HODNOTENIE NEPRIEPUSTNÉHO PREKRYTIA PÔDY (SOIL- SEALING) NA ÚZEMÍ MESTA TRNAVA

Monika Kopecká, Konštantín Rosina

Abstract

The extent of soil sealing or impervious surface area is one of the key indicators of environmental quality. In this study 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. The study area covers 40 km² surrounding the town Trnava, Slovakia. It includes various land cover classes that provide a good test site for soil sealing assessment. Results of the soil sealing assessment provide useful inputs to planning and management activities at local scale.

Keywords: soil sealing, impervious surface area, land cover class, VHR satellite data

Úvod

V súvislosti s rastom počtu obyvateľstva na svete a rozširovaním plochy sídiel sa pozornosť geografov, ekológov, pedológov (napr. Yuan a Bauer, 2006, 2012, Kampouraki a i., 2006), ako aj politických inštitúcií (European Commission 2006, 2012) sústreďuje na problém prekrytia a zničenia pôdy budovaním obytných domov, hospodárskych, priemyselných a energetických stavieb, diaľnic, ciest a parkovísk. 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 a i., 2008, 2011, Kronauerová a i., 2011). Transformácia poľnohospodárskej alebo poloprirodnej pôdy na obytné, priemyselné územia alebo kvôli budovaniu infraštruktúry počas určitej doby sa považuje za záber pôdy. Tento proces zahŕňa vývoj roztrúseného vidieckeho osídlenia, rozširovanie urbánnych zón okolo urbánnych jadier (urbánna expanzia), ako aj premenu zelených plôch vo vnútri mestských zón. Zábery pôdy majú za následok nepriepustné pokrytie pôdy väčšej alebo menšej časti zabraného územia, čo znamená na danom mieste trvalú stratu funkčnosti pôdy.

Podľa Jurániho a i. (2011) termín „prekrytie pôdy“ najlepšie vyjadruje pôsobenie zastavania územia nepriepustným materiálom pre vzduch a vodu na okolitú biotu nakoľko prekrytá pôda dlhodobo stráca akýkoľvek kontakt s atmosférou. Podľa týchto autorov uvedený výraz najlepšie vystihuje preklad anglického výrazu „soil sealing“, pod ktorým sa rozumie uzatvorenie, utesnenie

pôdy jej prekrytím. Vo vzťahu k termínu „soil sealing“ autori spomínajú aj výraz „zabetónovanie pôdy“, ktorý však pojem „soil sealing“ vystihuje len čiastočne, nakoľko ide len o použitie betónu ako izolačného materiálu na realizovanie prekrytia pôdnej pokrývky určitého územia, resp. termín „pokrytie pôdy“, z ktorého nemusí byť zrejma dlhodobá izolácia od prízemnej vrstvy atmosféry a biosféry. V oficiálnych dokumentoch EÚ býva pojem „soil sealing“ preložený aj ako „zástavba pôdy“. Vzhľadom na charakter niektorých mapovaných prekrytých povrchov (napr. volejbalové ihriská, otvorené priestranstvá hospodárskych dvorov so spevnenými plochami), na ktorých je možná výstavba ďalších objektov, tento termín považujeme za diskutabilný.

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 (Zhou, Wang 2011, Grimmond, 2007), suchosti vzduchu, infiltrácie dažďovej vody a podobne.

Z vyššie uvedených dôvodov je vhodné venovať pozornosť intenzite nepriepustného pokrytia pôdy v rámci rôznych tried krajinej pokrývky urbanizovaného priestoru, ktoré sú dobrým indikátorom využívania priestoru konkrétného sídla. Cieľom príspevku je identifikácia miery prekrytých pôd na území mesta Trnava, určenie ich podielu v rámci jednotlivých tried rozšírenej legendy CORINE Land Cover (CLC), ako aj zhodnotenie aktuálnych trendov procesu urbanizácie z hľadiska zmien kompaktnosti zástavby a fragmentácie otvoreného priestoru.

Metodika

Pre hodnotenie miery prekrytia pôdy na území mesta Trnava boli použité nasledovné vstupné dáta: satelitné snímky WorldView2 (WV2) z augusta 2011, mapa krajinej pokrývky 5. hierarchickej úrovne CLC a vybrané vrstvy Základnej bázy údajov pre geografický informačný systém (ZB GIS) z r. 2007. Družicové dáta WV2 sú dáta s veľmi vysokým rozlíšením (VHR – Very High Resolution) získané pomocou panchromatického a multispektrálneho senzora (1 PAN a 4 MS), ktoré charakterizuje priestorové rozlíšenie 0,5 m. Z tohto dôvodu sú vhodné pre podrobné mapovanie alebo aktualizáciu máp veľkých mierok 1:5000 - 25 000, takže umožňujú detailné mapovanie sídiel, priemyselných zón a iných prejavov urbanizácie. Podrobná mapa krajinej pokrývky (Kopecká a i., 2012) je výsledkom lokálneho mapovania s využitím rozšírených tried CLC s minimálnym mapovacím areálom 0,25 ha a minimálnou šírkou 10m. Použitý prístup umožňuje detailnú interpretáciu zmien krajiny s osobitným dôrazom na charakter a účel využitia zastavaných plôch, ako aj prejavy prirodzenej sukcesie na nevyužívaných plochách.

Databáza ZB GIS 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 WV2, pričom boli z databázy odstránené neexistujúce stavby a ihriská s trávnatým povrchom, ktoré nie je možné považovať za areály s prekrytou pôdou. Zároveň boli domapované novšie stavby, modifikované viaceré areály ciest a iných objektov. 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. Binárna mapa prekrytých povrchov bola konvertovaná na rastrový formát a naložená na mapu krajinnnej pokrývky. Následne bol stanovený podiel prekrytých plôch v jednotlivých triedach CLC. Výsledky tohto hodnotenia sú prezentované v tab. 1 a na mape 1.

Prehľad tried rozšírenej legendy CORINE Land Cover (Feranec, O’ahel’ 2004, Kopecká a i. 2012), vyskytujúcich sa na záujmovom území:

111 Súvislá sídelná zástavba

- 1112 Areály historického jadra miest (11121)

112 Nesúvislá sídelná zástavba

- 1121 Nesúvislá sídelná zástavba s viacbytovými domami prevažne bez záhrad
 - 11211 Nesúvislá sídelná zástavba s viacbytovými domami s výrazným podielom drevinovej vegetácie
 - 11212 Nesúvislá sídelná zástavba s viacbytovými domami s výrazným podielom trávinatej vegetácie
 - 11213 Nesúvislá sídelná zástavba s viacbytovými domami so záhradami
- 1122 Nesúvislá zástavba s rodinnými domami so záhradami (11221)
- 1123 Nesúvislá zástavba obytných budov v stromovej (sídelnej) zeleni (11231)

121 Priemyselné a obchodné areály

- 1211 Priemyselné a obchodné areály
 - 12111 Areály služieb
 - 12112 Výrobné a skladovacie priestory
- 1212 Areály špeciálnych zariadení (12121)

122 Cestná a železničná sieť a príľahlé areály

- 1221 Cestná sieť a príľahlé areály
 - 12211 Cesty a príľahlé areály bez súvislej sprievodnej drevinovej vegetácie
 - 12212 Cesty a príľahlé areály lemované stromoradiami

- 12213 Diaľnica
- 12214 Cestná sieť v sídlach
- 12215 Sprievodná drevinová vegetácia cestných komunikácií
- 12216 Sprievodná trávnatá vegetácia cestných komunikácií
- 1221 Železničná sieť a príľahlé areály
 - 12221 Železničná sieť a príľahlé areály
 - 12222 Sprievodná drevinová vegetácia železničných komunikácií
 - 12223 Sprievodná trávnatá vegetácia železničných komunikácií

132 Areály skládok

- 1321 Areály skládok pevných odpadov (13211)
- 1322 Areály skládok tekutých odpadov (13221)

133 Areály výstavby

- 1331 Areály výstavby
 - 13311 Výstavba areálov bývania
 - 13312 Výstavba areálov výroby a areálov služieb
 - 13314 Výstavba komunikácií

141 Areály sídelnej zelene

- 1411 Parky (14111)
- 1412 Cintoríny (14121)
- 1413 Ostatná sídelná zeleň
 - 14131 Ostatná sídelná zeleň
 - 14132 Zeleň v strediskách výroby a služieb

142 Areály športu a zariadení voľného času

- 1421 Športoviská (14211)
- 1422 Areály voľného času (14221)

211 Nezavlažovaná orná pôda

- 2111 Orná pôda prevažne bez rozptýlenej zelene
 - 21111 Maloplošne obrábaná orná pôda
 - 21112 Veľkoplošne obrábaná orná pôda so stredne veľkými parcela
 - 21113 Veľkoplošne obrábaná orná pôda s veľkými parcelami

221 Vinice

- 2211 Vinice
 - 22112 Veľkoplošne obrábané vinice

231 Trávne porasty

- 2311 Trávne porasty prevažne bez rozptýlených stromov a krov (23111)

242 Mozaika polí, lúk a trvalých kultúr

- 2421 Mozaika polí, lúk a trvalých kultúr bez rozptýlených domov
 - 24211 Záhrady v intraviláne
- 2422 Mozaika polí, lúk a trvalých kultúr s rozptýlenými domami -chatami (24221)

243 Prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie

- 2431 Poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie a s prevahou ornej pôdy (24311)
- 2433 Poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie a s prevahou rozptýlenej vegetácie

- 24332 Remízky a vetrolamy

311 Listnaté lesy

- 3111 Listnaté lesy so súvislým zápojom
 - 31112 Brehové porasty

411 Močiare

- 4111 Sladkovodné močiare s trstím (41111)

511 Vodné toky

- 5112 Kanály (51121)

512 Vodné plochy

- 5122 Umelé vodné plochy
 - 51221 Rybníky

Výsledky

Na záujmovom území sme zaznamenali výskyt 41 tried krajinnej 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. Najstaršie kráľovské mesto na Slovensku má zachované svoje historické jadro vymedzené hradbami na jeho východnej a západnej strane s rozlohou približne 2,3 ha (trieda 11121). Podiel prekrytej pôdy v historickom jadre je relatívne vysoký, predstavuje 65 %. Napriek tomu v posledných rokoch došlo k zástavbe ojedinelých fragmentov zelene v historickom centre kvôli novým hotelom, bytovým domom a obchodným komplexom. 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 pokrýva 322 ha a súčasne je na mape krajinnej pokrývky zastúpená najvyšším počtom polygónov. Podiel prekrytých plôch v rámci tejto triedy je necelých 30% (v rámci hodnotenia rozsiahlejšie súvislé záhrady za rodinnými domami nie sú zahrnuté, nakoľko sú mapované v rámci triedy 24211 Záhrady v intraviláne). Podstatne vyššie prekrytie pôdy vykazujú sídliská s viacbytovými domami bez výraznej prítomnosti drevín – v priemere vyše 43%. Treba však poznamenať, že medzi jednotlivými sídliskami sú značné rozdiely, napríklad na sídlisku Linčianska v južnej časti mesta miera prekrytia pôdy presahuje 75%. Podobne ako v iných mestách, aj v Trnave sme zaznamenali v posledných rokoch zahusťovanie niektorých sídlisk na úkor zelenej plochy.

Tab. 1: Podiel prekrytých pôd v rámci tried CLC na území mesta Trnava

Table 1: Share of soil sealing within CLC classes in the town Trnava

Trieda CLC	Rozloha (m ²)	Podiel rozlohy	Prekrytá pôda (m2)	Prekrytá pôda (%)
11121	486282	1,14%	316051	64,99
11211	647090	1,51%	219557	33,93
11212	1103167	2,58%	476031	43,15
11213	69370	0,16%	18454	26,60
11221	3218893	7,52%	935869	29,07
11231	3123	0,01%	1011	32,37
12111	1728994	4,04%	1002442	57,98
12112	4977214	11,54%	3510240	70,53
12121	91350	0,21%	31713	34,72
12211	409915	0,96%	247460	60,37
12212	159686	0,37%	66120	41,41
12213	68395	0,16%	38595	56,43
12214	1562574	3,65%	1223934	78,33
12215	173607	0,41%	4325	2,49
12216	166781	0,73%	5106	3,06
12221	652171	1,52%	443357	67,98
12222	96535	0,23%	6341	6,57
12223	23181	0,05%	754	3,25
13211	166231	0,39%	31008	18,65
13311	251959	0,59%	25622	10,17
13312	507153	1,18%	35664	7,03
13314	104823	0,24%	10965	10,46
14111	633280	1,48%	26092	4,12
14121	133733	0,31%	15868	11,87
14131	437195	0,68%	26999	6,18
14132	1396818	3,26%	37760	2,70
14211	484072	1,13%	128958	26,64
14221	135572	0,32%	12652	9,33
21111	126871	0,30%	1641	1,29
21112	8387339	19,59%	20005	0,24
21113	13215155	30,87%	6726	0,05
22112	27534	0,06%	0	0
23111	14967	0,03%	48	0,32
24211	105913	0,25%	6190	5,84
24221	256569	0,60%	11805	4,60
24311	15698	0,04%	1161	7,39
24332	203519	0,48%	2073	1,02
31112	129134	0,30%	579	0,45
41111	90301	0,21%	0	0
51121	198537	0,46%	1641	0,83
51221	151783	0,35%	0	0
Spolu	42812484	100,00%	8950817	

V rámci urbanizovaných areálov najväčšiu rozlohu zaberajú výrobné a skladovacie priestory (trieda 12112 – celkovo 494 ha). Na tejto výmere sa značnou mierou podieľajú nové priemyselné podniky (napr. PSA Peugeot Citroen), podniky vybudované v období socializmu, ktoré zmenili svoje pôvodné výrobné zameranie (napr. SACHS, Johns Manville), ako aj areály podnikov, ktoré v dôsledku výrazných spoločensko-ekonomických zmien natrvalo ukončili svoju výrobu (napr. cukrovar). Podiel prekrytej pôdy v tejto triede je viac ako 70%. 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.

Mapa 1: Podiel prekrytej pôdy v areáloch tried krajiny pokrývky

Map 1: Share of soil sealing in land cover classes

Z hľadiska vybavenosti sídla dôležitú úlohu zohrávajú areály služieb – okrem škôl a zdravotníckych objektov najmä 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%.

Často kritizovaným fenoménom je skutočnosť, že na Slovensku sa urbanizované územia rozrastajú na úkor poľnohospodársky najproduktívnejších pôd, pretože výstavba na nich je z ekonomického pohľadu najmenej náročná. Trnava je situovaná v intenzívne využívanej poľnohospodárskej krajine, takže v okolí mesta prevažujú poľnohospodárske areály s veľkoblokovými poliami (triedy 21112 a 21113), ktoré spolu pokrývajú viac ako 50% záujmového územia. Záujem zahraničných investorov o výstavbu na „zelených lúkach“ (greenfields) v uplynulom desaťročí viedol k trvalému úbytku a fragmentácii najkvalitnejšej poľnohospodárskej pôdy- na černozeiach a čierniciach, čoho dôkazom sú stovky hektárov trvale zabrané pre už spomínaný automobilový závod, rozsiahle obchodné centrá, ako aj priemyselný komplex neďalekého závodu firmy Samsung pri Voderadoch (situované za hranicou záujmového územia).

V ekologicky významných areáloch s prirodzenou vegetáciou v juhozápadnej časti územia - v chránenom areáli Trnavské rybníky (triedy 41111 a 51221) – výskyt prekrytých pôd nebol zaznamenaný.

Diskusia

Pôda svojím prekrytím stráca charakter ekosystému a stáva sa pochovanou pôdou. Pri výstavbe často dochádza k skrývke ornice až po horninu, pričom dochádza k úplnému zničeniu pôdy. Tento problém zatiaľ nie je odborne doriešený. Ako upozorňuje Juráni a i. (2011), na mapách zastavania pôdy sa neodlišuje zastavané územie s pochovanými pôdami a zastavané územie len s podložnými horninami. V niektorých vedeckých článkoch sa za prekrytú zastavanú pôdu považuje aj zastavaná plocha, na ktorej už pochovaná pôda neexistuje. Z tohto dôvodu citovaní autori navrhujú, že v tejto súvislosti by bolo možno správnejšie používať namiesto slovného spojenia „prekrytá pôda zastavaného územia“ termín „prekrytý zemský povrch (pevnín)“, ktorý tvoria nielen pôdy, ale aj horniny.

Záver

Súčasnú snahu zvýšenie opatrení na ochranu pôdneho fondu, napríklad sprísnenie poplatkov za stavbu na najkvalitnejších pôdach, majú za cieľ motivovať investorov, aby sa na nutnú výstavbu v extravilánoch zaberala najhoršia, alebo menej úrodná pôda. Aj v rámci územného plánovania rozvoja intravilánov miest by mali byť zohľadňované viaceré opatrenia limitujúce a obmedzujúce prekrytie pôdy. Ako uvádza Juráni a i. (2011), za nevhodné životné prostredie v sídlach treba považovať viac ako 50 % prekrytej pôdy. Kvalita životného prostredia v sídlach môže byť ovplyvnená najmä zamedzením znižovania podielu voľnej „zelenej“ plochy na úkor zastavanej prekrytej plochy, cieľným uprednostňovaním výstavby na asanovaných plochách opustených stavieb (brownfieds) či elimináciou súvisle vydĺžaných plôch. Príslušné opatrenia by mohli byť legislatívne podporené spolu so zadefinovaním minimálnej výmery „zelenej plochy“ na obyvateľa sídla. K aktuálnym trendom pri eliminácii negatívnych efektov prekrytia pôdy v západnej Európe patrí aj podpora výstavby zelených striech (greenroofs) a aplikácie reflexných farieb na budovách, cestách a chodníkoch.

Príspevok je jedným z výstupov dosiahnutých riešením vedeckého projektu č. 2/0018/10 „Časovo-priestorová analýza využívania krajiny: hodnotenie dynamiky zmien, fragmentácie a stability aplikáciou dátových vrstiev CORINE land cover“ na Geografickom ústave SAV za podpory grantovej agentúry VEGA.

Literatúra

European Commission, 2006. Tematická stratégia na ochranu pôdy. COM(2006) 231 Dostupné na: <http://eurlex.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 (2012) Dostupné na: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/soil_sealing_guidelines_en.pdf

Feranec J. Oľahel, J. 2004. The 4th level CORINE land cover nomenclature for Phare Countries. In Groom, G. (ed.): Developments in strategic landscape monitoring for Nordic countries. Copenhagen: Nordic Council of Ministers s. 54 - 63

Grimmond, S. 2007. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. Geographical Journal, Vol. 173, Issue 1, s. 83-88

Juráni, B., Križová, L. 2008. Antropizačný fenomén „soil sealing“ v podmienkach Slovenska. In Sobocká, J. (ed): Antropizácia pôd IX. Zborník príspevkov., Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, s. 39-45, ISBN 978-80-89128-48-8

Juráni, B., Dlapa, P. Bedrna, Z., Šteruská, A. 2011. Prekrytie pôdy (soil sealing) na Slovensku. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, 79 s. ISBN 978-80-223-3169-2

Kampouraki, M., Wood, G. A., Brewer, T. 2006. The application of the Remote Sensing to Identify and Measure Sealed Areas in Urban Environments. Dostupné na: http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/4C42/Papers/16_Automated%20classification%20IC%20II%20%20Settlements%20Infrastructure/ÖBIA2006_Kampouraki_Wood_Brewer.pdf

Kopecká, M., Rosina, K., Rábeková, A. 2012. Urban Expansion Mapping Based on VHR Satellite Imagery. In 4th International Conference on Cartography and GIS : proceedings. Vol. 1. Editors T. Bandrova, M. Konecny, G. Zhelezov. - Sofia: Bulgarian Cartographic Association, 2012, s. 237-246, ISSN 1314-0604

Kronauerová, S., Krížová, L., Juráni, B., Vykouková, I. 2011. Fenomén „soil sealing“ a jeho prejavy v urbanizovanom prostredí mesta Malacky. *Phytopedon* (Bratislava) 10, 2, s. 19 – 25.

Yuan F, Bauer M. E. 2012. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 106, 3, s. 375-386

Yuan F, Bauer. M. E. 2006. Mapping impervious surface area using high resolution imagery: A comparison of object-based and per pixel classification. ASPRS 2006 Annual Conference, Reno, Nevada. Dostupné na: <ftp://ftp.ecn.purdue.edu/jshan/proceedings/asprs2006/files/0178.pdf>

Zhou, X. and Wang, Y-C. 2011. Dynamics of Land Surface Temperature in Response to Land-Use/Cover Change. *Geographical Research*. 49, 1, s.23-36

SOIL SEALING ASSESSMENT IN THE TOWN TRNAVA

Summary

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. Soil sealing was identified as one of the main soil degradation processes (European Commission 2006, 2012). The reduction in evapo-transpiration in urban areas due to the loss of vegetation because of soil sealing and the increased absorption of energy from the sun caused by dark asphalted or concrete surfaces, roofs and stones are significant factors contributing to the ‘urban heat island’ effect (Zhou, Wang, 2011, Grimmond, 2007).

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.

In the territory of interest, occurrence of 41 land cover classes was recognized while urbanized areas represent in total 28 classes (Fig. 1, Tab.1). In the course of development, Trnava maintained the character of a compact town with comparatively definitely distributed functions until the present. 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 (class 11121) 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 (class 12112- in total 494 ha). A significant part corresponds to the new industrial companies (such as PSA Peugeot Citroen); companies built in the socialist era while their original business activities changed (such as SACHS, Johns Manville) and areas of businesses that have closed in the consequence of social and economic transition (sugar mill). The share of sealed soil in this class is over 70%. On the other hand, compact greenery in production areas (14132), occupies relatively large areas. It stands for spaces available for the possible future expansion of industrial companies or it is the result of natural succession in areas of older businesses with reduced activity or closed. As far as the amenities of the settlement are considered, the extent of soil sealing within service areas is almost 58%. Apart from schools and health care structures, shopping centres and malls with large parking lots represent them. Other 50 ha areas of production and services under construction (13312) demonstrate the trend of the increasing density of urban fabric in the core of the town and expansion of the periphery. Additional arable land is taken by the ongoing construction of family houses (13311) and road infrastructure, particularly the northern bypass of the town (13314). The current state of sealed soil in the construction sites is about 10%.

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. Impervious surface coverage can be limited by restricting land use density (such as number of homes per acre in a subdivision) and utilization of brownfields to avoid chernozem soil land consumption. Alternatively, urban structures can be built differently to make them function more like naturally pervious soils; examples of such alternative structures are porous parking places, green roofs and infiltration basins.

RNDr. Monika Kopecká, PhD., Mgr. Konštantín Rosina

Geografický ústav SAV

Štefánikova 49, 814 73 Bratislava

E – mail: monika.kopecka@savba.sk