC1990, CLC2000 a CLC2006 a ich zmeny, ktoré sú dostupné prostredníctvom stránky: <http://geo.enviroportal.sk/corine/>. Hodnotenie zmien zástavby je zamerané na zmeny krajinej pokrývky, ktoré súvisia s premenou poľnohospodárskych areálov, lesných a poloprírodných areálov na urbanizované areály. Nepriepustné prekrytie pôdy (soil sealing) odvodené z dátových vrstiev CLC sme v tomto prípade nahradili termínom „land cover flow urbanization“ – LCFU (tok krajinej pokrývky urbanizácia), nakoľko obsah príslušných tried CLC nemožno celkom stotožniť s obsahom termínu „sealed soil“ (Feranec a Soukup, 2013).

LCFU reprezentuje zmeny tried CLC poľnohospodárskej krajiny 21, 22 a 23 a tried lesnej krajiny 31 a 32 na triedy urbanizovanej krajiny 11, 12, 13 a 14. Ide o premenu na sídelnú krajinu (konštrukcia objektov určených na bývanie, vzdelávanie, zdravotnú starostlivosť, rekreáciu a šport), ako aj na industriálnu krajinu so stavbami určenými na produkciu a prvkami dopravnej či technickej infraštruktúry (Feranec et al., 2010). Minimálna veľkosť identifikovaných zmien LCFU je 5 ha. Jednotlivé zmeny urbanizovaných areálov sú zvyčajne príliš malé na to, aby mohli byť zobrazované na celonárodnej úrovni. Praktickým riešením vizualizácie takýchto areálov je prezentovanie ich intenzity prostredníctvom pravidelnej siete. Podľa metodiky prezentovanej v štúdiu Feranec et al. (2010) bola použitá sieť 1×1 km, ktorá na národnej úrovni umožňuje znázorniť v prehľadnej mierke mapy aj výskyt zmien s minimálnou mapovanou rozlohou.

Priemerná hodnota LCFU prezentovaná na mape bola vypočítaná ako súčet všetkých areálov LCFU v rámci siete štvorcovej siete 1×1 km vydelenej rozlohou štvorcov, v ktorých sa tieto zmeny vyskytli. Priemerná hodnota LCFU pre obdobie 1990 – 2000 v rámci SR predstavovala 12,9 % a pre roky 2000 – 2006 10,2 %. Získaná hodnota reálnej zmeny LCFU v každom štvorci 1×1 km bola porovnaná s priemernou hodnotou LCFU pre každé obdobie. Výsledky boli klasifikované podľa jednotlivých typov zmien ako je znázornené v tab. 1.

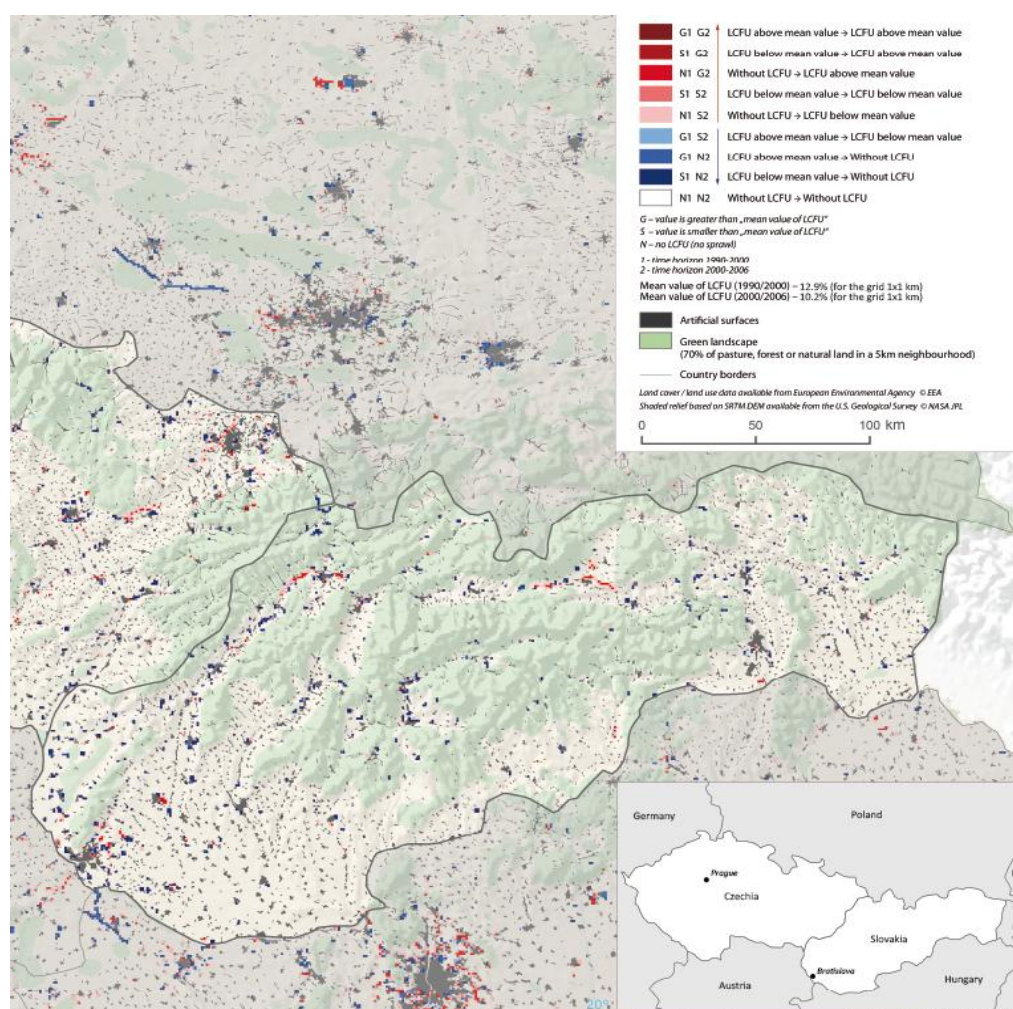
Pre kartografické zobrazenie zaznamenaných výsledkov bol využitý prístup farebného odlíšenia dvoch skupín intenzity zmien LCFU v rámci dvoch časových horizontov.

Nárast rozsahu zmeny LCFU v rokoch 2000 – 2006 v porovnaní s rokmi 1990 – 2000, t. j. typy zmien: G1 – G2, S1 – G2, N1 – G2, S1 – S2 a N1 – S2 boli na mape zobrazené odtieňmi červenej farby. Pre túto skupinu zmien je charakteristické, že intenzita LCFU sa zväčšila v druhom časovom horizonte (2000 – 2006), prípadne bola v oboch časových horizontoch rovnaká, ale nezmenšila sa. Tieto zmeny dominovali v okolí Bratislavy, na strednom a hornom Považí a vo východnej časti Popradskej kotliny. Súviseli najmä s výstavbou diaľnice, logistických centier aj štvrtí s obytými domami.

Pokles rozsahu zmeny LCFU v rokoch 2000 – 2006 v porovnaní s rokmi 1990 – 2000, konkrétne typy: G1 – S2, G1 – N2 a S1 – N2, bol zobrazený odtieňmi modrej farby. Tento trend bol zaznamenaný v západnej a juhovýchodnej časti Záhoria, juhovýchodne od Bratislavy, na strednom Považí, na hornom Ponitří, medzi Banskou Bystricou a Zvolenom, v okolí Prešova, Košíc a Humenného (obr. 1).

**Tab. 1 Klasifikácia zmien LCFU**

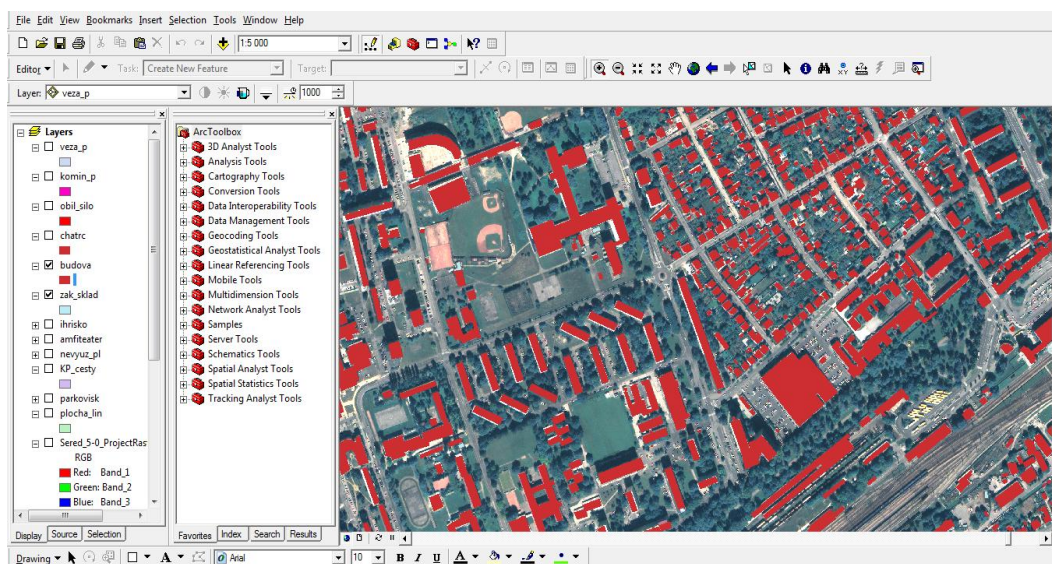
Typ zmeny	1990 – 2000	2000 – 2006
G1 – G2	LCFU > priemerná hodnota	LCFU > priemerná hodnota
S1 – G2	LCFU < priemerná hodnota	LCFU > priemerná hodnota
N1 – G2	bez zmeny LCFU	LCFU > priemerná hodnota
S1 – S2	LCFU < priemerná hodnota	LCFU < priemerná hodnota
N1 – S2	bez zmeny LCFU	LCFU < priemerná hodnota
G1 – S2	LCFU > priemerná hodnota	LCFU < priemerná hodnota
G1 – N2	LCFU > priemerná hodnota	bez zmeny LCFU
S1 – N2	LCFU < priemerná hodnota	bez zmeny LCFU
N1 – N2	bez zmeny LCFU	bez zmeny LCFU



Obr. 1 Dynamika LCFU v rokoch 1990 – 2000 – 2006 na území Slovenska (Feranec a Soukup, 2012)

## 2. Hodnotenie nepriepustné prekrytia pôdy v meste Trnava s využitím databázy ZB GIS

Základná báza údajov pre geografický informačný systém (ZB GIS) z roku 2007 je priestorovou objektovo orientovanou bázou údajov, ktorá je referenčným základom národnej infraštruktúry priestorových informácií a je súčasťou informačného systému geodézie, kartografie a katastra. Ako vstupné dáta o prekrytej pôde boli použité dátové vrstvy „Budova“, „Zakrytý sklad“, „Chatrč“, Parkovisko“, „Ihrisko“, „Obilné silo“, „Veža“, „Komín“ a „Plocha línií (cestu a železnice)“, ktoré reprezentujú objekty so spevneným povrchom. Tieto dátové vrstvy boli následne aktualizované podľa satelitnej snímky s veľmi vysokým rozlíšením (0,5 m) z augusta 2011 (družica WorldView-2), pričom boli z databázy odstránené neexistujúce stavby a ihriská s trávnatým povrchom, ktoré nie je možné považovať za areály s prekrytou pôdou (obr. 2). Zároveň boli do mapy doplnené novšie stavby, modifikované viaceré areály ciest a iných objektov, na spracovanie údajov bol použitý softvér ESRI ArcGIS 10 a QGIS 1.8.0.



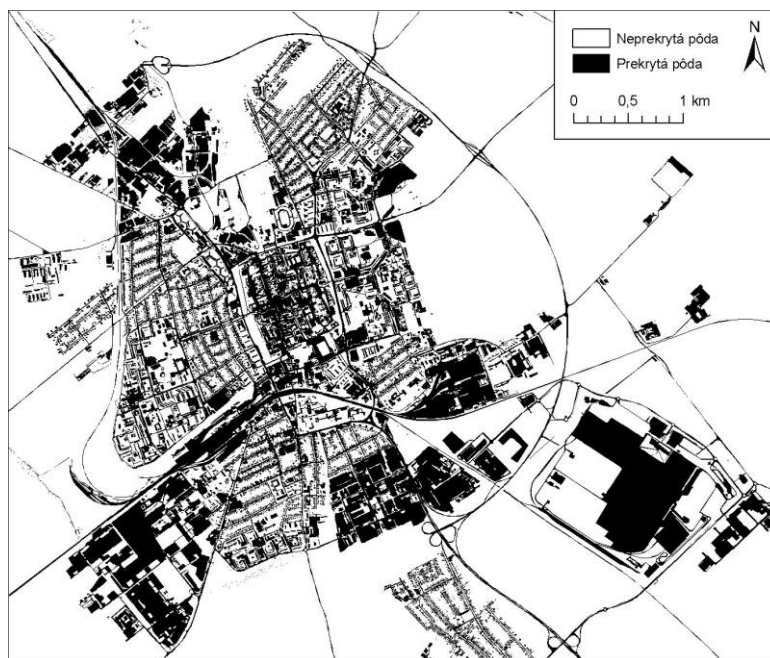
Obr. 2 Ukážka mapovania nepriepustných povrchov s využitím databázy ZB GIS na pozadí satelitnej snímky s veľmi vysokým rozlíšením (WorldView2, rok 2011)

Posledným krokom tvorby databázy prekrytých povrchov bolo vytvorenie vrstvy „Ostatné prekryté areály“, ktorá zahŕňala všetky zvyšné prekryté povrchy, najmä vyasfaltované a vybetónované plochy v priemyselných a obchodných objektoch, bazény, amfiteáter. Mapa prekrytých povrchov (obr. 3) bola konvertovaná do binárneho rastrového formátu a naložená na vektorovú mapu krajiny pokrývky (obr. 4), ktorá je výsledkom vizuálnej interpretácie satelitnej snímky WorldView-2 s využitím rozšírených tried CLC s minimálnym mapovaným areálom 0,25 ha a minimálnou šírkou 10 m (Kopecká et al., 2012). Následne bol stanovený podiel prekrytých plôch v jednotlivých triedach CLC (obr. 5).

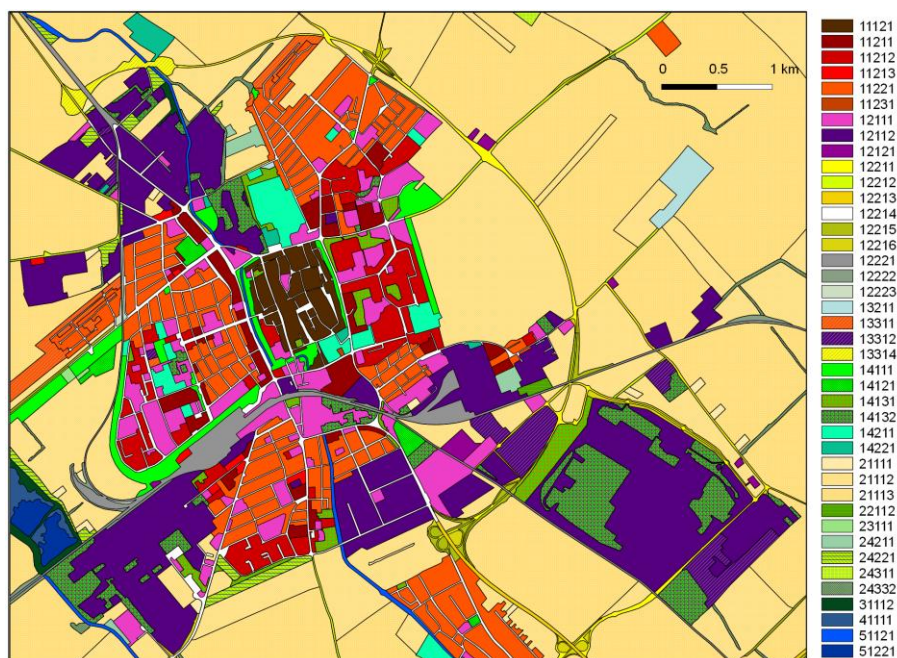
Na záujmovom území sme zaznamenali výskyt 41 tried krajiny pokrývky, pričom urbanizované areály reprezentuje celkovo 28 tried. Trnava si v rámci svojho rozvoja až do súčasnosti zachovala charakter kompaktného mesta s pomerne jednoznačne rozmiestnenými funkciami. V historickom jadre (trieda 11121), je podiel prekrytej pôdy relatívne vysoký, predstavuje 65 %. Bezprostredne na historické jadro nadväzujú obytné zóny. Napriek tomu, že prevažná časť obyvateľov mesta žije na sídliskách vo viacbytových domoch, z hľadiska priestorovej štruktúry bytovej výstavby vo všetkých častiach mesta prevažujú lokality s rodinnými domami – trieda 11221. Podiel prekrytých plôch v rámci tejto triedy je necelých 30 %. Podstatne vyššie prekrytie pôdy vykazujú



sídliská s viacbytovými domami bez výraznej prítomnosti drevín – v priemere vyše 43 %. V rámci urbanizovaných areálov najväčšiu rozlohu zaberajú výrobné a skladovacie priestory (trieda 12112). Podiel prekrytej pôdy v tejto triede je viac ako 70 %.

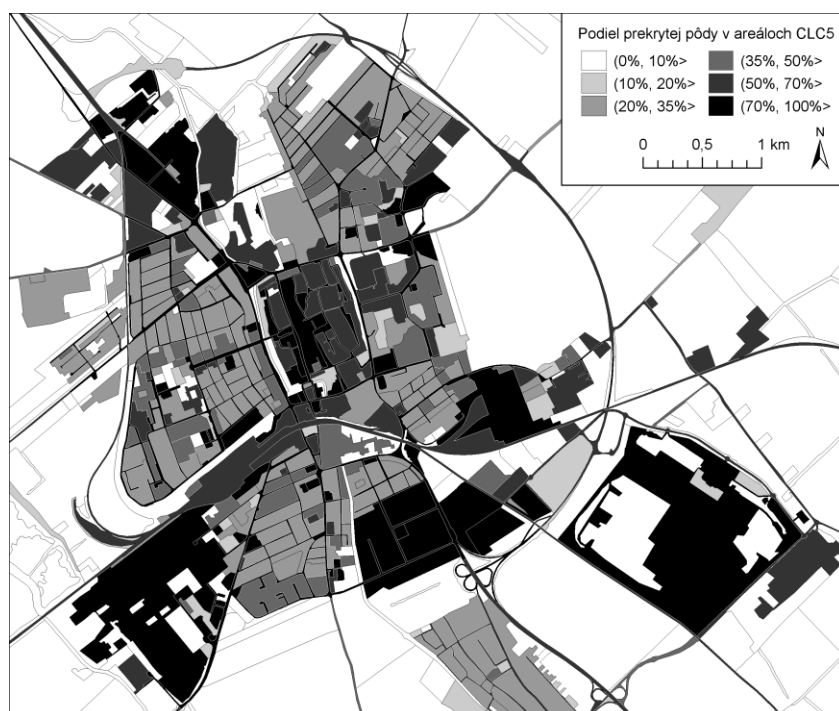


Obr. 3 Binárna mapa nepriepustného prekrytia pôdy na území mesta Trnava



Obr. 4 Krajinná pokrývka na území mesta Trnava (Kopecká et al., 2012)

V tejto súvislosti je potrebné zdôrazniť, že relatívne veľké plochy v nových areáloch výroby zaberá súvislá zeleň (14132) s podielom prekrytých plôch necelé 3 %, ktorá predstavuje priestory pre budúce rozširovanie priemyselných podnikov, alebo je dôsledkom prirodzenej sukcesie v areáloch starších podnikov s redukovanou, resp. skončenou výrobnou činnosťou. Z hľadiska vybavenosti sídla dôležitú úlohu zohrávajú areály služieb – okrem škôl a zdravotníckych objektov sú reprezentované najmä pribúdajúcimi nákupnými centrami s rozľahlými parkoviskami s mierou prekrytia približne 58 %. Ďalších 50 ha areálov výroby a služieb vo výstavbe (13312) dokumentuje trend zahusťovania zástavby v jadre mesta, ako aj rozširovanie mesta v periférnych oblastiach. Ďalšie zábery pôdy sú spôsobené prebiehajúcou výstavbou rodinných domov (13311) a pokračujúcou výstavbou cestnej infraštruktúry – severného obchvatu mesta (13314). Miera prekrytia pôdy areálov vo výstavbe sa v súčasnosti pohybuje okolo 10 %.



Obr. 5 Podiel prekrytej pôdy v areáloch tried krajinej pokrývky (Kopecká a Rosina, 2012)

## Záver

Použitie metodické prístupy umožňujú interpretáciu antropogénnych zmien krajiny s osobitným dôrazom na ich charakter a dynamiku nepriepustného prekrytia pôdy (soil-sealing) na rôznych hierarchických úrovniach. Hodnotenia intenzity zmien LCFU vychádzajú z dátových vrstiev CLC, získaných interpretáciou satelitných snímok, na ktorých je zaznamenaný reálny stav objektov krajiny v celoeurópskej mierke. Na prezentovanej mape je rozlíšených sedem trendov zmien LCFU, pričom červené odtiene označujú štvorce s rastom intenzity – zväčšovaním LCFU, prípadne s jeho stagnáciou a odtiene modrej farby nadobudli štvorce siete, v ktorých bol identifikovaný pokles LCFU.

Aj na lokálnej úrovni, najmä v rámci plánovania rozvoja intravilánov miest, by mali byť dôslednejšie zohľadňované viaceré opatrenia limitujúce a obmedzujúce prekrytie pôdy. Kartografické výstupy vytvorené na báze satelitných snímok s veľmi vysokým rozlíšením a databázy ZB GIS najmä v kombinácii s ďalšími demografickými a sociálno-ekonomickými informáciami, umožňujú detailne analyzovať a hodnotiť zmeny prebiehajúce v urbánnej krajine. Využitelné sú napríklad pri

identifikácii rizikových lokalít z hľadiska znižovania podielu plochy sídelnej zelene na úkor zastavanej prekrytej plochy alebo pri určovaní vhodných lokalít pre výstavbu na asanovaných plochách opustených stavieb.

*Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckého projektu č. 2/0006/13 „Zmeny kultúrnej krajiny: analýza procesov rozširovania zástavby a pustnutia poľnohospodárskej pôdy aplikáciou databáz o krajinej pokrývke“ na Geografickom ústave SAV za podpory grantovej agentúry VEGA.*

### Literatúra

- BURGHARDT, W., BANKO, G., HOEKE, S., HURSTHOUSE, A., DE L'ESCAILLE, T., LEDIN, S., MARSAN, F. A., SAUER, D., STAHR, K. (2004). 'TG 5 – soil sealing, soils in urban areas, land use and land use planning'. In VAN-CAMP, L. et al. (eds.). *Reports of the Technical Working Groups Established under Thematic Strategy for Soil Protection*, 6, Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities), 872 pp.
- EEA (2000). Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe. *Environmental Issues Series*, 16, Luxembourg (Office for Official Publications of the European Communities).
- EUROPEAN COMMISSION (2006). Tematická stratégia na ochranu pôdy. *COM*, 231 [cit. 2014-05-29] Dostupné na: <[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0231:FIN:SK: PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0231:FIN:SK:PDF)>
- EUROPEAN COMMISSION (2012). *Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing*. SWD. [cit. 2014-05-29]. Dostupné na: <[http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil\\_sealing\\_guidelines\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil_sealing_guidelines_en.pdf)>
- FERANEC, J., JAFFRAIN, G., SOUKUP, T., HAZEU, G. (2010). Determining changes and flows in European landscapes 1990-2000 using CORINE land cover data. *Applied Geography*, 30, pp. 19-35.
- FERANEC, J., SOUKUP, T. (2012). Trend of changes in Czechia's and Slovakia's artificial surfaces (1990-2006) represented on a map. In BIČIK, I. et al. (eds.). *Land Use/Cover Changes in Selected Regions in the World, VII. IGU LUCC*, Prague (Charles University in Prague, Faculty in Sciences), pp. 67-70.
- FERANEC, J., SOUKUP, T. (2013): Map presentation of changes in Europe's artificial surfaces for the periods 1990–2000 and 2000–2006. *Central European Journal of Geosciences*, 5, 2, pp. 323-330.
- JURÁNI, B., KRÍŽOVÁ, L. (2008). Antropizačný fenomén „soil sealing“ v podmienkach Slovenska. In SOBOCKÁ, J. (ed.). *Antropizácia pôd IX*. Bratislava (Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy), s. 39-45.
- JURÁNI, B., DLAPA, P., BEDRNA, Z., ŠTERUSKÁ, A. (2011). *Prekrytie pôdy (soil sealing) na Slovensku*. Bratislava (Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta), s. 79.
- KOPECKÁ, M., ROSINA, K., RÁBEKOVÁ, A. (2012). Urban Expansion Mapping Based on VHR Satellite Imagery. In BANDROVA, T., KONECNY, M., ZHELEZOV, G. (eds). *4th International Conference on Cartography and GIS: proceedings*. Vol. 1, Sofia (Bulgarian Cartographic Association), pp. 237-246.
- KOPECKÁ, M., ROSINA, K. (2012): Hodnotenie nepriepustného prekrytia pôdy (soil-sealing) na území mesta Trnava. *Geografické informácie*, roč. 16, č. 1, s. 192-203.
- KRONAUEROVÁ, S., KRÍŽOVÁ, L., JURÁNI, B., VYKOUKOVÁ, I. (2011). Fenomén „soil sealing“ a jeho prejavy v urbanizovanom prostredí mesta Malacky. *Phytopedon*, 10, 2, s. 19-25.
- MEIRICH, S. (2008). *Mapping Guide for European Urban Atlas*. Report ITD-0421-GSELand-TN-01, GSE Land consortium, pp. 36.

### S u m m a r y

#### Application of selected databases in urban dynamics assessment

Soil sealing is generally understood as permanent covering of an area of land and its soil by any impermeable artificial material, such as asphalt and concrete, that prevents the infiltration of surface water to the underlying strata. As a result, impervious surfaces not only indicate urbanization but are also major contributors to the environmental impacts of urbanization. CORINE Land cover (CLC) changes associated with the process of artificial surfaces formation (changes of agricultural areas, forest and semi-natural areas into artificial areas) are referred as land cover flow urbanization (LCFU). This process represents the change of agricultural (CLC classes 21, 22 and 23) and forest land (classes 31, 32 and 33), wetlands (classes 41 and 42) and water bodies (51 and 52) into urbanized land (the construction of buildings designed for living, education,

health care, recreation and sport) as well as industrialized land (the construction of facilities for production, all forms transport and electric power generation). Individual changes of artificial surfaces are mostly too small (e.g. the smallest identified change area in the frame CLC mapping is 5 ha) to be presented on a map either on the national or European levels. Practical solution how to “visualize” such small areas of change is the presentation of their intensity through a regular grid pattern. The mean LCFU value presented in the map was calculated by summing up all areas within 1 x 1 km squares that are characterized by this specific LCFU divide by the number of 1 x 1 km squares such changes took places. The obtained value of LCFU change in the square was compared within the mean change value of the particular LCFU and it was assigned the tones of red colour if the percentage of the changed part was greater than the mean change value or the blue tones if the percentage of the changed part was smaller than the mean change value (Tab. 1, Fig. 1).

The second approach of soil sealing assessment has focused on impervious surface coverage within land cover classes using very high resolution satellite data WorldView-2 and updated database of reference spatial data on national level -ZB GIS (Fig. 2). The study area is situated in the surroundings of the town of Trnava, in central part of the Trnavska tabula Loess Plain which is the region of most fertile chernozems of Slovakia. The area consists of urban and agricultural types of land use, including residential areas with different density and socio-economic structure, industrial factories with various urban built-up cover types like buildings, roads, parking lots, footways, and large arable fields. The oldest royal borough in Slovakia preserved its historic core delimited by the town walls in the east and the west with an area of about 2.3 ha with the share of sealed soil 65%. The prevailing part of population live in housing estates in tenement houses (soil sealing 43%), but regarding the spatial structure of residential constructions, localities with individual family houses with soil sealing up to 30% prevail. Production and warehouses as part of urbanized areas occupy the largest area (in total 494 ha) and the share of sealed soil in this class is over 70%.

The ongoing urbanization and conversion of our landscape is rightly perceived as one of the main challenges facing us. Once the role and distribution of impervious coverage are understood, a wide range of strategies to reduce impervious surfaces and their impacts on water resources can be applied to community planning, site-level planning and design, and land use regulation.

Tab. 1 Classification of LCFU changes

Fig. 1 LCFU dynamics in 1990 – 2000 – 2006 in Slovakia (Feranec and Soukup, 2012)

Fig. 2 An example of soil sealing mapping using ZB GIS database and VHR satellite images (WorldView-2, 2011)

Fig. 3 Binary map of soil sealing in the town Trnava

Fig. 4 Land cover classes in the town Trnava (Kopecká et al., 2012)

Fig. 5 Share of soil sealing in land cover classes (Kopecká and Rosina, 2012)

Prijaté do redakcie: 29. október 2014

Zaradené do tlače: december 2014