



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-0177-10

Všeobecný model oblohových jasov pre charakterizovanie dostupnosti denného svetla v mestských lokalitách

Zodpovedný riešiteľ **Mgr. Miroslav Kocifaj, PhD.**

Príjemca

Ústav stavebníctva a architektúry SAV

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Ústav stavebníctva a architektúry SAV
2. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK
3. Stavebná fakulta STU
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. KOCIFAJ, Miroslav. Angular distribution of scattered radiation under broken cloud arrays: An approximation of successive orders of scattering. In Solar Energy, 2012, vol. 86, p. 3575-3586. (2.475 - IF2011). (2012 - Current Contents). ISSN 0038-092X
2. KÓMAR, Ladislav – KOCIFAJ, Miroslav. Uncertainty of daylight illuminance on vertical building facades when determined from sky scanner data: A numerical study. In Solar Energy, 2014, vol. 110, p. 15-21. (3.541 - IF2013). ISSN 0038-092X.
3. KOCIFAJ, Miroslav - GUEYMARD, CH.A. Aerosol size distribution retrievals from sunphotometer measurements: Theoretical evaluation of errors due to circumsolar and related effects. In Atmospheric Environment, 2012, vol. 51, p. 131-139. (3.465 - IF2011).

(2012 - Current Contents). ISSN 1352-2310.

4. KOCIFAJ, Miroslav. Blurring the boundaries between Standard General Sky types due to multiple scattering of light. In *Lighting Research and Technology*, 2013, vol. 45, p. 485-494. (1.197 - IF2012). (2013 - Current Contents). ISSN 1477-1535.

5. KOCIFAJ, Miroslav – SOLANO LAMP HAR, H. A. Quantitative analysis of night skyglow amplification under cloudy conditions. In *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2014, vol. 443, p. 3665-3674. (5.226 - IF2013). ISSN 0035-8711.

Uplatnenie výsledkov projektu

V súčasnosti nevyhnutne potrebujeme nové kritériá pre hodnotenie denného svetla hlavne v regiónoch s nízkym výskytom úplne zamračených oblôh. Náš nový koncept pre výpočet oblohových jasov a žiary je bezpochyby jedným z najvýznamnejších kandidátov pre široké uplatnenie v systémoch pre inovatívne dizajnovanie denného svetla v energeticky úsporných budovách a tiež pri predpovediach dostupnosti denného svetla v urbanistických celkoch s vysokou hustotou zástavby.

Teoretický model a jeho numerická implementácia vo forme freeware s názvom "UniSky Simulator" poskytli svetloteknikom pokročilý a výkonný nástroj pre modelovanie denného svetla, ktorý až doposiaľ nebol k dispozícii a ktorý dokáže predpovedať rozloženie jasů/žiary na oblohe s oveľa väčšou presnosťou než doterajšie metódy a je aplikovateľný pre akékoľvek situácie od úplne jasných, cez polooblačné až po úplne zamračené stavy. Parciálne výsledky sa ukázali tiež veľmi užitočné, napr. naše riešenie pre fázovú funkciu atmosférických aerosólov vyvinuté počas riešenia projektu sa dostalo medzi zoznam dostupných aproximácií rozptylových charakteristík aerosólových častíc (Sharma, *Light Scattering Reviews* 9, 2015).

Softvérové produkty včítane "UniSky Simulatora" sú verejne dostupné pre použitie odbornou a vedeckou komunitou. Výpočty rozloženia žiary v okolosľnečnej zóne, ktoré sme vykonali v roku 2012 využil aj Ch. Gueymard zo Solar Consulting Services, Inc., Colebrook pri vyhodnocovaní energetického zisku sľnečných koncentrátorov a štúdiu DNI, pričom táto téma vyvolala spoločný projekt FP7-608522, ktorý bol podaný pod názvom „Prediction of Ground DNI using on-site Measurements and satellite images“, avšak tento napokon nebol schválený.

Predpokladá sa, že naše riešenia budú v dohľadnej dobe uplatnené pri systematickejšom spracovávaní oblohových skenov, nakoľko existuje veľká databáza experimentálnych dát na viacerých pracoviskách po celom svete, ale ich informačný obsah bol doposiaľ nedostatočne využitý.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

V svetloteknike bol už dlhodobo postrádaný model, ktorý by dokázal simulovať rozloženie jasů na oblohe za ľubovoľných podmienok včítane reálnych stochastických oblačných polí a tak s dostatočnou presnosťou predpovedať úroveň denného svetla v exteriéri aj interiéri.

Počas riešenia projektu sme vytvorili všeobecný model žiary/jasů oblohy, ktorý zahrňuje vplyv rozptylu vyšších rádov, albeda zemského povrchu, aerosólov, ako aj štatisticky-relevantný príspevok od heterogénne rozložených oblakov. Pole difúzneho žiarenia (svetla) spočítané na základe tohto modelu je konzistentné s meraniami oveľa viac, než tomu bolo u staších modelov, pričom naše numerické rutiny sú teraz aplikovateľné pre akúkoľvek konfiguráciu oblakov. Široká použiteľnosť a zahrnutie reálnych environmentálnych a atmosférických stavov do modelu sú jeho hlavnými výhodami a robia z neho univerzálne použiteľný nástroj pre predpovede oblohových jasů a oblohovej žiary.

V priebehu projektu bolo publikovaných 24 článkov v CC(SCI) časopisoch s vysokými impakt faktormi (až do 5.2) a tieto práce boli citované 17x. Členovia projektu navyše publikovali 7 ďalších vedeckých prác a 27 iných príspevkov, zabezpečili prednášky pre 151 účastníkov formálneho a neformálneho vzdelávania a popularizovali projektové výstupy 14x. Výstupom projektu je okrem 5. modelov a 4. softvérových produktov aj vyškolenie 1 PhD študenta.

Bez nadsádzky konštatujeme, že projekt vyžadoval veľmi progresívny a inovatívny prístup,

ktorý sa následne premietol do adekvátne kvalitných výsledkov a motivoval náš tím aj svetovú vedeckú komunitu k ďalšiemu svetlotechnickému výskumu. Nepochybne možno považovať projekt za veľmi úspešný, o.i. aj preto, že vyvolal potrebu riešiť ďalší významný problém.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku
(max. 20 riadkov)

The radiance/luminance patterns that simulate more realistic skies were urgently needed in lighting engineering applications to model daylight availability in exterior and interior spaces under real conditions accepting stochastic cloud coverage.

We have developed a universal sky radiance/luminance model that accommodates for higher scattering orders, aerosol optics, surface albedo, and the statistically relevant contributions of randomly distributed clouds. The model produces radiance patterns that are more consistent with the measurements, while numerical tools are applicable to any cloud configuration. A common usability of the model and an incorporation of real environmental and atmospheric states are the main advantages of such a unified system of radiance patterns.

The project results include 24 papers published in SCI journals with high impact factors (up to 5.2). These papers have been cited 17 times. In addition 7 research papers and 27 other contributions were given by project members who also gave talks to 151 participants during formal and informal education. We have led one PhD student during project implementation and popularized our results in 14 different ways. The project outcomes also include 5 models and four software products that are available publicly at the project WEB page.

Without any exaggeration we can conclude that the project was a pioneering and innovative work which encouraged our team and international daylighting community to go further in this field of science. There is no doubt that the project has finished with a great success.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Mgr. Miroslav Kocifaj, PhD.

V Bratislave 18. 11. 2014

Štatutárny zástupca príjemcu

Ing. Peter Matiašovský, CSc.

V Bratislave 18. 11. 2014

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu