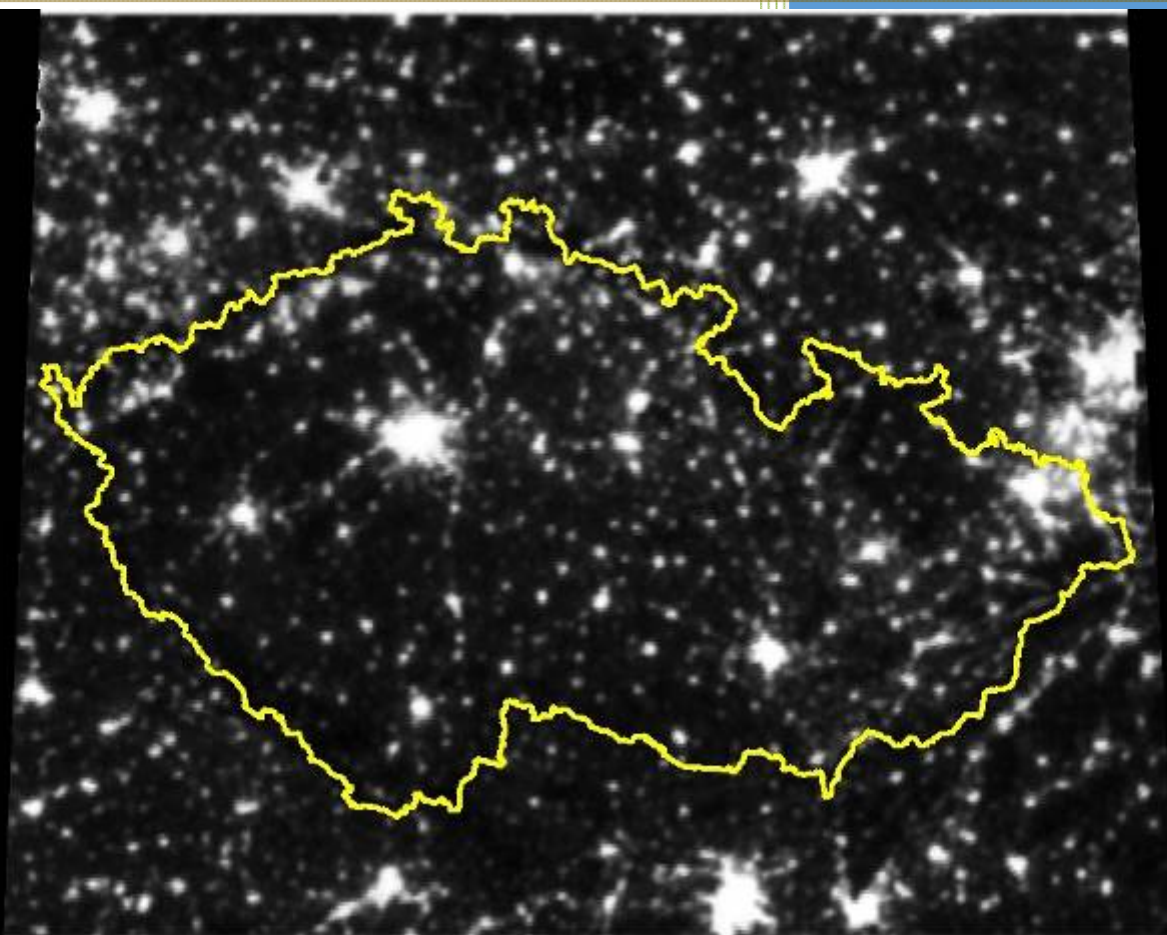


T A  
Č R

# Metodika měření a monitoringu územních změn

#



  
**CIVITAS**  
PER POPULI

Vladimíra Šilhánková  
Jan Langr a kol.

Civitas per Populi  
Hradec Králové 2016



T A  
Č R

Název metodiky: Metodika měření a monitoringu územních změn

Předkladatel: Civitas per Populi, o.p.s. a T-MAPY spol. s r.o.

**Autorský kolektiv:**

doc. Ing. arch. Vladimíra Šilhánková, Ph.D.

Mgr. Jan Langr

Mgr. Michael Pondělíček, Ph.D.

Ing. Jan Kamenický

Ing. Pavel Struha

Ing. Miroslav Pavlas, Ph.D.

**Oponenti:**

Mgr. Ivana Kudrnáčová

Ing. Karel Janečka, Ph.D.

**Dedikace: Metodika vznikla na základě výzkumného projektu TD20281 „Sledování vývoje změn v území (územní dynamika) jako nástroj pro sledování a snižování disparit regionů“ financovaného Technologickou agenturou ČR.**

Prohlášení: Předkladatel metodiky prohlašuje, že zpracovaná metodika nezasahuje do práv jiných osob z průmyslového nebo jiného vlastnictví a souhlasí s uveřejněním této práce na webových stránkách MMR.

**ISBN 978-80-87756-07-2**

© Vladimíra Šilhánková, Jan Langr a kol. – Civitas per Populi o.p.s. Hradec Králové, 2016

## Obsah

Úvod .....	5
1. Cíl metodiky .....	5
2. Popis metodiky.....	5
2.1 Východiska metodiky .....	5
2.2 Příprava (preprocessing) dat.....	6
2.3 Zásady pro nastavení indikátoru územní dynamiky z dat DPZ.....	13
2.4 Struktura indikátoru územní dynamiky z dat DPZ .....	14
2.5 Postup užití metodiky .....	16
2.6 Srovnání „novosti postupů“ .....	17
3. Popis uplatnění certifikované metodiky .....	18
4. Seznam použité a související literatury .....	19
5. Seznam publikací, které předcházely metodice .....	21



## Úvod

Sledování územních změn je velmi významným úkolem pro udržení či zlepšení územní soudržnosti jako nástroje pro sledování rozvoje území ČR a zlepšení životních podmínek občanů.

Dosud ale chyběl nástroj, kterým by bylo možné měřit reálné procesy územních změn - územní dynamiky v čase a tím mít adekvátní podklad pro regionální politiky a územní a strategické plánování na všech relevantních úrovních tj. nejen státní a krajské, ale i na úrovni mikroregionální a lokální, které tyto procesy svými politikami mohou ovlivňovat. Sestrojením a měřením územní dynamiky z dat z dálkového průzkumu Země vzniká objektivní a nezávislý nástroj pro plánovací úřady, který jasně a nestranně popisuje stav územní změny na úrovni obcí, okresů, krajů i celé ČR v čase. Jde o objektivní sledování územního rozvoje prostřednictvím změn v charakteru družicových snímků.

K objasnění způsobu, jak konkrétně a nezávisle sledovat územní změny resp. měřit územní dynamiku, slouží tato metodika.

### 1. Cíl metodiky

**Cílem metodiky je vytvořit a popsat nástroj pro nastavení monitoringu a sestavení databáze indikátoru územní dynamiky vypovídající o dynamice územního rozvoje. Jde o jednoduchý objektivní nástroj pro sledování a měření vývoje územních disparit a postupu urbanizace v čase.**

### 2. Popis metodiky

#### 2.1 Východiska metodiky

Metodika vznikla na základě výzkumného projektu TD20281 „Sledování vývoje změn v území (územní dynamika) jako nástroj pro sledování a snižování disparit regionů“, jehož *účelem bylo nastavení monitoringu a sestavení databáze a indikátoru územní dynamiky, jako jednoduchého nástroje – prostředku pro sledování a měření vývoje územních disparit a urbanizace v čase a umožnit tak měřit regionální rozdíly a lépe monitorovat dopady rozvojových politik a územního plánování.*

Metodika řeší zcela nový přístup k monitoringu dynamiky územního rozvoje na regionální úrovni a v rámci ČR, dosud neřešenou oblast a v souladu s §2, odst. 1, písm. d) bod. 2 zákona č. 130/2002 Sb. řeší způsob „organizace obchodních praktik podniků, pracovišť nebo vnějších vztahů“ resp. řeší nově způsob jak sledovat a měřit vývoj územních disparit a postup urbanizace v čase jako podklad pro územní plánování a formulaci rozvojových strategií (zejména na krajské úrovni a pro potřeby větších měst).

Vědeckým přístupem pro návrh metodiky bylo měření územní dynamiky – rychlosti urbanizace (záboru) dosud neurbanizovaných ploch, a to jako podklad pro vyhodnocení ekonomické výkonnosti daného území resp. měření regionálních disparit. Práce na metodice vycházela z předpokladu, že vyváženě (trvale udržitelně) se rozvíjející území využívá pro svůj rozvoj rovnoměrně ploch dosud nevyužitých a ploch již jednou urbanizovaných. Indikátor územní dynamiky stanovuje „pásma“ / hranice mezi udržitelným a neudržitelným vývojem území a rozdíly mezi jednotlivými regiony a to jak v okamžitém srovnání, tak i v čase.

Indikátor je postaven na zpracování snímků nočního osvětlení (Night Time Lights – NTL) z družicového snímkování Země.

### **Potřeby nutné pro realizaci měření územní dynamiky prostřednictvím snímků nočního osvětlení(Night Time Lights – NTL) z družicového snímkování Země**

Pro analytické zpracování a vyhodnocení radiometricky kalibrovaných roční kompozitních snímků nočního osvětlení specialistou GIS do podoby indikátoru je doporučena sestava PC s čtyř jádrovým procesorem, s operační pamětí minimálně 4 GB, rychlým HDD o velikosti alespoň 0,5 TB, odpovídající grafickou kartou, LCD monitorem a přístupem k internetu na úrovni alespoň 140 Mb/s a vyšší vybavená SW pro analýzu rastrového obrazu (viz kap. 5.2.). Pro přímé užití navrženého indikátoru ve formě předpřipravených tabulek a grafů koncovým uživatelem postačí běžný kancelářský počítač vybavený SW Microsoft Office (příp. jiným tabulkovým procesorem). Předpřipravená data je možné stáhnout ve formě souboru na adrese <http://ftp.tmapy.cz/ntl>, kalibrovaná data VIIRS v měsíčních sekvencích jsou dostupná adrese: [http://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download\\_monthly.html](http://ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_monthly.html).

## **2.2 Příprava (preprocessing) dat**

V rámci analýzy dostupnosti dat pro sledování změn v území prostřednictvím dálkového průzkumu Země (DPZ) byly ověřeny dostupné zdroje nočních snímků (NTL) pro území České republiky. Vhodným existujícím zdrojem je datová sada DMSP Version 4 DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series, která poskytuje časovou řadu snímků v období let 1992-2013. Jednotlivé datové sady pořízené s roční periodou několika snímači (F-10, F-12, F-14, F-15, F-16 a F-18) však nejsou vzájemně kalibrovány a nelze tedy provést srovnání údajů v rámci jednoho roku z více snímačů ani srovnání meziroční.

Jedním ze satelitních snímačů shromažďujících globální data nočního osvětlení je U. S. Air Force Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) Operational Linescan System (OLS). Skupina Earth Observation Group (EOG) pod hlavičkou National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) zahájila zpracování DMSP dat v roce 1994 a pořídila časovou řadu ročních bezoblačných kompozitních nočních snímků z DMSP nočních snímků pořízených v období let 1992-2013 (pokračuje i nadále).

Systém OLS umístěný na satelitech programu DMSP zaznamenává noční osvětlení velmi nízké intenzity na většině obydlené části zemského povrchu. Tato data jsou archivována v NOAA NGDC. Každý ze satelitů během 14 obletů v průběhu jediného dne zaznamená údaje o vyzařování každého místa na zemském povrchu v rozsahu 75° severně a 65° jižně od rovníku, a to v časovém rozmezí 20:30-22:00 hodin. Užitím NTL v období novoluní v rámci měsíčního cyklu je eliminována řada přírodních zdrojů světla souvisejících se slunečním či měsíčním svitem. Manuálně či poloautomaticky s podporou frekvenčních filtrů jsou pak eliminovány další nežádoucí zdroje vyzařování (např. polární záře, požáry, laserové zdroje světla). Ze zdrojových dat jsou rovněž vyloučena pozorování ovlivněná oblačností. Systém OLS detekuje osvětlení až do prahové úrovně  $5 \cdot 10^{-10} \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$  (Watt/cm<sup>2</sup>/steradián), což umožňuje detekovat zdroje umělého osvětlení v urbanizovaných i méně urbanizovaných oblastech. Snímače OLS pořizují měření z výšky přibližně 830 km nad zemským

povrchem a prostorové rozlišení pořizovaných dat činí přibližně 2,7 km. Snímače OLS mají dynamický rozsah 6 bit, tzn., dokáží zaznamenat intenzitu dopadajícího záření v rozsahu hodnot 0-63. Tyto hodnoty jsou označovány jako digital numbers (DN).

Analýzou všech vhodných DMSP snímků byl vytvořen datový produkt DMSP Version 4 DMSP-OLS Nighttime Lights Time Series (V4 DMSP-OLS NTL). Jedná se časovou řadu ročních bezoblačných kompozitních nočních snímků v období let 1992-2013. V průběhu tohoto období byly NTL pořizovány snímači na celkem 6 satelitech (F-10, F-12, F14, F-15, F-16 a F-18). Jak je patrné z tabulky 1, v některých letech byly NTL pořizovány souběžně dvěma snímači. Z pořízených NTL byly sestaveny roční kompozitní snímky, a to samostatně pro každý snímač. Tyto kompozitní snímky mají formu geografické mřížky s pixelem o velikosti 30" × 30" (na rovníku to odpovídá území přibližně 0,86 km<sup>2</sup>, v rámci České republiky pak území přibližně 0,55 km<sup>2</sup>), kde hodnota každé buňky v rozsahu 0-63 je průměrem hodnot překrývajících se pixelů všech vhodných bezoblačných zdrojových snímků pořízených daným snímačem v daném roce. Součástí datové sady je rovněž metadatový soubor, který popisuje pro každý pixel ročního kompozitního snímku počet pozorování zahrnutých do výpočtu.

*Tab. 1 Dostupné roční kompozitní snímky produktu V4 DMSP-OLS NTL*

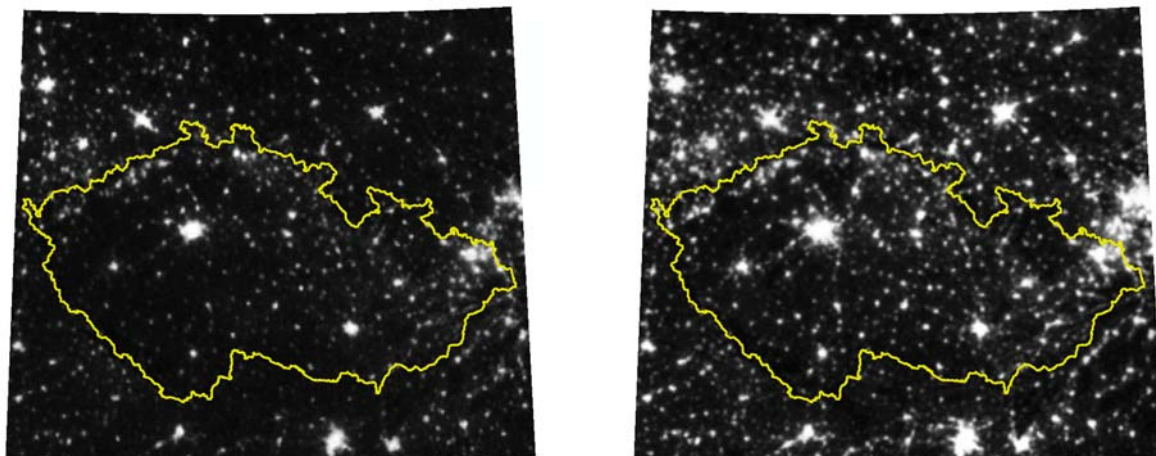
Rok/družice	F-10	F-12	F-14	F-15	F-16	F-18
1992	F101992					
1993	F101993					
1994	F101994	F121994				
1995		F121995				
1996		F121996				
1997		F121997	F141997			
1998		F121998	F141998			
1999		F121999	F141999			
2000			F142000	F152000		
2001			F142001	F152001		
2002			F142002	F152002		
2003			F142003	F152003		
2004				F152004	F162004	
2005				F152005	F162005	
2006				F152006	F162006	
2007				F152007	F162007	
2008					F162008	
2009					F162009	
2010						F182010
2011						F182011
2012						F182012
2013						F182013

*Zdroj: <http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>*

**Jako zdroj byl zvolen datový produkt Global annual cloud-free nighttime lights composite, který je dostupný ve formě ročních kompozitních snímků v časovém rozmezí 1992-2013 pro všechny roky a ze všech dostupných satelitů.**



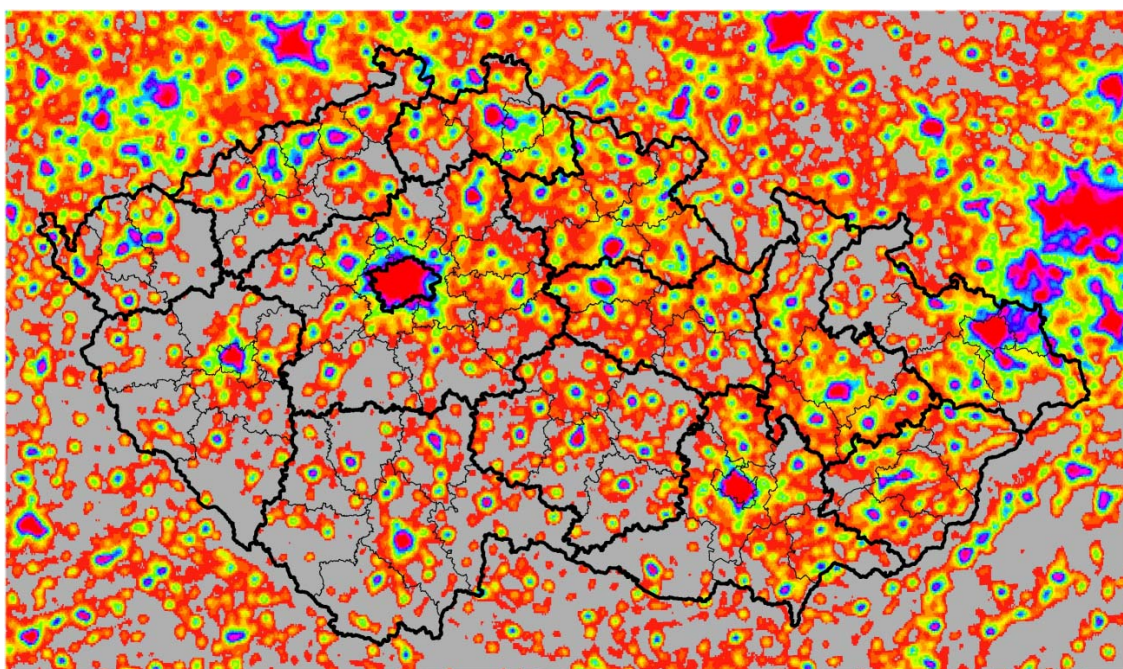
Obr. 1 a 2 Vizuelní srovnání dvou kompozitních snímků téhož území z různého období  
(1992 vlevo, 2012 vpravo)



Zdroj: vlastní zpracování z dat V4 DMSP-OLS NTL,  
<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>

Hodnoty osvětlení v datech nočních snímků nejsou hodnotami absolutními, ale představují relativní škálu v rozsahu hodnot 0-63 odpovídající intenzitě osvětlení v kterémkoli zkoumaném místě v daném roce. Tento údaj o intenzitě osvětlení ve zvoleném místě je vypočten ze všech relevantních měření v průběhu kalendářního roku. Z analýzy metadatových souborů (viz Obr. 4) je zřejmé, že ve většině případů je počet relevantních pozorování dostatečný (za dostatečný je považován počet alespoň 10 pozorování zahrnutých do výpočtu) a že vypočtené hodnoty DN mohou být považovány za věrohodné.

Obr. 3 Data ročního kompozitního snímku F182012 v neřízené klasifikaci (šedá barva pro DN 0-6)

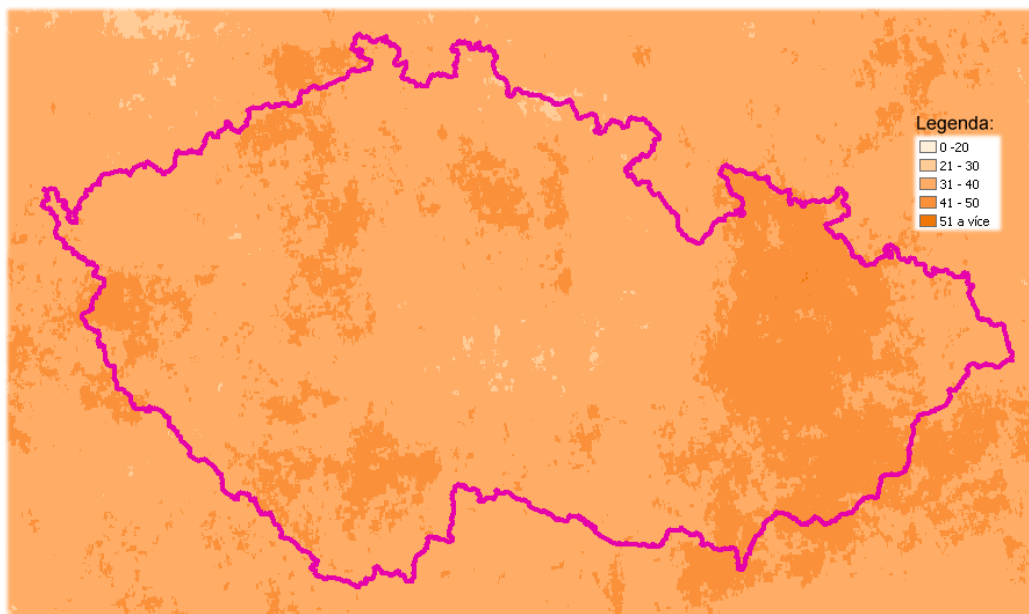


Zdroj: vlastní zpracování z dat V4 DMSP-OLS NTL,  
<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>



Z obr. 3 je zřejmé, že rozložení intenzity osvětlení v rámci České republiky je značně diferencované. Právě prostorové rozložení hodnot osvětlení a změna tohoto rozložení v čase přináší přidanou hodnotu pro srovnání se socioekonomickými ukazateli (dostupnými přes Český statistický úřad a další instituce), které jsou agregovány na statistické jednotky, ve kterých vnitřní diference chybí, není dostupná či nelze ji vyjádřit.

Obr. 4 Metadatový soubor ročního kompozitního snímku F182012  
(hodnota v legendě znamená počet pozorování zahrnutých do výpočtu)

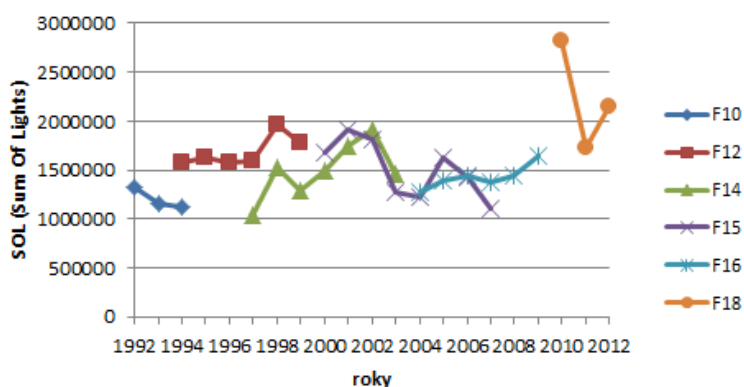


Zdroj: vlastní zpracování z dat V4 DMSP-OLS NTL,  
<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>

#### Metodologická poznámka 1:

V rámci výzkumu a přípravy metodiky byla provedena analýza všech dostupných ročních kompozitních snímků pro území České republiky, tj. 34 kompozitních snímků pořízených šesti satelity v období let 1992-2013.

Graf 1 Srovnání ročních kompozitních snímků pro území ČR v časové řadě bez korekce

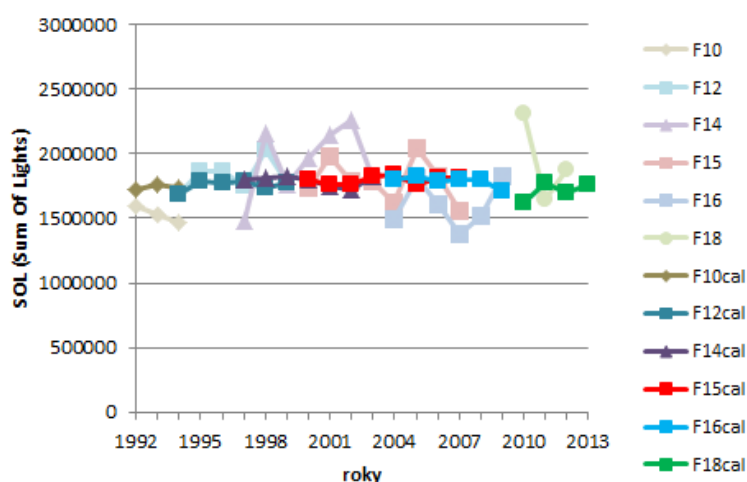


Zdroj: vlastní zpracování z dat V4 DMSP-OLS NTL,  
<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>

Byla také provedena doporučená radiometrická korekce dat v rozsahu České republiky s užitím obecných transformačních klíčů (Elvidge et al, 2013).

Ve fázi analýzy podkladů pro pilotní studie a tuto metodiku bylo provedeno analytické odvození vlastních transformačních klíčů, které jsou **specifické** pro území České republiky. Provedením radiometrické kalibrace ročních kompozitních snímků (tzv. interkalibrace) bylo dosaženo radiometrického vyrovnání snímků z různých snímačů v různých letech na stejnou radiometrickou úroveň. To pak vybavenému pracovišti umožní metodicky provést sledování dlouhodobého trendu vývoje nočního osvětlení na území České republiky a jejích regionů.

Graf 2 Srovnání ročních kompozitních snímků pro území ČR v časové řadě s obecnou a vlastní korekcí

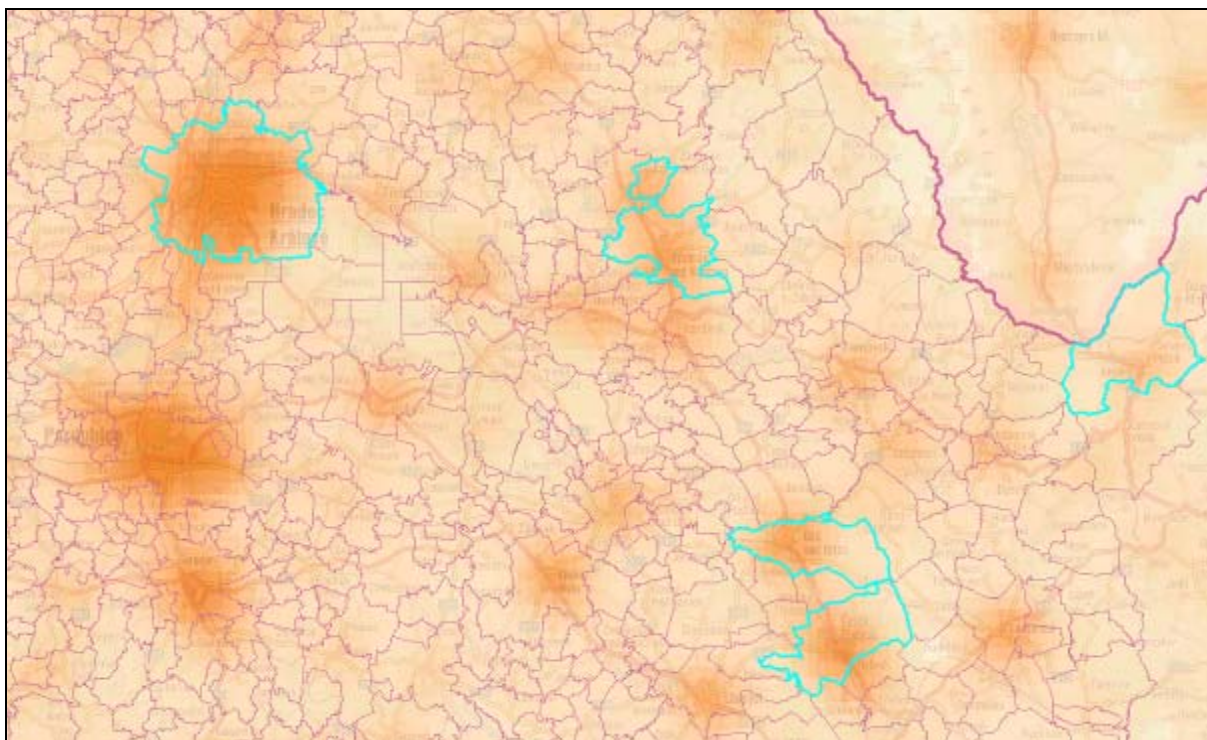


Zdroj: vlastní zpracování z dat V4 DMSP-OLS NTL,  
<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>

Analytické odvození vlastních transformačních klíčů vychází z metody automatické interkalibrace s užitím metody robustní regrese publikovaná Xi Li & col., 2013. Použitá metoda byla modifikována užitím polynommické regresní funkce 2. řádu (kvadratické) místo lineární regresní funkce. O úspěšnosti transformace svědčí fakt, že rozdíly v hodnotách Sum of Lights (SOL) pro území České republiky pořázené v jednom roce z více snímačů se podařilo provedenou transformací minimalizovat (viz Graf 2).

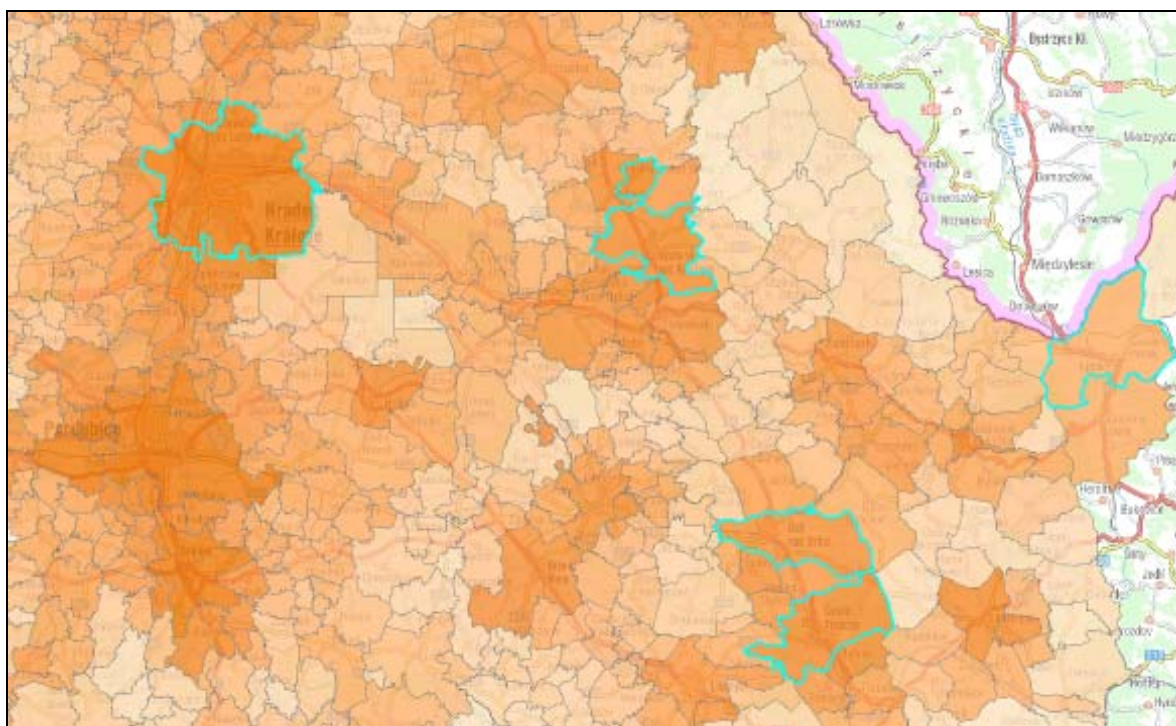
Data s provedenou radiometrickou korekcí (na základě odzkoušených transformačních klíčů) jsou použita pro stanovení indikátoru pro příslušný rok pro vybrané územní jednotky - kraje, okresy, obce s rozšířenou působností (ORP), větší města. Pro porovnání lze územní jednotky zvolit i odlišně, např. vymezením jednotek o shodné rozloze.

Obr. 5 Kompozitní snímek F182011\_cal v neřízené klasifikaci  
na podkladě mapy se správními hranicemi obcí (obce zvolené pro pilotní studii zvýrazněny)



Zdroj: vlastní zpracování, mapový podklad © SHOCart, spol. s r.o.

Obr. 6 Kartogram intenzity osvětlení obcí (Mean) v roce 2011  
na podkladě mapy se správními hranicemi obcí (obce zvolené pro pilotní studii zvýrazněny)



Zdroj: vlastní zpracování, mapový podklad © SHOCart, spol. s r.o.

---

## **Metodologická poznámka 2:**

### **Nové metody snímání a měření nočního osvětlení**

Nightsat<sup>1</sup> je koncept pro satelitní systém schopný globálního pozorování umístění, formy a hustoty rozvoje lidských sídel na úrovni středního prostorového rozlišení. Tento satelitní systém bude produkovat kompletní bezoblačné mapy osvětlení na roční bázi a shromažďovat údaje z blízko-synchronní oběžné dráhy v podvečer s prostorovým rozlišením 50 až 100 metrů a s detekčním limitem  $2,5 \cdot 10^{-10} \text{ W.cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$  nebo lepším.

Nedostatky stávajícího systému DMSP-OLS jsou především hrubé prostorové rozlišení, chybějící on-board kalibrace, limitovaný dynamický rozsah (6 bit), saturace v centech městských aglomerací a absence termálního pásma vhodného pro detekci požárů.

Na projekt DMSP-OLS navazuje projekt Visible/Infrared Imager/Radiometer Suite (VIIRS), jehož snímače jsou umístěny na satelitním systému National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System (NPOESS). Systém VIIRS zajistí pořízení snímků nočního osvětlení velmi nízké intenzity se zlepšeným prostorovým rozlišením (pixel 742 m), širším dynamickým rozsahem, rozšířením počtu spektrálních pásem na 22 a on-board kalibrací. Ve srovnání s DMSP-OLS dochází k posunu časového rozmezí snímání na časový úsek kolem půlnoci místního času.

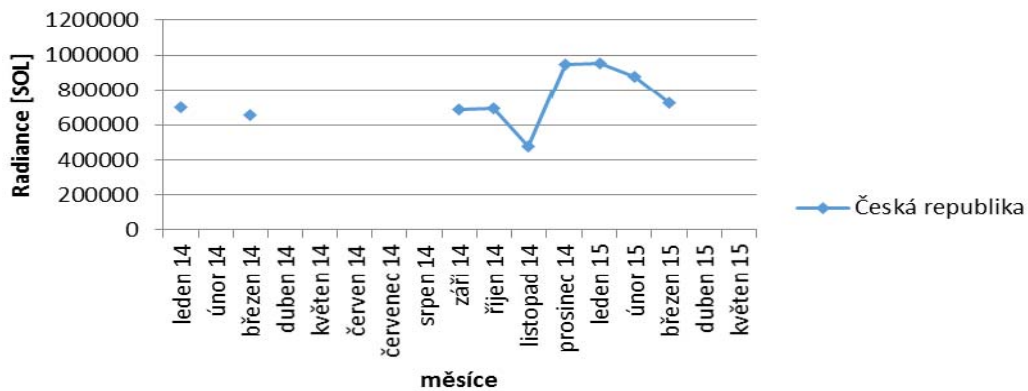
V letech 2012 a 2013 probíhal testovací provoz projektu VIIRS (beta version). Vyšší verze produktu a další produkty budou následovat. Data měsíčních kompozitních snímků jsou dostupná ke stažení v rámci produktu Version 1 Nighttime VIIRS Day/Night Band Composites za období od ledna 2014. Data jsou dodávána ve formě geografické mřížky s pixelem o velikosti  $15'' \times 15''$ , což na rovníku odpovídá území přibližně  $0,22 \text{ km}^2$ , v rámci České republiky pak území přibližně  $0,14 \text{ km}^2$ . Data jsou díky on-board kalibraci vyjádřena přímo v jednotkách fyzikální veličiny radiance (v českém prostředí používán termín zář), tj. v  $\text{nW.cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$  (nanoWatt/cm<sup>2</sup>/steradián). Prostorově podrobnější přímo kalibrovaná data mohou další metodická pozorování v časové řadě výrazně technicky zjednodušit od roku 2015.

**Metodika je uplatnitelná pro tento datový zdroj beze změny.**

---

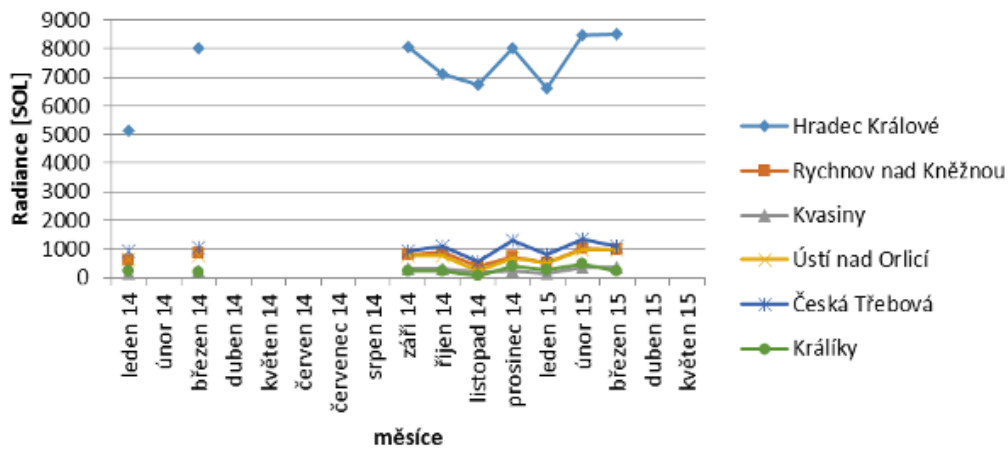
<sup>1</sup> Blíže in ELVIDGE a kol., 2007

Graf 3 Data nočního osvětlení ze zdroje VIIRS (statistika SOL)



Zdroj: vlastní zpracování

Graf 4 Data nočního osvětlení ze zdroje VIIRS (statistika SOL)



Zdroj: vlastní zpracování

### 2.3 Zásady pro nastavení indikátoru územní dynamiky z dat DPZ

Indikátor územní dynamiky vychází ze sledování trendu vývoje charakteristik nočního osvětlení ve zkoumaném území v čase. Základním časovým úsekem je kalendářní rok, tj. všechny údaje jsou vztaženy k tomuto časovému úseku. To umožňuje porovnávat charakteristiky nočního osvětlení ve zkoumaném území meziročně, mezi dvěma libovolně zvolenými roky, nebo napříč celým zvoleným obdobím.

Při analýze dat nočních snímků ve zkoumaném území je na radiometricky vyrovnané roční kompozitní snímky v rastrové podobě aplikována metoda zonální analýzy, která pro jednotlivé definované zóny (polygony obcí, ORP, okresů či krajů) vypočte statistiku hodnot DN pro pixely prostorově příslušející dané zóně. Důležitými statistikami každé zóny jsou počet pixelů (Count), střední hodnota (Mean) a součet hodnot (Sum), která je nazývána pojmem Sum of Lights (SOL).

**Pro srovnání údajů nočního osvětlení se socioekonomickými charakteristikami (např. počet obyvatel či HDP), je použita statistika SOL. Pro srovnání údajů a zohlednění prostorového rozsahu zón je použita statistika Mean (odpovídá střední hodnotě intenzity nočního osvětlení ve zkoumané zóně).**



Hodnoty DN pro jednotlivá zkoumaná území závisí na míře urbanizace území. To znamená, že v silně urbanizovaném území budou zjištěné hodnoty DN vyšší než v málo urbanizovaném území s vysokým zastoupením neurbanizovaných ploch jako jsou lesy, vodní plochy, pole či pastviny. Pro vzájemné porovnání dynamiky změn v odpovídajících si územních celcích (např. mezi obcemi), je třeba při srovnání eliminovat vliv rozsáhlejších neurbanizovaných území, která jsou součástí těchto územních celků. (Tato území mají hodnoty DN velmi nízké, a pokud by byla zahrnuta do sledování, významně by zkreslila srovnávané charakteristiky.) Vliv urbanizace území v takovém případě je omezen užitím předpokladu, že suma hodnot DN v neurbanizované části území má jen zanedbatelný podíl na hodnotě SOL hodnocené zóny. Pro srovnání je použita hodnota Mean upravená podílem urbanizované plochy na celkové ploše zóny. Takto vypočtená hodnota odpovídá střední hodnotě intenzity osvětlení urbanizované části sledovaného území.

## 2.4 Struktura indikátoru územní dynamiky z dat DPZ

Indikátor územní dynamiky pro hodnocené území se skládá ze dvou ukazatelů:

- trend vývoje intenzity osvětlení v čase;
- výše meziroční změny intenzity osvětlení (nárůstů či poklesů).

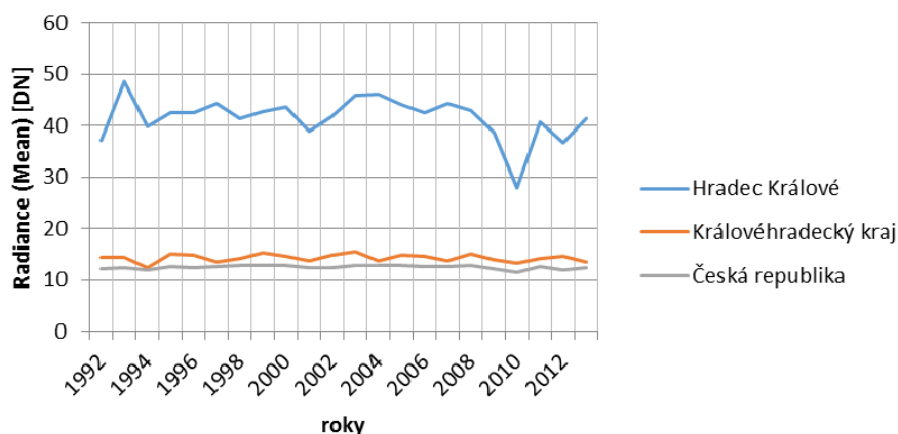
### A) trend vývoje intenzity osvětlení v čase

Tento ukazatel je vyjádřen grafem trendu vývoje intenzity osvětlení jednoho nebo více hodnocených území ve sledovaném období. Hodnoty na ose **y** představují střední hodnotu osvětlení v hodnoceném území (statistika Mean) vyjádřenou bezrozměrnou veličinou DN a odpovídají celkovému osvětlení v hodnoceném území (statistika SOL) normalizovanému plochou hodnoceného území.

Hodnoty na ose **y** nezohledňují míru urbanizace hodnoceného území (tj. podíl urbanizované plochy na celkové ploše hodnoceného území), proto tento ukazatel neslouží k přímému srovnání charakteristik více hodnocených území. Je však možné jej využít ke srovnání trendu vývoje více hodnocených území. Do srovnání mohou být zařazeny agregované údaje za vyšší administrativně-správní jednotky (ORP, okres, kraj, Česká republika).

Ukazatel nepopisuje distribuci intenzity osvětlení v rámci hodnoceného území.

Graf 5 Ukazatel pro sledování trendu vývoje intenzity osvětlení



Zdroj: vlastní zpracování



**Interpretace 1:** Ukazatel hodnoceného území v daném roce je vyjádřen absolutní hodnotou. Z vypočtených hodnot sestavených do grafu lze pozorovat trend dynamiky změn v hodnoceném území ve sledovaném období. Dynamicky se rozvíjející území je charakterizováno rostoucím trendem, upadající území naopak klesajícím trendem. Výrazné výkyvy v průběhu sledovaného období mohou být ovlivněny vnitřními nebo vnějšími socioekonomickými faktory (investice do rozvoje území, ekonomická krize, vysídlení území) případně technickými faktory (přechod na jiný typ osvětlení s odlišnými radiometrickými charakteristikami).

### B) výše meziroční změny intenzity osvětlení (nárůstů či poklesů)

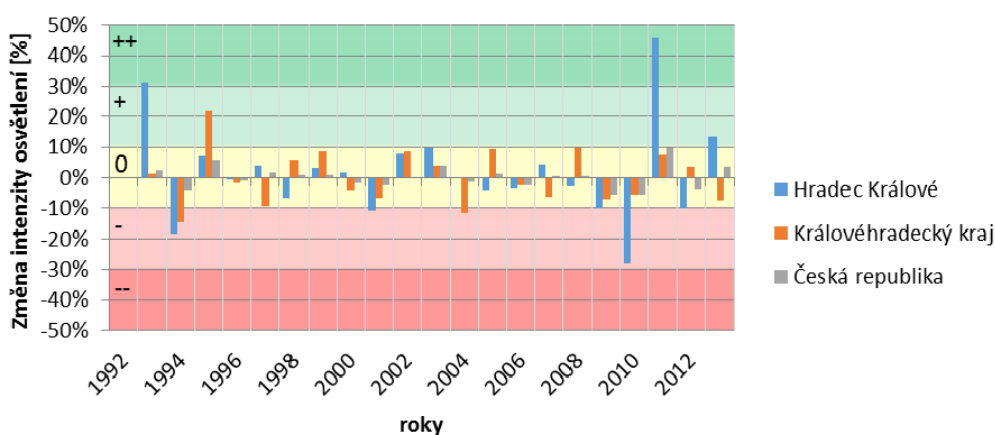
Tento ukazatel je vyjádřen grafem meziroční změny jednoho nebo více hodnocených území ve sledovaném období. Hodnoty na ose y představují výši meziroční změny střední hodnoty osvětlení v hodnoceném území. Výše meziroční změny v daném roce je vypočtena jako podíl změny střední hodnoty osvětlení v daném roce a v roce předchozím a střední hodnoty osvětlení v předchozím roce vyjádřené v procentech, tj. představuje procentuální nárůst či pokles v daném roce ve srovnání s předchozím rokem.

Tento ukazatel neslouží k přímému srovnání charakteristik více hodnocených území. Je však možné jej využít ke srovnání trendu meziročních změn více hodnocených území. Do srovnání mohou být zařazeny agregované údaje za vyšší administrativně-správní jednotky (ORP, okres, kraj, Česká republika).

Ukazatel nepopisuje distribuci meziroční změny intenzity osvětlení v rámci hodnoceného území.

Plocha grafu (viz Graf 6) je horizontálně rozdělena na oblasti, které odpovídají kategoriím hodnocení ukazatele na pětibodové škále. Hodnota „+“ představuje přiměřený a udržitelný rozvoj území. Hodnota „0“ představuje stabilní území. Hodnota „-“ představuje stagnaci či mírný pokles v území. Hodnota „++“ představuje nezdravě rychlý, dynamický rozvoj území. Hodnota „- -“ představuje regresi (úpadek) území. Hodnoty „++“ a „- -“ vyžadují intervenci či jiné řešení – opatření v území, ať již stimulační, v případě hodnot „- -“ či brzdící v případě hodnot „++“.

Graf 6 Ukazatel meziroční změny intenzity osvětlení s hodnocením na pětibodové škále



Zdroj: vlastní zpracování

**Interpretace 2:** Ukazatel hodnoceného území v daném roce je vyjádřen relativní hodnotou v procentech změny vůči hodnotě v přechozím roce. Kladné hodnoty představují meziroční růst, záporné hodnoty znamenají meziroční pokles. Z vypočtených hodnot sestavených do grafu lze pozorovat meziroční dynamiku změn v hodnoceném území ve sledovaném období. Vysoké hodnoty meziročního nárůstu či poklesu intenzity osvětlení mohou znamenat „nezdravé“ tempo vývoje území, často doprovázené negativními dopady do území (např. intenzivní suburbanizaci nebo naopak rychlý nárůst brownfields). Tyto případy vyžadují podrobnější fyzickou analýzu příčin na místech měření a následnou případnou intervenci či jiné řešení – opatření v území, ať již stimulační v případě nárůstu či brzdící v případě poklesu.

**Indikátor posuzuje dynamiku změn v území měřením intenzity nočního osvětlení a umožňuje sledovat jak trend stability území v dlouhodobějším horizontu (viz interpretace 1), tak i vyhodnocovat meziroční změny (viz interpretace 2).**

## 2.5 Postup užití metodiky

Předpřipravená data je možné stáhnout ve formě souboru dat z adresy: <http://ftp.tmapy.cz/ntl>.

Souhrn programů obsahuje následující součásti:

- radiometricky kalibrované roční kompozitní snímky nočního osvětlení pro region České republiky v letech 1992-2013 pro analytické zpracování a vyhodnocení specialistou GIS;
- předpřipravené tabulky a grafy nočního osvětlení v letech 1992-2013 pro kraje v rozsahu České republiky a pro okresy a obce v rozsahu Královéhradeckého a Pardubického kraje pro přímé užití čtenářem metodiky.

Radiometricky kalibrované roční kompozitní snímky nočního osvětlení mají přesah za hranice České republiky a je možné je využít i ke srovnání s příhraničními regiony sousedních států. Každý rok v rozsahu let 1992-2013 je reprezentován jedním kompozitním snímkem, který obsahuje pro každou buňku geografické mřížky o velikosti 30" × 30" hodnotu DN (digital number) na relativní škále v rozsahu hodnot 0-63 odpovídající intenzitě osvětlení ve zkoumaném místě v daném roce. Pro analýzu snímků a výstupy z ní je doporučen postup použitý při zpracování pilotní studie podrobněji popsany a doplněny obrázky a grafy v Příloze A - Pilotní studie.

### Postup lze vyjádřit následujícím scénářem:

1. Na snímky v rastrové podobě se v GIS prostředí pro analýzu rastrového obrazu (např. ArcGIS for Desktop, ERDAS IMAGINE, QGIS – podrobněji na [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_GIS\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_GIS_software)) aplikuje zonální analýza (v prostředí ArcGIS for Desktop metoda pojmenovaná Zonal Statistics), která pro jednotlivé definované zóny (polygony obcí, ORP, okresů či krajů) vypočte statistiku hodnot DN pro pixely prostorově příslušející dané zóně. Důležitými statistikami každé zóny jsou počet pixelů (Count), střední hodnota (Mean) a součet hodnot (Sum), která je nazývána pojmem Sum of Lights (SOL).

2. Získané statistické hodnoty za jednotlivé zóny za sledované období se vynesou do tabulky v prostředí tabulkového procesoru (doporučeno prostředí Microsoft Excel). V tabulce budou samostatně vyneseny údaje pro statistiku SOL, Mean a pro meziroční změnu nárůstu či poklesu v %.
3. Z tabulky údajů pro statistiku Mean se sestaví spojnicový graf pro ukazatel trendu vývoje intenzity osvětlení pro hodnocené zóny ve sledovaném časovém úseku.
4. Z tabulky údajů meziroční změny se sestaví sloupcový graf pro ukazatel výše meziroční změny intenzity osvětlení pro hodnocené zóny ve sledovaném časovém úseku.
5. Z tabulky údajů pro statistiku SOL je možné sestavit spojnicový graf pro pomocný ukazatel trendu vývoje souhrnu osvětlení pro hodnocené zóny ve sledovaném časovém úseku (odpovídá celkovému osvětlení v hodnoceném území).

Předpřipravené tabulky a grafy nočního osvětlení ve formátu Microsoft Excel lze využít přímo. Soubor kraje\_CR\_1992-2013.xlsx obsahuje tabulky a grafy s údaji pro všechny kraje České republiky. Soubor okresy\_hk\_pce\_1992-2013.xlsx obsahuje tabulky a grafy s údaji pro okresy Královéhradeckého a Pardubického kraje. Graf pro výběr krajů resp. okresů lze získat změnou výběru dat – označit vybraný graf, v kontextové nápovědě (pravé tlačítko myši) zvolit *Vybrat data...*, odebrat nepotřebné *Položky legendy (řady)* a potvrdit OK. Soubor obce\_hk\_pce\_1992-2013.xlsx obsahuje na listech obce\_hk\_pce\_1992-2013 a obce\_hk\_pce\_1992-2013\_zmena tabulky a grafy s údaji pro všechny obce Královéhradeckého a Pardubického kraje a jejich srovnání v rámci kraje a České republiky, na listu obce\_sel tabulky a grafy pro výběr obcí a jejich srovnání v rámci kraje a České republiky, list obce\_sel\_urban obsahuje tabulku míry urbanizovanosti území pro vybrané obce. Graf pro výběr obcí na listech obce\_hk\_pce\_1992-2013 a obce\_hk\_pce\_1992-2013\_zmena lze získat změnou výběru dat – označit graf, v kontextové nápovědě (pravé tlačítko myši) zvolit *Vybrat data...*, přidat požadované a odebrat nepotřebné *Položky legendy (řady)* a potvrdit OK.

## 2.6 Srovnání „novosti postupů“

Jak již bylo uvedeno, cílem metodiky je mít k dispozici nástroj pro nastavení monitoringu a sestavení databáze indikátoru územní dynamiky jako jednoduchého nástroje – prostředku pro sledování a měření vývoje územních disparit a urbanizace v čase. Součástí metodiky je rešerše dostupné literatury týkající se tématu výzkumu (blíže viz kap. 4 Metodiky). Z hlediska česky psané literatury není relevantní aktuální literatura, neboť se touto problematikou v ČR v současnosti nikdo nezabývá, a to ani na bázi soukromé (ověřeno via Landsat) a nebo VaVal, neboť nebyly zadány podobné granty nebo studie v minulosti. Větší četnost výsledků výzkumu je u anglicky psané literatury, i když se jedná o publikace pouze částečně související s uvedeným předmětem výzkumu, jehož je metodika výstupem. Většina výstupů se věnuje zejména popisu metody sběru dat a interpretace snímků (blíže viz kap. 4 Metodiky).

Pro práci s Metodikou jsou relevantní zejména výstupy Mellander et al., 2012, Elwidge and Hsu, 2013 a Ghost et al., 2013. Tyto práce se v teoretické rovině věnují některým aspektům řešeným

v předkládané metodice, zejména průkazu jednoznačné souvislosti mezi intenzitou nočního osvětlení a ekonomickou výkonností sledovaného území, a to na úrovni buď jednotlivých států resp. makroregionů, či na úrovni meziregionální. Žádná z výše uvedených prací se nepokusila propracovat až na úroveň mikroregionální či dokonce lokální. S ohledem na poměrně malý rozměr České republiky a značnou rozdrobenost osídlení byla ale právě tato transformace nutná, aby byla vypovídací schopnost dat z DPZ prakticky využitelná pro sledování, hodnocení a následné usměrňování vývoje v České republice.

Předkládaná metodika je inovativní zejména v následujících ohledech:

- **Vede k nástroji pro nastavení monitoringu a sestavení databáze územní dynamiky na meziregionální, mikroregionální i lokální úrovni z nezávislých dat DPZ,**
- **Je nástrojem nezávislého monitorování reálných dopadů rozvojových politik a územního plánování do území na meziregionální, mikroregionální a částečně i na lokální úrovni.**
- **Ve Střední Evropě a v Německu (srovnatelné země Evropy) ještě nikdo podobné hodnocení územního rozvoje a dynamiky rozvoje území v závislosti na financích a GDP nepoužil**
- **metoda nebyla podle informací z konferencí využita zatím ani v Itálii nebo jiném jižním státu Evropy, kde by byla využita nejvhodněji vzhledem k rozlohám, jak se ukázalo při výzkumu**

### **3. Popis uplatnění certifikované metodiky**

Pro sledování a měření vývoje územních disparit a urbanizace v čase je možno na základě vytvořeného indikátoru měřit regionální rozdíly dle jednotné metodiky a flexibilně monitorovat dopady rozvojových politik a územního plánování. Na základě výsledků tohoto monitoringu bude z pohledu ČR možné reagovat novými politikami a územními strategiemi. Metodika je primárně určena orgánům veřejné správy na úseku regionálního rozvoje a územního plánování od ústřední až po lokální úroveň. Především je metodika určena pro využití na krajské úrovni tj. krajských úřadům a jimi zřizovaným institucím, zejména regionálním rozvojovým agenturám, dále pak velkým městům, resp. úřadům obcí s rozšířenou působností v nejširším slova smyslu pro monitoring jejich vlastního vývoje ev. pro komparaci s „konkurenčními“ obcemi (zejména v oblasti územního plánování). Opominout nelze ani využitelnosti metodiky pro ústřední orgány státní správy jako je Ministerstvo pro místní rozvoj ev. Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo průmyslu a obchodu a jimi zřizovaným organizací jako je např. CzechInvest. Dostupnost tohoto hodnocení pro orgány regionálního rozvoje, úřady územního plánování, další odborné instituce, akademickou obec, odbornou i laickou veřejnost je zajištěna zveřejněním výsledků na internetových stránkách řešitelů.

#### 4. Seznam použité a související literatury

Většina česky psané literatury je věnována zejména problematice techniky sběru a analýzy dat z DPZ. V minulosti vzdálenější byly známy práce Dr. Z. Murdycha a některých dalších z PŘF UK Praha, které samozřejmě v dnešní době již mají menší význam a některé jejich výstupy jsou překonány. Mezi aktuální českou literaturu tedy patří např.:

TOMAN, Martin. Detekce homogenních oblastí v obraze. 2013

STARKOVÁ, Lenka. Verifikace obtížně interpretovatelných dat leteckého průzkumu. 2012 aj.

V aplikační sféře se pak jedná o využití zejména v archeologii, jako je např.

KUNA, M. Archeologické metody. *Science*, 2013, 40: 1845-1865

ŠKRDLA, Petr, et al. Revize paleolitického osídlení na dolním toku Bobravy. Hledání nových stratifikovaných EUP lokalit s podporou GPS a dat z dálkového průzkumu Země. *Přehled výzkumů*, 2011, 52.1: 9-36 aj.

V dalších oborech pak již omezeněji, např.

STUHLÍK, Radim. Využití dat dálkového průzkumu země v krizovém managementu. 2013 nebo

DOUBRAVA, Pavel, et al. Metody dálkového průzkumu v projektu Národní inventarizace kontaminovaných míst. *CENIA, česká informační agentura životního prostředí, Praha*, 2011, 1-94.

Další literatura pak má spíše populárně naučný charakter, např.:

SVOBODOVÁ, Jindřiška, et al. *Dálkový průzkum Země v hodině fyziky*. 2013

SVATOŇOVÁ, Hana, et al. *Svět a krajina pohledem z výšky*. Masarykova univerzita, 2013 nebo výstava *Země očima DPZ*, Geografická sekce Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze 21. 5. - 31. 8. 2009, dostupné na [http://ucebny.natur.cuni.cz/gk/vystavy/vystavy-zeme\\_ocima\\_dpz.html](http://ucebny.natur.cuni.cz/gk/vystavy/vystavy-zeme_ocima_dpz.html)

Naopak zcela nové poznatky se objevily v oblasti ekonomického hodnocení rozvoje sídel, a to zejména v práci PAVLAS, Miroslav: *Ekonomické ukazatele udržitelného rozvoje sídel*. Disertační práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta architektury, 2014 a následně publikováno jako: PAVLAS, Miroslav. *Ukazatele finanční stability města* [online]. Regionální rozvoj mezi teorií a praxí 1/2015, pp. 36-51. ISSN 1805-3246. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: [http://www.regionálnírozvoj.eu/sites/regionálnírozvoj.eu/files/2015\\_1cele\\_cislo.pdf](http://www.regionálnírozvoj.eu/sites/regionálnírozvoj.eu/files/2015_1cele_cislo.pdf)

Větší relevance výsledků výzkumu je u anglicky psané literatury, i když i zde se jedná spíše o publikace pouze částečně související s předmětem našeho výzkumu. I zde se část článků věnuje zejména popisu metod sběru dat a interpretaci snímků, jako např.:

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. *Remote sensing and image interpretation*, John Willey & Sons, Inc. 2004 pp. xiv + 763 pp., ISBN 0-471-45152-5

KRUSE, Fred A.; ELVIDGE, Christopher D. Identifying and mapping night lights using imaging spectrometry. In: *Aerospace Conference, 2011 IEEE*. IEEE, 2011. p. 1-6.

KRUSE, Fred A.; ELVIDGE, Christopher D. Characterizing urban light sources using imaging spectrometry. In: *Urban Remote Sensing Event (JURSE), 2011 Joint*. IEEE, 2011. p. 149-152

Vybrané zejména asijské práce se pak věnují možnostem mapování počtu obyvatel v sídlech, jejich hustoty a průběhu procesu urbanizace. Do této skupiny patří následující:

SMALL, Christopher; ELVIDGE, Christopher D. Night on Earth: Mapping decadal changes of anthropogenic night light in Asia. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2013, 22: 40-52.

ZHANG, Qian; SETO, Karen C. Can night-time light data identify typologies of urbanization? A global assessment of successes and failures. *Remote Sensing*, 2013, 5.7: 3476-3494.

MA, Ting, et al. Quantitative estimation of urbanization dynamics using time series of DMSP/OLS nighttime light data: A comparative case study from China's cities. *Remote Sensing of Environment*, 2012, 124: 99-107.

PANDEY, Bhartendu; JOSHI, P. K.; SETO, Karen C. Monitoring urbanization dynamics in India using DMSP/OLS night time lights and SPOT-VGT data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2013, 23: 49-61.

TAUBENBÖCK, H., et al. New dimensions of urban landscapes: The spatio-temporal evolution from a polynuclei area to a mega-region based on remote sensing data. *Applied Geography*, 2014, 47: 137-153

LIU, Qing; SUTTON, Paul C.; ELVIDGE, Christopher D. Relationships between Nighttime Imagery and Population Density for Hong Kong. *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, 2011, 31: 79-90

ROY CHOWDHURY, Pranab Kanti; MAITHANI, Sandeep; DADHWAL, Vinay Kumar. Estimation of urban population in Indo-Gangetic Plains using night-time OLS data. *International Journal of Remote Sensing*, 2012, 33.8: 2498-2515

V Evropě je větší pozornost věnována vztahům mezi daty ze satelitních snímků a vybranými problémy. Tento směr charakterizují zejména následující práce:

TOMLINSON, Charlie J., et al. Comparing night-time satellite land surface temperature from MODIS and ground measured air temperature across a conurbation. *Remote Sensing Letters*, 2012, 3.8: 657-666

MACHAULT, Vanessa and VIGNOLLES, Cécile and BORCHI, François and VOUNATSOU, Penelope and PAGES, Frédéric and BRIOLANT, Sébastien and LACAUX, Jean-Pierre and ROGIER, Christophe (2011) The use of remotely sensed environmental data in the study of malaria. *Geospatial health*, 5 (2). pp. 151-168. ISSN 1970-7096

S ohledem na předmět výzkumu v rámci našeho projektu jsou nejrelevantnějšími zdroji americké studie zejména:

MELLANDER, Charlotta, et al. Night-Time Light Data: A Good Proxy Measure for Economic Activity?. *Royal Institute of Technology, CESIS—Centre of Excellence for Science and Innovation Studies*, 2013

HENDERSON, J. Vernon, STOREYGARD, Adam and WEIL, N. David. Measuring Economic Growth from Outer Space. *American Economic Review* 2012, 102(2): 994–1028

Obě tyto studie úzce souvisí s tématem řešeného projektu a jsou i inspiračním zdrojem pro naše zkoumání. Hendersonova studie byla známa ještě před podáním projektu, studie od Mellanderové se



objevila až v průběhu jeho řešení. Přesto je třeba zdůraznit, že ačkoli obě studie se zabývají „subnárodní“ – regionální úrovní interpretace dat z DPZ, tak jejich přímé využití pro předmět řešení našeho projektu je dílčí až okrajový, protože používají jiné snímky NTL a jiná hodnocení, než jsou využita v našem výzkumu. Výzkum realizovaný naší skupinou je ve srovnání s uvedenými dostupnými studii a rešeršemi na úrovni subregionů a mikroregionů a dochází zde k pokusu již známá fakta z rešerš o aplikovatelnosti na úrovni států a regionů využít v menších územních jednotkách pro sledování rozvoje a efektivity využití finančních zdrojů, a to nikoliv v relaci ke mzdám, ale v relaci ke kvalitě hospodaření regionů a rozvoji domácího produktu. Menší regiony jsou testovány na úrovni obcí s rozšířenou působností (ORP) a okresů. Náš výzkum oproti již výše uvedeným známým výsledkům bude u těchto menších jednotek čerpat z dostupných statistických dat a ověřovat je na známých regionálních datech a rozvojových údajích. Celkově je v našem výzkumu principiálně nově využita myšlenka, že rozvíjející se region více využívá v noční době osvětlení, a také mají i obyvatelé možnost více využívat elektrickou energii, a tedy svítit déle, což je jednoznačným symptomem pro rozvíjející se (mikro)regiony. Výzkum je originální též v oblasti filtrování údajů o osvětlení v regionech, kde je nutné poukázat na zhoršenou kvalitu snímkování a oproti speciálnímu případu měření celonárodního ve Švédsku bude nutno odpovídající data v budoucnosti teprve zajišťovat objednaním odpovídajících družicových snímků. Výstup se jeví na základě rešerš i nadále jako velmi realizovatelný a vypovídající u mikroregionů, ale zpětně i (mezo)regionů ČR o úspěšnosti a zacílenosti či dopadech dotační politiky v území. Jinak řečeno, je očekáváno možné zmýlení v řádu 2-3 % rozvojových potenciálů území a místního HDP podobně jako u zahraničních výzkumů, a to by mělo signalizovat, nakolik je dotační politika v ČR do zaostávajících regionů úspěšná a správná.

ELWIDGE, D. Christopher and HSU, Feng-Chi. National Trends in Satellite Observed Lighting: 1992-2012. Chapter in “Global Urban Monitoring and Assessment Through Earth Observation” Editor Qihao Weng. CRC Press. 2013.

Xi Li , Xiaoling Chen , Yousong Zhao , Jia Xu , Fengrui Chen & Hui Li (2013)

Automatic intercalibration of night-time light imagery using robust regression, *Remote Sensing Letters*, 4:1, 45-54, DOI: 10.1080/2150704X.2012.687471

GHOSH Tilottama, ANDERSON J. Sharolyn, ELWIDGE D. Christopher D. and SUTTON C. Paul. Using Nighttime Satellite Imagery as a Proxy Measure of Human Well-Being. *Sustainability* 2013, 5, 4988-5019

## 5. Seznam publikací, které předcházely metodice

ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a kol. *Sledování vývoje změn v území (územní dynamika) jako nástroj pro sledování a snižování disparit regionů*. Průběžná zpráva výzkumného úkolu TD020281 Technologické agentury ČR v rámci Programu „OMEGA“. Hradec Králové: Civitas per Populi a T-Mapy, říjen 2014. DOI: 10.13140/2.1.3099.8080

- PONDĚLÍČEK, Michael, ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra. Urban Dynamics and Possibilities of Its Objective Measuring Using Earth Remote Sensing Data In MASTORAKIS, Nikos E., BATZIAS, Fragiskos a GUARNACCIA, Claudio (eds.). *Recent Advances in Urban Planning, Sustainable Development and Green Energy*. Proceedings of the 5th International Conference on Urban Sustainability, Cultural Sustainability, Green Development, Green Structures and Clean Cars (USCUDAR '14). Florencie 22.-24.11.2014. WSEAS Press 2014, ISSN: 2227-4359, ISBN: 978-960-474-404-6, pp. 94-99
- PONDĚLÍČEK, Michael, ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra. Hodnocení rozvoje regionů metodami dálkového průzkumu země in JEDLIČKA, Pavel. (ed.) *Hradecké ekonomické dny 2015. Ekonomický rozvoj a management regionů. Sborník recenzovaných příspěvků 2 díl*. Hradec Králové: Gaudeamus 2015. ISBN 978-80-7435-547-9. S. 452-458.
- LANGR, Jan, KAMENICKÝ, Jan, ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra, PONDĚLÍČEK, Michael, STRUHA, Pavel. Využitelnost dat z DPZ Země pro stanovení indikátoru územní dynamiky. In Klímová, V., Žitek, V. (eds.) *XVIII. mezinárodní kolokvium o regionálních vědách. Sborník příspěvků*. Brno: Masarykova univerzita, 2015. s. 587-595. ISBN 978-80-210-7861-1. DOI: 10.5817/CZ.MUNI.P210-7861-2015-79
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a kol. *Data DPZ a jako podklad pro sledování ekonomické výkonnosti obcí a regionů* in Sborník abstraktů konference GIS v plánování měst a regionů. Praha: Vysoká škola regionálního rozvoje 10. 9. 2015. Str. 11. ISBN 978-80-87174-47-0
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a kol. *Sledování vývoje změn v území (územní dynamika) jako nástroj pro sledování a snižování disparit regionů*. Zpráva k výsledku projektu TD020281V002 Nastavení procesu monitoringu územních změn (pilotní studie sledování územní dynamiky) výzkumného úkolu TD020281 Technologické agentury ČR v rámci Programu „OMEGA“. Hradec Králové: Civitas per Populi a T-MAPY, srpen 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.4231.0881
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra, PONDĚLÍČEK, Michael, LANGR, Jan, KAMENICKÝ, Jan, STRUHA, Pavel. Methodology of Measuring and Monitoring Territorial Change (Using the Remote Sensing Data of the Earth at Night) in BULUCEA, Aida. *Mechanics, Energy, Environment*. 260 p. WSEAS Press 2015, ISSN 2227-4359, ISBN 978-1-61804-346-7, pp. 98-106
- LANGR, Jan, KAMENICKÝ, Jan, ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra, PONDĚLÍČEK, Michael, STRUHA, Pavel. Metodika měření a monitoringu urbánní dynamiky a její ověření pilotní studií pro Královéhradecký a Pardubický kraj in [online]. Regionální rozvoj mezi teorií a praxí 2015, č. 4 ISSN 1805-3246. Dostupné z: <http://www.regionálnírozvoj.eu> (vyjde k 31.12.2015)
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra, LANGR, Jan, PONDĚLÍČEK, Michael. Measuring Spatial Developments in Czech Republic. Using Night Light Images for Monitoring Local Changes over Time in GIM International (v jednání)



MINISTERSTVO  
PRO MÍSTNÍ  
ROZVOJ ČR

## OSVĚDČENÍ

(04/2016)

o uznání Certifikované metodiky výzkumu, vývoje a inovací

**„Metodika měření a monitoringu územních změn“**

*Doc. Ing. arch. Vladimíra Šilhánková,  
Ph.D., Mgr. Michael Pondělíček, Ph.D.  
Mgr. Jan Langer a kol.*

Certifikovaná metodika byla vytvořena v rámci řešení projektu ev. č. TD02281 „Sledování vývoje změn v území (územní dynamika) jako nástroj pro sledování a snižování disparit regionů“.

**Ing. David Koppitz**  
*ředitel odboru regionální politiky*



V Praze 20.6. 2016

Název: Metodika měření a monitoringu územních změn

Autor: doc. Ing. arch. Vladimíra Šilhánková, Ph.D., Mgr. Jan Langr a kol.

Vydavatel: Civitas per Populi o.p.s.

Do tisku: 2016

Stran: 24 + 10 stran přílohy

Vydání: první

AA 1,72

**Dedikace: Metodika vznikla na základě výzkumného projektu TD20281 „Sledování vývoje změn v území (územní dynamika) jako nástroj pro sledování a snižování disparit regionů“ financovaného Technologickou agenturou ČR.**

**ISBN 978-80-87756-07-2**

Civitas per Populi, o.p.s., Střelecká 574/13, 500 02 Hradec Králové

www.civitas-group.cz, e-mail: [civitasperpopuli@gmail.com](mailto:civitasperpopuli@gmail.com)