

Radiolinie i opady, czyli jeden z wielu sposobów wykorzystania GIS-u w telekomunikacji

Wstęp

W dobie cyfryzacji i powszechnego dostępu do informacji coraz istotniejsza staje się ich jakość i dokładność. Szczegółowsze dane lepiej opisują rzeczywistość i stanowią solidniejszą podstawę do efektywniejszego podejmowania decyzji. Pomimo dynamicznego rozwoju zaawansowanych technik zbierania danych, nie zawsze udaje się pozyskiwać informacje, które wystarczająco dobrze opisują analizowane zjawiska. Nadal nie mamy pełnych informacji o tak zwyczajnym zjawisku, jakim jest opad atmosferyczny. Opad bywa bardzo zróżnicowany w czasie i przestrzeni, dlatego też pozyskiwanie szczegółowych danych o jego występowaniu i natężeniu za pomocą obecnej siatki deszczomierzy nie jest możliwe. Urządzenia te zbierają dane punktowo w miejscu, w którym zainstalowano czujnik. Poza tym na większości posterunków meteorologicznych odczyty wykonuje się raz na dobę. W związku z tym niezwykle trudne jest wykrywanie lokalnych lub niewielkich opadów. Istnieją, co prawda, radary opadów, natomiast ich użycie jest kosztowne. Rozwiązaniem może być wykorzystanie istniejącej siatki radiolinii operatorów komórkowych do wyznaczania wielkości opadów.

Geneza projektu

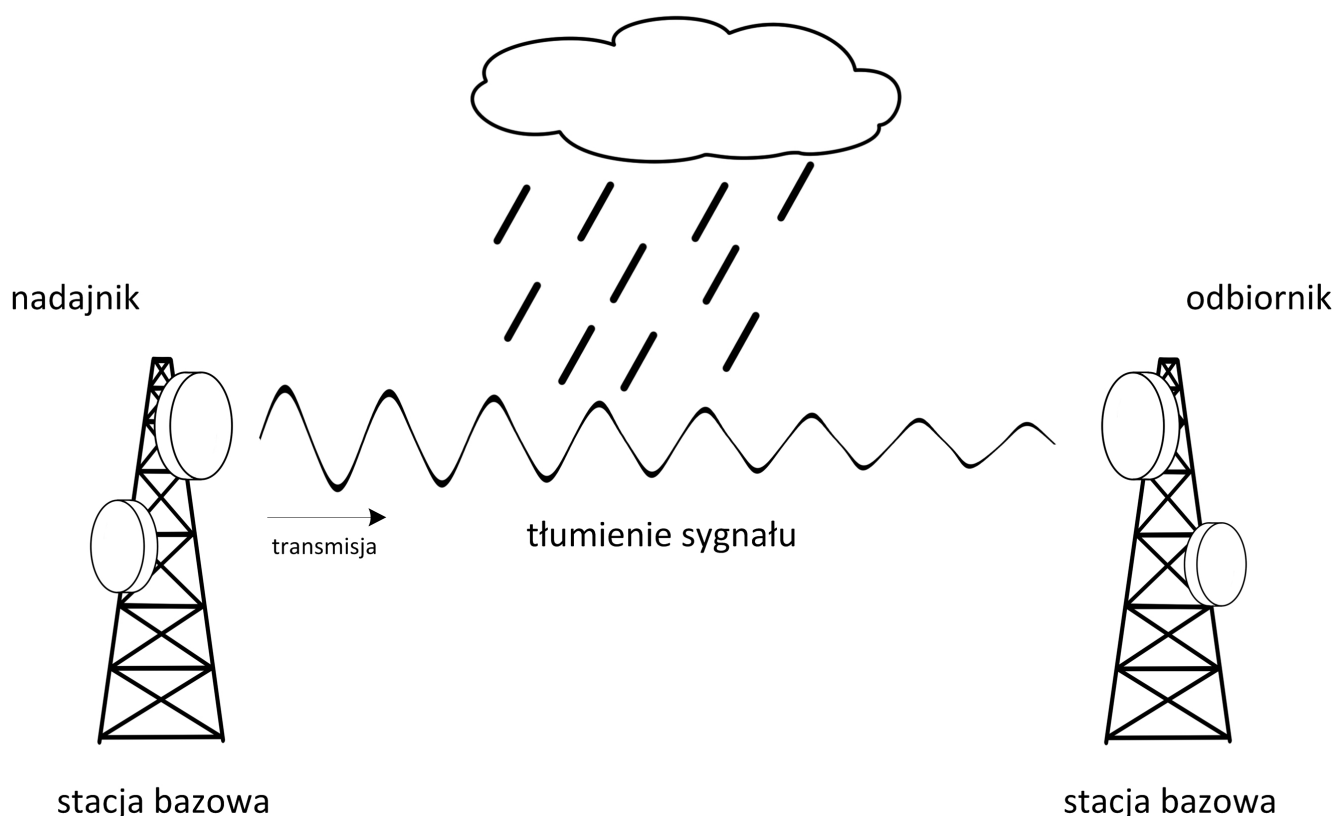
Badania nad możliwością wykorzystania radiolinii jako źródła informacji o opadach atmosferycznych zostały zapoczątkowane w 2009 roku przez dr. inż. Joerga Rieckermanna z Politechniki

Federalnej w Zurychu. We współpracy z Orange w Szwajcarii opracowano model matematyczny pozwalający na pozyskanie informacji o ilości opadów w danym miejscu na podstawie zakłóceń na radiolinii. W 2012 roku z inicjatywy dr inż. Anny Sikorskiej ze Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie realizację podobnego projektu rozpoczęto również w Polsce, w porozumieniu z Orange Labs Polska i ówczesnym zespołem Rozwoju Dostępu Radiowego[1]. Dane zbierano przez cały rok 2013 na obszarze zlewni Potoku Służewieckiego w Warszawie. Równoległe trwały też pomiary danych z deszczomierzy na tym terenie. Analiza porównawcza potwierdziła, że zastosowanie radiolinii daje dokładniejsze i szczegółowsze informacje na temat wielkości i lokalizacji opadu niż deszczomierze[2]. W ramach rozszerzenia projektu wewnątrz Orange Polska w marcu 2014 roku zebrano dane dla całej Polski roku w celu wizualizacji geograficznej wyników analizy.

Jak to działa?

Radiolinie to powszechny system transmisyjny wykorzystywany przez operatorów telekomunikacyjnych do przesyłania informacji za pomocą medium radiowego między centralą a stacją bazową. Komunikacja pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem opiera się na silnie skupionej wiązce mikrofal. Długości radiolinii wahają się od kilku do kilkunastu kilometrów – najdłuższa radiolinia ma ok. 30 km i prowadzi do stacji bazowej położonej na Morzu Bałtyckim. Fale te są tłumione i rozpraszane przez krople deszczu, co powoduje zwiększenie różnicy między mocą sygnału nadawanego i odbieranego. Na tej podstawie można określić natężenie opadu atmosferycznego pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem. Zważywszy na to, że radiolinie mają długość od kilkuset metrów do kilkunastu kilometrów, możliwe jest dość dokładne umiejscowienie wystąpienia opadu w przestrzeni na konkretnym odcinku. Aby obliczyć wielkość opadu, niezbędne są następujące dane: poziom mocy sygnału wysłanego, poziom mocy sygnału odebranego, współrzędne i wysokość n.p.m. anten

radiolinii, częstotliwość sygnału, polaryzacja fali radiowej oraz modulacja sygnału. Atutem tego rozwiązania jest możliwość wykorzystania gotowej infrastruktury radiowej – Orange Polska posiada ok. 2 tys. radiolinii.



Rys. 1. Wpływ opadu na działanie radiolinii (opracowanie: Paweł Jagiełło)

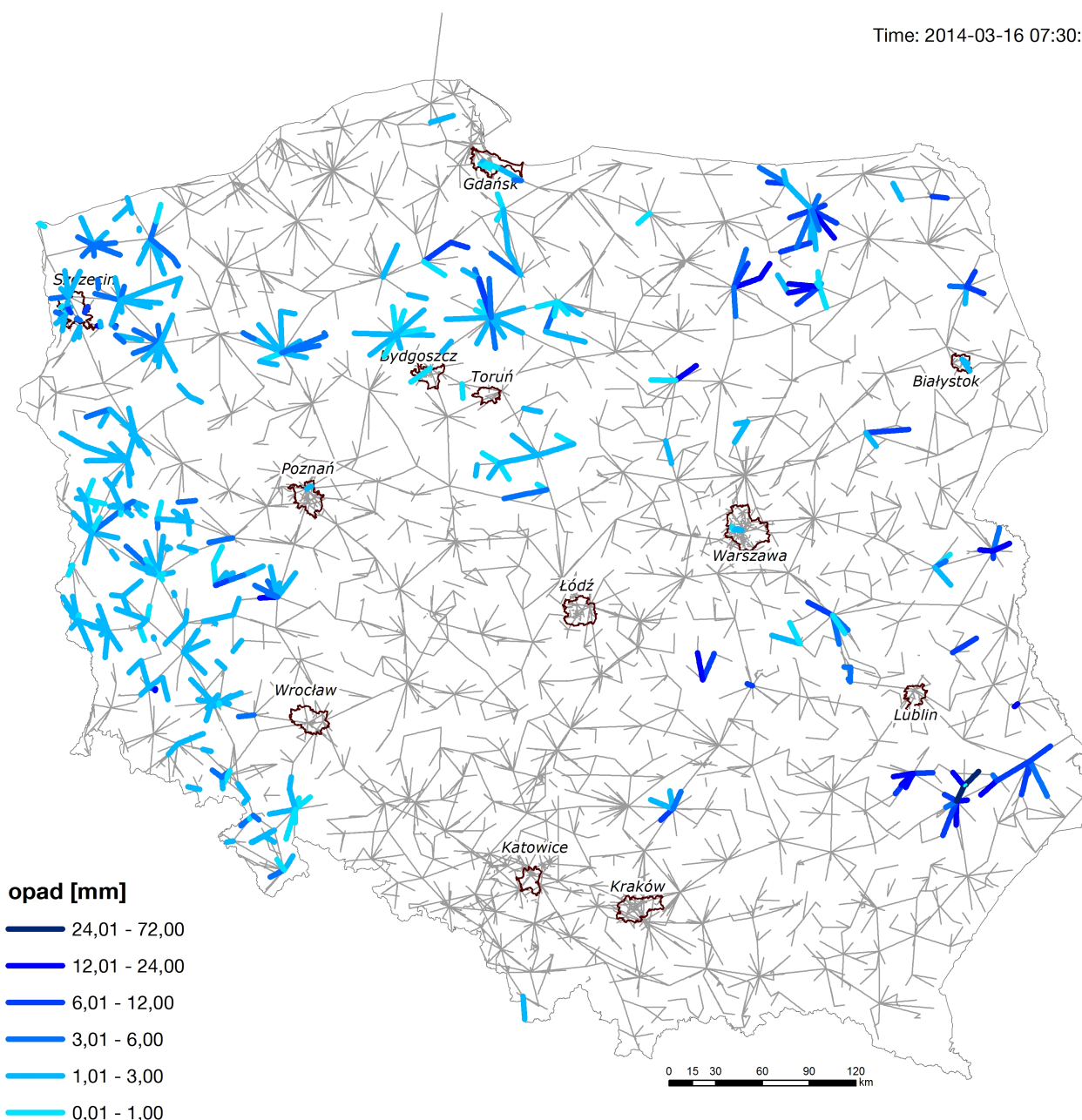
Przetwarzanie danych

Dane zebrano w dniach 15–16 marca 2014 roku w ciągu 48 godzin, w przedziałach czasowych wynoszących 15 minut, ze względu na ograniczenia technologiczne – tylko z 416 radiolinii. Uzyskane dane zostały przetworzone i zapisane w arkuszu kalkulacyjnym. Wyliczone wielkości opadów wraz z niezbędnymi informacjami odnośnie do radiolinii (m.in. współrzędne początków i końców radiolinii oraz czasu dokonania pomiaru) zaimportowano do programu [ArcGIS](#) for Desktop. Następnie na tej podstawie

utworzono wektorową warstwę liniową, której przypisano wielkości opadów oraz czasu rejestracji. Dla każdego dokonanego na danej radiolinii pomiaru istniał osobny obiekt liniowy. Dane te stanowiły podstawę do dalszych prac, czyli wykonania wizualizacji i analizy wielkości opadów na terenie kraju. Ze względu na dużą liczbę pomiarów (prawie 200 dla każdej radiolinii), niezwykle trudne byłoby porównywanie zmian na statycznych mapach. Potrzebne było narzędzie prezentacji pokazujące dynamicznie wielkość opadu w czasie. Zdecydowano się na wykonanie dwóch animacji – czasowej i grupowej.

Wizualizacja – animacja czasowa

Animacja czasowa umożliwia pokazanie zmian w warstwach dla określonej daty i czasu. Dzięki temu w jednej chwili są wyświetlane obiekty tylko z danego momentu. Aby to uzyskać, należało we właściwościach warstwy uaktywnić pole czasu. Do wykonania animacji wykorzystano suwak czasu dostępny w pasku narzędzi animacji. Narzędzie to pozwoliło na zdefiniowanie m.in. interwałów czasowych, w jakich mają być wyświetlane obiekty, oraz formatu wyświetlanej daty i czasu. Dzięki temu równocześnie z animacją wyświetlają się data i czas pomiaru, dla którego prezentowane są dane. Animacja pokazuje wielkość opadu, który wystąpił na radiolinii w danej chwili. W związku z tym na wizualizacji nie można zauważyć, ile deszczu spadło poza radioliniami, z których pochodziły dane. Aby móc to zaprezentować, wykorzystano interpolację i animację grupową.

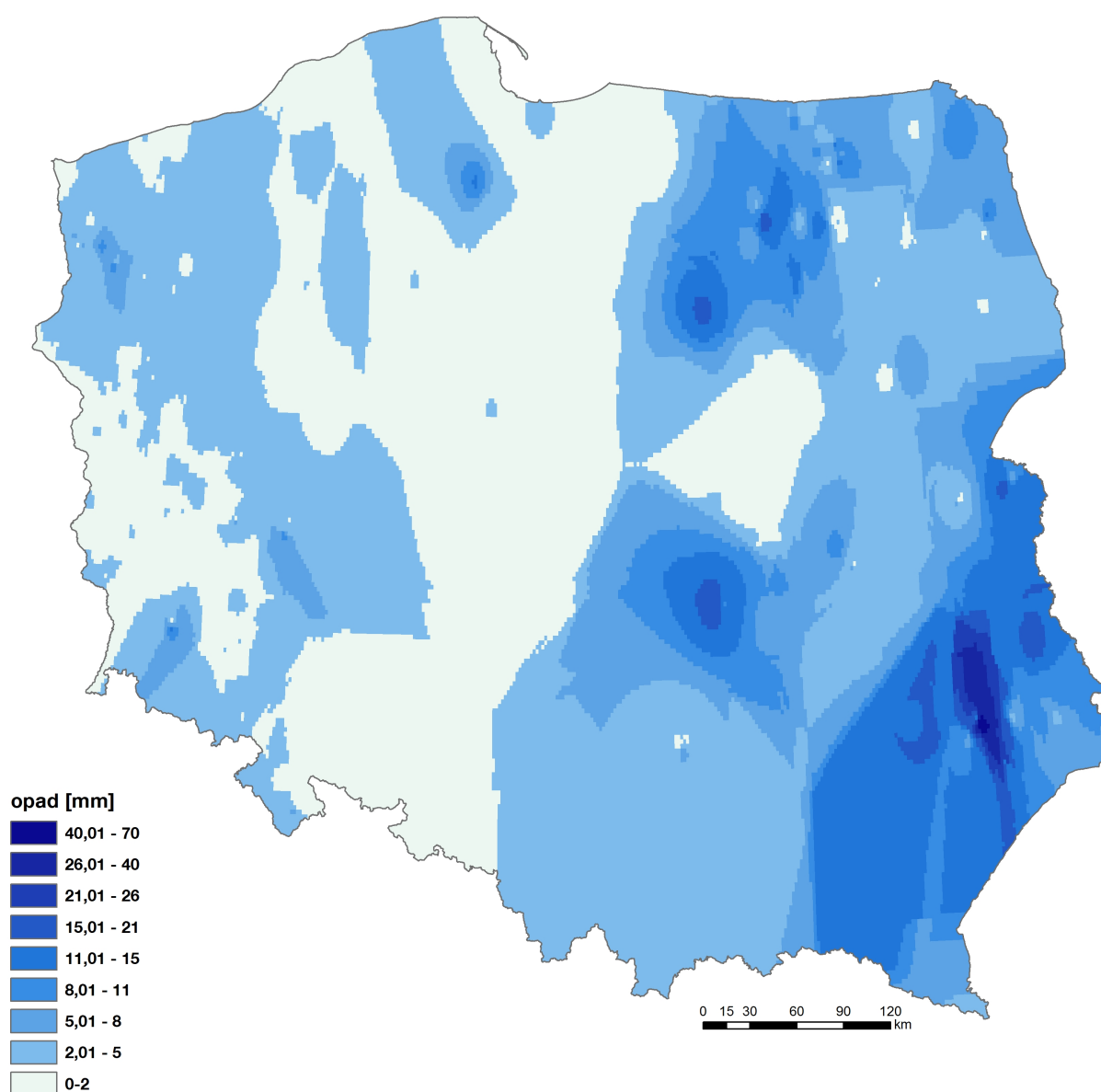


Rys. 2. Wizualizacja ilości opadów atmosferycznych na podstawie pomiarów sygnałów na radioliniach Orange Polska SA

Wizualizacja – animacja grupowa

Aby przedstawić symulację opadu w całym kraju, wykonano interpolację danych. Dla każdego momentu w czasie stworzono osobną warstwę punktową zawierającą środki geometryczne linii z przypisanymi wartościami opadu i czasem pomiaru, a następnie wykonano interpolację, tworząc w ten sposób rastry prezentujące estymowany opad na obszarze całego kraju. Pracę

zautomatyzowano za pomocą Model Buildera, co znacznie przyspieszyło proces. Następnie nadano taką samą symbolizację wszystkim warstwom i zgrupowano je. Korzystając z paska narzędzi animacji, stworzono animację grupową prezentującą symulację opadu w całym kraju, zmieniającą się w przestrzeni i czasie.



Rys. 3. Symulacja ilości opadów atmosferycznych na podstawie pomiarów sygnałów na 416 radioliniach Orange Polska SA przedstawionych na rys. 2

Pomysły na przyszłość

Dzięki wizualizacjom udało się zaprezentować w efektywniejszy i efektywniejszy sposób możliwość wykorzystania radiolinii w pozyskiwaniu informacji o opadach. Byłoby to niezwykle trudne do osiągnięcia tylko przy pomocy samych liczb i wykresów. Jednakże szerokie wykorzystanie opisywanej metody wymagałoby wdrożenia dedykowanego projektu, który powinien obejmować:

- zbieranie danych on-line w wymaganych interwałach ze wszystkich radiolinii,
- automatyzację procesu od momentu zbierania logów ze stacji, poprzez opracowanie danych, aż do ich wizualizacji,
- archiwizowanie danych,
- dostęp on-line poprzez aplikację internetową do wyników i ich wizualizacji.

Ze względu na częstotliwość zbierania danych oraz na możliwość lepszego wykrywania lokalnych opadów i ich natężenia, wyniki uzyskiwane za pomocą opisywanej metody mogą stanowić bardzo dobre uzupełnienie informacji pochodzących z deszczomierzy. Metoda ta pozwala również na tworzenie lepszych map opadów w trybie on-line. Z kolei archiwizowanie danych umożliwiłoby analizę danych historycznych, a w konsekwencji byłoby przydatne przy przewidywaniu zagrożenia powodziowego.

[\[1\]](#) W skład zespołu projektowego wchodził: Jacek Werner, Fryderyk Lewicki, Grzegorz Kinal, Marcin Pałkowski, Andrzej Ługowski, Władysław Budynkiewicz, Grzegorz Zagórda, Marek Mastalerz, Tomasz Świtka, Aleksander Jakubczak.

[\[2\]](#) Sikorska A. E., (2013) *Uncertainty analysis of rainfall-runoff predictions for a small urbanized basin*.