

# **Świetlana przyszłość – w poszukiwaniu optymalnej lokalizacji ogniw fotowoltaicznych**

Wzrost zainteresowania globalnymi problemami klimatycznymi wywołał dyskusję na temat wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE), do których zalicza się między innymi promieniowanie słoneczne. Wpłynęło to również na rozwój badań mających na celu wdrażanie nowoczesnych technologii pozwalających na optymalne wykorzystanie energii z naturalnych źródeł, z czym niewątpliwie wiąże się określenie najkorzystniejszej lokalizacji dla odpowiednich instalacji. Lokalizacja takich systemów nie powinna być jednak przypadkowa, lecz poprzedzona dokładnymi i rzetelnymi analizami opłacalności oraz wydajności planowanej inwestycji. Badania w tym zakresie prowadzone są między innymi przy użyciu Systemów informacji przestrzennej (GIS), które oferują niezwykle użyteczne narzędzia.

## **Lokalizacja jest ważna**

Wykorzystanie energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej możliwe jest dzięki zastosowaniu ogniw fotowoltaicznych. Jak już zostało wspomniane, lokalizacja takich instalacji nie powinna być przypadkowa.

Analiza wyznaczenia optymalnej lokalizacji ogniw fotowoltaicznych została wykonana dla terenu osiedla Botanik w Lublinie. Należy podkreślić, że teren opracowania położony jest na Wyżynie Lubelskiej wyróżniającej się na tle kraju dużym nasłonecznieniem.

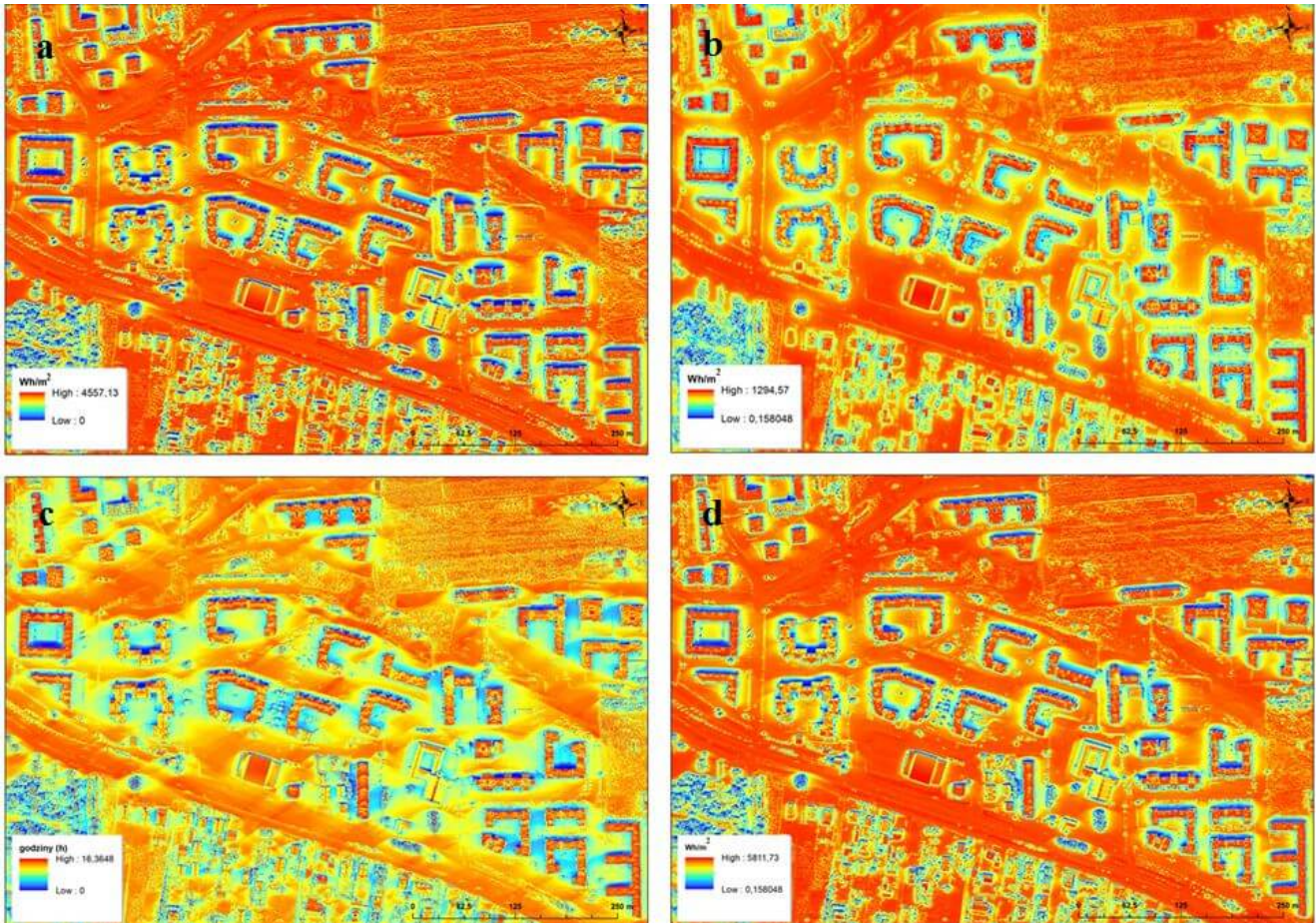
Lokalizacja ogniw fotowoltaicznych została określona

oddzielnie dla gruntu oraz dachów budynków. Optymalnej lokalizacji poszukiwano z uwzględnieniem trzech aspektów: wartości nasłonecznienia, nachylenia i ekspozycji terenu.

## **Analiza nasłonecznienia**

Podstawą do obliczenia nasłonecznienia była dokładna informacja przestrzenna o terenie i elementach jego pokrycia. Ta informacja jest obecnie najlepiej dostępna jako dane LiDAR (ang. *Light Detection And Ranging*), czyli dane pozyskane z wykorzystaniem lotniczego skanowania laserowego. Na ich podstawie wygenerowano numeryczny model pokrycia terenu (NMPT).

Analiza nasłonecznienia terenu została wykonana w oprogramowaniu ArcGIS przy użyciu narzędzia Area Solar Radiation, które uwzględnia promieniowanie bezpośrednie, rozproszone (rys. 1a,b) oraz promieniowanie globalne (rys. 1d) będące sumą promieniowania rozproszonego i bezpośredniego.

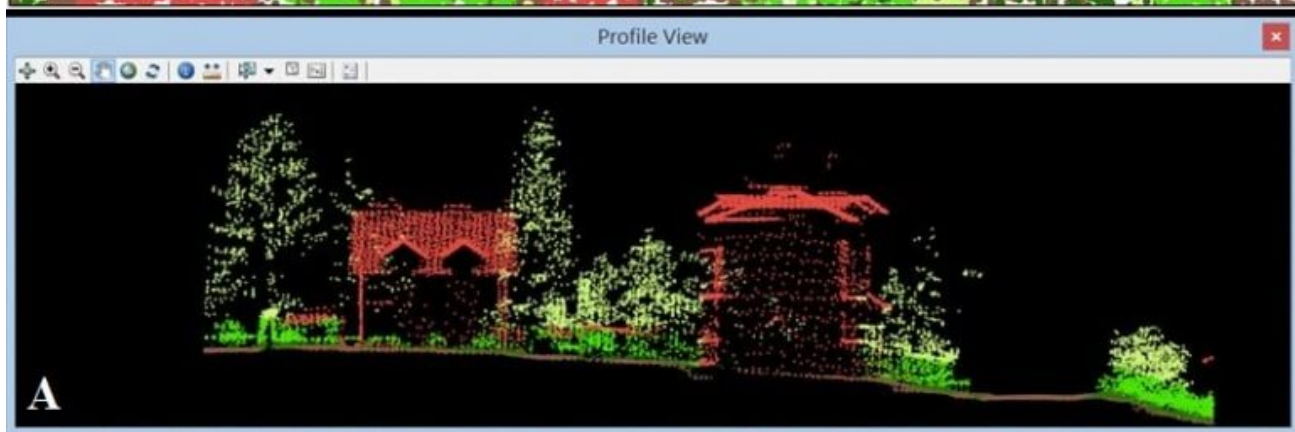
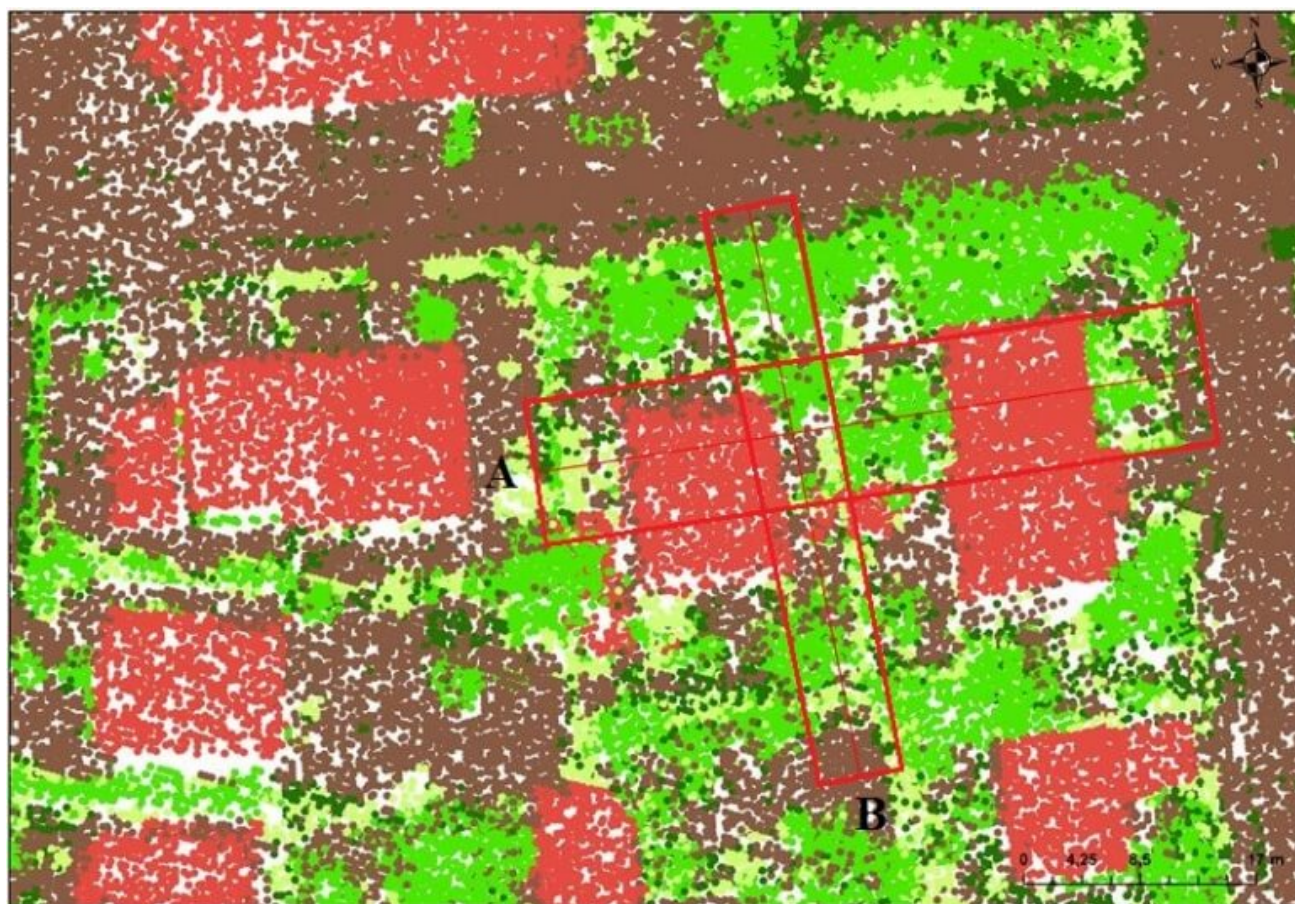


Rys. 1. Rastry wynikowe po zastosowaniu narzędzia Area Solar Radiation: a) promieniowanie bezpośrednie, b) promieniowanie rozproszone, c) czas promieniowania dochodzącego do powierzchni Ziemi, d) promieniowanie globalne

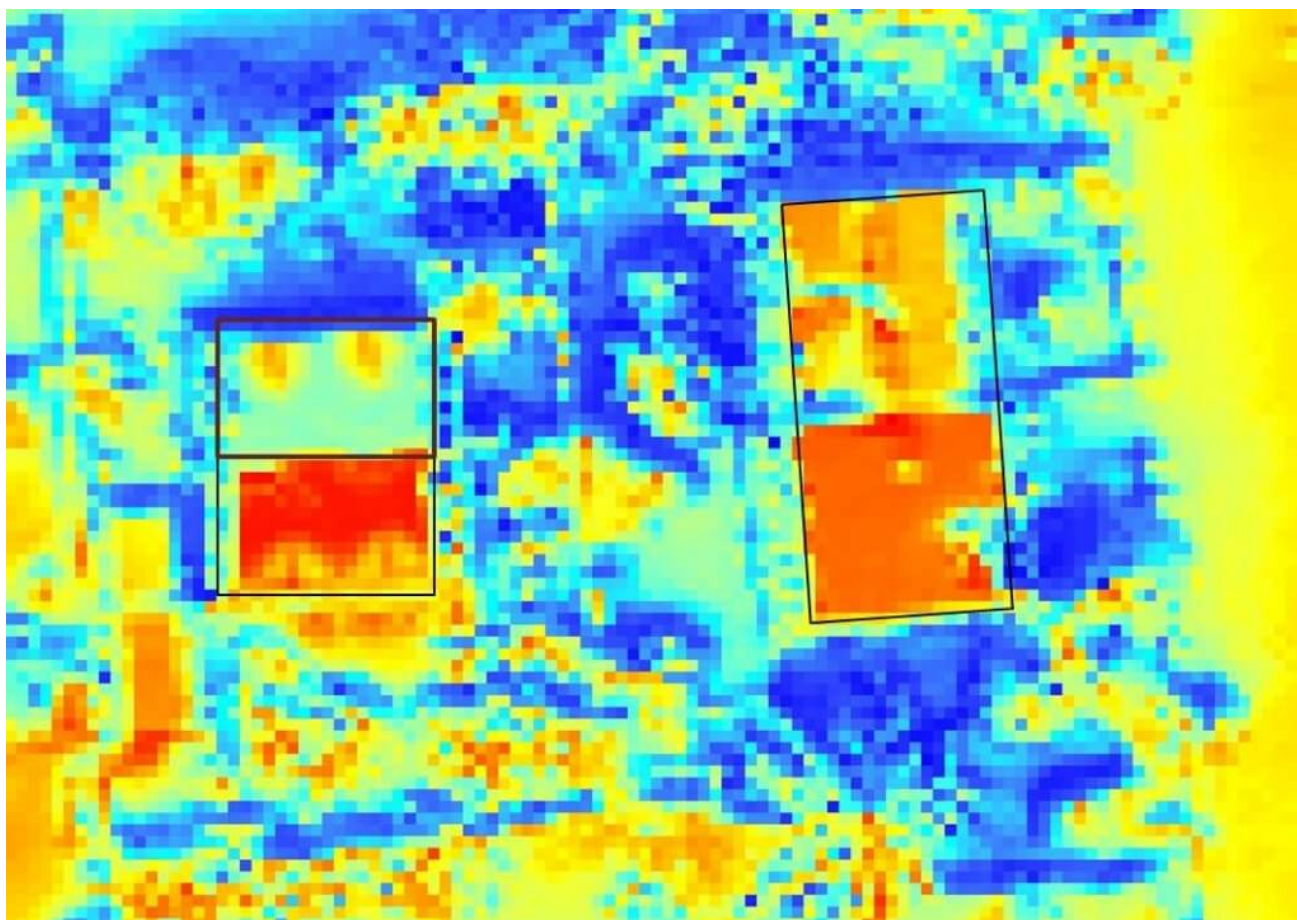
## W chmurze punktów

Oprogramowanie ArcGIS umożliwia także generowanie przekroi przez chmurę punktów LiDAR (rys. 2) oraz tworzenie modeli 3D. Wykonane przekroje pozwalają ustalić przyczynę ograniczonego dostępu do promieniowania słonecznego. W przypadku połączeń dachów ograniczenia te spowodowane są głównie przez otaczające elementy pokrycia terenu takie jak: drzewa, czy wysokie budynki, które powodują niepożądane zacienienie zmniejszające wydajność instalacji solarnych. Taką sytuację obrazują poniższe przekroje (rys. 3ab), na których widoczne są budynki otoczone przez znacznie wyższe drzewa. Analiza nasłonecznienia (rys. 4) wykazała, że dla jednej z połaci dachu budynku, przez

którą przechodzi przekrój AB, wartość nasłonecznienia jest znacznie mniejsza, co spowodowane jest zacienieniem koronami drzew.



Rys. 2. Przekroje przez chmurę punktów LiDAR



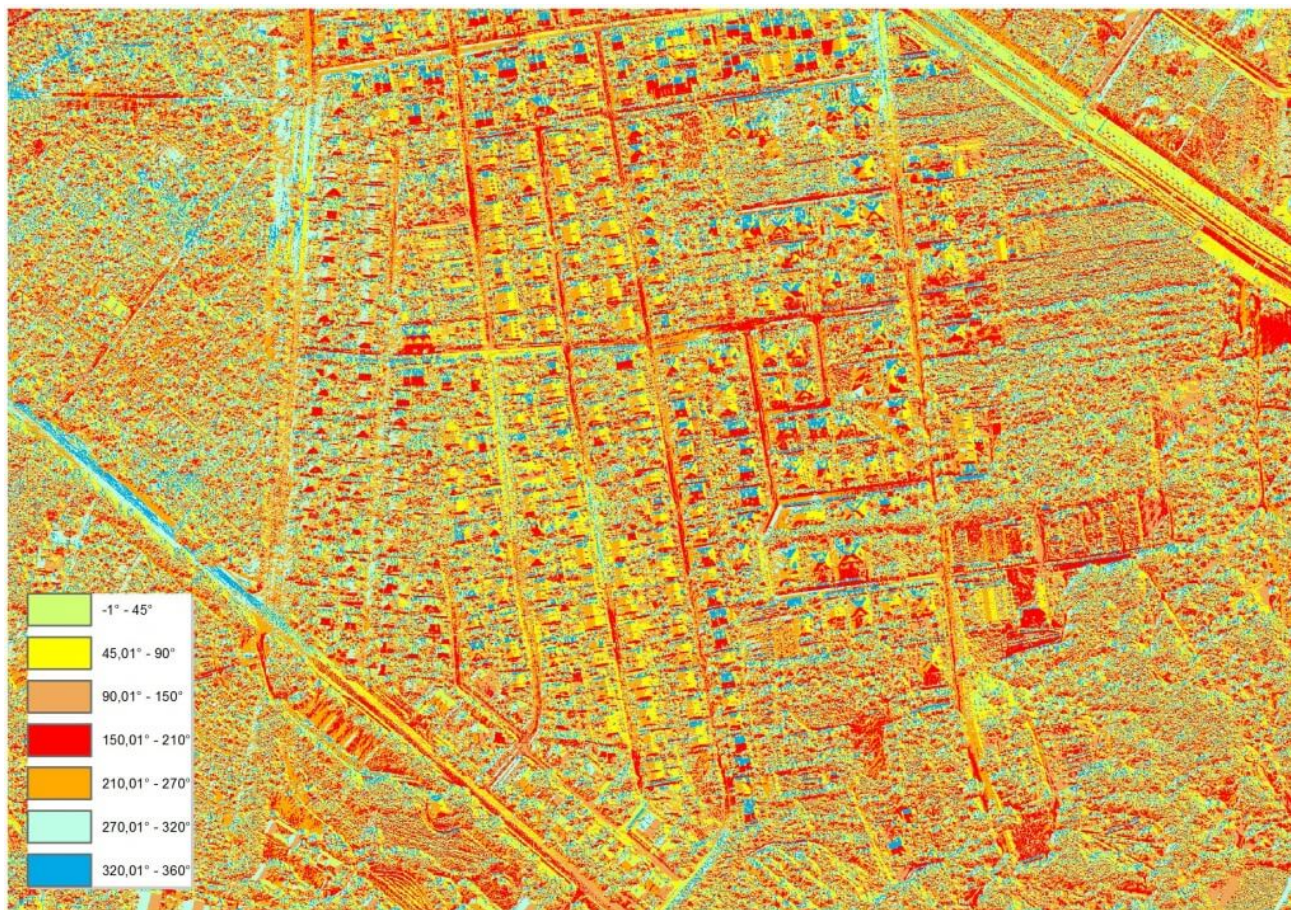
Rys. 3. Analiza nasłonecznienia gruntu i połączi dachów budynków

## Analiza spadków i ekspozycji

Korzystając z funkcjonalności narzędzi Spatial Analyst dostępnych w oprogramowaniu ArcGIS wygenerowano pochodne NMPT tj. spadki (rys. 4) oraz ekspozycję terenu i połączi dachów (rys. 5). Podawane przez specjalistów, najbardziej korzystne parametry dla lokalizacji ogniw fotowoltaicznych to: ekspozycja południowa w przedziale  $150^{\circ}$ – $210^{\circ}$ , spadek terenu wynoszący  $0^{\circ}$ – $6^{\circ}$  oraz spadek połączi dachowych  $20^{\circ}$ – $40^{\circ}$ .



Rys. 4. Mapa spadków terenu i połączi dachów

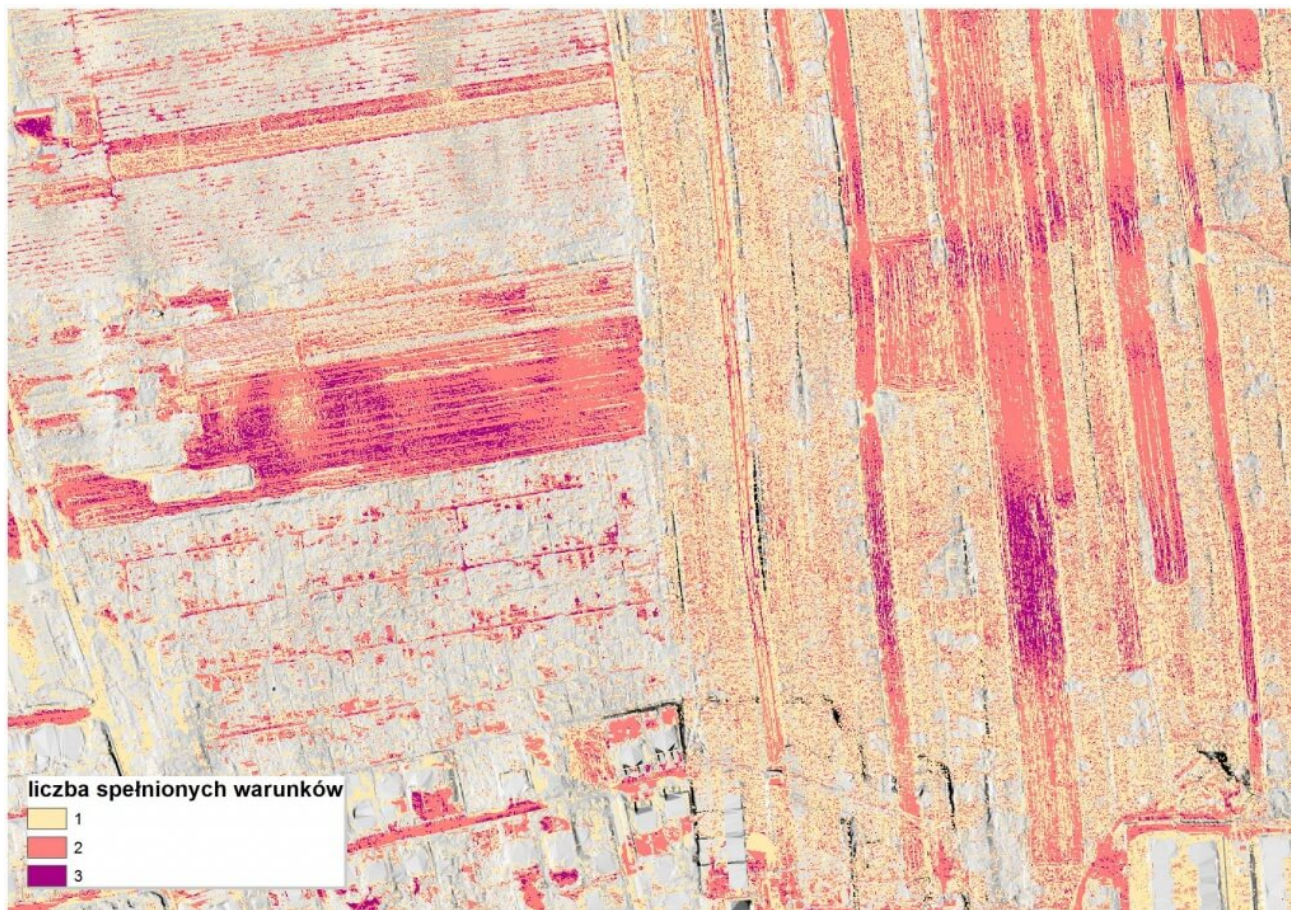


Rys. 5. Mapa ekspozycji terenu i połączi dachów

## Określenie optymalnej lokalizacji ogniw fotowoltaicznych

Otrzymane mapy posłużyły do przeprowadzenia analiz mających na celu określenie najkorzystniejszych miejsc dla lokalizacji ogniw fotowoltaicznych na gruncie oraz na dachach budynków.

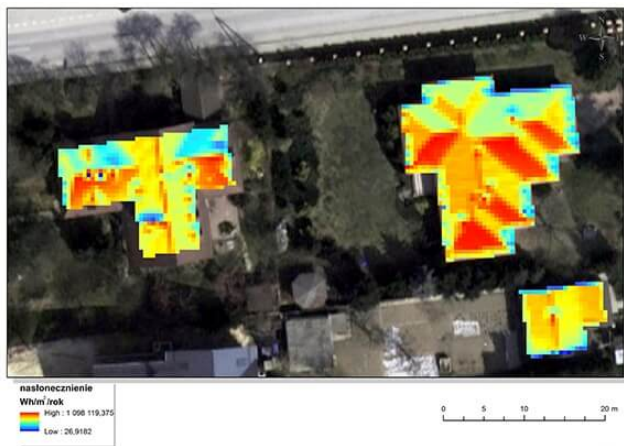
Jako najkorzystniejsze dla lokalizacji ogniw fotowoltaicznych na gruncie wyznaczono te miejsca, które spełniają jednocześnie trzy poniższe kryteria: nasłonecznienie powyżej 1000 kWh/m<sup>2</sup>/rok, spadki 0°–6° oraz ekspozycja południowa 150°–210°. Dodatkowo wyznaczono obszary, które spełniają tylko dwa lub jedno z wyżej określonych kryteriów (rys. 6).



Rys. 6. Mapa optymalnej lokalizacji ogniw fotowoltaicznych na gruncie

Uzyskaną w wyniku analizy wartość nasłonecznienia dachów (rys. 7a) przedstawiono także z uwzględnieniem podziału na poszczególne połacie, dla których obliczono średnie wartości ilości promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni  $1 \text{ m}^2$  (rys. 7b). Wynik pracy przedstawiono także w postaci punktowej, co pozwala na dokładniejsze określenie miejsc o największym nasłonecznieniu w obrębie każdej z połaci (rys. 7c). Za optymalną lokalizację ogniw na dachach budynków uznano miejsca, które charakteryzują się nasłonecznieniem powyżej  $1000 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ , ekspozycją południową  $150^\circ\text{--}210^\circ$  oraz spadkiem połaci dachowych w przedziale  $20^\circ\text{--}40^\circ$  (rys. 7d).





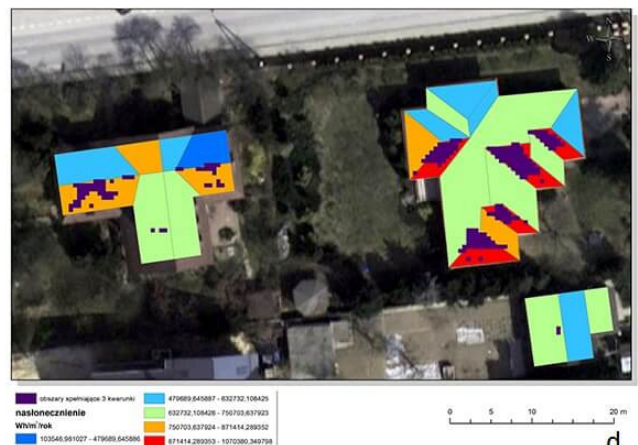
a.



b.



c.



d.

Rys. 7. Poszczególne etapy wyznaczania optymalnej lokalizacji ogniw fotowoltaicznych na dachach budynków: a) wartość nasłonecznienia dachu, b) wartość nasłonecznienia dachu przedstawiona za pomocą metody punktowej, c) średnie nasłonecznienie z podziałem na poszczególne połączenia dachu, d) optymalna lokalizacja ogniw fotowoltaicznych z uwzględnieniem wartości nasłonecznienia, spadków i ekspozycji określonych jako preferowane

## Podsumowanie

Przeprowadzone analizy wskazują na wysoką użyteczność narzędzi GIS w określaniu potencjału solarnego. Pozwalają one w dość prosty i szybki sposób uzyskać dokładne dane dotyczące nasłonecznienia danego terenu. Wyniki uzyskane przy użyciu oprogramowania GIS mogą zostać wykorzystane w wielu dziedzinach. Opracowane mapy mogą okazać się istotne na przykład w planowaniu przestrzennym. Ogólnodostępne mapy

potencjału solarnego mogą także przyczynić się do wzrostu zainteresowania wykorzystaniem fotowoltaiki.