

# Energetická kooperatívnosť urbánnych štruktúr

Peter Morgenstein

*Musím vám povedať, (...) že vy a predovšetkým civilizácia ste v smrteľnom nebezpečenstve. (...) a skôr, než sa skončí toto storočie, miliardy nás zahynú a tých niekoľko párov ľudí, udržiavajúcich ľudský rod, bude prežívať v Arktíde, kde podnebie ostane prijateľné. (...) Najskôr si musíme byť vedomí hrozivého tempa zmien a uvedomiť si, ako málo času ostáva na reakciu, a potom každá komunita, každý národ musí nájsť najlepšie využitie dostupných zdrojov, aby udržal civilizáciu tak dlho, ako len môže.<sup>1</sup>*

James Lovelock

Stojí svet na prahu novej civilizácie, tak ako o tom píše manželia Tofflerovci? (TOFFLER a iní, 1995) Alebo nemá ani zmysel pýtať sa na budúcnosť ľudstva, pretože sme už prekročili okraj priepasti a naša inteligentná existencia sa skutočne rúti v ústrety svojmu neodvratnému koncu, ako to predpokladá český filozof Funda? (FUNDA, 2002) Človek dnešnej doby je zmätený, častokrát, prežívajúc dezilúziu spôsobenú hlbokým sklamaním z plytkosti reality, blúdi, hľadá tú pravú terapiu, ktorá by mu umožnila pohnúť sa z miesta. (TOFFLER a iní, 1995) Zavalený katastrofickými scenármi, brodiac sa „tírovskou melanchóliou“, asi by ťažko zaujímal pozitívny postoj k tomu, čo sa okolo neho deje. Radšej sa snaží závažnosť situácie zľahčovať a degradovať nekonzistentné apely morálnej ekológie prichádzajúce z rôznych strán. Je však potrebné si uvedomiť, že *záchrana životného prostredia nie je len otázkou ohľaduplnejších technológií, ale predovšetkým ohľaduplnejších ľudských postojov a prístupov k prírode.* (DUBNIČKA, 2003)

Niektorí autori v súvislosti s ekologickou krízou volajú po zmene spoločenských štruktúr, snažiac sa o nastolenie novej kultúry. Filozofia dobrovoľnej skromnosti sa vo svojej podstate môže javiť racionálna, avšak nemožno očakávať jej presadenie v súčasnom svete. Vyspelé národy nie sú ochotné obetovať svoje bohatstvo a blahobyť s cieľom dosiahnuť rovnovážny stav na úkor zlepšenia života chudobných. Skôr naopak, dalo by sa očakávať, že obetujú chudobné a vykorisťované krajiny, ktoré dlhé roky držali v biede, aby sa pokúsili zachrániť zvyšky svojej existencie.

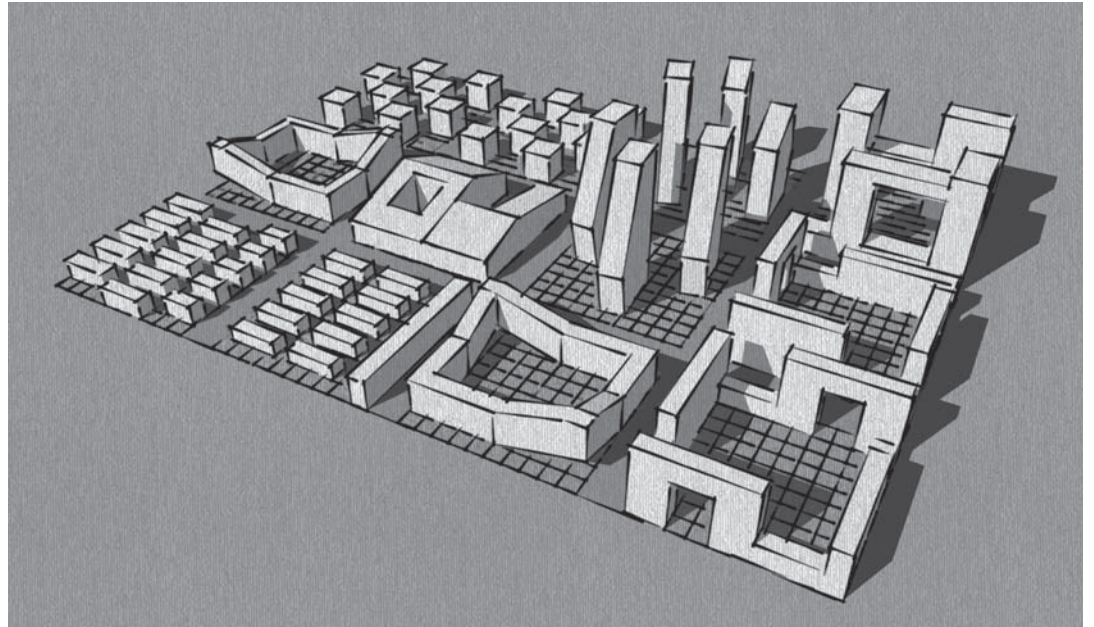
V očiach západného sveta je stále väčším problémom snaha rozvojových krajín dosiahnuť životnú úroveň ekonomicky vyspelých krajín. Za posledné roky ekonomika Číny rástla na úrovni 8 % a viac za rok, to znamená, že sa viac ako zdvojnásobuje približne každých deväť rokov. Číňania dnes spotrebujú viac než dvakrát toľko uhlia ako pred desaťročím a rovnako narástla aj spotreba železnej rudy a ropy. Majú aj štyrikrát viac diaľnic a takmer päťkrát viac automobilov. (HEINBERG, 2010)

Ak by sme sa pokúsili na základe štatistických informácií namodelovať situáciu, keď by Čína dosa-

hovala ekvivalentný životný štandard a spôsob života ako USA, znamenalo by to napríklad, že Čína by desaťnásobne prekročila ozrtnú spotrebu energie Spojených štátov a v Číne by pribudlo približne 567 000 000 osobných automobilov, čo je štvornásobok počtu osobných vozidiel v USA. Pokiaľ si tieto základné prepočty spojíme s faktom, že Spojené štáty americké sú zodpovedné približne za tretinu svetových emisií CO<sub>2</sub>, vieme si (a možno si ani nevieme) predstaviť, čo by to urobilo s globálnym ekosystémom.

Vo svetle Kantovho kategorického imperatívu, ktorý hovorí: „*Konaj tak, aby si mohol chcieť, aby sa zásada tvojho konania stala univerzálnym zákonom.*“ (PIAČEK a iní, 1999) uvedené skutočnosti jasne ukazujú na to, že životný štýl vyspelých krajín je neudržateľný. Pokiaľ si chceme zachovať svoj životný štandard, pričom zároveň nemôžeme brániť legitímnej snahe rozvojových krajín dosahovať vyššiu kvalitu života, musíme hľadať možnosti, ako zredukovať nielen dosah nášho každodenného konania na životné prostredie, ale ponúknuť relevantné cesty aj krajinám, nachádzajúcim sa vo fáze industriálneho rozmachu. Z jeho kolaterálnej devastácie prostredia pre život sme si už prešli, nemali by sme sa preto len prizerať a dopustiť zvyšku sveta rovnaké pochybenia.

*V určitom bode narazí stále rastúca spotreba ľudstva na veľmi reálne limity planéty s konečným množstvom prírodných zdrojov.* (HEINBERG, 2010) Aj napriek viacerým správam Rímskemu klubu o limitoch rastu<sup>2</sup> ľudstvo naďalej nekompromisne tlačí na reálne limity Zeme. O tom, že planéte už dochádza s ľuďmi trpezlivosť, hovorí i Lovelockova kniha *The Revenge of Gaia (Gaia vracia úder, kde Gaiu prirovnáva k starej pani, ktorá sa začína hnevať, pretože musí bývať v dome so stále väčšou tlupou deštruktívnych tínedžerov a vystahuje ich, keď sa nezačnú správať slušne.* James Lovelock nesúhlasí ani s filozofiou trvalej udržateľnosti. Naznačuje, že naša civilizácia by sa mala dať na *udržateľný ústup (sustainable retreat)* a zabezpečiť si tak lepšie šance na prežitie. (LOVELOCK, 2008) V každom prípade je potrebné znižovať energetickú závislosť od fosílnych zdrojov a hľadať možnosti na zvyšovanie energetickej efektívnosti.<sup>3</sup>



### Nevyhnutnosť zmeny životného štýlu

Všeobecná zmena spôsobu života sa javí ako nevyhnutný krok pre udržanie civilizácie. Súvisí s tým aj potrebná zmena princípov tvorby architektúry a urbanizmu, pre ktorú je potrebné reformovať zmýšľanie i požiadavky ľudí a na základe reálnych skúseností zaviesť regionálne či globálne nástroje, implikujúce udržateľnú výstavbu.

V rámci Európskej únie je snaha o nastavenie jednotných energetických parametrov novej výstavby prostredníctvom *Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov*. Táto smernica je súčasťou európskej stratégie 20 – 20 – 20 pre rok 2020, ktorá pre územie európskej dvadsaťsedmičky stanovuje tri základné ciele:

- 20 % nižšie emisie skleníkových plynov v porovnaní s rokom 1990
- 20 % redukcia celkovej spotreby energie
- 20 % spotreby energie bude pokrytých z obnoviteľných energetických zdrojov

Tieto ciele chce EÚ dosahovať okrem iného aj naplňaním požiadaviek formulovaných v článku 9 uvedenej smernice o budovách takmer s nulovou spotrebou energie:

1. Členské štáty zabezpečia, aby:

- a) od 31. decembra 2020 všetky nové budovy boli budovami takmer s nulovou spotrebou energie a
- b) po 31. decembri 2018 boli nové budovy, v ktorých sídlia a ktoré vlastní verejné orgány, budovami takmer s nulovou spotrebou energie. (Smernica EÚ, 2010)

Pojem budova takmer s nulovou spotrebou energie definuje uvedená smernica EÚ v čl. 2/2 a znamená budovu s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou (...). Požadované takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie (na jej prevádzku) by sa malo vo významnej miere pokryť energiou z obnoviteľných zdrojov vrátane energie z obnoviteľných zdrojov vyrobenej priamo na mieste alebo v blízkosti; (Smernica EÚ, 2010).

Predpokladáme, že vývoj udržateľnej výstavby sa bude postupne posúvať od zamerania na architektúru a súbor budov smerom k udržateľnému urbanistickému celku. Medzi odborníkmi platí, že v súčasnosti, pri dodržaní určitých parametrov, je návrh

a stavba domu v pasívnom štandarde (prípadne i vyššom,) relatívne bežnou a preverenou záležitosťou.<sup>4</sup> Pasívny dom teda môžeme považovať za hotový produkt, dostupný na trhu.

V našej práci sa chceme orientovať práve na rozšírenie relevantného rámca pre určovanie energetickej efektívnosti výstavby – od sledovania energetickej efektívnosti jednotlivých budov na komplexné posudzovanie urbanistických celkov – a zamerať sa na dosahovanie takmer nulovej spotreby energie v urbanistickej mierke. Radi by sme prostredníctvom našej práce ponúkli princíp kooperatívneho fungovania urbánnych štruktúr ako nový pohľad na možnosti organizovania urbanistických celkov. Domnievame sa, že takýmto spôsobom bude možné racionálnejšie využívať možnosti obnoviteľných energetických zdrojov, predovšetkým solárnej energie a zároveň zodpovednejšie naplňovať požiadavky EÚ definované uvedenou smernicou.

Využívanie solárnej energie v architektúre a urbanizme podporujú aj architekti v dokumente *Charter for Solar Energy in Architecture and Urban Planning (Charta pre slnečnú energiu v architektúre a urbanizme)*. Charta vyzdvihuje potenciál slnečnej energie a žiada, aby forma nášho urbanizovaného prostredia bola založená na (...) využívaní nevyčerpatelného energetického potenciálu slnka. (...) V budúcnosti musia mať architekti, v porovnaní s minulosťou, oveľa rozhodujúcejší vplyv na koncepciu a usporiadanie urbánnych štruktúr a budov, na použitie materiálov a stavebných komponentov, a tým pádom aj na spotrebu energie. Účel našej (architektonickej) práce v budúcnosti preto musí byť v navrhovaní budov a urbánnych priestorov takým spôsobom, aby prírodné zdroje boli zachované a obnoviteľné energetické zdroje – predovšetkým solárna energia – boli využité v maximálnej možnej miere (...).<sup>5</sup> Mestá, budovy a ich rôzne elementy musia byť vnímané ako komplexný systém materiálových a energetických tokov.<sup>6</sup> (HERZOG, 2008)

Architektúra a urbanizmus nepochybne smerujú k zákonitému prerodu, ktorý bude pravdepodobne znamenať zmenu princípov myslenia a tvorby v porovnaní s vývojom z konca 20. storočia. Považujeme

1 | Príklad kooperatívneho usporiadania urbánnych štruktúr – štruktúry s vyšším energetickým potenciálom pomáhajú štruktúram s nižším potenciálom Autor: Peter Morgenstein



## 2 | Kooperácia medzi budovou a automobilom

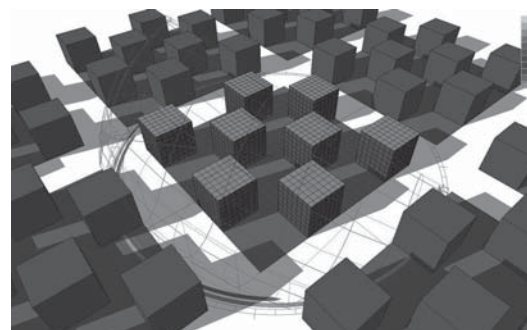
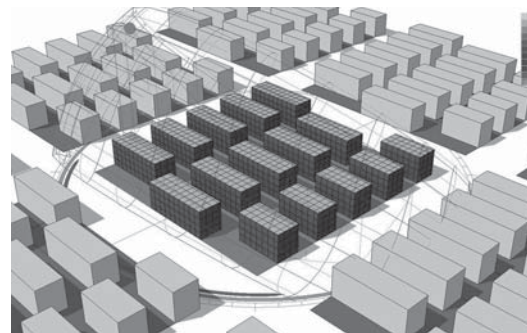
Zdroj: (autor: autoblog.gr) dostupné na internete: <<http://www.autoblog.gr/wp-content/gallery/nissan-smart-house-nsh-2012/nissan-smart-house-nsh-2012-7.jpg>> [dátum: 28. 1. 2012]

za potrebné využiť nevyhnutnosť zmien v prospech nových urbanistických východísk a princípov, ktoré by boli v súlade nielen so súčasným stavom sveta, ale aj s jeho očakávaným budúcim vývojom.

### Kooperácia urbánnych štruktúr

Filozofickým východiskom práce je predstava urbánneho celku, založeného na princípe kooperatívneho získavania (elektrickej) energie zo slnečnej radiácie. Vďaka kooperatívnosti umožňuje vyššiu energetickú efektívnosť a stabilitu ako samostatné objekty. Štruktúry s väčším solárnym potenciálom vypomáhajú objektom, ktoré dokážu zo slnečného žiarenia zachytiť len menšie množstvo energie – napríklad nákupné centrum, škola, komunitné centrum, alebo skladové objekty s väčším množstvom fotovoltaicky aktívnych plôch, sa o energetické zisky delia s menej produktívnymi (napr. obytnými) budovami v okolí. Energia, získaná zo solárnych článkov, integrovaných do objektov urbánnej štruktúry, sa využíva okamžite a lokálne. Jej prebytky sa ukladajú v špeciálnych akumulátoroch a používajú sa v noci alebo v čase nižších energetických ziskov (v zimnom období). Urbánny celok funguje prakticky autonómne, neovplyvňuje stabilitu verejnej elektrickej siete. Môže k nej však byť pripojený pre prípad núdzového stavu alebo s cieľom širšej kooperácie.

Cieľom je vytvorenie energetickejšieho urbánneho priestoru, kde sa vyrobí toľko energie, koľko sa na danom mieste spotrebuje, respektíve spotrebuje sa len toľko energie, koľko možno z daného prostredia aktuálne získať. Život podľa takéhoto modelu, podnecuje ľudí k využívaniu energie najmä v čase jej vysokej dostupnosti a prispieva k obnove stratenej harmónie človeka a prírody. S energiou sa tu narába uvedomelo a šetrne, budovy sú vybavené úspornými spotrebičmi. Inteligentné spotrebiče môžu využívať energetické prebytky a spúšťať svoju činnosť v súlade s aktuálnym množstvom slnečnej radiácie. Okrem budov samotných sú z fotovoltaických panelov zásobované aj elektromobily, ktorých batéria slúži pre obydlia v prípade potreby ako prídavný/záložný a dokonca mobilný zdroj energie. Na svoje dobíjanie využívajú predovšetkým výrobnú energetickú špičku



v kombinácii s časmi minimálneho odberu elektriny zo siete. Vzťah budovy, poskytujúcej plochu pre fotovoltaiku a elektromobilu, ktorý je z nej napájaný, je príkladom kooperácie na inej úrovni.

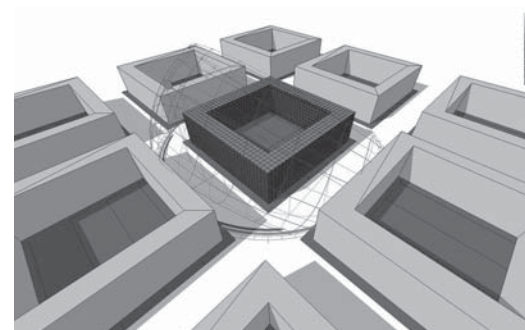
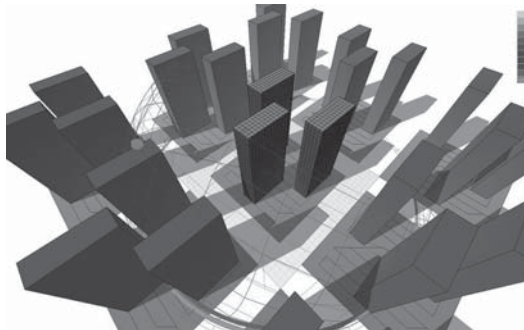
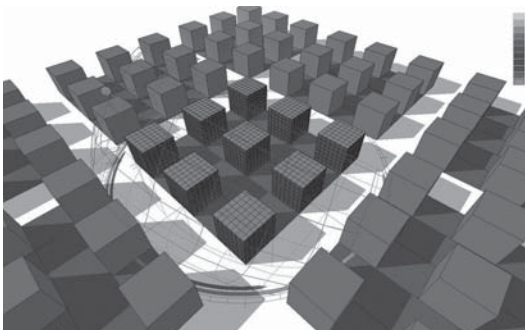
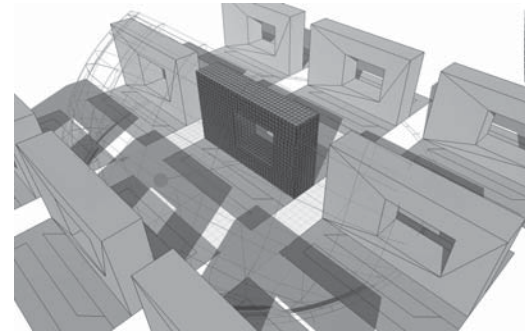
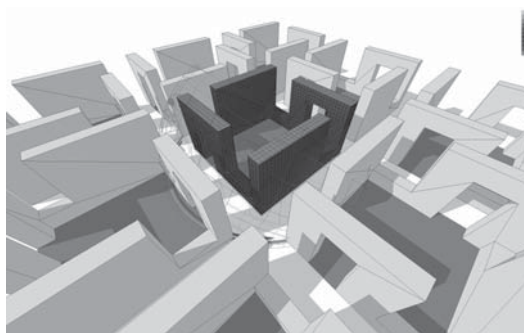
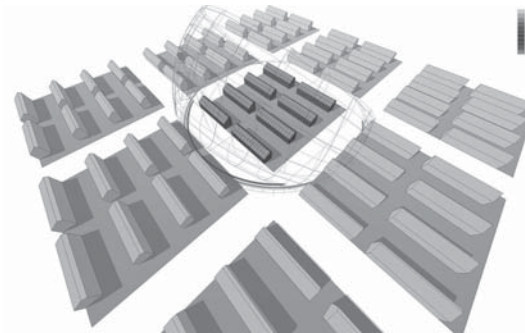
Aktívne solárne systémy sa využívajú aj na ohrev vody a môžu byť nápomocné aj pri vykurovaní. Solárne systémy sú podľa možnosti a potreby dopĺňané inými obnoviteľnými zdrojmi energie.

Na optimalizovanie tepelného komfortu v budovách v letnom aj v zimnom období sa dbalo už vo fáze urbanistického návrhu rovnako ako aj na dostatok prirodzeného denného svetla, vďaka čomu možno ušetriť ďalšiu energiu. V zimnom období, je pri absencii slnečného žiarenia zabezpečené doplnenie tepelnej aj elektrickej energie z kogeneračných zdrojov, respektíve obnoviteľných zdrojov.

Podľa uvedenej schémy približne, avšak v menšej miere, fungujú pasívne alebo takmer nulové budovy. Pri predstave, že urbanistická zóna, prípadne celá mestská štvrť by využila možnosti, ktoré ponúka kooperatívnosť niekoľkých desiatok takmer nulových budov, návratnosť investície, stabilita systému ako i jeho efektívnosť by mali byť zákonite na oveľa lepšej úrovni.

Samozrejmosťou súčasťou popísaného urbanistického celku musí byť aj rozmanité a inšpiratívne obytné prostredie, ktoré má najlepšie možnosti vzniknúť prostredníctvom participácie obyvateľov, transparentnosti a komplexnej kvality procesov, sprevádzajúcich vznik urbánneho priestoru. Nápomocná tu môže byť priebežná evaluácia prostredníctvom certifikačných systémov (napr. DGNB).

Takýto kooperatívne fungujúci celok, s optimálnou hustotou osídlenia, predstavuje udržateľný urbánny priestor, ktorý má ambíciu ponúkať ľuďom kvalitné prostredie pre život a naplňovať stále naliehavejšie požiadavky na minimalizáciu emisií CO<sub>2</sub>, znižovanie energetickej potreby a na zbavovanie sa závislosti od fosílnych palív. Urbanistické štruktúry, formované podľa načrtnutých princípov, môžu predstavovať tiež riešenie pre prudko sa zvyšujúci životný štandard v ľudnatých ázijských krajinách a môžu byť jednou z ciest, ako prispieť k formovaniu miest takmer s nulovou spotrebou energie.



Ďalšie pozitívum ponúka koncept kooperatívnosti urbánnych štruktúr z hľadiska rozmanitosti urbanistickej kompozície. Vďaka spolupôsobeniu jednotlivých typov štruktúr, nie je nevyhnutné, aby všetky urbanistické hmoty mali optimálnu orientáciu. Štruktúry s nižším energetickým potenciálom budú podporované štruktúrami s vyšším potenciálom. Okrem tohto aspektu bude rôznorodá orientácia energeticky aktívnych plôch zabezpečovať rovnomernejšie zisky počas dňa.

Cieľom našej práce je preskúmať potenciál využívania solárnej energie danými typologickými druhmi obytných, prípadne zmiešaných urbánnych štruktúr, fungujúcich vo vzájomnej energetickej kooperácii v prospech urbanistického celku. Nazdávame sa, že vďaka kooperatívnym princípom bude možné dosiahnuť pri organizovaní územia väčšiu mieru rozmanitosti a vyššiu kvalitu pobytových priestorov. Niektoré štruktúry sa nebudú musieť nevyhnutne sústrediť len na dosahovanie vysokých energetických ziskov prostredníctvom fotovoltaiiky, pretože iné, ktoré budú mať lepšie podmienky, vyvážia ich deficit.

Z hľadiska optimalizácie energetickej bilancie územia, je potrebné disponovať určitou mierou usmerňujúcich poznatkov už vo fáze urbánneho návrhu, pretože vo fáze riešenia samotných architektonických objektov je často zlepšenie energetického potenciálu možné len veľmi ťažko, prípadne vôbec. V priebehu výskumu chceme postupne prostredníctvom simulácií zadefinovať energetické charakteristiky skúmaných typov urbanistických štruktúr a možnosti ich kooperatívneho fungovania. Princípy kooperácie chceme preskúmať v oblasti aktívneho získavania, distribúcie a uskladnenia elektrickej a tepelnej energie zo slnečnej radiácie v rámci vymedzeného urbánneho útvaru. Doplnkovo sa chceme zamerať aj na možnosti kooperácie v oblasti dopravy.

Na základe dosiahnutých výsledkov chceme prezentovať energetické charakteristiky skúmaných typov urbanistických štruktúr a možnosti ich kooperatívneho fungovania. Predpokladáme, že výstup bude spracovaný ako grafický typologický prehľad – katalóg skúmaných typov mestskej zástavby s priradenými zistenými výsledkami, popisom urbanistických

ukazovateľov a komentárom. Vznikne tak prehľad rôznych najčastejšie uplatňovaných typov štruktúr, ktoré budú môcť byť na základe zistených hodnôt a energetického potenciálu s väčšou istotou skladané do širšej urbánnej skladby. Takýto prehľad môže byť tiež podnetný z hľadiska cieľového vytvárania urbanistických štruktúr na základe typologických znakov so zreteľom na ich všeobecné energetické zákonitosti. Už vo fáze plánovania urbánnych celkov sa tak bude dať nahrubo sledovať, kontrolovať a reagovať na energetický potenciál, respektíve energetickú bilanciu návrhu. Dôležitosť možnosti predbežných odhadov uvedených hodnôt v začiatkových fázach návrhu je príznačná pre výstavbu s ambíciou vysokej energetickej efektívnosti, a na tomto prístupe sú založené aj mnohé kvalitné environmentálne certifikačné nástroje (DGNB, LEED a pod.).

Čiastkovým cieľom našej práce je definovanie urbanistických solárnych ukazovateľov, s cieľom ponúknuť ich implementáciu do procesov územného plánovania, územnej regulácie, prípadne iných nástrojov na usmerňovanie tvorby územia. Medzi ukazovatele, ktoré chceme definovať, patrí *solárny index* urbánnej štruktúry vyjadrujúci jej relatívny energetický potenciál a je definovaný ako podiel solárneho potenciálu štruktúry a solárneho potenciálu plochy (charakteristického terénu) s veľkosťou 1 ha. Solárnym potenciálom rozumieme celkové množstvo dopadajúceho globálneho slnečného žiarenia počas obdobia charakteristického roka (prípadne jeho relevantnej časti). Ďalším ukazovateľom je *kooperačný indikátor* vyjadrujúci na základe simulácií a výpočtov potenciál danej štruktúry kooperovať s okolitými štruktúrami. Tento indikátor bude vyjadrený alternatívne v energetickej hodnote nadprodukcie, respektíve nedostatku, a vo výpočtovom množstve domácností (základných jednotiek), ktorých spotrebu možno prostredníctvom nadprodukcie energie pokryť, respektíve naopak, koľko takýchto jednotiek je nevyhnutné pokryť z okolitých zdrojov.

V dizertačnej práci máme ambíciu sa zamerať na kooperatívnosť štruktúr pri využívaní tak elektrickej, ako aj tepelnej energie, a aj na zohľadnenie pasívnych slnečných ziskov. Chceme načrtnúť sítě

zjednodušený, ale napriek tomu komplexný pohľad na energetické nároky urbánnych celkov. Len vďaka takémuto prístupu bude možné zodpovedne ponúknuť verejnosti presadzovanie princípov kooperatívnosti s cieľom neustúpiť z požiadaviek súčasného komfortu života a priblížiť sa modelom urbánnych štruktúr, ktoré podľa nariadení EÚ budú po roku 2020 jednou z možných ciest pri plnení našich záväzkov (nielen voči EÚ, ale najmä voči planetárnemu ekosystému a pre zachovanie životného prostredia).

### Výskum solárneho potenciálu

Jednotlivé typy skúmaných urbánnych štruktúr sme odvodili z dánskeho výskumu Sustainable Compact City (PEDERSEN a iní, 2009). Na základe neho boli štruktúry, (považované za obytné), osádzané do pôdorysného štvorcového rastra s hranou 100 m a uličnou sieťou šírky 25 m, pričom pre účely nášho výskumu boli umiestňované do homogénneho prostredia tvoreného identickými urbánnymi hmotami.

Simulačný proces prebieha vo virtuálnom prostredí softvéru Autodesk Ecotect Analysis 2011, kde simulujeme priemernú dennú globálnu ožiarenosť povrchu predmetného objektu dopadajúcou solárnou energiou. Povrch abstrahovaného modelu urbánnej štruktúry je rozdelený na plochy 3 × 3 m (prípadne menšie). (Rozmer vychádza z približnej konštrukčnej výšky jedného podlažia.) Dopadajúca solárna energia je počítaná pre stred týchto plôch a je simulovaná v hodinových intervaloch počas každého dňa v roku pre lokalitu Bratislava<sup>7</sup>. Výsledné priemerné denné hodnoty radiácie každej plochy sú potom sumarizované v tabuľkovom editore podľa umiestnenia a orientácie konkrétnej plochy v rámci urbanistického celku. Následne je vypočítané celkové množstvo solárnej energie, ktorá za záujmové obdobie dopadla

na povrch urbánnej štruktúry, respektíve časť povrchov (napr. fasáda, strecha). Vyhodnocované a porovnávané boli sledované parametre jednotlivých štruktúr (okrem urbanistických ukazovateľov najmä solárny index a kooperačný indikátor).

Samostatne sa zbierajú údaje z jednotlivých fasád a striech. Potenciál využitia konkrétnych plôch fotovoltaikou je charakterizovaný vyťažiteľnosťou jednotlivých plôch, ktorú počítame zo získaných hodnôt ich znížením na základe účinnosti solárnych článkov (v súčasnej fáze sme uvažovali s 13 % účinnosťou).

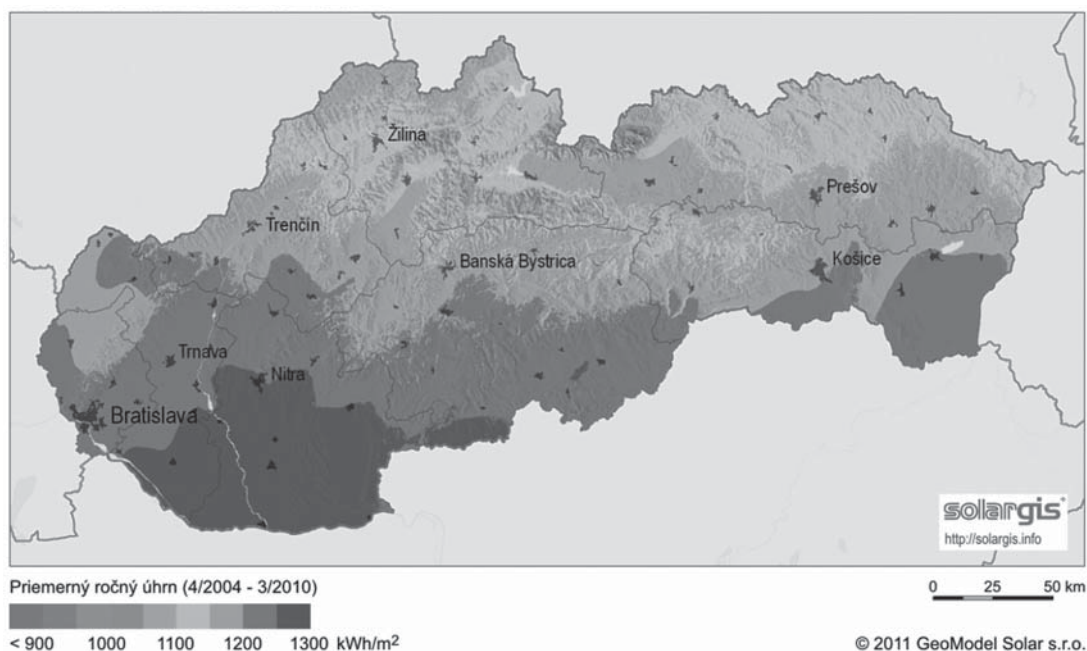
V tabuľke predkladáme výsledky čiastkového výskumu, ktoré potvrdzujú predpokladanú značnú závislosť efektívneho fungovania celku od správania užívateľov. Na základe sledovaného energetického potenciálu sme chceli zistiť, ktoré typy štruktúr dokážu pokryť energetické nároky na ich prevádzku. Zamerali sme sa na elektrickú energiu a jej výrobu pomocou fotovoltaických panelov, umiestnených na streche štruktúr. Nároky spotrebiteľov sme odvodili z oficiálnych štatistických údajov o spotrebe priemernej slovenskej domácnosti<sup>8</sup>.

Schopnosť štruktúry pokryť nároky jej užívateľov je daná jednak fyzikálnymi a geometrickými limitáciami, ktoré vyjadruje parameter solárneho potenciálu štruktúry<sup>9</sup> a jednak energetickou spotrebou, ktorú možno optimalizovať. V tabuľke je naznačený posun v hodnotách kooperačného indikátora pri znížení elektrickej spotreby priemernej domácnosti o jednu tretinu.

V slovenských publikáciách sa záujem o solárny urbanizmus vyskytuje relatívne málo. Pritom energetický potenciál solárneho žiarenia, vyjadrený na obrázku je značný, čo dokumentuje aj európska štúdia potenciálu obnoviteľných energetických zdrojov.<sup>10</sup>

### 3 | Slnečné globálne horizontálne žiarenie na území Slovenska

Zdroj: (autor: GeoModel Solar) dostupné na internete: <[http://solargis.info/doc/\\_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Slovakia-sk.png](http://solargis.info/doc/_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Slovakia-sk.png)> [dátum: 22. 4. 2012]



## Zlepšenie kooperačného indikátora pri zníženej priemernej dennej spotrebe účelovej jednotky na 4 kWh

Priemerná denná spotreba domácnosti **4 kWh**  
 Účinnosť PV panelov (Ecotect) **0,13**  
 Denný solárny potenciál 1 ha **27 750 kWh/ha.den**

Štruktúra/typ zástavby									
Počet domácností (čistá hustota na ha)	160	224	252	323	312	540	320	445	64
Podlažnosť	4	7	7	9	9	30	20	4-18	3
Index podlažných plôch	1,60	2,24	2,52	3,23	3,12	5,40	3,20	4,45	0,64
Koeficient zastavanosti	0,40	0,32	0,36	0,36	0,37	0,18	0,20	0,32	0,26
Plocha striech štruktúry	4 000	3 200	3 600	3 558	3 735	1 800	2 000	2 550	2 379
Celkový povrch štruktúry	17 200	16 640	18 720	20 514	20 587	31 500	16 800	35 659	11 373
Objem štruktúry	36 000	67 200	75 600	96 984	101 088	162 000	96 000	133 500	21 138
Faktor tvaru (povrch bez podstavky/objem)	0,48	0,25	0,25	0,21	0,20	0,19	0,18	0,27	0,54
Výpočtová spotreba elektrickej energie [kWh/den]	640	896	1 008	1 292	1 248	2 160	1 280	1 780	256
Solárny energetický potenciál striech [kWh/den]	11 100	8 880	9 990	11 261	11 832	5 701	6 334	8 077	8 038
Celkový solárny energetický potenciál [kWh/den]	24 314	22 763	29 127	35 011	31 529	34 410	23 803	39 927	17 370
Energetický potenciál PV - Ecotect [kWh/den]	1 443	1 154	1 299	1 464	1 538	741	823	1 050	1 050
Energetický potenciál PV na domácnosť - Ecotect [kWh/den]	9,02	5,15	5,15	4,53	4,93	1,37	2,57	2,36	16,41
Energetický potenciál PV - OnLine Calculator [kWh/den]	1 450	1 180	1 320	1 320	1 380	4 644	723	937	2 739
Energetický potenciál PV na domácnosť - OnLine Calculator [kWh/den]	9,06	5,27	5,24	4,09	4,42	8,60	2,26	2,11	42,80
Kooperačný indikátor (energetický) [kWh/den]	803,04	258,43	290,73	171,95	290,14	- 1 418,84	- 456,54	- 730,02	793,98
Kooperačný indikátor (jednotkový) [dw]	200,00	64,00	72,00	42,00	72,00	- 354,00	- 114,00	- 182,00	198,00
Solárny index	0,88	0,82	1,05	1,26	1,14	1,24	0,86	1,44	0,63
Pokrytie deficitu: ideálne orientovaná plocha (sklon 35°, orientácia: - 1°) by mala veľkosť [m2]:	- 2 034,03	- 654,58	- 736,40	- 435,53	- 734,91	3 593,81	1 156,37	1 849,08	- 2 011,09

## Posúdenie kooperačného indikátora pri stanovenej priemernej dennej spotrebe účelovej jednotky 6 kWh

Priemerná denná spotreba domácnosti **6 kWh**  
 Účinnosť PV panelov (Ecotect) **0,13**  
 Denný solárny potenciál 1 ha **27 750 kWh/ha.den**

Štruktúra/typ zástavby									
Počet domácností (čistá hustota na ha)	160	224	252	323	312	540	320	445	64
Podlažnosť	4	7	7	9	9	30	20	4-18	3
Index podlažných plôch	1,60	2,24	2,52	3,23	3,12	5,40	3,20	4,45	0,64
Koeficient zastavanosti	0,40	0,32	0,36	0,36	0,37	0,18	0,20	0,32	0,26
Plocha striech štruktúry	4 000	3 200	3 600	3 558	3 735	1 800	2 000	2 550	2 379
Celkový povrch štruktúry	17 200	16 640	18 720	20 514	20 587	31 500	16 800	35 659	11 373
Objem štruktúry	36 000	67 200	75 600	96 984	101 088	162 000	96 000	133 500	21 138
Faktor tvaru (povrch bez podstavky/objem)	0,48	0,25	0,25	0,21	0,20	0,19	0,18	0,27	0,54
Výpočtová spotreba elektrickej energie [kWh/den]	960	1 344	1 512	1 938	1 872	3 240	1 920	2 670	384
Solárny energetický potenciál striech [kWh/den]	11 100	8 880	9 990	11 261	11 832	5 701	6 334	8 077	8 038
Celkový solárny energetický potenciál [kWh/den]	24 314	22 763	29 127	35 011	31 529	34 410	23 803	39 927	17 370
Energetický potenciál PV - Ecotect [kWh/den]	1 443	1 154	1 299	1 464	1 538	741	823	1 050	1 050
Energetický potenciál PV na domácnosť - Ecotect [kWh/den]	9,02	5,15	5,15	4,53	4,93	1,37	2,57	2,36	16,41
Energetický potenciál PV - OnLine Calculator [kWh/den]	1 450	1 180	1 320	1 320	1 380	4 644	723	937	2 739
Energetický potenciál PV na domácnosť - OnLine Calculator [kWh/den]	9,06	5,27	5,24	4,09	4,42	8,60	2,26	2,11	42,80
Kooperačný indikátor (energetický) [kWh/den]	483,04	- 189,57	- 213,27	- 474,05	- 333,86	- 2 498,84	- 1 096,54	- 1 620,02	665,98
Kooperačný indikátor (jednotkový) [dw]	80,00	- 31,00	- 35,00	- 79,00	- 55,00	- 416,00	- 182,00	- 270,00	110,00
Solárny index	0,88	0,82	1,05	1,26	1,14	1,24	0,86	1,44	0,63
Pokrytie deficitu: ideálne orientovaná plocha (sklon 35°, orientácia: - 1°) by mala veľkosť [m2]:	- 1 223,50	480,17	540,19	1 200,74	845,64	6 329,37	2 777,45	4 103,39	- 1 686,88

Z nasmerovania zahraničných publikácií<sup>11</sup> je zrejme, že v súčasnosti sa vo vedeckých kruhoch začína nazerať na mesto – zhuk urbánnych celkov, tvorených rôznymi typologickými druhmi urbánnych štruktúr, ako na sústavu s veľkým potenciálom zberu a využívania solárnej energie. Mnohé štúdie naznačujú, že vývoj urbánnej tvorby sa bude uberať smerom k solárnemu urbanizmu, kedy slnečné žiarenie a jeho charakteristika bude ovplyvňovať budovy nie len z hľadiska hygienických predpisov, ale predovšetkým z pohľadu využívania aktívnych solárnych systémov integrovaných do urbánnej (architektonickej) hmoty. Z toho dôvodu je potrebné, aby na výskum v tejto oblasti nadviazali aj urbanisti a zástupcovia v mestských orgánoch a požadovali postupné presadzovanie územného rozvoja v duchu solárneho urbanizmu a využívanie nových územnoplánovacích nástrojov a prístupov.

Význam práce vnímame v dvoch rovinách – praktickej a teoretickej. Z praktického hľadiska chceme našou prácou ponúknuť prístupy a nástroje pre uplatňovanie aktívnych solárnych systémov na získavanie energie zo slnečnej radiácie. Naša práca ponúkne urbanistom a architektom posúdenie rôznych urbánnych štruktúr z hľadiska ich energetickej náročnosti i solárneho potenciálu na lokálne získavanie energie. Tieto budú môcť byť uplatnené jednak pri navrhovaní nových urbánnych celkov, založených na kooperatívosti, ale tiež pri posudzovaní jestvujúcej zástavby, napríklad v procese rehabilitácie panelákových sídlisk, prípadne aj pri revitalizácii historických urbánnych celkov. Práca by mohla mať praktický dosah aj na procesy územného plánovania, do ktorých má ambíciu vnieť nové ukazovatele a ponúknuť východiskové princípy urbánnej tvorby, založené na aktívnej práci so slnečným žiarením a energetickou efektívnosťou na úrovni takmer nulovej spotreby.

V teoretickej oblasti naša práca môže prispieť k podnieteniu živšej diskusie o potrebe transformácie urbánnych princípov 20. storočia smerom k udržateľnosti miest a urbánnych celkov v slovenskom prostredí. Je potrebné, aby odborníci, tvoriaci urbánne celky a územné plány sídel, disponovali potrebnou kvalifikáciou z hľadiska udržateľnosti, ekologických princípov a aby tak vedeli reagovať na požiadavky, ktoré kladie nie len doba a globálne environmentálne problémy, ale tiež orgány, ktoré majú reálny záujem na zvrátenie smerovania ľudstva a chcú podporovať posun aj v oblasti urbánnej tvorby smerom k udržateľnosti života. Je potrebné sa pripraviť na legislatívne požiadavky Európskej únie pre nasledujúce roky, počas ktorých majú členské štáty periodicky vykazovať činnosť a postupy pre reálnu implementáciu požiadaviek EÚ, a nie len pre samotný rok 2020, keď už má byť vidno výsledky na štátnej úrovni. Rovnako je z tohto hľadiska nevyhnutné

priniesť diskusiu aj do prostredia vzdelávacích inštitúcií a pripravovať budúce generácie tak, aby ich odborné vedomosti z oblasti architektúry a urbanizmu neostali nepoužiteľné len z dôvodu, že sa pozabudlo na ich vzdelanie v oblasti udržateľnosti. Ak nechceme, aby z tvorby miest či architektúry samotnej vymizli hodnoty estetiky a architektonickej poézie, musíme učiť študentov architektúry a urbanizmu novým estetickým paradigmám a kláť dôraz na schopnosti prepojiť požiadavky na vysokú energetickú efektívnosť a environmentálnu previazanosť s tvorbou estetického a kvalitného prostredia pre život ľudí.

---

<sup>1</sup> I have to tell you, as members of the Earth's family and an intimate part of it, that you and especially civilisation are in grave danger. (...) and before this century is over billions of us will die and the few breeding pairs of people that survive will be in the Arctic where the climate remains tolerable. First, we have to keep in mind the awesome pace of change and realise how little time is left to act; and then each community and nation must find the best use of the resources they have to sustain civilisation for as long as they can. (LOVELOCK, 2006)

<sup>2</sup> Už v roku 1972 spôsobila rozruch kniha *Limits to Growth* (Limity rastu), ktorej autori (D. Meadows a kol.) sa pokúsili preskúmať dôsledky exponenciálneho rastu populácie, industrializácie, znečisťovania, produkcie a vyčerpania zdrojov. Bola to prvá správa Rímskemu klubu a sumarizovala výsledky prvej vedeckej štúdie spochybňujúcej neobmedzenosť ekonomického rastu. Vývoj situácie za posledné štyri dekady predpoklady vedcov vo veľkej miere potvrdil, pričom inflexný bod, ktorým v roku 1972 bol podľa vedcov rok 1975, sme dávno prekročili a neprijali sme náležité opatrenia.

<sup>3</sup> Správy Rímskemu klubu pred pätnástimi rokmi hovorili o faktore 4. Výskumný tím Ernsta von Weizsäckera v publikácii *Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use* (Faktor štyri: Zdvoinásobenie bohatstva, zredukovanie využívania zdrojov na polovicu) tvrdil, že vtedajší životný štandard by sme si mohli udržať, ak by sme naše zdroje využívali štyrikrát efektívnejšie. Profesor Friedrich Schmidt-Bleek posunul toto tvrdenie ešte ďalej a zaviedol pojem Faktor 10, ktorý požaduje desaťnásobne vyššiu efektívnosť pri nakladaní s energetickými a materiálovými zdrojmi.

<sup>4</sup> Dokazuje to napríklad aj experimentálna séria realizovaných modelových domov pre rok 2020 Model Home 2020 (projekt firmy Velux), ktoré dokonca prevyšujú požiadavky predmetnej európskej smernice a dostávajú sa do polohy energeticky a uhlíkovy neutrálnych stavieb. Dostupné na internete: <[http://www.velux.ch/de-CH/Private/Service/Broschueren/Documents/VELUX\\_ModelHome2020\\_DE.pdf](http://www.velux.ch/de-CH/Private/Service/Broschueren/Documents/VELUX_ModelHome2020_DE.pdf)> [Dátum: 6. 1. 2012]

<sup>5</sup> The form of our future built environment must be based on a responsible approach to nature and the use of the inexhaustible energy potential of the sun. The role of architecture as a responsible profession is of far-reaching significance in this respect. In future, architects must exert a far more decisive influence on the conception and layout of urban structures and buildings on the use of materials and construction components, and thus on the use of energy, than they have in the past. The aim of our work in the future must, therefore, be to design buildings and urban spaces in such a way that natural resources will be conserved and renewable forms of energy – especially solar energy – will be used as extensively as possible, thus avoiding many of these undesirable developments.

<sup>6</sup> Cities, buildings and their various elements must be interpreted as a complex system of material and energy flows.

<sup>7</sup> Pre lokalitu Bratislava, ktorá je predmetnou pre našu prácu, sme získali hodinové meteorologické údaje zo zdroja ASHRAE – *International Weather for Energy Calculations* (IWECC), primárne určené pre simulačný softvér EnergyPlus, ktoré sme následne transformovali pre použitie v programe Autodesk Ecotect Analysis. Dáta pochádzajú z meteorologickej stanice Bratislava-letisko, (WMO Station 118160) a sú z rokov 1987 až 1998. Softvér na výpočet dopadajúceho množstva slnečného žiarenia na danú plochu používa údaje získané z reálnych meraní globálneho žiarenia dopadajúceho na horizontálnu rovinu, priameho normálneho slnečného žiarenia a difúzneho žiarenia, dopadajúceho na horizontálnu rovinu. Výsledkom simulácie sú podrobné grafické i textové výstupy podľa definovaných parametrov simulácie.

<sup>8</sup> Údaje o energetickej spotrebe pochádzajú z verejne dostupných štatistických zdrojov Odyssee a Eurostat (EEA, 2007), (Odyssee, 2009) a boli transformované pre použitie v našej práci. Pri výpočtoch vychádzame z priemernej dennej

elektrickej spotreby domácnosti, ktorú pokrývame energiou získavanou z fotovoltaiiky. Pri fotovoltaiike predpokladáme (v prípravnej fáze projektu) 13 % účinnosť, a pre jednoduchosť výpočtu používame ako referenčný PV panel SunTech; STP280-24/Vd; 280 Watt, 24 Volt; Polycrystalline Solar Panel s plochou cca 2 m<sup>2</sup> a maximálnym výkonom 280 W.

<sup>9</sup> V súvislosti so solárnym potenciálom štruktúry vstupuje do procesu účinnosť aktívnych solárnych zariadení, ovplyvňujúca konečné množstvo energie, ktoré možno získať premenou z dopadajúcej energie slnečného žiarenia.

<sup>10</sup> V rámci európskeho projektu Intelligent Energy Europe bola v roku 2011 za spolupráce viacerých významných výskumných inštitútov vypracovaná štúdia RE-Shaping – Renewable Energy Policy – Country Profiles, ktorá hodnotí potenciál obnoviteľných energetických zdrojov členských štátov EÚ vo vzťahu k implementácii nariadenia 2009/28/ES. Z časti štúdie, venovanej Slovensku, vyplýva, že v oblasti výroby elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov, najväčší potenciál s výhľadom na roky 2020 a 2030 má práve fotovoltaiika (117 v roku 2020; 442 v roku 2030). V oblasti získavania tepla je potenciál slnečnej energie na druhom mieste (za geotermálnou energiou). (RAGWITZ, 2011)

<sup>11</sup> Uplatnením solárnej energie v urbanistických dimenziách, simuláciou dopadajúcej slnečnej radiácie prostredníctvom softvérových nástrojov a výpočtami fotovoltaiického potenciálu striech budov sa zaoberali aj účastníci medzinárodnej konferencie (SEUS – Solar Energy At Urban Scale, 2010). Potenciálu fotovoltaiiky v urbanizovanom prostredí sa venovali aj Everding a Lindner z inštitútu Ecofys, Germany vo viacerých dostupných internetových zdrojoch (LINDNER, 2007), (EVERDING, 2007) alebo (LINDNER, 2008). Obsiahlu publikáciu s prípadovými štúdiami miest v Európskych podmienkach zostavil kolektív autorov (GAIDDON a iní, 2009). Prístupy k územnému plánovaniu a fotovoltaiike v urbánnych celkoch v európskom prostredí boli zhrnuté aj v brožúre (POLIS, 2010). Ďalšou prínosnou publikáciou v segmente uplatnenia alternatívnych energetických zdrojov je práca Hofierku a Kaňuka (HOFIERKA a iní, 2009), ktorá sa zaoberá potenciálom mesta Bardejov z hľadiska výroby fotovoltaiickej energie vzťahnutej na reálnu urbanistickú situáciu (obrázok. 7 a 8). Výsledkom výskumu, pri ktorom prostredníctvom modelovej simulácie autori preskúmali fotovoltaiické predpoklady 2/3 mesta, dospeli k záveru, že Bardejov by bol pri využití dostupných plôch na budovách schopný pokryť približne 2/3 z celkovej celoročnej spotreby elektriny. Je to významný východiskový bod, ktorý pre našu prácu potvrdzuje realnosť predpokladaných cieľov a možnosť autonómneho kooperatívneho fungovania urbánnych štruktúr – a to predovšetkým v podmienkach Slovenska. Predpokladom je zníženie spotrebúvaného množstva elektrickej energie týmito štruktúrami.

DUBNIČKA, Ivan: Kulturológia a environmentalistika a ich výchovné aspekty: dizertačná práca. Bratislava, FF UK 2003.

EEA. Households' energy consumption per capita in EEA member countries, 1990 and 2007. European Environment Agency. [Online] 2007. [Citace: 29. 11. 2011.] dostupné na internete: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/households2019-energy-consumption-per-capita>>.

EnergyBandgap.com. Efficiency of solar panels. EnergyBandgap.com. [Online] 2011. [Citace: 6. 1. 2012.] Dostupné na internete: <<http://www.energybandgap.com/power-generation/efficiency-of-solar-panels/>>.

EVERDING, Dagmar: Solarer Städtebau – Pilotprojekte, Lösungsmodelle, Potenziale. dbu. [Online] Ecofys 2007. [Citace: 22. 1. 2012.] <http://www.dbu.de/media/240506032901da6f.pdf>.

FUNDA, Otakar Anton.: Znavená Evropa umírá. Praha, Karolinum 2002. 180 s.

GAIDDON, Bruno – KAAAN, Henk – MUNRO, Donna: Photovoltaics in the Urban Environment – Lessons Learnt from Large-scale Projects. London, Earthscan 2009.

HEINBERG, Richard: Post Carbon Institute. Beyond the Limits to Growth. [Online] 2010. [Citace: 18. 11. 2011.] Dostupné na internete: <<http://www.postcarbon.org/Reader/PCReader-Heinberg-Limits.pdf>>.

HERZOG, Thomas: Charter for Solar Energy in Architecture and Urban Planning. Mnichov, Prestel 2008. 126 s.

HOFIERKA, Jaroslav – KAŇUK, Ján: Assessment of photovoltaic potential in urban areas using open-source solar radiation tools. Renewable Energy. 2009, 34, stránky 2206 – 2214.

LINDNER, Sigrid: Solar Urban Planning – PV in Urban Environment, Germany. PV Upscale. [Online] 2007. [Citace: 20. 1. 2012.] Dostupné na internete: <[http://www.pvupscale.org/IMG/pdf/Experiencias-internacionales\\_Alemania\\_Ecofys\\_SLidner.pdf](http://www.pvupscale.org/IMG/pdf/Experiencias-internacionales_Alemania_Ecofys_SLidner.pdf)>.

—. 2008. Solar Urban Planning Berlin. PV Upscale. [Online] 2008. [Citace: 20. 1. 2012.] Dostupné na internete: <<http://www.pvupscale.org/IMG/pdf/Berlin.pdf>>.

LOVELOCK, James: Gaia vrací úder. Praha, Academia 2008. 200 s.

—. 2006. The Earth is about to catch a morbid fever that may last as long as 100,000 years. The Independent. [Online] 16. 01. 2006. [Citace: 17. 11. 2011.] Dostupné na internete: <<http://www.independent.co.uk/opinion/commentators/james-lovelock-the-earth-is-about-to-catch-a-morbid-fever-that-may-last-as-long-as-100000-years-523161.html>>.

Odyssee. Energy Efficiency Indicators in Europe. Odyssee. [Online] 2009. [Citace: 29. 11. 2011.] dostupné na: <<http://www.odyssee-indicators.org/registred/online-indicators/>>.

PEDERSEN – BAEK, Poul: Sustainable Compact City. København, Arkitektens Forlag 2009.

PIAČEK, Jozef – KRAVČÍK, Miloš: FILIT. Otvorená filozofická encyklopédia. [Online] 1999. [Citace: 19. 11. 2011.] Dostupné na internete: <[http://ii.fmph.uniba.sk/~filit/fvi/imperativ\\_kategoricky\\_kant\\_i.html](http://ii.fmph.uniba.sk/~filit/fvi/imperativ_kategoricky_kant_i.html)>.

POLIS. Solar Urban Planning – Manual of Best Practices. [Online] 2010. [Citace: 20. 1. 2012.] Dostupné na internete: <[http://www.polis-solar.eu/IMG/pdf/manual\\_polis\\_v2-2.pdf](http://www.polis-solar.eu/IMG/pdf/manual_polis_v2-2.pdf)>.

RAGWITZ, Mario a kol.: Renewable Energy Policy – Country Profiles. [Online] Intelligent Energy Europe, 2011. [Citace: 11. 1. 2012.] Dostupné na internete: <[http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/RE-SHAPING\\_Renewable-Energy-Policy-Country-profiles-2011\\_FINAL\\_1.pdf](http://www.reshaping-res-policy.eu/downloads/RE-SHAPING_Renewable-Energy-Policy-Country-profiles-2011_FINAL_1.pdf)>.

Smernica EÚ. SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2010/31/EÚ z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov (prepracované znenie). Štrasburg, autor neznámý, 2010.

TOFFLER, Alvin – TOFFLER, Heidi: Utváranie novej civilizácie: Politika tretej vlny. Bratislava, Open Windows 1995.