

GIS nocą – co widać z góry, gdy śpimy?

Zapewne każdy z nas widział kiedyś efektowne nocne zdjęcia rozświetlonych miast, państw i kontynentów, wykonane z pokładów samolotów, orbitujących wokół Ziemi promów, międzynarodowej stacji kosmicznej czy wreszcie satelitów, obrazujących nieustannie wygląd naszej planety. Obrazy powstałe na bazie takich obserwacji, odznaczające się niezaprzeczalnymi walorami estetycznymi, mogą posłużyć do przygotowania opracowań mających dużo ważniejsze zadania niż wzbudzanie naszego zachwyty. Jednym z nich jest ocena stopnia zurbanizowania danego obszaru i jego rozwój gospodarczy w badanym okresie. W poniższym artykule przedstawione zostaną szczegóły dotyczące opracowania mapy nocnych światła dla obszaru Polski i całej Europy w roku 1992 i 2012.

Rozwój gospodarczy i coraz większa liczba ludności to główne czynniki rosnącego stopnia zurbanizowania otaczającej nas przestrzeni. Jest to najbardziej widoczne w dużych ośrodkach miejskich i przylegających do nich miejscowościach. To normalne zjawisko, jednak kłopotliwe do przedstawienia, głównie ze względu na konieczność pozyskania wielu różnorodnych danych. Aby pokazać jego skalę oraz zmienność w czasie, należałoby włożyć dużo pracy w przygotowanie zestawień dotyczących liczby i zagęszczenia ludności, migracji, budownictwa, planistyki itp. Można jednak spróbować podejść do tematu w sposób mniej konwencjonalny i przyjąć jedną z podstawowych potrzeb współczesnego człowieka jako wyznacznik stopnia jego wpływu na otoczenie. Mowa tu o elektryczności, bez której trudno wyobrazić sobie życie już od bardzo dawna. Jednym z przejawów jej powszechnego wykorzystywania jest oświetlanie obszarów zurbanizowanych, które daje nam poczucie bezpieczeństwa i komfortu. Światła doskonale widać z kosmosu, jeżeli tylko zastosuje się odpowiednie narzędzia. Z pewnym

przybliżeniem można więc przyjąć, że im bardziej oświetlony nocą jest dany obszar, tym większy jest stopień jego zurbanizowania. Na tym założeniu opiera się przedstawione tu opracowanie.

Źródło danych

Informacje o nocnym oświetleniu prawie całej kuli ziemskiej gromadzone są przez satelity, krążące wokół Ziemi od 1992 roku. Wykonują one swoje zadania w ramach programu Defense Meteorological Satellite Program (DMSP OLS – Operational Linescan System), prowadzonego przez Departament Obrony Stanów Zjednoczonych. Sensory umieszczone na pokładach tych satelitów rejestrują m.in. rozproszone w atmosferze światło pochodzące z lamp ulicznych, oświetlenia budynków i innych odpowiednio intensywnych źródeł. Dane pozyskiwane są w sposób ciągły, a opracowane na ich podstawie zobrazowania rastrowe zawierają sumy natężeń oświetlenia zarejestrowanego w danym roku na obszarze prawie całego globu. Wartości zaobserwowanego natężenia oświetlenia zapisane są w pikselach, jako liczby całkowite zawarte w przedziale 0– 63, gdzie 0 to brak oświetlenia, a 63 to maksymalne zaobserwowane natężenie światła.

Przygotowanie i korekta danych źródłowych

Instytucją odpowiedzialną za przygotowanie i udostępnienie opisanych wcześniej danych jest National Geophysical Data Center Earth Observation Group (NGDC EOG), będący częścią m.in. Departamentu Handlu Stanów Zjednoczonych. Dane są udostępniane w postaci rastrów w formacie geoTIFF, w układzie WGS84, z pikselem o rozmiarze terenowym ok. 570 m. Z danych przekazywanych odbiorcom usuwa się wpływy zachmurzenia, a także występowania niepożądanych źródeł światła, takich jak pożary czy płomienie na obszarach eksploatacji złóż ropy naftowej. Udostępniane są również pliki shape z obszarami, na których występują niepożądane źródła światła. Umożliwia to

wprowadzenie dodatkowej korekty pobranych rastrów.

Aby móc pokazać na mapie natężenie nocnego oświetlenia oddzielnie dla Polski i Europy, wykorzystano dwa poligony, wzdłuż granic, z których wycięte zostały właściwe fragmenty wejściowego rastra – pierwszy tylko dla Polski, drugi dla całej Europy. Dla obu rastrów wykonano dodatkową korektę obszarów z niepożądanymi źródłami światła. Odpowiadającym tym obszarom pikselom nadano wartość 0.

Analizy przestrzenne

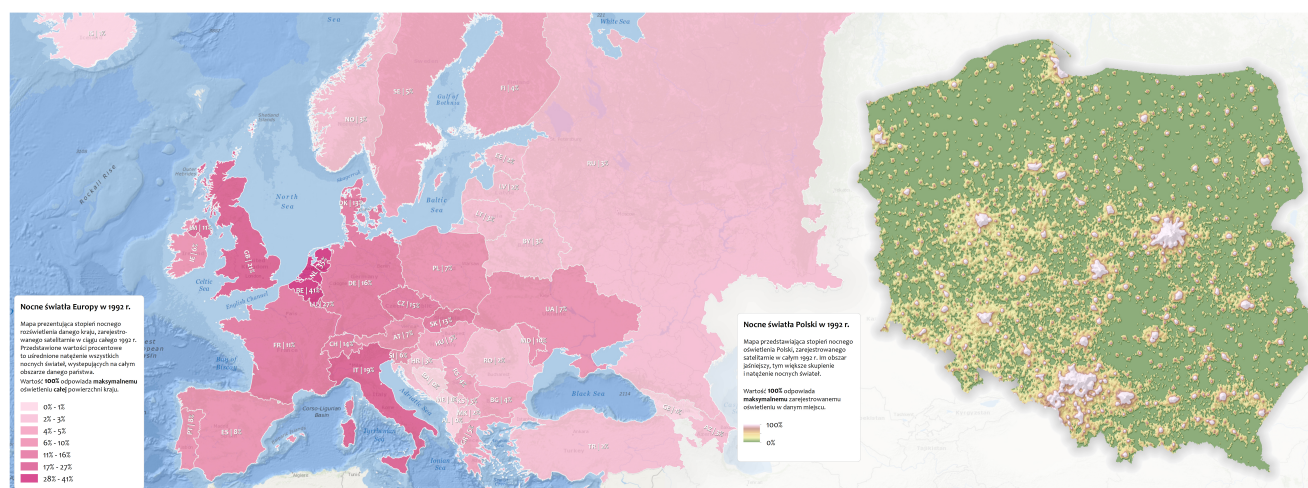
W opisywanym tu opracowaniu wykonane zostały po trzy analizy statystyczne dla roku 1992 i 2012. Pierwszą z nich wykonano dla obszaru całej Europy z podziałem na poszczególne kraje, a drugą – dla obszaru Polski z podziałem na województwa. Trzecią analizę przeprowadzono dla obszaru Polski, z wykorzystaniem siatki kwadratów o boku 5 km. Zadaniem każdej z analiz było obliczenie średnich wartości natężenia światła na obszarach odpowiednio państwa, województw i oczek siatki, na podstawie wartości wszystkich pikseli w nich położonych.

Wizualizacja

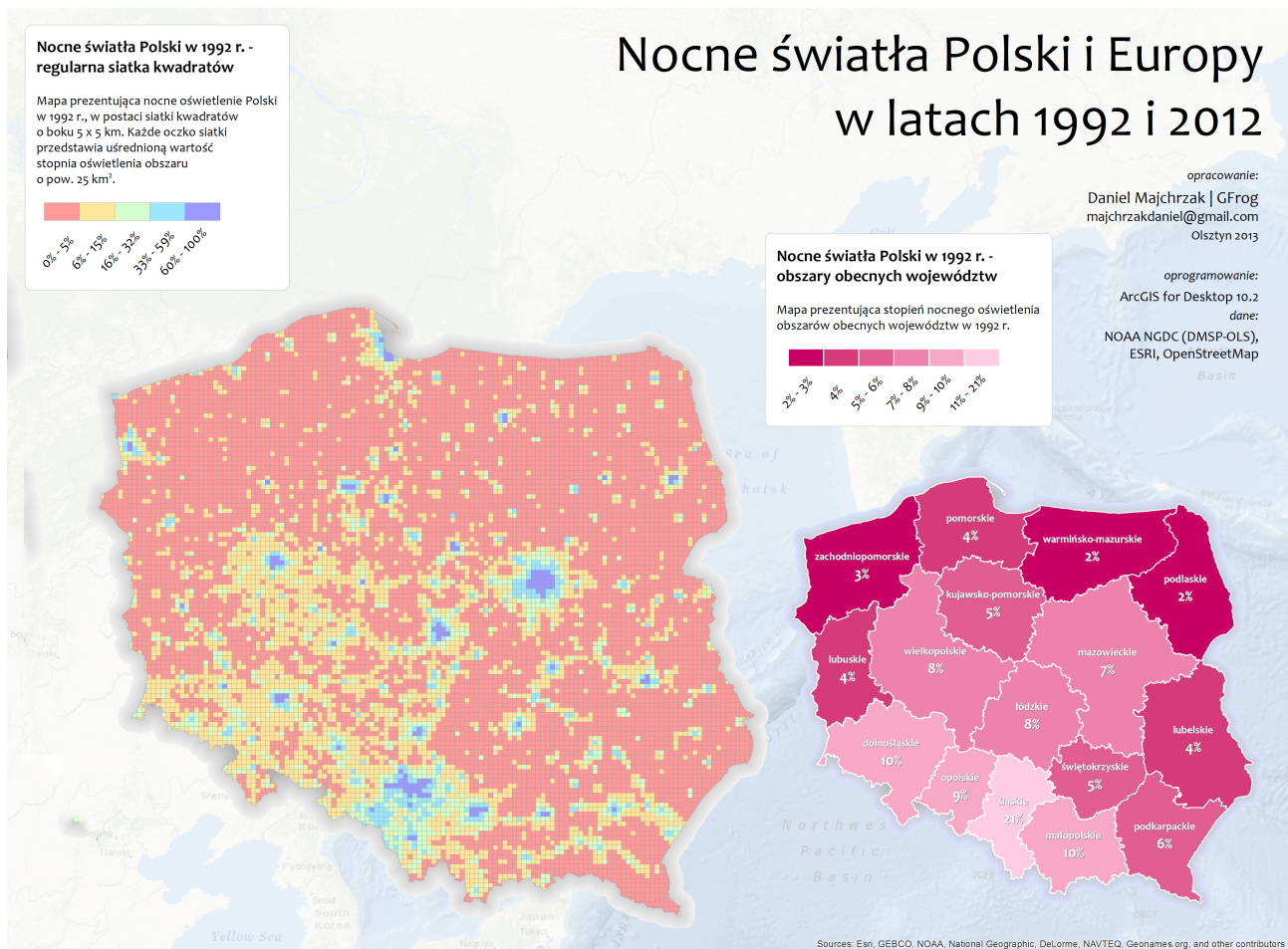
W celu porównania średniego stopnia natężenia oświetlenia z maksymalnym możliwym do zaobserwowania wartości średnie, będące wynikiem obliczeń dla każdego obszaru, zostały podzielone przez wartość 63, która oznacza maksymalne natężenie oświetlenia. W ten sposób uzyskano wartość średniego stopnia oświetlenia każdego obszaru, stanowiącą procentową wartość natężenia maksymalnego. Jeżeli więc średni stopień nocnego oświetlenia Polski w 1992 roku wyniósł 7 proc., oznacza to, że gdyby podzielić nasz kraj na część całkowicie oświetloną maksymalnym zarejestrowanym natężeniem i część zupełnie ciemną, to stosunek powierzchni obu z nich wyniósłby odpowiednio 7:93, co w przybliżeniu daje 1:13.

Obliczono również różnice między natężeniem oświetlenia pomiędzy rokiem 2012 i 1992.

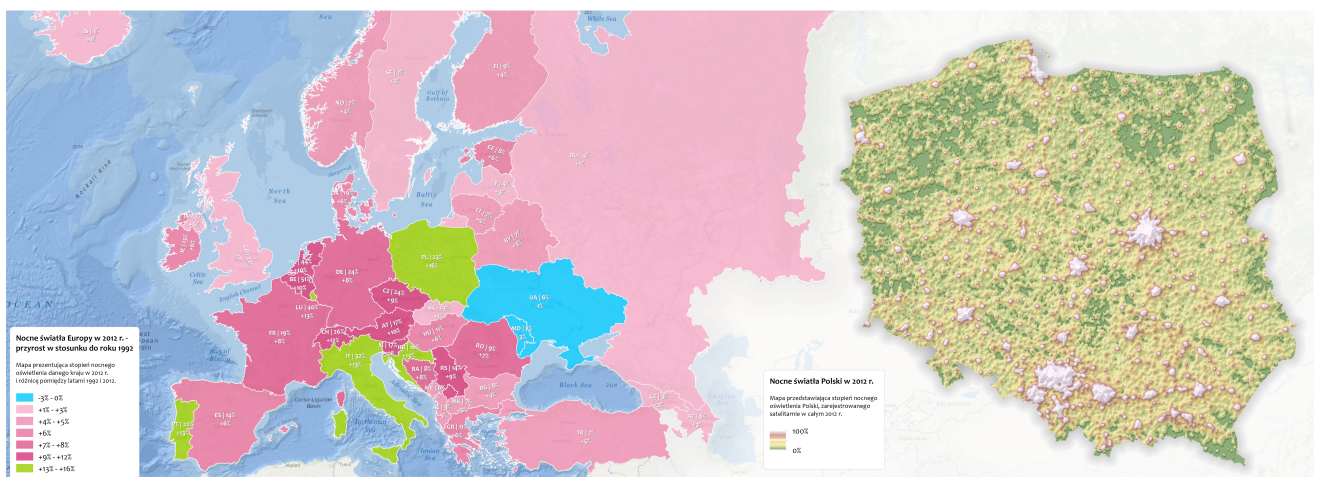
Uzyskane wartości procentowe natężenia oświetlenia zostały sklasyfikowane i wyświetlone w odpowiednich skalach kolorów dla wszystkich analiz. Zwizualizowano również wartości natężenia nocnych świateł dla poszczególnych pikseli rastra źródłowego na obszarze Polski. Tereny o zerowym oświetleniu otrzymały kolor zielony, pośrednie – żółty, a te najbardziej rozświetlone – biały. Dla podkreślenia efektu i większego zróżnicowania przedstawionego zjawiska wygenerowany został raster cieniowania, stosowany zazwyczaj przy analizach ukształtowania terenu. Umieszczono go pod rastrem źródłowym, dzięki czemu różnice w natężeniu oświetlenia stały się jeszcze bardziej widoczne.



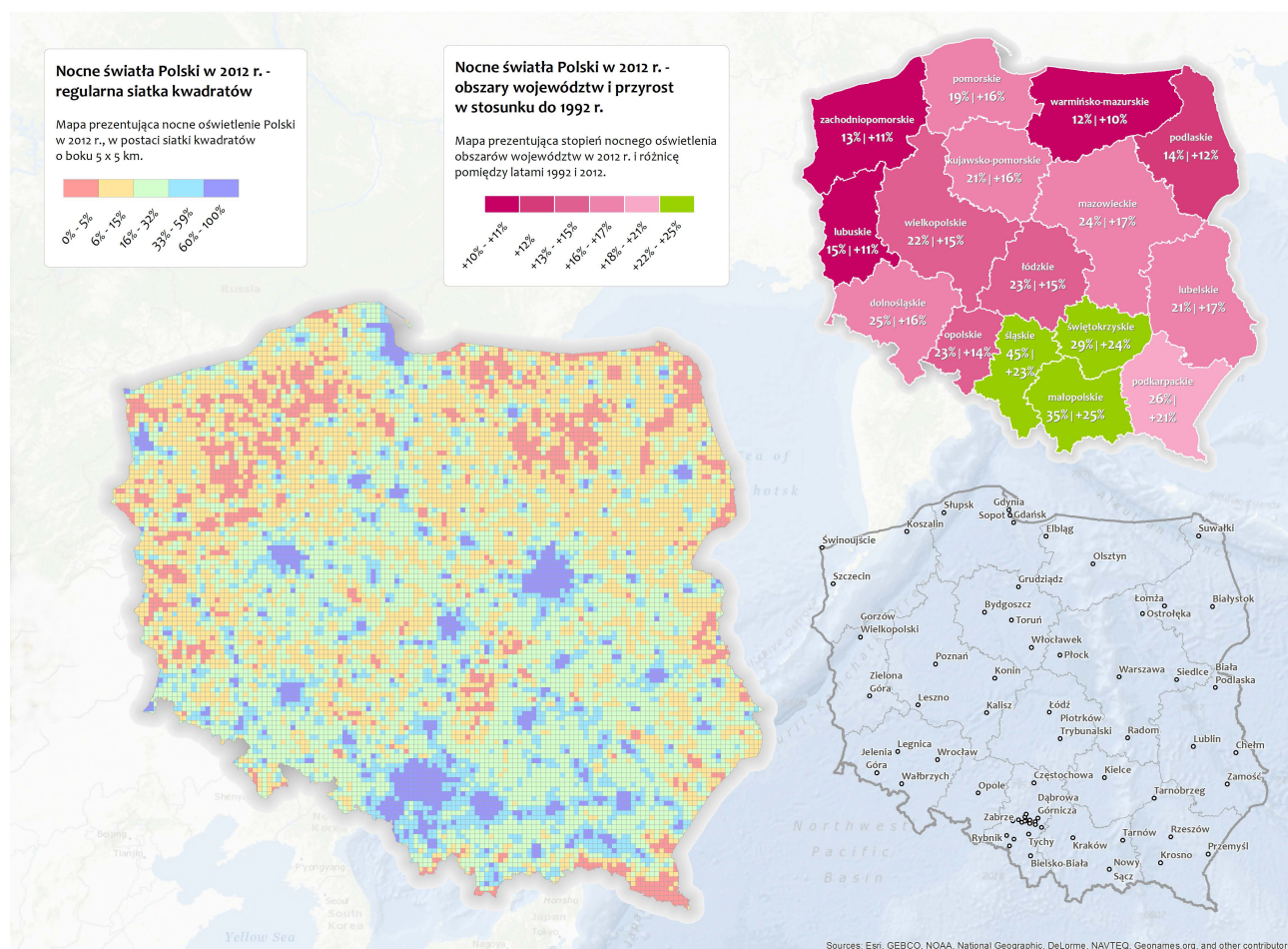
Rys. 1. Procentowe wartości maksymalnego natężenia nocnego oświetlenia obszarów Polski i Europy w 1992 roku, z uwzględnieniem obecnie obowiązujących granic krajów europejskich.



Rys. 2. Natężenie nocnego oświetlenia obszaru Polski w 1992 roku, z podziałem na regularną siatkę kwadratów o boku długości 5 km, stanowiące procentową wartość natężenia maksymalnego.



Rys. 3. Procentowe wartości maksymalnego natężenia nocnych światel na obszarze Polski i Europy w 2012 roku i jego przyrost w stosunku do roku 1992.



Rys. 4. Natężenie nocnych świateł na obszarze Polski w 2012 roku, z podziałem na regularną siatkę kwadratów o boku długości 5 km.

Wnioski płynące z analiz

Jak widać, różnice w natężeniu nocnych światel w roku 1992 i 2012 są bardzo duże. Dla Polski był to okres wzmożonego rozwoju gospodarczego po przemianach ustrojowych, co doprowadziło do tego, że stopień urbanizacji w 2012 roku jest znacznie wyższy niż 20 lat wcześniej. Największe zmiany da się zauważyć w dużych miastach. Znaczne różnice widać także w ich otoczeniu. Obecnie większość terytorium kraju jest w jakimś stopniu oświetlona nocą, a trzy najjaśniejsze województwa to śląskie (oświetlone ze średnim natężeniem 45 proc. maksymalnego zarejestrowanego światła), małopolskie (35 proc.) i świętokrzyskie (29 proc.).

Polska wyróżnia się na tle Europy. Jak widać na mapie z 2012 roku, wzrost średniego stopnia oświetlenia w ciągu 20 lat wyniósł 16 proc., czyli najwięcej ze wszystkich państw europejskich. Warto też zwrócić uwagę na Wielką Brytanię, dla której wzrost średniego stopnia oświetlenia w ciągu 20 lat osiągnął tylko 1 proc. Ciekawie wyglądają również tereny Ukrainy i Mołdawii – to jedyne państwa, w których przyrosty w stosunku do 1992 roku są ujemne. Obecnie najsilniej oświetlonym państwem w Europie jest Belgia, w której średni stopień nocnego oświetlenia wynosi aż 51 proc.

Odpowiedzią na pytanie zadane w tytule powinno być kolejne, a mianowicie: co każdy z nas ujrzy, spoglądając na naszą planetę z góry? Bo kiedy jedni widzą zapierające dech w piersiach widoki, inni dostrzegają dane, które odpowiednio przygotowane mogą posłużyć do przeprowadzenia ciekawych i przydatnych analiz. Mapa nocnych świateł jest przykładem na to, jak łatwo można zbadać zjawisko, jeżeli tylko znajdzie się właściwe zależności między nim samym a zachowaniem ludzi biorących w nim udział lub też innymi zjawiskami, pozornie niepowiązanymi. Możliwości GIS-u w tym zakresie są bardzo duże – ogranicza nas jedynie wyobraźnia.