

# MAPOVANIE AREÁLOV BYTOVÝCH DOMOV V MESTÁCH SLOVENSKEJ REPUBLIKY Z ASPEKTU ENERGETICKÉHO VYUŽÍVANIA SLNEČNÉHO ŽIARENIA

Ján Kaňuk, Jaroslav Hofierka, Martin Rosič\*

\* Katedra geografie a regionálneho rozvoja, Fakulta Humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, ul. 17 novembra 1, 080 01 Prešov, kanuk.jan@gmail.com, hofierka@fhpv.unipo.sk, rosmat@post.ak

## Mapping blocks of flats areas in cities of the Slovak Republic in terms of solar energy use.

Urbanization in the Slovak Republic launched a new housing construction boom which provided enough accommodation for an ever increasing number of people in cities. The strongest wave of housing construction occurred after the Second World War. Though the problem of accommodation had been solved, other problems regarding a high density of built-up areas, construction quality of buildings including a low energy efficiency of buildings (typically blocks of buildings with panel technology) appeared.

The land cover classes of the CORINE Land Cover database regarding urban areas do not provide information on types of residential buildings. However, this information is valuable in solar energy and also other applications. This paper presents a methodology for mapping these zones in all cities of the Slovak Republic. The result of mapping is a digital database that can be effectively used in various analyses including estimation of renewable energy potential, quantitative urbanism, renovation planning and further development of these areas.

**Key words:** blocks of flats, solar energy, urban areas, CORINE Land Cover, GIS, Slovakia

## ÚVOD

Súčasná energetická a hospodárska kríza, neustále sa zvyšujúci dopyt po energii, geopolitická nestabilita a snaha o trvalo udržateľný rozvoj sú problémy, ktoré nás nútia zaoberať sa otázkami ďalšieho smerovania energetického segmentu hospodárstva. Navyše dominantné postavenie fosílnych palív v energetickom mixe spôsobuje čoraz reálnejšiu hrozbu klimatickej zmeny a jej nepriaznivé dôsledky na krajinu (Yannas 2001). Jedným z riešení uvedených problémov je diverzifikácia výroby energie v podobe širšieho využívania obnoviteľných zdrojov energie (OZE) a úspor v spotrebe energií. Táto problematika patrí medzi prioritné témy Európskej únie. Dokumentujú to viaceré rozhodnutia a právne predpisy prijaté na úrovni Európskej únie (napr. smernica č. 2001/77/ES o podpore elektrickej energie vyrábanej z OZE na vnútornom trhu s elektrickou energiou; smernica č. 2002/91/ES o energetickej efektívnosti budov) a tiež Slovenskej republiky (zákon č. 656/2004 Z. z. o energetike, zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov). Ďalším novým impulzom v energetickej politike štátov Európskej únie by malo byť zvýšenie podielu energií získaných z OZE do roku 2020 na 20 % (COM/2007/723 Európsky strategický plán energetickej politiky).

Je zrejmé, že najväčšia spotreba energie je v mestách, kde je aj najväčšia koncentrácia obyvateľstva na relatívne malej ploche. Z dostupných OZE sa priamo v zastavaných územiach môže využívať najmä slnečná energia, a to z viacerých dôvodov – táto energia má významný a všadeprítomný technický potenciál, nízke prevádzkové náklady, nulové negatívne ekologické vplyvy počas prevádzky, nevznikajú nároky na nové zastavané plochy, zaujímavé sú aj možnosti architektonického stvárnenia stavieb, umožňuje vyrábať priamo elektrickú energiu alebo sa môže využiť na ohrev vody, prípadne aj na chladenie (Kaňuk 2007).

Najväčšou bariérou pre masívnejšie inštalácie slnečných energetických systémov predstavuje nedostatok informácií, resp. odpovedí na otázky typu – kde je možné tieto systémy inštalovať, koľko voľnej plochy je pre ich inštaláciu vhodnej a použiteľnej, koľko energie z inštalovaných systémov je možné vyrobiť a v akej časovej štruktúre, aké sú investičné náklady a ich návratnosť. Ako uvádza Kaňuk (2008), odpovede na tieto otázky nám môžu poskytnúť jedine kvalitné časopriestorové analýzy, ktoré sa budú detailne venovať intraurbánnemu priestoru.

Odhadu potenciálu využívania slnečnej energie sa venovalo viacero prác, napr. Šúri et al. (2002), Gadsden et al. (2003), Robinson a Stone (2004), Arboit et al. (2008) a Hofierka a Cebecauer (2008). Z týchto prác vyplýva, že ťažisko výskumu sa postupne presúva z regionálneho pohľadu do detailných štúdií urbánneho priestoru. S takouto koncepciou výskumu sa stretávame v práci Hofierka a Kaňuk (2009), v ktorej sú na základe morfológicko-funkčných vlastností intraurbánných štruktúr mesta Bardejov identifikované štyri typy areálov s rôznym potenciálom na využívanie slnečnej energie. Ide o areály rodinných domov, bytových domov, priemyselných budov a areály budov ostatných vybaveností, ktoré majú z hľadiska využívania slnečného žiarenia a energetického režimu spoločné črty.

Z hľadiska efektívneho využívania slnečnej energie sa ako veľmi perspektívne javia najmä areály bytových domov. Bytové domy poskytujú dostatok voľnej plochy (strechy alebo aj fasády) na inštaláciu slnečných energetických systémov a zároveň umožňujú efektívne využívanie vyrobenej energie. V tomto príspevku sa chceme podrobne venovať práve týmto areálom, ktoré sú také typické pre naše mestá. Výsledkom našej analýzy bude presné zmapovanie a kvantifikácia plochy areálov bytových domov v mestách Slovenskej republiky, čo je jedným zo základných vstupných parametrov pre odhad potenciálu výroby energie zo slnečného žiarenia. Takáto údajová vrstva pre mestá Slovenskej republiky zatiaľ nie je dostupná. Keďže údajová vrstva areálov bytových domov je zároveň vhodným doplnkom súčasnej digitálnej databázy krajinej pokrývky CORINE Land Cover (CLC), ako aj využiteľná pre iné aplikácie týkajúce ďalších partiálnych analýz urbánnej krajiny, oblasti územného plánovania a štúdií intraurbánných štruktúr, túto údajovú vrstvu sme doplnili o databázu vybraných sociálnodemografických ukazovateľov (počet obyvateľov a bytov, hustota zaľudnenia, celková plocha bytov). Zároveň táto analýza môže byť vhodným podkladom pre projekty týkajúce sa humanizácie prostredia areálov bytových domov a zvyšovanie kvality života ich obyvateľov, ktoré sú podporované aj zo strany Európskej únie. Je teda zjavné, že takto vytvorené údajová vrstva má rozsiahle možnosti využitia.

Cieľom príspevku je priestorová analýza areálov bytových domov v mestách Slovenskej republiky a odhad potenciálu snečného žiarenia pre energetické účely na tomto území.

## STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA AREÁLOV BYTOVÝCH DOMOV

Na Slovensku žije v mestách približne 3 mil. obyvateľov, pričom až 75 % (cca 2,3 mil. obyvateľov) z nich žije v bytových domoch. Bytové domy sa stali významným fenoménom hlavne počas budovateľského obdobia socialistickej výstavby. V tomto období veľmi dôležitú úlohu zohrala aj zmenená demografická situácia, ekonomický vývoj, ako aj štruktúra bytovej základne na Slovensku, ktorá si vyžiadala po druhej svetovej vojne nový prístup v stratégii výstavby bytových jednotiek. Medzi kľúčové dôvody tejto výstavby môžeme zaradiť najmä potrebu nahradiť vojnovými udalosťami zničený alebo poškodený bytový fond, ako aj intenzívnu industrializáciu, ktorá mala za následok zvýšenú migráciu obyvateľstva z vidieckych sídel do miest. Na Slovensku teda môžeme za hlavnú vlnu urbanizácie a výstavby bytových domov považovať práve toto 40-ročné obdobie, keď sa podiel obyvateľov žijúcich v mestách zvýšil z 24,9 % na 56,7 %, čo v absolútnom vyjadrení znamená nárast počtu obyvateľov z viac ako 850 tis. na takmer 3 milióny (Korec 1999). Tieto faktory najviac ovplyvnili výstavbu nových bytových súborov s dominanciou bytových domov, pričom jej intenzita bola najvyššia práve v období rokov 1950 až 1990. Pre ilustráciu môžeme uviesť, že v tomto období sa v štátoch strednej a východnej Európy postavilo spolu 14 mil. nových bytov, v ktorých žije 20-45 % obyvateľstva (Mládek 2000). Socialistická budovateľská koncepcia výstavby bola charakteristická výstavbou bytových domov priemyselným spôsobom. Táto skutočnosť sa odrazila vo vysokom stupni uniformity i nízkej kvalite postavených stavieb (Kallabová 2004).

Náš výskum areálov bytových domov sa sústreďuje najmä na mestské sídla. Práve v mestách je väčšina bytových domov koncentrovaná do zón, ktoré predstavujú z geografického hľadiska samostatné intraurbánne štruktúry (Matlovič 1998). Výhodnosť mapovania a výskumu tejto intraurbánnej štruktúry bytových domov v rámci miest spočíva aj v možnosti komparácie s ostatnými štruktúrami mesta, ako aj v možnosti porovnania tejto štruktúry s ostatnými štátmi strednej a východnej Európy, ktoré zastihla podobná vlna výstavby (Musil 2001).

Poznanie tejto intraurbánnej štruktúry – v jej morfológických prejavoch a funkciách, demografickej a sociálnej štruktúre jej obyvateľov – je kľúčové nielen pre potreby skúmania energetických aspektov bytových domov. Umožňuje nám hľadať vzťahy aj s inými intraurbánnymi štruktúrami v superštruktúre mesta (napr. vzťah priemyselných štvrtí a sídlisk), čo má svoj veľký význam pri ďalšom plánovaní rozvoja mesta. V tejto práci sa však nevenujeme len tým areálom bytovej výstavby, ktoré tvoria intraurbánnu štruktúru bytových domov, ale aj menším koncentráciám bytových domov, ktoré nespĺňajú definíciu samostatnej intraurbánnej štruktúry. Preto ďalej v príspevku budeme používať iba termín areály bytových domov.

## ÚDAJE A METÓDY

Vytvorenie digitálnej databázy s areálmi bytových domov v rámci administratívnych území slovenských miest s vybranými sociálno-demografickými charakteristikami je pre rozsiahlosť územia náročná úloha. Naša práca sa zameriava na areály bytových domov na území 138 slovenských miest. Pri identifikácii a mapovaní týchto areálov sme sa rozhodli využiť najmä vizuálnu interpretáciu dostupných ortofotosnímkov, ktorých rozlíšenie umožňuje s vysokou spoľahlivosťou identifikovať charakteristické znaky týchto areálov. Tento predpoklad sme si overili v meste Prešov, kde po štúdiu jeho priestorovej štruktúry na ortofotosnímkach nasledovala verifikácia v teréne. Terénou rekognoskáciou sme dospeli k záveru, že z tohto zdroja údajov je možné jasne identifikovať areály bytových domov. Na základe genézy vzniku bytových domov a poznania slovenských miest je zrejme, že tieto budovy sú po konštrukčnej a morfológicko-fyziognomickej stránke veľmi podobné aj v ostatných mestách. Táto unifikácia vlastností bytových domov je dobre využiteľná pri ďalšom výskume a analýzach v rámci celého územia SR.

Za areály bytových domov považujeme koncentráciu viacerých bytových domov, medzi ktorými sa nachádza sídlisková zeleň (trávniky, stromy a kry), námestia, ulice, miestne dopravné komunikácie (mimo hlavných dopravných ťahov), parkoviská bezprostredne medzi bytovými domami, v menšom rozsahu administratívne a servisné budovy.

Pri vizuálnej interpretácii leteckých ortofotosnímkov využívame metódu prekryvania vrstiev (overlay), kde základným podkladom pre vyčlenenie predmetných areálov sú letecké ortofotosnímky s rozlíšením pixla 50 cm, spolu s vektorovou údajovou vrstvou administratívnych hraníc samosprávnych jednotiek (obcí). Pri vyčleňovaní areálov bytových domov boli použité letecké ortofotosnímky z roku 2001 z VÚPOP Bratislava, regionálne pracovisko Prešov. Vymedzené areály boli následne konfrontované s údajovou vrstvou digitálnej databázy krajinnej pokrývky CORINE Land Cover z roku 2001 (ďalej len CLC) (Feranec a Oťaheľ 2001). Areály bytových domov sa v databáze CLC nachádzajú v triede na treťom hierarchickom stupni (112 – nesúvislá sídelná zástavba), ktorá je súčasťou podtriedy 11 – urbanizovaná sídelná zástavba (druhý hierarchický stupeň) a triedy 1 reprezentujúcej urbanizované a technické areály (prvý hierarchický stupeň). Je potrebné uviesť, že bytové domy sa v ojedinelých prípadoch môžu nachádzať aj mimo triedy CLC 112 (nesúvislá sídelná zástavba), čo vyplýva z odlišnej metodiky a mierky mapovania CLC. Na účely vymedzenia celkovej urbánnej plochy miest pre potreby tohto projektu sme použili tri triedy CLC: 111 – súvislá sídelná zástavba, 112 – nesúvislá sídelná zástavba a 121 – priemyselné a obchodné areály. Celková plocha týchto území v databáze CLC predstavuje približne 260 tisíc ha.

Pri charakteristike areálov bytových domov sa zameriavame aj na vybrané sociálno-demografické ukazovatele: počet obyvateľov trvale žijúcich v mestách, počet obyvateľov trvale žijúcich v bytových domoch, počet bytov, celková plocha bytov. Tieto údaje sme získali z databázy Štatistického úradu Slovenskej republiky zo Sčítania obyvateľov, domov a bytov z roku 2001, čo sa časovo zhoduje s časovým obdobím leteckého snímkovania.

Areály boli vyčlenené vizuálnou interpretáciou ortofotosnímkov a ich ručnou vektorizáciou v softvéri ArcGIS 9.2 od firmy ESRI. Výsledkom je údajová vrstva areálov bytových domov pre celé územie Slovenska. V tomto príspevku sa však budeme podrobnejšie zaoberať iba mestami s počtom obyvateľov nad 50 tis., ostatné vyjadríme v sumárnych hodnotách. Na získanie kvantitatívnych charakteristík pre vyčlenené areály bytových domov sme využili štatistickú analýzu v rámci GIS-u pomocou nástrojov softvéru ArcGIS 9.2 od firmy ESRI, ako aj bežne dostupné kancelárske nástroje (balík produktov Microsoft Office).

Odhad potenciálu produkcie energie zo slnečných energetických systémov sme uskutočnili pomocou extrapolačnej metódy. Za vstupné údaje sme použili výsledky práce Hofierka a Kaňuk (2009) a novovytvorenú údajovú vrstvu areálov bytových domov. Výsledky tohto odhadu chápeme ako podklad pre ďalší výskum energetického potenciálu areálov bytových domov na základe podrobných vlastností jednotlivých bytových domov. Finálnym výsledkom týchto snáh by mala byť kvantifikácia potenciálneho množstva energie, čo je vo fáze plánovania a podpory masívnych inštalácií slnečných energetických systémov nevyhnutným krokom.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

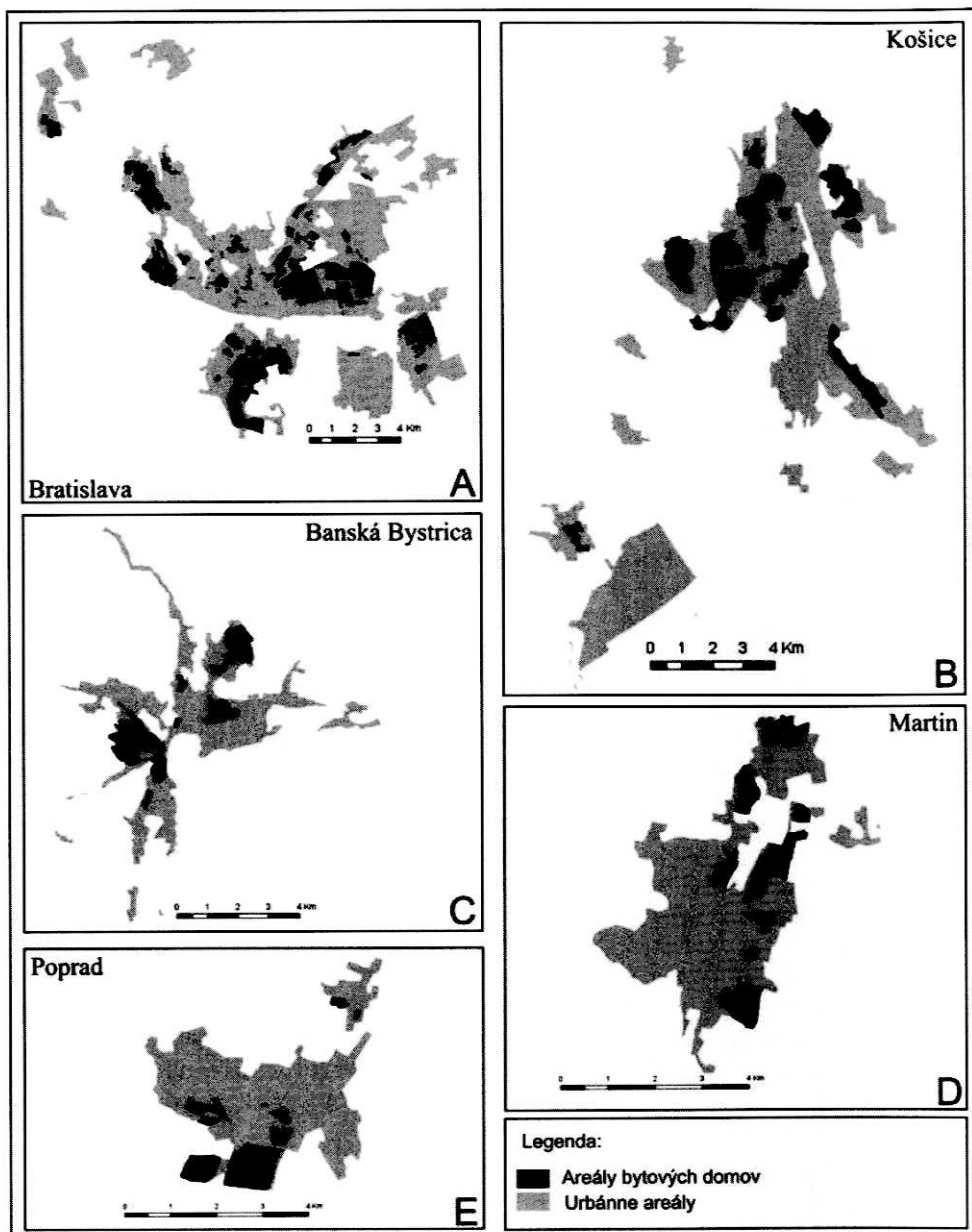
Aplikáciou uvedenej metodiky sme dosiahli výsledky, ktoré kvôli prehľadnosti budeme prezentovať v dvoch častiach. V prvej časti budeme diskutovať o sumárnych výsledkoch za jednotlivé kraje, v druhej časti sa budeme podrobnejšie zaoberať mestami, ktoré sú najviac zasiahnuté urbanizačným rozvojom a v ktorých je počet obyvateľov väčší ako 50 tisíc. Dôvody prezentácie výsledkov pre mestá väčšie ako 50 tis. spočívajú predovšetkým v tom, že areály bytových domov sú práve v týchto mestách najrozsiahlšie. Taktiež chceme poskytnúť vizuálnu ukážku údajovej vrstvy areálov bytových domov v dostatočnej kvalite aspoň pre tieto mestá (obr. 1 a 2).

Tabuľka 1 vyjadruje sumárne výsledky pre celé územie SR a podľa jednotlivých krajov. V 138 mestách Slovenska žije viac ako 2,9 mil. obyvateľov, čo predstavuje viac ako 56 % jeho obyvateľov. Až 75 % z tejto populácie, teda asi 2,2 mil. obyvateľov, žije približne v 810 tis. bytov. Na jeden byt teda pripadá v priemere 2,8 obyvateľa. Celková plocha bytov je 48 935 599 m<sup>2</sup> (pre porovnanie je to plocha približne rovnako veľká ako zastavané územie mesta Košice).

Najväčší počet obyvateľov žijúcich v bytových domoch je v Bratislavskom kraji, čo sa odzrkadľuje aj na počte bytov. Najväčší podiel na týchto ukazovateľoch pre Bratislavský kraj má Bratislava. Podiel plochy areálov bytovej výstavby ku urbánnej ploche miest je najvyšší v Banskobystrickom, Bratislavskom a Trenčianskom kraji. Tento ukazovateľ vyjadruje, koľko percent z celkovej plochy miest zaberajú areály bytových domov.

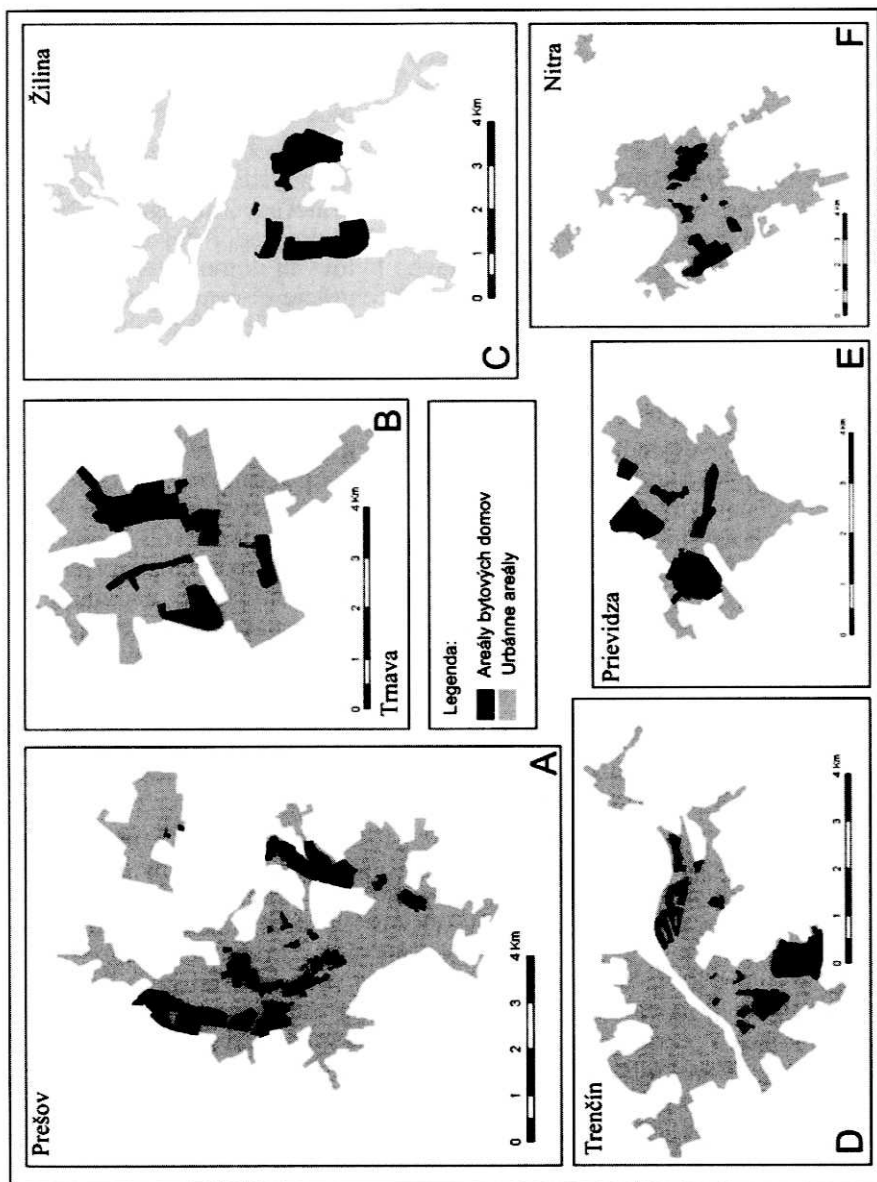
Areály bytovej výstavby v slovenských mestách predstavujú plochu o veľkosti 11 407,8 ha, čo z celkovej plochy Slovenska zaberá iba 0,23 %. Hustota zaľudnenia je v týchto areáloch v priemere 196,1 obyv./ha. Ako vyplýva z tab. 1, v slovenských mestách zaberajú areály bytových domov iba 13,4 % z celkovej urbánnej plochy miest.

Na Slovensku je 11 miest, ktorých počet obyvateľov je väčší ako 50 tis. (tab. 2, obr. 1 a 2). Najviac trvale bývajúcich osôb v bytových domoch žije



Obr. 1. Areály bytových domov v slovenských mestách nad 50 tisíc obyvateľov (Bratislava, Košice, Banská Bystrica, Poprad, Martin)





Obr. 2. Areály bytových domov v slovenských mestách nad 50 tisíc obyvateľov (Prešov, Trnava, Žilina, Trenčín, Prievidza, Nitra)

v Bratislave (368 603 obyvateľov), kde je aj najväčší počet bytov (158 364). Tieto byty zaberajú sumárnu plochu 9 477 188 m<sup>2</sup>. V druhom najväčšom meste Košiciach je 76 149 bytov, ktoré zaberajú sumárnu plochu 4 558 093 m<sup>2</sup>. Najväčšie urbánne plochy sú v Bratislave a najmenšie v Prievidzi.

Z uvedenej tabuľky ďalej vyplýva, že v priemere 83,8 % (teda 1 081 423) obyvateľov týchto miest žije práve v bytových domoch. Najväčší podiel obyvateľov trvale bývajúcich v bytových domoch je v Bratislave, Košiciach a Prievidzi, kde žije viac ako 85 % obyvateľov z celkového počtu obyvateľov miest.

Je zaujímavé všimnúť si hustotu zaľudnenia v areáloch bytovej výstavby. V priemernom vyjadrení žije na ploche 5 290,3 ha, čo predstavuje sumárnu plochu polygónov bytovej výstavby, až 1 081 423 obyvateľov. Znamená to, že na 1 ha pripadá 204,4 obyvateľov. V mestách ako Žilina, Poprad, Prievidza a Trenčín je hustota zaľudnenia ešte vyššia. Výstavba bytových domov teda priniesla intenzitu využitia územia vo forme vysokej koncentrácie obyvateľstva. V jedných najľudnatejších mestách Slovenska žije v priemere 2,6 obyvateľov v jednom byte, pričom priemerná plocha bytu je asi 60 m<sup>2</sup>. V mestách Prešov a Poprad žije v priemere až 3,1 obyvateľov v jednom byte, pričom priemerná plocha bytu je 62,6 m<sup>2</sup> (Prešov) a 61,3 m<sup>2</sup> (Poprad).

Ak vychádzame z výsledkov práce Hofierku a Kaňuka (2009), samotné bytové domy (pôdorysy budov) zaberajú cca 14 % plochy areálov bytových domov. Ak tieto čísla extrapolujeme pre všetky areály bytových domov na Slovensku, z ich celkovej plochy 11 407,8 ha samotné bytové domy (t. j. pôdorysy budov) zaberajú plochu približne 1 564 ha. Z tejto plochy by sme pri priemernom ročnom zisku 61,4 kWh/m<sup>2</sup> na pôdorys budovy mohli ročne nadobudnúť cca 960 GWh elektriny. Podľa štatistických údajov Slovenskej prenosovej elektrizačnej sústavy, a.s., dosiahla spotreba elektriny na Slovensku v roku 2007 hodnotu približne 29,6 TWh. Areály bytových domov by teda mohli pokryť cca 3,3 % spotreby elektrickej energie na Slovensku. Ak by sme využili celú urbánnu plochu definovanú triedami CLC 111, 112 a 121 v rámci SR, podľa nášho odhadu by sme mohli vyprodukovať okolo 17 500 GWh/rok elektrickej energie, čo predstavuje asi 58 % spotreby elektrickej energie na Slovensku.

Najviac plôch pre inštaláciu slnečných energetických systémov v rámci areálov bytových domov poskytuje Bratislavský a Košický kraj, ktoré by podľa nášho odhadu mohli vyprodukovať až 1/3 elektriny z celkovej produkcie areálov bytových domov, teda približne 320 tis. MWh/rok. Podiel Bratislavy predstavuje až 16 % z celkovej produkcie, čo sa rovná približne produkcii areálov bytových domov v celom Košickom kraji. Exkluzívnosť územia Bratislavy ešte zvyšujú aj klimatické a geografické podmienky, ktoré táto štúdia nezohľadňuje. Z hľadiska množstva produkcie sa ako veľmi perspektívne javia aj mestá Košice, Prešov, Nitra a Banská Bystrica, v ktorých by produkcia elektriny z fotovoltaických zariadení mohla byť nad úrovňou 25 tis. MWh/rok.

Ich sumárny podiel na celkovej produkcii areálov bytových domov v slovenských mestách je až 18,5 %, pričom spolu s Bratislavou je to 34,5 % podiel. Sumárna produkcia areálov bytových domov miest Slovenska s počtom obyvateľov nad 50 tis. by podľa našich predpokladov mohla byť na úrovni približne 445 tis. MWh/rok, čo predstavuje až 46 % podiel z celkovej produkcie areálov bytových domov slovenských miest.



**Tab. 1. Vybrané charakteristiky areálov bytových domov (ABD) podľa krajov SR**

| Kraj              | Podiel obyvateľov miest bývajúcich v ABD* (%) | Rozloha ABD ** (ha) | Podiel ABD na celkovej urbánnej ploche ** (%) | Hustota zaľudnenia v ABD ** (obyv./ha) | Priemerná plocha bytu** (m <sup>2</sup> ) | Potenciál výroby elektrickej energie** (MWh/rok) |
|-------------------|---|---------------------|---|--|---|--|
| Bratislavský      | 83,8  | 2 003,2             | 18,4  | 206,5                                  | 60,0                                      | 168 701  |
| Trnavský          | 68,8  | 929,0               | 11,1  | 202,5                                  | 60,5                                      | 78 236   |
| Trenčiansky       | 75,7  | 1 447,4             | 14,0  | 181,4                                  | 60,3                                      | 121 894  |
| Nitriansky        | 71,2  | 1 148,3             | 9,7   | 210,5                                  | 60,3                                      | 96 705   |
| Banskobystrický   | 73,4  | 1 566,1             | 14,5  | 166,8                                  | 61,0                                      | 131 890  |
| Žilinský          | 70,1  | 1 125,6             | 10,7  | 218,8                                  | 60,9                                      | 94 793   |
| Košický           | 78,5  | 1 808,3             | 15,7  | 186,2                                  | 60,0                                      | 152 287  |
| Prešovský         | 73,0  | 1 379,9             | 12,4  | 207,6                                  | 61,0                                      | 116 209  |
| Spolu (územie SR) | 75,0  | 11 407,8            | 13,4  | 196,1                                  | 60,4                                      | 960 715  |

\* ŠÚ SR: Sčítanie obyvateľstva, domov a bytov 2001

\*\* Vlastný výskum, 2008

**Tab. 2. Vybrané charakteristiky areálov bytových domov (ABD) podľa miest s počtom obyvateľov nad 50 tisíc**

| Mesto           | Podiel obyvateľov miest bývajúcich v ABD* (%) | Rozloha ABD ** (ha) | Podiel ABD na celkovej urbánnej ploche ** (%) | Hustota zaľudnenia v ABD ** (obyv./ha) | Priemerná plocha bytu** (m <sup>2</sup> ) | Potenciál výroby elektrickej energie** (MWh/rok) |
|-----------------|---|---------------------|---|--|---|--|
| Bratislava      | 87,8  | 1 819,3             | 20,4  | 202,6                                  | 59,8                                      | 153 213  |
| Košice          | 86,9  | 1 052,1             | 20,5  | 192,4                                  | 59,9                                      | 88 603   |
| Prešov          | 81,8  | 347,7               | 16,2  | 215,3                                  | 62,6                                      | 29 282   |
| Nitra           | 74,7  | 320,5               | 11,5  | 200,1                                  | 62,1                                      | 26 997   |
| Žilina          | 75,7  | 246,7               | 12,0  | 259,7                                  | 61,9                                      | 20 776   |
| Banská Bystrica | 82,9  | 399,2               | 20,4  | 170,7                                  | 61,8                                      | 33 618   |
| Trnava          | 79,9  | 267,9               | 18,7  | 204,6                                  | 60,1                                      | 22 561   |
| Martin          | 83,8  | 261,6               | 15,5  | 191,2                                  | 59,7                                      | 22 031   |
| Trenčín         | 75,7  | 181,7               | 12,2  | 238,7                                  | 61,1                                      | 15 302   |
| Poprad          | 82,7  | 182,5               | 17,0  | 251,9                                  | 61,3                                      | 15 369   |
| Prievidza       | 85,5  | 211,1               | 21,5  | 212,9                                  | 62,0                                      | 17 778   |
| Spolu           | 83,8  | 5 290,3             | 17,8  | 204,4                                  | 60,6                                      | 445 530  |

\* ŠÚ SR: Sčítanie obyvateľstva, domov a bytov 2001

\*\* Vlastný výskum, 2008

Z hľadiska energetického využívania slnečného zariadenia by sme mohli intra-urbánne štruktúry areálov bytových domov charakterizovať z troch aspektov: z demograficko-sociálneho, morfológického a funkčného. Demograficko-sociálny aspekt v energetickom kontexte súvisí najmä s indiferentnosťou sociálnych vzťahov obyvateľov bytových domov a ich vekovou štruktúrou. Pri otázkach indiferentnosti sociálnych vzťahov ide napr. o problémy týkajúce sa spoločného postupu vlastníkov bytového spoločenstva pri rekonštrukciách bytových domov s cieľom zvýšenia energetickej hospodárnosti, resp. pri využívaní obnoviteľných zdrojov energie (syndróm NIMBY – not in my backyard, keď ľudia deklarujú podporu využívania OZE, avšak bránia sa reálnym inštaláciám), problémy s nezáujmom skupiny obyvateľov, ktorá blokuje hlasovanie bytového spoločenstva v rozhodovacom procese a pod. Analýza vekovej štruktúry má z hľadiska analýzy energetického chodu budov svoj význam, keďže to súvisí so životným štandardom a dennými rutinami, čo sa odráža v dennej krivke energetickej spotreby (ľudia v produktívnom veku majú väčšie nároky na energiu v ranných a poobedňajších hodinách, čo súvisí s ich pracovným režimom; matky na materskej dovolenke, nezamestnaní, ľudia na dôchodku a pod. – majú vyrovnané energetické nároky počas dňa).

Ako uvádza Bašová a Urlandová (2004), morfológický aspekt areálov bytových domov spočíva v uniformite staveb, teda v ich tvare a konštrukcii. Z energetického aspektu by sme mohli rozdeliť bytové domy do dvoch skupín – budovy postavené panelovou technológiou výstavby (sú viac energeticky náročné a početnejšie zastúpené) a budovy s tehlovou technológiou výstavby.

Z hľadiska funkčnosti areálov bytových domov môžeme hovoriť o prioritnej obytnej funkcii, čo sa odráža na energetických nárokoch (napr. teplota vnútorného prostredia bytu by mala dosahovať 20 °C a v medzibytovom priestore minimálne 10 °C, vyhláška č. 625/2006 o energetickej hospodárnosti budov). Ďalším problémom súvisiacim s funkčným aspektom týchto areálov je skutočnosť, že súčasný právny stav nepriamo zvyhodňuje centralizovaný systém dodávky tepla. Tento systém je neefektívny v tom, že vykurovaním priestoru okolo teplovodov dochádza k veľkým energetickým stratám.

## ZÁVERY

Cieľom tohto príspevku bolo priestorovo vymedziť a charakterizovať areály bytových domov v mestách Slovenskej republiky. Bola vytvorená samostatná digitálna údajová vrstva, ktorá je vhodným doplnkom súčasnej digitálnej databázy krajinej pokrývky CLC. Areály bytových domov pokrývajú približne 13,4 % z územia miest definovaného triedami CLC 111, 112 a 121, v ktorých žije 75 % obyvateľov miest Slovenska. Priemerná hustota zaľudnenia v roku 2001 na tomto území bola 196,1 obyv./ha.

Extrapoláciou potenciálu využívania slnečnej energie v areáloch bytových domov zisteného na území mesta strednej veľkostnej kategórie (Bardejov) sme odhadli, že potenciál využívania tohto zdroja OZE na území celého Slovenska v areáloch bytových domoch je približne 960 tis. MWh. Rozsah týchto areálov umožňuje obdobne odhadnúť aj investičnú náročnosť pri obnove a humanizácii prostredia bytových domov v budúcnosti. Význam tejto analýzy môžeme hľadať predovšetkým v kvantifikácii energetického potenciálu konkrétnej časti ur-

bánneho priestoru miest SR. Výsledky tejto práce je potrebné vnímať ako podklad pre ďalší detailnejší výskum v oblasti energetického využívania slnečného žiarenia, ktorý je nevyhnutným krokom vo fáze plánovania masívnych inštalácií slnečných energetických systémov. Predložené výsledky môžu do značnej miery poslúžiť aj marketingovým aktivitám pre rôzne projekty súkromného a verejného sektora.

Predstavenú digitálnu údajovú vrstvu obsahujúcu areály bytových domov je možné vhodne využiť aj na ďalšie parciálne analýzy urbánnej krajiny, na oblasť územného plánovania, štúdia intraurbánnej štruktúry mesta a pod. V aplikačnej rovine by sme mohli hľadať aj komerčné uplatnenie, keďže v areáloch bytových domoch je pomerne veľký ľudský potenciál. Ďalšie využitie predstavujú projekty zamerané na revitalizáciu a rekultiváciu transformovanej krajiny areálov bytových domov, teda priestoru medzi bytovými domami, kde sa nachádza sídlisková zeleň – trávniky, stromy a kry, námestia, ulice, miestne dopravné komunikácie – mimo hlavných dopravných ťahov, parkoviská bezprostredne medzi bytovými domami, v menšom rozsahu administratívne a servisné budovy, čo je podporované aj projektmi financovaných zo štrukturálnych fondov EÚ.

Na základe vymedzenia a charakteristiky týchto areálov pre zvolený časový moment bude možné sledovať dynamiku rozvoja (či už pozitívnym alebo negatívnym smerom) areálov bytovej výstavby v rámci mesta, dynamiku počtu obyvateľov a plošnej vybavenosti bytov v bytových domoch.

*Autori by chceli poďakovať dvom anonymným recenzentom tohto článku za cenné pripomienky a návrhy, ktoré pomohli zvýšiť jeho kvalitu. Článok je súčasťou riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0355/09 „Modelovanie distribúcie slnečného žiarenia v urbánnych oblastiach a potenciál jeho využitia“.*

## LITERATÚRA

- ARBOIT, M., DIBLASI, A., FERNÁNDEZ LLANO, J. C., DE ROSA, C. (2008). Assessing the solar potential of low-density urban environments in Andean cities with desert climates: the case of the city of Mendoza, in Argentina. *Renewable Energy* 33, 1733-1748.
- BAŠOVÁ, S., URLANDOVÁ, A. (2004). Bývanie z hľadiska hodnotenia kvality ekourbánných parametrov. In Fňukal, M., Szczyrba, Z., eds. *Bydlení – nové formy a dimenze: Sborník referátů z konference*. Olomouc (Katedra geografie Přírodovědecké fakulty UP), pp. 23-36.
- COM/2007/723 Európsky strategický plán energetickej politiky. Dostupné na: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0723:FIN:EN:PDF> (cit:2009-05-18).
- FERANEC, J., OŤAHEL, J. (2001). *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava (VEDA).
- GADSDEN, S., RYLATT, M., LOMAS, K. (2003). Putting solar energy on the urban map: a new GIS-based approach for dwellings. *Solar Energy*, 74, 397-407.
- HOFIERKA, J., CEBECAUER, T. (2008). Spatially distributed assessment of solar resources for energy applications in Slovakia. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis. Prírodné vedy, Folia Geographica*, 12, 97-114.
- HOFIERKA, J., KAŇUK, J. (2009). Assessment of photovoltaic potential in urban areas using open-source solar radiation Tools. *Renewable Energy*, v tlači.

- KANUK, J. (2007). Analýza solárneho žiarenia pre urbánne územia. In Baláž, I., Cápaj, M., Jakab, I., Palmarová V., eds. *Zborník z VIII. vedeckej konferencie doktorandov a mladých vedeckých pracovníkov*. Nitra (FPV UKF), pp. 484-492.
- KANUK, J. (2008). Analýza dostupného globálneho žiarenia v urbánnych územiach Slovenska pomocou GIS. *Geographia Cassoviensis*, 2, 59-64.
- KALLABOVA, E. (2004). Percepce kvality bydlení v panelových sídlištích. In Fňukal, M., Szczyrba, Z., eds. *Bydlení – nové formy a dimenze, Sborník referátů z konference*. Olomouc (Katedra geografie Přírodovědecké fakulty UP), pp. 95-102.
- KOREC, P. (1999). Predpoklady zmien sociálno-priestorovej štruktúry slovenských miest. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis, Folia Geographica*, 3, 28-35.
- MATLOVIČ, R. (1998). Geografia priestorovej štruktúry mesta Prešov. *Geografické práce*, 8. Prešov (PU).
- MLÁDEK, J. (2000). Mladé veľké obytné súbory (sídlišká) – osobitné prvky urbánnych štruktúr Slovenska. In Matlovič, R., ed. *Urbánne a krajinné štúdie Nr.3. Urbánny vývoj na rozhraní milénii*. Prešov (Inštitút turizmu a hotelového manažmentu, Filozofická fakulta PU), pp. 82-89.
- MUSIL, J. (2001). Vývoj a plánovaní měst ve Střední Evropě v období komunistických režimů. *Sociologický časopis*, 39, 275-296.
- ROBINSON, D., STONE, A. (2004). Solar radiation modelling in the urban context. *Solar Energy*, 77, 295-309.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2001/77/ES o podpore elektrickej energie vyrábanej z OZE na vnútornom trhu s elektrickou energiou z 27.1.2001.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2002/91/ES o energetickej efektívnosti budov zo 16.12.2002.
- ŠÚRI, M., JONES, A. R., DUNLOP, E. D. (2002). Mapping the potential of photovoltaic systems in urban areas of Slovakia. In Brebbia, C. A., Martin-Duque, J. F., Wadhwa, L. C., eds. *The sustainable city II, Urban regeneration and sustainability*. Southampton (WIT press), pp. 1007-1016.
- ŠÚ SR (2001). *Sčítanie obyvateľov, domov a bytov 2001. Základné údaje podľa okresov a krajov*. Bratislava (Štatistický úrad SR).
- Vyhláška č. 625/2006 Ministerstva výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky o energetickej hospodárnosti budov z 22.11.2006.
- YANNAS, S. (2001). Toward more sustainable cities. *Solar Energy*, 70, 281-294.
- Zákon č. 656/2004 Z. z. v platnom znení o energetike z 26.10. 2004.
- Zákon č. 555/2005 Z. z. v platnom znení o energetickej hospodárnosti budov z 8.11.2005.

*Ján Kaňuk, Jaroslav Hofierka, Martin Rosič*

## MAPPING BLOCKS OF FLATS AREAS IN CITIES OF THE SLOVAK REPUBLIC IN TERMS OF SOLAR ENERGY USE

Currently, the issues relating to energy production and efficiency are among the top priorities for governments, companies and also individuals. The European Union decided to increase the share of renewable energy in the energy mix in 2020 to 20%. It is believed this objective can be achieved also by using solar energy resources in urban areas.

The paper by Hofierka and Kaňuk (2009) presents the methodology to assess the potential of electricity production from photovoltaic solar systems installed on roofs of buildings within different urban zones. The zone with blocks of flats appears to be the

most effective with suitable conditions for installation of photovoltaic systems. The results presented in this paper have inspired us to create a new digital database of urban areas with blocks of flats for all Slovak cities. The unified character of these areas enable us to extrapolate the characteristics found by Hofierka and Kaňuk (2009) also to other cities and assess the photovoltaic potential of these areas in Slovakia. The blocks of flats area is defined as an area with a concentration of two or more blocks of flats accompanied by gardens, streets, parks, local transport roads (main travel lines are excluded), administrative and service buildings. The blocks of flats areas have been mapped using orthophotomaps with a spatial resolution of 50 cm using a manual vectorization.

Table 1 shows the overall results from Slovak regions and summary results for the Slovak Republic. There are more than 2.9 million inhabitants living in 138 Slovak towns and cities (approximately 56% of all inhabitants). About 75% of the population living in towns and cities is concentrated in the blocks of flats areas. The total area of blocks of flats areas is 11 407.8 ha. This represents approximately 13.4% of urban areas defined by CLC classes 111, 112, 121 in Slovakia. By extrapolation of potential solar energy utilization in the blocks of flats areas in the town of Bardejov it has been estimated that these areas in Slovakia can produce annually approximately 960 GWh of electricity.