



Centrum
Informacji
Kryzysowej



Geoinformacja

w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie w Polsce

2015

Geoinformacja w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie w Polsce
Wydanie 1.

Redaktor prowadzący:

Alicja Głazek

Redakcja:

Anna Foks-Ryznar

Marta Milczarek

Maria Niedzielko

Jakub Ryzenko

Wydawca:

Centrum Informacji Kryzysowej

Centrum Badań Kosmicznych PAN

ul. Bartycka 18a

00-716 Warszawa

Tel.: (+48) 22 496 64 67

www.informajakryzysowa.pl

Warszawa, kwiecień 2016

Na okładce:

Zdjęcie główne: Huragan Arthur (NASA, Międzynarodowa Stacja Kosmiczna, 07.03.2014): www.nasa.gov.

Zdjęcia znajdujące się w górnym pasku (w kolejności od lewej do prawej strony): Dron, Platforma EASY FLeYe oraz wygenerowany przez jej sensory model 3D terenu; ćwiczenia sztabowe Table Top Excercise (TTX 2015) w ramach projektu EDEN, Międzywojewódzkie Ćwiczenia Centralnego Odwodu Operacyjnego PSP (ćwiczenia poligonowe w ramach projektu EDEN).

W celu otrzymania szczegółowych informacji dotyczących niniejszego opracowania prosimy o kontakt z Alicją Głazek, tel.: 518 615 221, e-mail: aglazek@cbk.waw.pl

Opracowanie „Geoinformacja w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie w Polsce” ma na celu usystematyzowanie wiedzy na temat obecnego wykorzystania geoinformacji w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie w Polsce. Intencją dokumentu jest wprowadzenie w zrozumiały i przystępny sposób czytelników związanych z procesem zarządzania kryzysowego w zagadnienia dotyczące geoinformacji oraz diagnoza obecnego stanu jej wykorzystania w tym obszarze.

W rozdziale pierwszym przedstawione zostały zagadnienia teoretyczne związane z technologiami geoinformacyjnymi i teledetekcją. W dalszej części opracowania zostały zaprezentowane różne źródła danych satelitarnych, które mogą być wykorzystane na potrzeby zarządzania kryzysowego i ratownictwa. W rozdziale trzecim dokonano przeglądu nowoczesnych rozwiązań geoinformacyjnych stosowanych obecnie w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie w Polsce. Ankieta przeprowadzona wśród podmiotów zarządzania kryzysowego i ratownictwa umożliwiła na zapoznanie się z ich działalnością w aspekcie stosowania geoinformacji. Wyniki ankiety dostarczyły informacji na temat obecnej sytuacji wykorzystywania geoinformacji w procesie zarządzania kryzysowego. Dzięki temu, w opracowaniu przedstawione zostały wybrane przykłady dobrych praktyk wykorzystywania geoinformacji w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie w Polsce. Dokonano również przeglądu regionalnych i lokalnych geoportali pod kątem przechowywania przestrzennych informacji związanych z zarządzaniem kryzysowym oraz zaprezentowano wybrane przykłady dobrych praktyk. Przedstawiono również najciekawsze rozwiązania aplikacji mobilnych wspierające działania uczestników zarządzania kryzysowego i dostarczające informacji mieszkańcom.

Autorem dokumentu jest Centrum Informacji Kryzysowej (CIK) działające od 2013 roku przy Centrum Badań Kosmicznych PAN w ramach Zespołu Obserwacji Ziemi. Misją CIK jest dostarczanie rzetelnej i wiarygodnej informacji uczestnikom procesu zarządzania kryzysowego. W codziennej pracy Centrum Informacji Kryzysowej efektywnie wykorzystywane są istniejące możliwości techniczne w zakresie informacji geoprzestrzennej oraz badań satelitarnych. CIK stale współpracuje z Komendą Główną Państwowej Straży Pożarnej oraz wojewódzkimi centrami zarządzania kryzysowego. W ramach swojej działalności zespół CIK bierze udział w wielu ćwiczeniach poligonowych jako wsparcie geoinformacyjne, m.in. w ćwiczeniach koordynacji działań międzynarodowych grup poszukiwawczo-ratowniczych POLEX 2013, ćwiczeniach MSW Pionex 2014 i ćwiczeniach EDEN 2015.

Zespół Centrum Informacji Kryzysowej ma nadzieję, iż niniejszy dokument przyczyni się do dalszego poszerzania wykorzystania technologii geoinformacyjnych w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie oraz zacieśnienia więzi współpracy pomiędzy dostawcami technologii, danych i analiz geoinformacyjnych oraz instytucjami zarządzania kryzysowego.

Centrum Informacji Kryzysowej

SPIS TREŚCI

1. Wstęp do geoinformacji	5
1.1. Geoinformacja – ogólne zagadnienia	7
1.2. Podstawy teledetekcji	11
1.3. Przegląd polskiego ustawodawstwa pod kątem wykorzystywania geoinformacji w procesie zarządzania kryzysowego	14
2. Źródła danych dla technologii geoinformacyjnych wykorzystywanych w procesie zarządzania kryzysowego w Polsce	16
2.1. Dane teledetekcyjne.....	16
2.2. Systemy nawigacji satelitarnej	31
2.3. Systemy informacji przestrzennej	31
2.4. Infrastruktura informacji przestrzennej	32
2.5. Użycie obrazowań satelitarnych w zarządzaniu kryzysowym.....	36
2.5.1. Program Copernicus	36
2.5.2. Przykładowe produkty Centrum Informacji Kryzysowej	45
3. Przegląd stosowanych technologii geoinformacyjnych w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie	48
3.1. Podmioty procesu zarządzania kryzysowego wykorzystujące technologie geoinformacyjne – wybrane przykłady dobrych praktyk.....	49
3.2. Geoportal jako źródło przestrzennych informacji o zarządzaniu kryzysowym dla mieszkańców i organów administracji – wybrane przykłady dobrych praktyk	65
3.2.1. Geoportale regionalne	65
3.2.2. Geoportale lokalne	69
3.2.3. Geoportale tematyczne wspierające działania służb zarządzania kryzysowego.....	77
3.3. Aplikacje mobilne wspierające zarządzanie kryzysowe	84
Słownik skrótów	92
Bibliografia	96

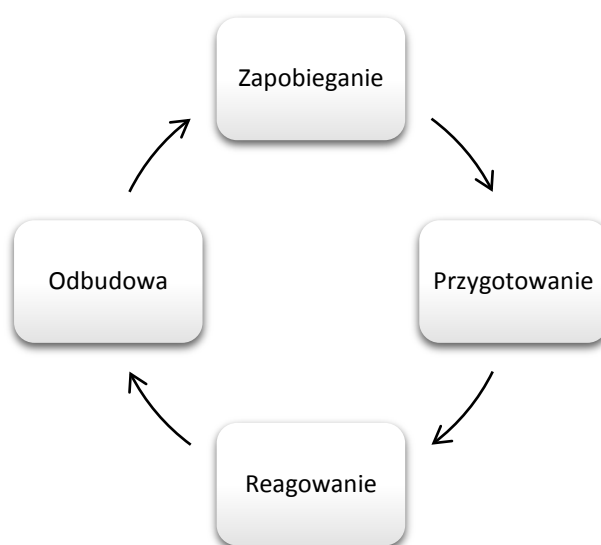
1. Wstęp do geoinformacji

Literatura poświęcona tematyce bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego prezentuje liczne definicje kryzysu. Jedno z najbardziej trafnych określeń tego zjawiska zawarte zostało w Słowniku Terminów z Zakresu Bezpieczeństwa Narodowego (Zdrodowski i in., 2008), w którym **kryzys** to „*sytuacja będąca następstwem zagrożenia, prowadząca w konsekwencji do zerwania lub znacznego osłabienia więzów społecznych, przy równoczesnym poważnym zakłóceniu funkcjonowania instytucji publicznych, jednak w takim stopniu, że użyte środki do zapewnienia lub przywrócenia bezpieczeństwa nie uzasadniają wprowadzenia żadnego ze stanów nadzwyczajnych przewidzianych w Konstytucji RP*”. Kryzys, często zamiennie nazywany katastrofą, powoduje destabilizację oraz poczucie braku bezpieczeństwa, które może dotknąć jednostkę, grupę, lub daną społeczność. Kryzys często jest mylony bądź utożsamiany z sytuacją kryzysową, co należy uznać za błąd (Górska, 2013). Zgodnie z Ustawą z dn. 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym, sytuacja kryzysowa jest to sytuacja, która wpływa negatywnie na poziom bezpieczeństwa ludzi, mienia lub środowiska, wywołując znaczne ograniczenia w działaniu właściwych organów administracji publicznej, ze względu na nieadekwatność posiadanych sił i środków. Jedną z przestanek uznania sytuacji za kryzysową jest eskalacja jej skutków mimo stosowania narzędzi przeciwdziałających. Jeżeli jednak podejmowane działania są nieskuteczne prowadzi to do utraty kontroli nad sytuacją, a w rezultacie do kryzysu, który należy traktować jako kulminacyjną fazę podczas trwania sytuacji kryzysowej. W związku z powyższym sytuacja kryzysowa jest pojęciem szerszym od pojęcia kryzysu. Należy mieć także na uwadze, że każdy kryzys jest sytuacją kryzysową, ale nie w każdej sytuacji występuje zjawisko kryzysu. Tym co łączy te dwa zjawiska, będąc jednocześnie ich przyczyną, są różnego rodzaju zagrożenia, które w ogólny sposób można sklasyfikować według ich źródła na naturalne (inaczej klęski żywiołowe - powódź, susza, trzęsienie Ziemi, pożar, etc.) oraz cywilizacyjne (spowodowane działalnością człowieka – awarie chemiczne, katastrofy jądrowe, emisja szkodliwych substancji etc.) (Wolanin, 2005). Przeciwdziałaniu zjawiskom, o których mowa powyżej ma służyć **zarządzanie kryzysowe**, które jest działalnością organów administracji publicznej polegającą na zapobieganiu sytuacjom kryzysowym, przygotowaniu do przejmowania nad nimi kontroli w drodze zaplanowanych działań, reagowaniu w przypadku ich wystąpienia oraz usuwaniu ich skutków (art. 2. Dz.U. 2007 nr 89 poz. 590). Inaczej mówiąc jest to ogół procedur i metod zaplanowanych działań mających na celu wydzwignięcie społeczeństwa i środowiska z sytuacji kryzysowej oraz przywrócenie stanu pierwotnego.

Zarządzanie kryzysowe jest złożonym procesem realizowanym w czterech fazach (Kunikowski, 2002) (rys. 1.1):

- zapobieganie – związane z działaniami eliminującymi, redukującymi lub ograniczającymi skutki ewentualnych zagrożeń,

- przygotowanie – związane z wcześniejszym planowaniem przedsięwzięć w przypadku zaistnienia zagrożenia lub katastrofy oraz powiększanie zasobów sił i środków do prowadzenia akcji ratunkowej,
- reagowanie – celem jest zahamowanie rozwoju sytuacji kryzysowej, niesienie bezpośrednio pomocy poszkodowanym oraz ograniczanie strat i zniszczeń,
- odbudowa – rodzaj przedsięwzięć materialnych i moralnych zmierzających do przywrócenia (co najmniej) stanu poprzedniego, sprzed sytuacji kryzysowej.



Rys. 1.1. Fazy zarządzania kryzysowego.

Podstawowymi parametrami opisującymi zdarzenie kryzysowe są **miejsce** i **czas**, stąd każda generowana informacja na temat zdarzeń kryzysowych jest informacją przestrzenną. W związku z tym źródła danych przestrzennych, np. systemy informacji przestrzennej (SIP), systemy nawigacji satelitarnej, zobrazowania satelitarne czy zdjęcia lotnicze mają istotne znaczenie we wszystkich fazach zarządzania kryzysowego. Wraz z postępującym rozwojem technologicznym systemy informacji przestrzennej znajdują coraz szersze zastosowanie w zarządzaniu kryzysowym jako narzędzie wspierające proces decyzyjny. Dzięki narzędziom geoinformacyjnym możliwa jest identyfikacja zagrożeń w aspekcie przestrzennym, modelowanie ich przebiegu, przewidywanie skutków zdarzeń, czy opracowywanie scenariuszy zagrożeń. Informacja przestrzenna występuje w każdej fazie zarządzania kryzysowego. Przykładami produktów przetwarzania informacji przestrzennej stosowanych w różnych fazach są m.in.: interdyscyplinarne analizy przestrzenne, prognozy i mapy zagrożeń, wrażliwości i ryzyka, modele i wizualizacje terenu oraz poszczególnych obiektów, modele i wizualizacje zagrożeń, plany zagospodarowania przestrzennego związane z zarządzaniem kryzysowym, plany ewakuacji, mapy strat czy plany odbudowy (Gaździcki, 2006). Ponieważ na terenie Polski największym

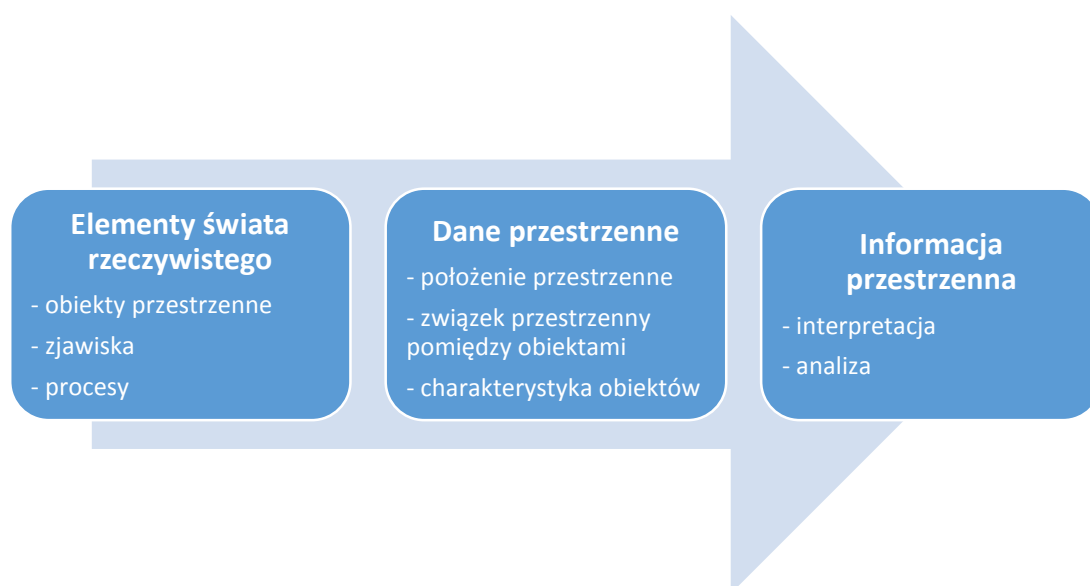
zagrożeniem naturalnym są powodzie, możliwości technologii GIS znajdują ogromne zastosowanie w modelowaniu ich zasięgu.

W Polsce można zauważyć rosnącą tendencję wykorzystywania narzędzi geoinformacyjnych we wspomaganiu procesów decyzyjnych w zarządzaniu kryzysowym i działaniach służb ratowniczych. Jednakże niekontrolowane rozproszenie informacji generowanych przez wojewódzkie i powiatowe centra zarządzania kryzysowego oraz pozostałych uczestników procesu zarządzania kryzysowego powoduje niepotrzebne powielanie tych samych danych. Co więcej, centra zarządzania kryzysowego i służby ratownicze korzystają z różnych narzędzi geoinformacyjnych, które są często ze sobą niekompatybilne. Zjawisko to uniemożliwia swobodny i szybki przepływ informacji pomiędzy jednostkami podczas sytuacji kryzysowej, co jest szczególnie istotne ze względu na dynamikę sytuacji kryzysowej, która wymaga szybkiej aktualizacji danych i powiązania informacji pochodzących z różnych źródeł. Aby możliwy był swobodny przepływ geoinformacji konieczna jest implementacja odpowiednich standardów danych i modeli w celu wykorzystania informacji w różnych systemach. Stąd też wynika potrzeba rozwoju środowiska geoinformacji w zarządzaniu kryzysowym ze szczególnym uwzględnieniem standaryzacji danych i metod ich wymiany. Wspólne środowisko wymiany informacji geoprzestrzennych umożliwia ich współdzielenie i wymianę pomiędzy uczestnikami procesu zarządzania kryzysowego.

1.1. Geoinformacja – ogólne zagadnienia

Interpretacja złożonej rzeczywistości dostarcza niezliczonej ilości informacji o obiektach świata rzeczywistego w aspekcie ich położenia przestrzennego, kształtu i innych właściwości oraz istniejących między nimi relacji czasowo-przestrzennych. Stąd też można przyjąć, że znaczna część obiektów, zjawisk i procesów zachodzących w rzeczywistości ma charakter przestrzenny, gdyż określane są przez konkretne miejsce i czas. Wszelkie dane dotyczące obiektów przestrzennych, w tym zjawisk i procesów, znajdujących się lub zachodzących w przestrzeni nazywane się danymi przestrzennymi¹. Dane te, odpowiednio przeanalizowane i zinterpretowane, są źródłem informacji przestrzennej. Na rysunku 1.2 przedstawiony został proces wyodrębnienia ze złożonego świata rzeczywistego wybranych elementów takich jak obiekty, procesy i zjawiska o określonej charakterystyce, które po odpowiedniej interpretacji i analizie dostarczają konkretnej informacji przestrzennej, inaczej zwanej **geoinformacją**.

¹ Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, *Internetowy Leksykon Geomatyczny*, <http://www.ptip.org.pl> (dostęp: październik 2015)



Rys. 1.2. Proces przejścia od świata rzeczywistego do wyodrębnionej informacji przestrzennej.

Informacja przestrzenna może być przedstawiona w wielu formach takich jak mapa, zdjęcie lotnicze lub satelitarne, plan miasta, rejestr adresów czy spis obiektów. W zakres informacji przestrzennej oprócz obiektów geograficznych wchodzi również złożone procesy i zjawiska zachodzące w przestrzeni. Dlatego też skomplikowana forma informacji przestrzennej wymaga odpowiedniego systemu, w którym mogłaby być przechowywana i analizowana. Zgodnie z Polskim Towarzystwem Informacji Przestrzennej (2015) powinien to być *„uporządkowany zespół wzajemnie powiązanych elementów, który ma określoną strukturę i może być rozpatrywany jako całość”*. Jest to **system informacji geograficznej** (ang. Geographic Information System, GIS), który obejmuje wszystkie zagadnienia związane z tworzeniem, gromadzeniem, przetwarzaniem i korzystaniem z informacji geograficznej (Białousz, 2004). Nazwa ta w Polsce często jest stosowana zamiennie z terminem „system informacji przestrzennej”, jednak warto znać różnicę pomiędzy tymi dwoma pojęciami. Słowo „geograficzny” odnosi się do obiektów zlokalizowanych w przestrzeni, zaś „przestrzenny” obejmuje zarówno obiekty znajdujące się w przestrzeni, jak również zjawiska i procesy w niej zachodzące. Z uwagi na charakter niniejszego opracowania, w dalszej jego części postanowiono posługiwać się terminem system informacji przestrzennej (SIP).

Zgodnie z definicją Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej (2015) system informacji przestrzennej to:

„1. system pozyskiwania, gromadzenia, weryfikowania, integrowania, analizowania, transferowania i udostępniania danych przestrzennych. W szerokim rozumieniu obejmuje on metody, środki techniczne, w tym sprzęt i oprogramowanie, bazę danych przestrzennych i organizację, zasoby finansowe oraz ludzi zainteresowanych jego funkcjonowaniem;

2. *oprogramowanie o funkcjach odpowiadających jego definicji podanej w punkcie 1. produkowane i oferowane przez wyspecjalizowane firmy [...].”*

Istotnym aspektem jest fakt, iż system informacji przestrzennej nie jest systemem informatycznym opierającym się wyłącznie na oprogramowaniu i sprzęcie komputerowym. SIP jest systemem informacyjnym, co oznacza, że obok wymaganej technologii i infrastruktury (oprogramowanie, sprzęt komputerowy) nieodzownymi jego komponentami są odpowiednia organizacja (personel oraz metody organizacji) oraz przede wszystkim baza danych przestrzennych odgrywająca kluczową rolę w systemie (rys. 1.3).



Rys. 1.3. Komponenty GIS.

Baza danych przestrzennych jest zbiorem odpowiednich danych przestrzennych reprezentujących określony fragment rzeczywistości, algorytmów i funkcji je przetwarzających oraz powstałych w wyniku ich zastosowania informacji przestrzennych. Istnieje wiele źródeł danych przestrzennych, jakimi zasilane są bazy danych przestrzennych. Przede wszystkim są to **zobrazowania satelitarne, zdjęcia lotnicze, nawigacja satelitarna, pomiary geodezyjne, lotniczy skaning laserowy, pomiary terenowe, mapy i plany miast, zasoby danych różnorodnych instytucji** oraz wiele innych źródeł. Kolejnym istotnym pojęciem jest **geoinformacja**, która jest wynikiem rozwoju systemów informacji przestrzennej. Oprócz pojęcia geoinformacji, jako informacji uzyskiwanej w drodze interpretacji danych geoprzestrzennych², termin ten określa odrębną dyscyplinę naukową.

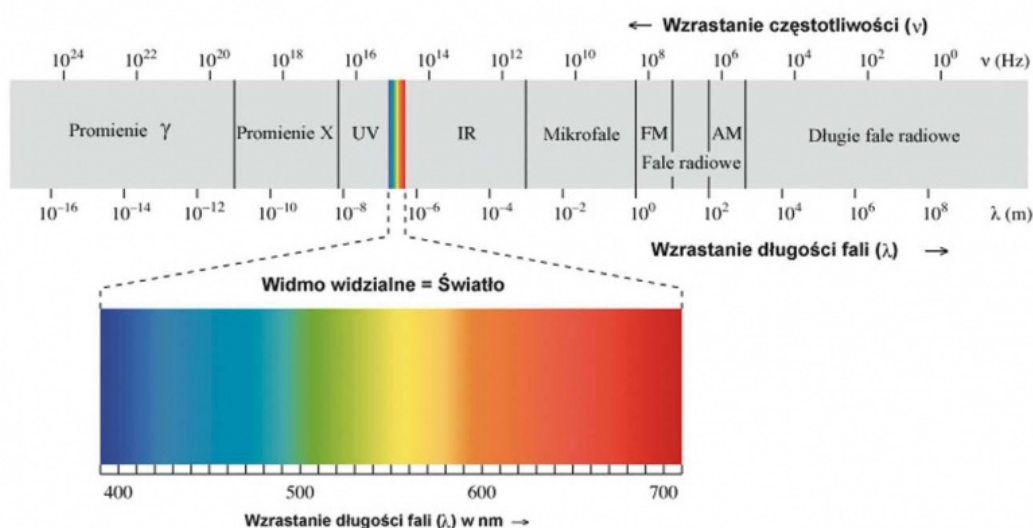
² Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, *Internetowy Leksykon Geomatyczny*, <http://www.ptip.org.pl> (dostęp: październik 2015)

Geoinformacja definiowana jest jako interdyscyplinarne połączenie wiedzy geograficznej, geodezyjno-kartograficznej oraz informatycznej w celu analizy stanu i zasobów środowiska geograficznego oraz zarządzania informacją o jego komponentach przy pomocy nowoczesnych narzędzi informatycznych i geomatycznych. Geoinformacja znajduje ogromne zastosowanie w wielu dziedzinach i branżach np. geodezja i kartografia, administracja i zarządzanie, rolnictwo i leśnictwo, zarządzanie kryzysowe, przedsiębiorstwa infrastrukturalne (telekomunikacja, energetyka, gazownictwo, ciepłownictwo, wodociągi), transport, ochrona zdrowia a nawet bankowość i finanse czy zarządzanie nieruchomościami.

Podsumowując, system informacji przestrzennej udostępnia mechanizmy wprowadzania, gromadzenia i przechowywania danych przestrzennych oraz zarządzania nimi, zapewnia ich integralność oraz spójność. Na podstawie zgromadzonych w systemie danych możliwe jest przeprowadzenie analiz przestrzennych. Wyniki tych analiz i operacji charakterystycznych dla programów bazodanowych przedstawione mogą być w postaci opisowej (tabelarycznej) lub graficznej (mapa, diagram, wykres, rysunek). Główną cechą SIP jest wizualizacja i udostępnianie geoinformacji w postaci graficznej, przede wszystkim w formie mapy. Istotną rzeczą jest fakt, iż spójne działanie systemu jest możliwe jedynie w momencie, gdy wszystkie komponenty SIP ze sobą współpracują. Wówczas możliwe jest kompleksowe gromadzenie danych przestrzennych oraz otrzymanie za pomocą analiz przestrzennych i innych operacji konkretnej informacji przestrzennej.

1.2. Podstawy teledetekcji

Teledetekcją określa się metody zdalnego pozyskiwania informacji o obiektach, zjawiskach i procesach zachodzących na powierzchni Ziemi oraz w atmosferze. Pojęcie to zostało wprowadzone na początku lat 60. ubiegłego wieku i początkowo oznaczało obserwację i pomiar obiektów sfotografowanych na zdjęciach lotniczych. Obecnie definicja ta jest znacznie szersza, gdyż obejmuje metody pozyskiwania danych o środowisku geograficznym za pomocą różnych urządzeń rejestrujących promieniowanie elektromagnetyczne w celu ich przetworzenia na użyteczne informacje. Rysunek 1.4 przedstawia widmo promieniowania elektromagnetycznego, z którego w teledetekcji wykorzystywany jest zakres fal od światła widzialnego, poprzez podczerwień, a skończywszy na mikrofalach. U podstaw teledetekcji leży założenie, że każdy typ obiektów (substancji) na powierzchni Ziemi ma swoją unikalną charakterystykę odbicia promieniowania (krzywą spektralną) wystarczającą, by dokonać jego rozróżnienia.

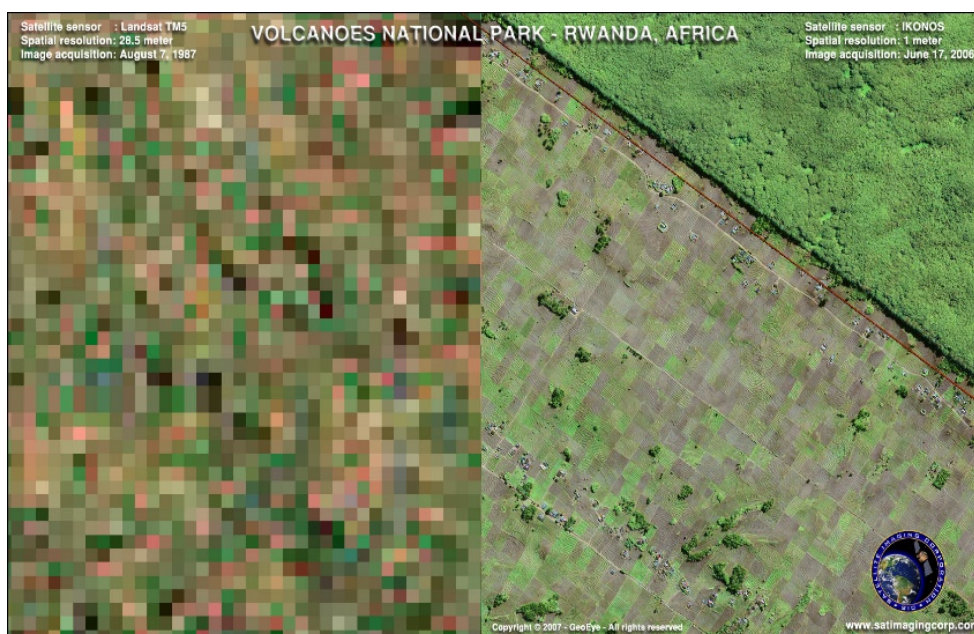


Rys. 1.4. Zakres promieniowania elektromagnetycznego (widmo widzialne, IR i mikrofałe) wykorzystywanego w teledetekcji. Źródło: en.wikipedia.org, autor oryginalnej wersji w jęz. angielskim: Philip Ronan.

W teledetekcji pozyskiwanie informacji odbywa się na trzech poziomach: satelitarnym, lotniczym i naziemnym. Z poziomu naziemnego przy użyciu spektrometrów (przrządy służące do określania i analizy widma promieniowania) pobiera się najczęściej referencyjne krzywe odbicia spektralnego, które następnie wykorzystywane są podczas analizy i interpretacji zdjęć lotniczych czy satelitarnych, a także przeprowadza się naziemne skanowanie laserowe (TLS). Pułap lotniczy jest obsługiwany zarówno przez sensory umieszczone na samolotach załogowych jak i na bezzałogowych platformach powietrznych. Dane z pułapu lotniczego pozyskiwane są na zamówienie odbiorcy. Polski rynek oferuje obecnie możliwość pozyskania zdjęć lotniczych w barwach zbliżonych do rzeczywistych (RGB), zdjęć w podczerwieni bliskiej i termalnej, zdjęć hiperspektralnych, danych z lotniczego skaningu

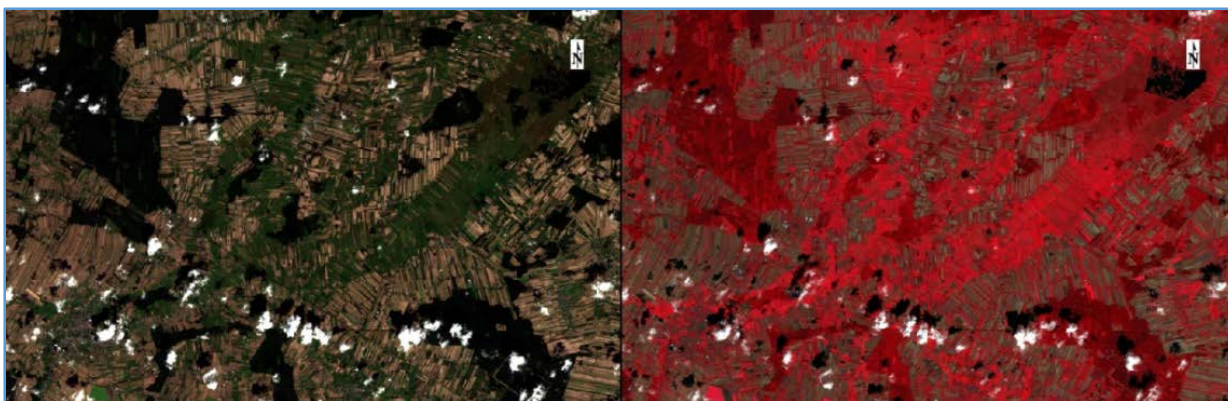
laserowego (ALS) oraz radarowych (SAR). Na poziomie satelitarnym można rozróżnić przede wszystkim satelity znajdujące się na orbitach okołobiegunowych (ok. 600-900 km nad powierzchnią Ziemi) oraz na orbicie geostacjonarnej (ok. 36 000 km nad powierzchnią Ziemi).

Mówiąc o danych teledetekcyjnych należy brać pod uwagę cztery podstawowe parametry: rozdzielczość przestrzenną, spektralną, radiometryczną i czasową. **Rozdzielczość przestrzenna** oznacza wymiar pojedynczego piksela zdjęcia na powierzchni Ziemi. W przypadku rozdzielczości przestrzennej możemy mówić o satelitach nisko-, średnio-, wysoko- i bardzo wysokorozdzielczych. Zobrazowania o niskiej rozdzielczości charakteryzują się rozmiarem piksela większym niż 500 metrów, obrazy średniej rozdzielczości przestrzennej - rozmiarem w granicach 100-500 metrów, zobrazowania wysokorozdzielcze mają piksel w granicach 10-100 metrów, a bardzo wysokorozdzielcze - piksel poniżej 10 metrów (rys. 1.5).



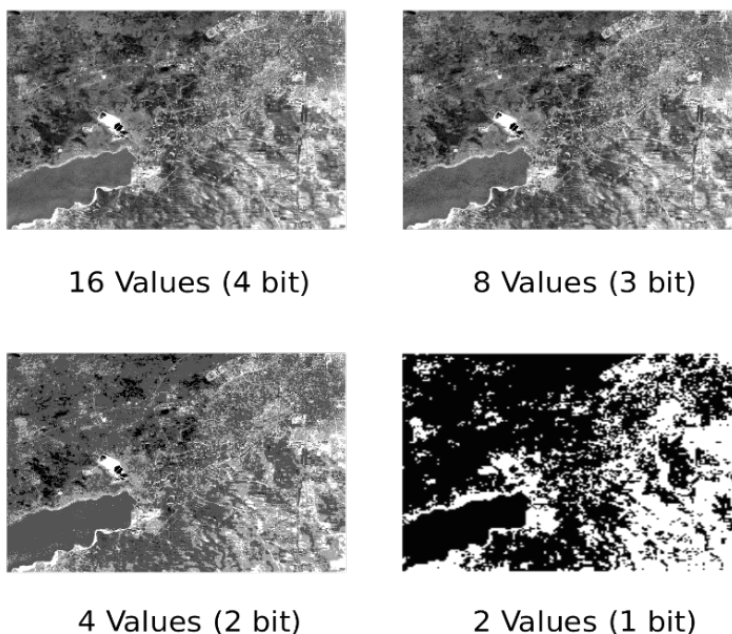
Rys. 1.5. Przykład rozdzielczości przestrzennej satelitów Landsat TM – 30 metrów (z lewej) i IKONOS – 1 metr (z prawej). Źródło: satimagingcorp.com

Rozdzielczość spektralna oznacza zakres fali elektromagnetycznej rejestrowanej przez dany sensor. Przy rozdzielczości spektralnej istotną kwestią są kanały spektralne czyli konkretne zakresy, w których sensor rejestruje promieniowanie elektromagnetyczne. W zależności od typu sensora można mówić o sensorach wielospektralnych, obejmujących kanały o szerokości kilkudziesięciu lub kilkuset nanometrów lub hiperspektralnych, obejmujących bardzo wąskie kanały rzędu kilku lub kilkunastu nanometrów (rys. 1.6).



Rys. 1.6. Przykłady kompozycji barwnych wykorzystujących różne kanały spektralne satelity Landsat OLI, z lewej barwy zbliżone do naturalnych (RGB 321), z prawej – barwy z podczerwienią (RGB 432). Źródło: opracowanie własne

Rozdzielczość radiometryczna mówi o czułości systemu skanującego, tzn. z jaką dokładnością podana jest jasność piksela – na ile poziomów został podzielony zakres sygnału odbieranego przez czujnik. W przypadku danych teledetekcyjnych najczęściej wykorzystuje się 8 lub 16 bitów co daje odpowiednio 256 lub 65536 stopni jasności (rys. 1.7).



Rys. 1.7. Przykłady różnej rozdzielczości radiometrycznej. Źródło: commons.wikimedia.org

Rozdzielczość czasowa określa częstotliwość rejestracji obrazu tego samego obiektu. Inaczej mówiąc jest to czas rewizyty satelity nad danym punktem na Ziemi. W tym przypadku można mówić o rozdzielczości od kilkunastu minut do kilkunastu dni (rys. 1.8).

System satelitarny	Czas rewizyty (dni)
Landsat 1-3	18
Landsat 4-8	16
Spot	26
IRS	24
IKONOS	3
QuickBird	3-7
GeoEye-1	3

Rys. 1.8. Rozdzielczość czasowa wybranych satelitów.

1.3. Przegląd polskiego ustawodawstwa pod kątem wykorzystywania geoinformacji w procesie zarządzania kryzysowego

Ratyfikacja dyrektywy INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community - Infrastruktura informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej) w dniu 15 maja 2007 roku zobowiązała państwa członkowskie UE do dostosowania i wprowadzenia w życie w ciągu dwóch lat ustaw i przedsięwzięć koniecznych do zrealizowania wytycznych dyrektywy. W Polsce 7 czerwca 2010 roku weszła w życie transpozycja dyrektywy INSPIRE do polskiego ustawodawstwa – Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489). Powyższa ustawa jest wynikiem dostosowywania dyrektywy INSPIRE do polskich realiów i możliwości. Ustawa skupia się na określeniu i uporządkowaniu zagadnień tj. interoperacyjności zbiorów i usług danych przestrzennych, wspólnego korzystania z danych przestrzennych, czy współdziałania i koordynacji działań w zakresie budowy spójnej infrastruktury informacji przestrzennej. Ustawa zawiera załącznik opisujący trzy grupy tematyczne danych przestrzennych analogicznie do dyrektywy INSPIRE. Ponieważ zarówno dyrektywa INSPIRE jak i jej polska transpozycja ukierunkowane są na potrzeby środowiskowe, nie jest w niej uwzględniony temat odnoszący się bezpośrednio do zarządzania kryzysowego. Jednak z uwagi na różnorodność zdarzeń kryzysowych i działań z tym związanych, zarządzanie kryzysowe czerpie informacje z wielu innych grup tematycznych. W Polsce obowiązuje również szereg rozporządzeń i aktów wykonawczych wynikających z Ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej (IIP) oraz dyrektywy INSPIRE. Przepisami wykonawczymi opartymi o ustawę IIP są: Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 13 września 2010 r. w sprawie Rady Infrastruktury Informacji Przestrzennej oraz Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 października 2010 r. w sprawie ewidencji zbiorów i usług danych przestrzennych objętych infrastrukturą informacji przestrzennej.

W ustawie z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym nie ma informacji na temat wdrażania geoinformacji w zarządzaniu kryzysowym. Zatem wdrażanie metod geoinformacyjnych

w sektorze zarządzania kryzysowego nie jest w żaden sposób obligatoryjne. Jest to zjawiskiem niekorzystnym tym bardziej, że powyższa ustawa nakazuje sporządzanie map zagrożenia (przedstawiających obszar geograficzny objęty zasięgiem zagrożenia z uwzględnieniem różnych scenariuszy zdarzeń) oraz map ryzyka (przedstawiających potencjalnie negatywne skutki oddziaływania zagrożenia na ludzi, środowisko, mienie i infrastrukturę). Obligatoryjnie sporządzane plany zarządzania kryzysowego (na wszystkich szczeblach jednostek terytorialnych) posiadają załączniki w postaci map, jednak nigdzie nie jest wspomniane w jaki sposób mapy powinny być wykonywane. Przede wszystkim nie sformułowano żadnych zaleceń co do formy map zagrożeń i map ryzyka w Zarządzeniu nr 23 Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 13 grudnia 2013 roku w sprawie wytycznych do wojewódzkich planów zarządzania kryzysowego. Tworzenie wersji cyfrowych map, których elementy przechowywane są jako dane przestrzenne w zestandaryzowanej bazie danych przestrzennych, byłoby realnym wdrożeniem informacji przestrzennej w zarządzaniu kryzysowym, co usprawniłoby działania służb, umożliwiając standaryzację planów zarządzania kryzysowego oraz spójną wymianę danych.

2. Źródła danych dla technologii geoinformacyjnych wykorzystywanych w procesie zarządzania kryzysowego w Polsce

Technologie geoinformacyjne zasilane są wieloma rodzajami danych pochodzących z różnych źródeł. Jednym z podstawowych źródeł danych są zobrażenia satelitarne. Teledetekcja satelitarna, czyli nauka zajmująca się pozyskiwaniem, przetwarzaniem i interpretowaniem danych satelitarnych, dostarcza niezliczonej ilości informacji przestrzennych dotyczących powierzchni Ziemi i zachodzących na niej procesów oraz zjawisk. W chwili obecnej dzięki pozyskiwaniu i przetwarzaniu danych satelitarnych możliwa jest analiza i interpretacja procesów zachodzących na dużych obszarach Ziemi, często trudno dostępnych dla człowieka. Stąd też wykorzystanie teledetekcji jest pomocą w działaniach służb ratowniczych i podmiotów zarządzania kryzysowego. Analizy zdjęć satelitarnych dostarczają informacji na temat klęsk żywiołowych i kataklizmów w postaci np. zasięgu powodzi, zasięgu rozprzestrzeniania się pożaru, czy zadymienia. Co więcej, wysokorozdzielcze zdjęcia satelitarne umożliwiają sporządzanie najbardziej aktualnych map sytuacyjnych dla potrzeb zarządzania kryzysowego. Kolejnym źródłem danych są systemy nawigacji satelitarnej, które wykorzystywane są na co dzień przez wiele służb ratowniczych, ale również znajdują zastosowanie w codziennym życiu wielu mieszkańców. Na chwilę obecną urządzenia GPS niosą nieocenioną pomoc w wielu działaniach służb ratowniczych, szczególnie w monitorowaniu rozmieszczania sił i środków.

Niniejszy rozdział ma na celu przybliżenie tematyki pozyskiwania zobrażeń satelitarnych oraz źródeł danych dla technologii geoinformacyjnych w procesie zarządzania kryzysowego. W rozdziale wskazano również wiele źródeł internetowych, w których można poszerzyć i uzupełnić przedstawione w tym rozdziale informacje.

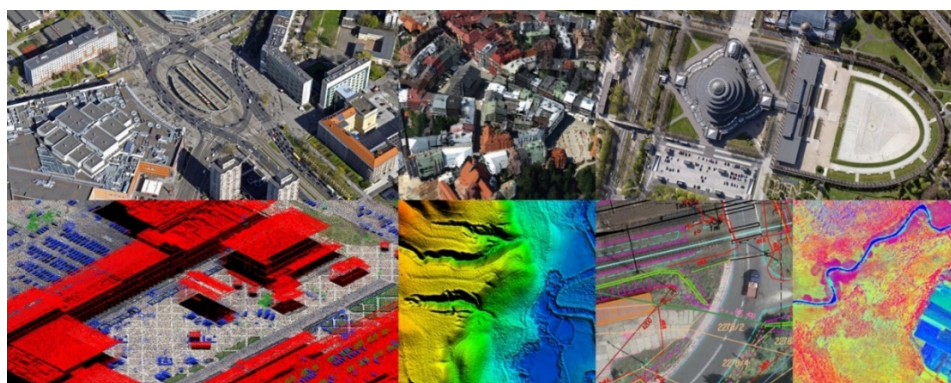
2.1. Dane teledetekcyjne

Dane teledetekcyjne dzięki swojej pojemności informacyjnej są bardzo dobrym źródłem informacji dla zarządzania kryzysowego. Techniki teledetekcyjne umożliwiają produkcję aktualnych i dokładnych map w oparciu o dane z pułapu lotniczego i satelitarnego dla celów zarządzania kryzysowego dla każdego obszaru zainteresowania. Dzięki dostarczaniu aktualnych i wiarygodnych danych znajdują one zastosowanie we wszystkich fazach zarządzania kryzysowego, np. przy planowaniu działań, w monitoringu zdarzeń i szacowaniu ich skutków. Integracja systemów geoinformacyjnych z technikami teledetekcyjnymi pozwala na efektywną ocenę ryzyka oraz wspomaga proces decyzyjny służb ratowniczych. Zaletą technik teledetekcyjnych jest możliwość uzyskania informacji na temat obszarów trudno dostępnych oraz wielkoobszarowych stref zagrożenia.

Dane pozyskane z pułapu lotniczego to najczęściej dane płatne, wykonywane na konkretne zlecenie. Ogromną zaletą tych danych jest ich rozdzielczość przestrzenna – piksel od kilku centymetrów do kilku metrów w zależności od wysokości lotu i parametrów kamery. Taka rozdzielczość przestrzenna powoduje, że zdjęcia lotnicze są bardzo dobrym materiałem do wizualnej interpretacji konkretnych obiektów. Wadą zdjęć lotniczych może być ich cena – chociaż jest ona zależna od wielkości obszaru, który chce się pokryć zdjęciami lotniczymi oraz od wykorzystanej technologii. Droższe w pozyskaniu są zdjęcia lotnicze wykonywane przez samoloty załogowe, w związku z kosztami pracy pilotów i operatorów oraz kosztami paliwa. Tańszą opcją jest pozyskanie zdjęć za pomocą bezzałogowego statku powietrznego, jednak w tym przypadku, ze względu na mniejszy zasięg i niższy pułap lotu, podczas jednego nalotu można wykonać zdjęcia dla znacznie mniejszego obszaru.

Na rynku polskim funkcjonują trzy duże firmy, które wykonują zdjęcia lotnicze z samolotów załogowych. Ponadto istnieje kilka firm oferujących zdjęcia wykonane przez platformy bezzałogowe.

Tarnowskie **MGGP Aero** (www.mggpaero.com) funkcjonuje na polskim rynku od 2001 r. Firma zajmuje się pozyskiwaniem wysokorozdzielczych (piksel 10 cm – 5 m) danych lotniczych przy pomocy kamer do zdjęć barwnych pionowych, zestawu kamer do zdjęć barwnych ukośnych, skanerów lidarowych, kamer termalnych i hiperspektralnych (rys. 2.1). Firma oferuje szeroki zakres usług, od przygotowania ortofotomap po kompleksowe analizy wielosensorowe. Firma prowadzi także portale ukośne.pl - prezentujący zdjęcia ukośne dla wybranych miast Polski (Białegostoku, Lublina, Kielc, Łodzi, Poznania, Gliwic, Katowic) oraz map2.pl – internetowy sklep ze zdjęciami lotniczymi w barwach naturalnych. Maksymalna powierzchnia jaką można zakupić w ramach jednego pliku wynosi 5 km².



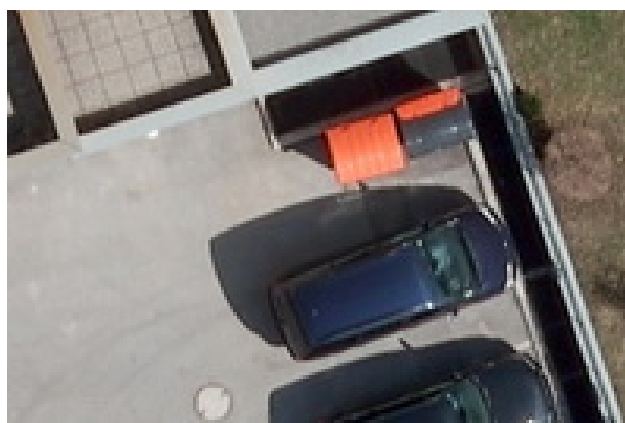
Rys. 2.1. Przykłady produktów oferowanych przez firmę MGGP Aero. Źródło: mggpaero.com

OPEGIEKA Elbląg (www.opegieka.pl) dostarcza zdjęcia w barwach rzeczywistych (RGB), w bliskiej podczerwieni (CIR) oraz zdjęcia termalne (rys. 2.2). W październiku 2015 roku firma zaprezentowała nowe rozwiązanie techniczne - bezzałogowy sterowiec hybrydowy.



Rys. 2.2. Zdjęcie w podczerwieni wykonane przez OPEGIEKA Elbląg. Źródło: opegieka.pl

GIS Pro ze Szczecina (www.gispro.pl) w swojej ofercie ma wysokorozdzielcze zdjęcia lotnicze w barwach rzeczywistych (rys. 2.3) i bliskiej podczerwieni oraz skaning lidarowy.



Rys. 2.3. Przykład zdjęcia w barwach rzeczywistych wykonanego przez GIS Pro. Źródło: gispro.pl

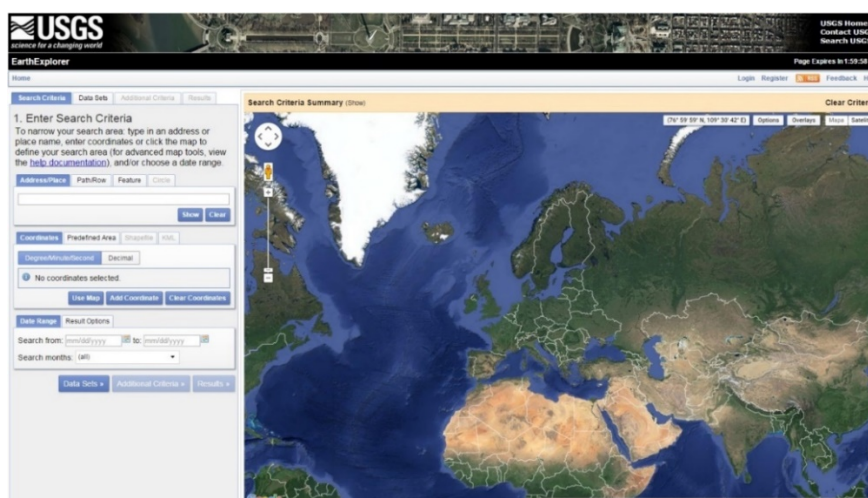
Najbardziej znaną firmą oferującą bezzałogowe statki latające jest **Flytronic** (www.flytronic.pl), spółka należąca do grupy WB zajmującej się dostarczaniem technologii dla wojska. Firma Flytronic posiada dojrzałą technologię produkowania statków bezzałogowych. Jednym ze sztandarowych produktów jest bezzałogowa platforma latająca FlyEye, która pozwala na umieszczenie na jej pokładzie kamery wykonującej zarówno zdjęcia jak i filmy w rozdzielczości HD.

Na polskim rynku istnieje wiele innych firm posiadających samoloty bezzałogowe oraz pionowzloty pozwalające na pozyskiwanie zdjęć o bardzo wysokich rozdzielczościach w paśmie widzialnym i bliskiej podczerwieni. Firmy te oferują wykonywanie zdjęć oraz filmów z powietrza i transmisję obrazu za pomocą wielowirnikowców (rys. 2.4).



Rys. 2.4. Przykładowy fragment panoramy wykonanej przez firmę Robokopter. Źródło: robokopter.pl

W przypadku teledetekcji satelitarnej dostępne są dane komercyjne oraz dane udostępniane bezpłatnie. W celu poszukiwania danych bezpłatnych można użyć portalu **Earth Explorer** (www.earthexplorer.usgs.gov). Portal oferuje wyszukiwanie danych udostępnionych przez amerykańskie instytucje takie jak NASA (National Aeronautics and Space Administration) czy USGS (U.S. Geological Survey).

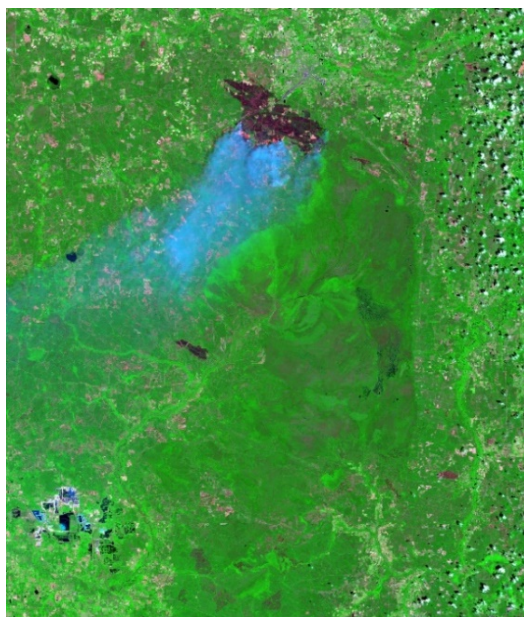


Rys. 2.5. Wygląd portalu Earth Explorer. Źródło: earthexplorer.usgs.gov

Na portalu Earth Explorer znajduje się kilkanaście różnych rodzajów danych satelitarnych dla całego świata. W tym miejscu warto wspomnieć o darmowych danych satelitarnych, które mogą być przydatne dla zarządzania kryzysowego.

Pierwszym takim źródłem są zdjęcia wykonywane przez amerykańską **misję Landsat**. Misja ta trwa nieprzerwanie od lipca 1972 roku, kiedy to wystrzelono pierwszego satelitę Landsat 1, który wykorzystując system kamer telewizyjnych RBV oraz skaner wielospektralny MSS obrazował w trzech kanałach spektralnych odpowiadających barwie zielonej, czerwonej i bliskiej podczerwieni.

Rozdzielczość przestrzenna tych zdjęć wynosiła wówczas 80 m. Niecałe 3 lata później umieszczono na orbicie satelitę Landsat 2, który posiadał takie same parametry jak Landsat 1, a następne 3 lata później, w 1978 wystrzelono satelitę Landsat 3, który oprócz dotychczasowych parametrów dostarczał także zobrazowania w kanale podczerwieni termalnej. Przełomowe okazało się wystrzelenie satelitów Landsat 4 (1982 r.) oraz 5 (1984 r.), które posiadały wykorzystywany wcześniej skaner wielospektralny MSS oraz skaner TM, który zawierał 6 kanałów spektralnych (od światła widzialnego niebieskiego, przez zielone, czerwone, bliską podczerwień aż po podczerwień średnią) o rozdzielczości przestrzennej 30 metrów i jeden kanał podczerwieni termalnej o rozdzielczości przestrzennej 120 metrów. Satelita Landsat 5 był operacyjnie wykorzystywany przez ponad 29 lat - do 2012 roku (rys. 2.6).



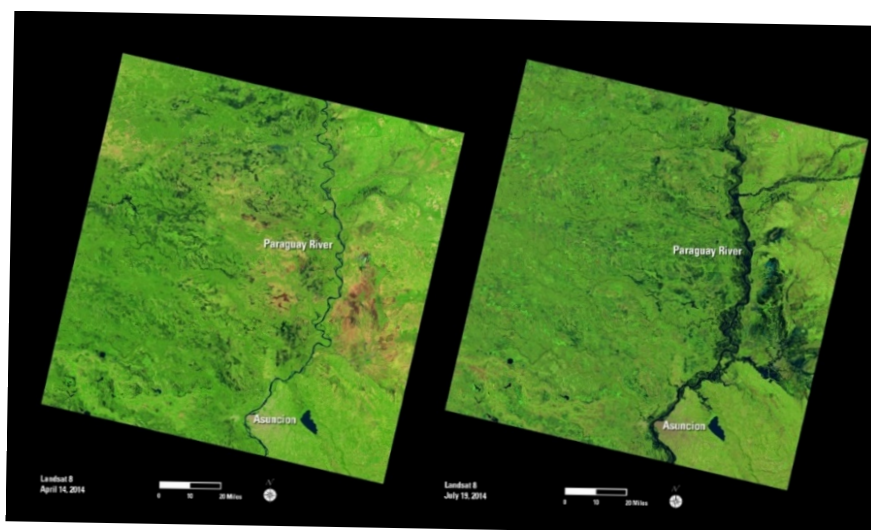
Rys. 2.6. Pożar w Stanach Zjednoczonych widziany z satelity Landsat 5. Źródło: landsat.usgs.gov

Kolejny z serii satelitów – Landsat 6 nie osiągnął orbity. Wystrzelony w roku 1999 **Landsat 7** jest wyposażony w skaner wielospektralny ETM+ pozwalający na obrazowanie w sześciu kanałach spektralnych (od światła widzialnego niebieskiego, przez zielone, czerwone, bliską podczerwień aż po podczerwień średnią) z rozdzielczością 30 m, w kanale podczerwieni termalnej poprawiono rozdzielczość dwukrotnie (do 60 m) oraz dodano kanał panchromatyczny o rozdzielczości przestrzennej 15 metrów. Landsat 7 jest satelitą wciąż działającym operacyjnie, jednak skaner ETM+ posiada pewne niedoskonałości przez co zdjęcia zawierają obszary braku danych (rys. 2.7).



Rys. 2.7. Przykład zdjęcia wykonanego skanerem ETM+ z widocznymi paskami oznaczającymi brak danych
Źródło: landsat.usgs.gov

Ostatnim z dotychczas umieszczonych na orbicie satelitów serii Landsat jest **Landsat 8** wystrzelony w 2013 roku, posiadający dwa skanery wielospektralne OLI i TIRS. Skaner OLI jest kontynuacją skanera ETM+ z drobną modyfikacją polegającą na dodaniu dwóch kanałów spektralnych do analizowania chmur cirrus oraz do analiz związanych z aerozolami i linią brzegową. Skaner TIRS posiada dwa kanały spektralne w podczerwieni termalnej o oryginalnej rozdzielczości przestrzennej 100 m przepróbkowanej do 30 metrów (rys. 2.8).

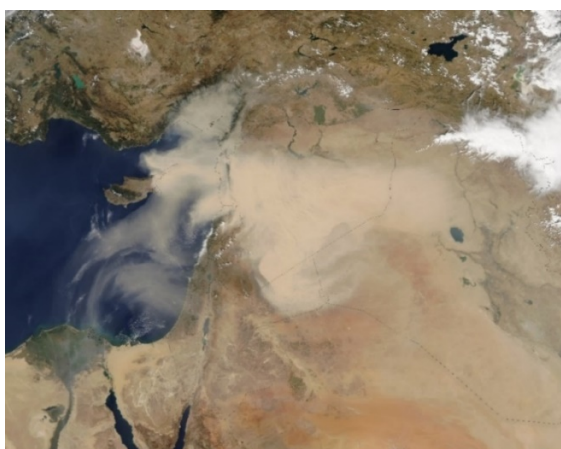


Rys. 2.8. Powódź na rzece Paragwaj na zdjęciu satelitarnym Landsat 8. *Źródło: landsat.usgs.gov*

Misja Landsat jest satelitarną misją środowiskową, służącą do monitoringu powierzchni Ziemi oraz procesów na niej zachodzących. Z punktu widzenia zarządzania kryzysowego zdjęcia satelitarne misji Landsat dobrze nadają się do monitorowania powodzi czy pożarów oraz do obserwacji takich zjawisk jak np. susza w skalach od powiatowej do krajowej. Największą przeszkodą w wykorzystaniu

zdjęć misji Landsat jest fakt, iż skanery umieszczone na satelitach obrazują w zakresie optycznym promieniowania elektromagnetycznego co sprawia, że zachmurzenie uniemożliwia pozyskanie informacji o powierzchni Ziemi, gdyż promieniowanie w zakresie optycznym nie przenika przez chmury i satelita nie jest w stanie go zarejestrować. Drugą wadą danych misji Landsat jest ich rozdzielczość czasowa wynosząca 16 dni. Niemniej jednak nieocenioną zaletą zdjęć Landsat jest ich łatwa dostępność oraz brak jakichkolwiek kosztów nabycia.

Warto wspomnieć także o dwóch satelitach amerykańskich: **Terra** i **Aqua**. Satelity te zostały wystrzelone odpowiednio w roku 1999 i 2002 i od tego czasu operacyjnie dostarczają informacji o środowisku Ziemi. Oba satelity posiadają kilka instrumentów obrazujących, z czego najbardziej użytecznym do zastosowań związanych z zarządzaniem kryzysowym jest skaner wielospektralny **MODIS** (rys. 2.9) umieszczony na obu satelitach. MODIS posiada 36 kanałów spektralnych od światła niebieskiego przez zielone, czerwone oraz podczerwień bliską, średnią i termalną. Skaner obrazuje w rozdzielczości przestrzennej od 250 do 1000 metrów w zależności od kanału spektralnego. Ogromną zaletą danych pochodzących ze skanera MODIS jest ich rozdzielczość czasowa wynosząca 1 dzień, natomiast wadą jest to, że MODIS jest skanerem obrazującym w zakresie optycznym co powoduje, że zachmurzenie uniemożliwia pozyskania informacji o powierzchni Ziemi.

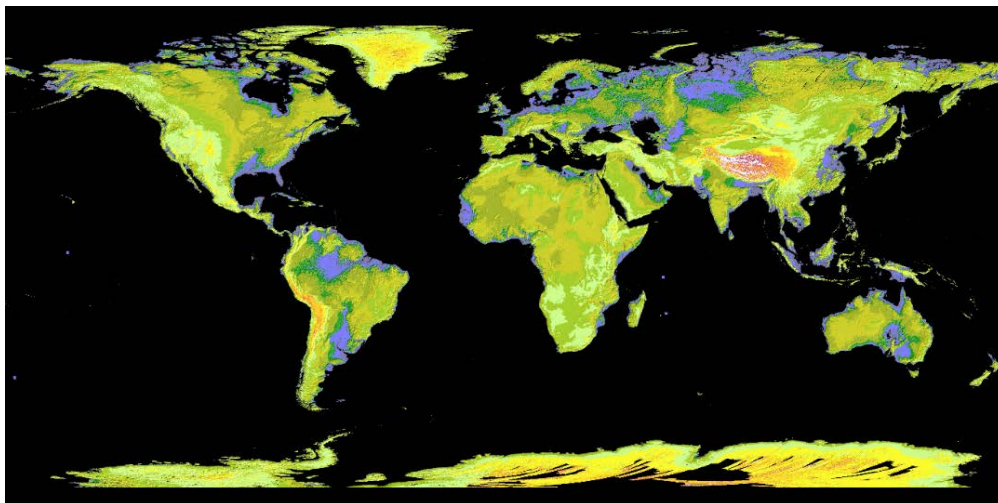


Rys. 2.9. Przykładowe zdjęcie satelitarne wykonane przez skaner wielospektralny MODIS.

Źródło: modis.gsfc.nasa.gov

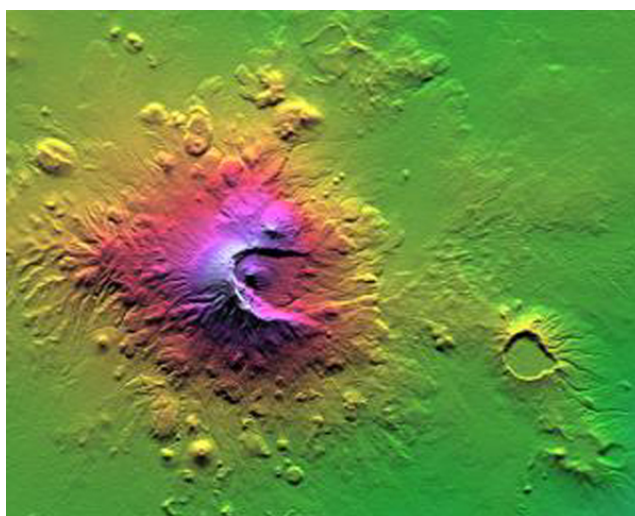
Na pokładzie satelity Terra jest także umieszczony instrument **ASTER**, który obrazuje w zakresie od bliskiej do termalnej podczerwieni w 14 kanałach spektralnych o rozdzielczości przestrzennej od 15 do 90 metrów. Dostarcza on informacji między innymi o temperaturze powierzchni Ziemi czy wysokości. Na podstawie danych zebranych przez instrument ASTER przygotowano cyfrowy model wysokościowy powierzchni Ziemi (numeryczny model terenu) – Global Digital Elevation Model (GDEM). Model ten został opracowany dla obszaru od 83°N do 83°S z rozdzielczością przestrzenną 30 metrów. Pierwsza wersja, udostępniona w 2009 roku, zawierała liczne błędy. W 2011 roku

opublikowano wersję drugą, która miała poprawioną rozdzielczość oraz ograniczoną liczbę błędów (rys. 2.10).



Rys. 2.10. Model terenu powierzchni Ziemi wykonany na podstawie danych pozyskanych przez instrument ASTER. Źródło: asterweb.jpl.nasa.gov

Mówiąc o modelach powierzchni Ziemi warto także wspomnieć o misji **SRTM** (Shuttle Radar Topographic Mission), która została przeprowadzona wspólnie przez agencje kosmiczne Stanów Zjednoczonych (NASA), Niemiec (DLR) oraz Włoch (ASI). Celem misji było zebranie z pokładu promu kosmicznego Endeavour danych do opracowania numerycznego modelu terenu lądów od szerokości geograficznej 60°N do 56°S. Model terenu opracowany przez misję SRTM (rys. 2.11) i udostępniony publicznie charakteryzuje się rozdzielczością przestrzenną 90 metrów. W latach 2014-2015 udostępniono także model o największej rozdzielczości możliwej do uzyskania z wykorzystaniem SRTM - 30 metrów.

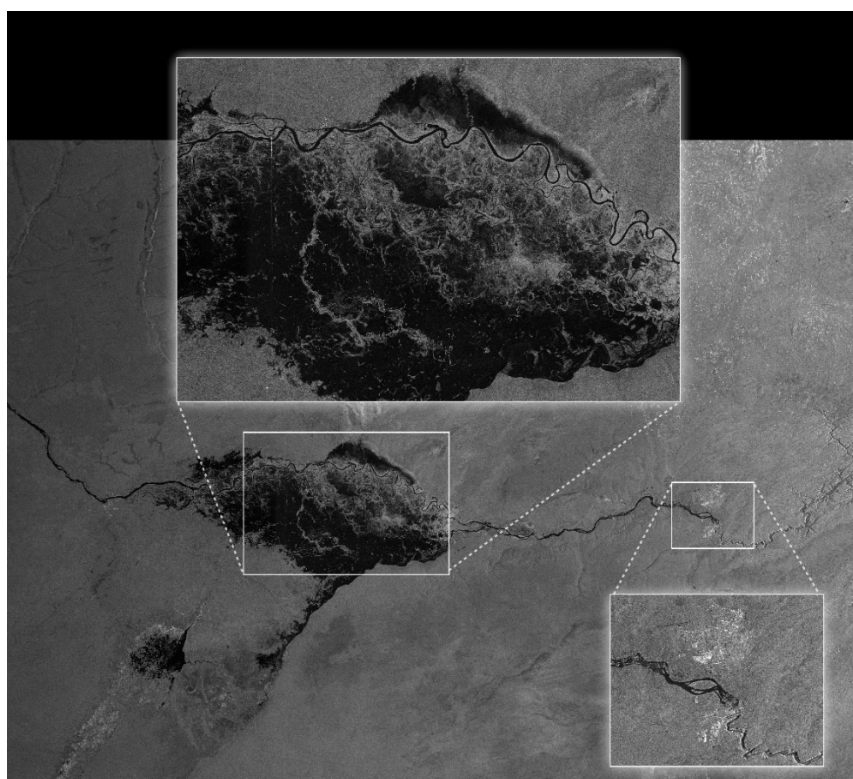


Rys. 2.11. Przykładowy fragment modelu powierzchni terenu wykonanego w ramach misji SRTM. Źródło: srtm.usgs.gov, U.S. Geological Survey Department of the Interior/USGS, U.S. Geological Survey

Modele terenu zarówno opracowane na podstawie instrumentu ASTER jak i misji SRTM są dostępne bezpłatnie.

Drugim portalem wartym wspomnienia jest portal Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) udostępniający zdjęcia satelitów misji **Sentinel** (www.scihub.esa.int). Misja Sentinel jest częścią europejskiego programu monitorowania Ziemi - Copernicus, którego celem jest monitoring zmian środowiska m.in. dla zapewnienia bezpieczeństwa. Obecnie na orbicie znajdują się dwa typy satelitów Sentinel spośród pięciu zaprojektowanych w ramach programu. Dane misji Sentinel są bezpłatne.

Wystrzelony w kwietniu 2014 roku **Sentinel-1a** jest satelitą radarowym obrazującym w paśmie C (5,405 GHz). Satelita ten charakteryzuje się rozdzielczością czasową 12 dni, ale planowane na 2016 rok wystrojenie bliźniaczego satelity **Sentinel-1b** pozwoli osiągnąć rozdzielczość czasową zobrażeń rzędu 6 dni. Sentinel-1 posiada 4 tryby pracy, w których wielkość piksela waha się od 5x5 m do 25x100 metrów. Ogromną zaletą misji Sentinel-1 jest możliwość pozyskiwania danych o powierzchni Ziemi nawet przy zachmurzeniu, gdyż sygnał radarowy jest niezależny od warunków pogodowych tzn. wiązka radarowa jest w stanie przejść przez chmury, dotrzeć do powierzchni Ziemi, odbić się i następnie znów przejść przez chmury i wrócić do odbiornika na satelicie. To sprawia, że Sentinel-1 jest bardzo dobrym źródłem danych do monitoringu np. powodzi (rys. 2.12).



Rys. 2.12. Powódź w Namibii zobrazona przez satelitę Sentinel-1. Źródło: www.esa.int

Satelita **Sentinel-2a** został wystrzelony w czerwcu 2015 roku i obrazuje obszar Ziemi z rozdzielczością czasową 10 dni. Planowane jest jednak, tak jak w przypadku satelity Sentinel-1, wystrzelenie bliźniaczego satelity **Sentinel-2b** w 2016 roku co pozwoli na osiągnięcie rozdzielczości czasowej rzędu 5 dni. Satelita Sentinel-2 jest satelitą optycznym posiadającym 12 kanałów spektralnych obrazujących od światła niebieskiego przez zielone, czerwone oraz bliską i średnią podczerwień. Rozdzielczość przestrzenna jest zależna od kanału spektralnego satelity i wynosi od 10 do 60 metrów. Satelita obrazuje obszar pomiędzy 84°N a 56°S. Zdjęcia satelitarne wykonane przez satelitę Sentinel-2 mogą być, tak jak zdjęcia Landsat, wykorzystywane do monitoringu środowiska, w tym monitoringu zagrożeń np. susz, a także takich zdarzeń jak powódź czy pożar (rys. 2.13).



Rys. 2.13. Przykładowe zdjęcie satelitarne wykonane przez satelitę Sentinel-2. Źródło: esa.int

Ponadto w ramach programu planuje się wystrzelenie do roku 2021 satelitów 3 innych typów: Sentinel-3, Sentinel-4 i Sentinel-5. Satelity Sentinel-3 będą służyły głównie do monitoringu powierzchni wody tj. pomiaru wysokości wody w morzach i oceanach czy też pomiaru temperatury morza i lądu. Będą dostarczały dane na potrzeby prognozowania związanego z oceanami, monitorowania klimatu i środowiska. Instrumenty Sentinel-4 i Sentinel-5 umieszczone na satelitach serii odpowiednio MTG-S i MetOp-SG będą służyły do monitoringu jakości powietrza, pomiaru koncentracji gazów i aerozoli w atmosferze. Satelity Sentinel-6, z których pierwszy ma być umieszczony na orbicie w 2020 r., będą służyły przede wszystkim do monitorowania poziomu morza i pomiaru temperatury atmosfery.

Na rynku satelitarnym istnieje także wiele rozwiązań komercyjnych, które mogą być bardzo przydatne w zarządzaniu kryzysowym. Poniżej opisano kilka wybranych źródeł komercyjnych danych satelitarnych o bardzo wysokiej rozdzielczości przestrzennej.

Pierwszym wartym wspomnienia źródłem danych satelitarnych o bardzo wysokiej rozdzielczości jest konstelacja **Pleiades** (rys. 2.14). Za pomocą dwu satelitów, umieszczonych na orbitach przez Francuską Agencję Kosmiczną (CNES) w 2011 i 2012 roku, można pozyskać zobrazowanie dowolnego obszaru na Ziemi w ciągu 24 godzin z rozdzielczością przestrzenną od 0,7 metra w kanale panchromatycznym do 2,8 metra w pozostałych kanałach spektralnych czyli od światła niebieskiego, zielonego, czerwonego do bliskiej podczerwieni. Dużą zaletą jest fakt, że satelity Pleiades są programowane co około 8 godzin co przekłada się na bardzo krótki czas oczekiwania pomiędzy zamówieniem a wykonaniem i dostarczeniem zdjęcia. Natomiast, jak przy każdych zdjęciach optycznych, problemem może być zachmurzenie uniemożliwiające pozyskanie informacji o powierzchni Ziemi.



Rys. 2.14. Przykładowe zdjęcie satelitarne wykonane przez satelitę Pleiades 1A. Źródło: pleiades.cnes.fr

Kolejnymi, również francuskimi satelitami są satelity serii **SPOT**. Obecnie działają satelity SPOT 6 i SPOT 7 wystrzelone w 2012 i 2014 roku. Zdjęcia wykonane przez te satelity charakteryzują się rozdzielczością przestrzenną 1,5 metra w kanale panchromatycznym oraz 6 metrów w kanałach spektralnych od niebieskiego do bliskiej podczerwieni. Dzięki obecności na orbicie dwóch satelitów możliwe jest pozyskanie zobrazowania wybranego obszaru codziennie. Zdjęcia wykonywane przez satelity SPOT 6 i 7 są zdjęciami optycznymi (rys. 2.15), więc problem pozyskania informacji o powierzchni Ziemi może pojawić się w przypadku dużego zachmurzenia.



Rys. 2.15. Przykładowe zdjęcie wykonane przez konstelację SPOT 6&7. Źródło: astripolska.pl, Copyright: Airbus DS 2013.

Wśród komercyjnych satelitów optycznych warto także wspomnieć o konstelacji satelitów **RapidEye** obsługiwanej przez firmę BlackBridge (Planet Labs Company). Konstelacja składa się z 5 satelitów, które operacyjnie wykonują zdjęcia satelitarne od 2009 roku z rozdzielczością czasową wynoszącą jeden dzień. Zdjęcia wykonywane są w 5 kanałach spektralnych od niebieskiego do bliskiej podczerwieni z rozdzielczością przestrzenną 6,5 metra (rys. 2.16).



Rys. 2.16. Przykładowe zdjęcie wykonane przez konstelację RapidEye. Źródło: BlackBridge, blackbridge.com

Ostatnimi wspomnianymi w tym rozdziale komercyjnymi satelitami optycznymi są bardzo wysokorozdzielcze **WorldView-1**, **WorldView-2** oraz **WorldView-3** obsługiwane przez firmę *DigitalGlobe*. Satelita WorldView-1 znajduje się na orbicie od 2007 roku i wykonuje zdjęcia powierzchni Ziemi tylko w kanale panchromatycznym z rozdzielczością 0,5 metra. Rozszerzeniem misji było wprowadzenie w 2009 roku na orbitę satelity WorldView-2, który wykonuje zdjęcia powierzchni Ziemi z rozdzielczością czasową od 1 do 4 dni w zależności od nachylenia skanera (co oznacza, że układ optyczny skanera może być wychylany w dużym przedziale kątowym w przód, wstecz i na boki). Rozdzielczość przestrzenna zdjęć wynosi od 0,5 metra w kanale panchromatycznym do ok. 2 metrów w 8 kanałach spektralnych od niebieskiego po bliską podczerwień. Najnowszy z serii – WorldView-3 został wystrzelony w 2014 roku i podobnie jak WorldView-2 obrazuje z rozdzielczością czasową od 1 do 4 dni. Poprawiona została natomiast zarówno rozdzielczość przestrzenna jak i spektralna. Satelita został wyposażony w sensory pozwalające na pozyskiwanie zdjęć w kanale panchromatycznym z rozdzielczością ok. 0,3 metra, w 8 kanałach od niebieskiego do bliskiej podczerwieni z rozdzielczością przestrzenną ok. 1,25 metra, w 8 kanałach zakresu średniej podczerwieni z rozdzielczością około 4 metrów i 12 kanałach służących do badania atmosfery z rozdzielczością 30 metrów (rys. 2.17).



Rys. 2.17. Przykładowe zdjęcie wykonane przez satelitę WorldView-3. Źródło: Copyright DigitalGlobe. All rights reserved (dzięki uprzejmości Satellite Imaging Corporation)

Innym źródłem komercyjnych danych satelitarnych jest także konstelacja **COSMO-SkyMed** wystrzelona na orbitę i finansowana przez Włoską Agencję Kosmiczną (ASI) i Włoskie Ministerstwo Obrony (rys. 2.18). Konstelacja składa się z 4 satelitów radarowych cywilno-wojskowych umieszczonych na orbicie w latach 2007-2010. Sensor radarowy umieszczony na satelitach obrazuje w paśmie X w 4 trybach z jedną polaryzacją i w jednym trybie z dwoma polaryzacjami. Do cywilnych zadań misji zalicza się między innymi monitorowanie zjawisk takich jak powodzie, susze, osunięcia ziemi czy aktywność wulkaniczna i sejsmiczna. Rozdzielczość przestrzenna w zależności od trybu pracy wynosi od 1 do 100 metrów. W 2014 roku Ministerstwo Obrony Narodowej RP podpisało z włoskim Ministerstwem Obrony umowę dotyczącą udostępnienia polskim siłom zbrojnym informacji z systemu COSMO-SkyMed.



29

Na rynku zdjęć satelitarnych istnieje także bardzo wiele innych rozwiązań nie ujętych w tym opracowaniu. Dobrym źródłem informacji o misjach satelitarnych jest *EO Portal* (www.directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions), gdzie zamieszczone są dość szczegółowe opisy poszczególnych misji i satelitów. Również strony konkretnych dostawców zdjęć satelitarnych bogate są w informacje dotyczące zobrazowań i opracowanych na ich podstawie produktów oraz liczne artykuły o ich zastosowaniu. W poniższej tabeli zestawiono strony internetowe, na których można uzyskać informacje na temat technologii teledetekcyjnych przedstawionych w tym rozdziale (tab. 2.1).

Tab. 2.1. Zestawienie źródeł danych o technologiach teledetekcyjnych ujętych w rozdziale. Źródło: opracowanie własne

	Nazwa	Strona internetowa
Pułap lotniczy. Zasięg: głównie Polska	MGGP Aero	http://www.mggpaero.com/
	OPEGIEKA Elbląg	https://opegieka.pl/
	GIS Pro	http://www.gispro.pl/
	Robokopter	http://www.robokopter.pl/
	Fotoraporty	http://fotoraporty.pl/
Pułap satelitarny. Zasięg: Świat	Earth Explorer	www.earthexplorer.usgs.gov
	USGS	http://remotesensing.usgs.gov/
	Landsat	http://landsat.usgs.gov/
	MODIS	http://modis.gsfc.nasa.gov/
	ASTER	https://asterweb.jpl.nasa.gov/
	SRTM	http://srtm.usgs.gov/
	Sentinel-1, Sentinel-2	http://www.esa.int/spaceinimages/Missions
	Pleiades	http: https://pleiades.cnes.fr/
	RapidEye	http://blackbridge.com/rapideye/
	WorldView-1, WorldView-2, WorldView-3	http://www.satimagingcorp.com/

2.2. Systemy nawigacji satelitarnej

Systemy nawigacji satelitarnej (GNSS - global navigation satellite system) już od wielu lat są wykorzystywane w nawigacji samochodowej i monitoringu floty pojazdów oraz w aplikacjach mobilnych opartych na informacji o położeniu. Takie też zastosowanie znajdują w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie, przy czym wykorzystywane są zarówno urządzenia i aplikacje dostępne ogólnie, jak i oprogramowanie opracowywane specjalnie na potrzeby tej dziedziny.

Najpowszechniej dzisiaj wykorzystywanym globalnym systemem nawigacji satelitarnej jest amerykański GPS, jednak niektóre dostępne w Europie odbiorniki śledzą także satelity rosyjskiego systemu GLONASS. Ponadto w budowie jest system europejski Galileo, którego wstępna operacyjność jest zapowiadana na rok 2018. Obecnie (stan na grudzień 2015) na orbitach jest 10 działających satelitów systemu.

Galileo, oprócz bezpłatnego Serwisu Otwartego, dostępnego dla każdego użytkownika, będzie oferował odpłatny Serwis Komercyjny gwarantujący dostęp do dwu dodatkowych zaszyfrowanych sygnałów zapewniających większą przepustowość danych i większą dokładność lokalizacji oraz Serwis Regulowany Publicznie (PRS – Public Regulated Service) o kontrolowanym dostępie, przeznaczony dla użytkowników z dziedziny administracji publicznej, bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego, w szczególności Państwowej Straży Pożarnej, Policji, Państwowego Ratownictwa Medycznego, Centrów Zarządzania Kryzysowego, Straży Granicznej, Służby Celnej, służb poszukiwawczo-ratowniczych, organizacji humanitarnych. Jako jedyna z usług Galileo serwis PRS będzie oparty wyłącznie o kodowane sygnały gwarantujące wiarygodność i ciągłość dzięki zabezpieczeniu przed działaniem systemów zakłócających i próbami przejęcia (fałszowania) sygnału oraz zapewnieniu nieograniczonego geograficznie i nieprzerwanego dostępu do sygnałów lokalizacyjnych i czasu nawet w przypadku zablokowania innych usług Galileo. Organem odpowiedzialnym za zarządzanie i nadzór użytkowników PRS w Polsce jest CPA Polska (Competent PRS Authority) w strukturach Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji.

2.3. Systemy informacji przestrzennej

Systemy informacji przestrzennej są obecne w życiu codziennym w formie, która nie zawsze bezpośrednio kojarzy się z geoinformacją. Wszelkie systemy wykorzystujące mapę jako główne źródło informacji posiadają po części charakterystykę systemów informacji przestrzennej. Korzystając codziennie z nawigacji samochodowej w smartfonie, z portalu *Jak Dojadę*, czy platformy *Google Maps* można pozyskać informację przestrzenną o położeniu oraz optymalnej trasie dojazdu z miejsca A do miejsca B. Podstawową zaletą systemów informacji przestrzennej jest integracja danych pochodzących z różnych źródeł. System GIS może być zasilany zobrazowaniami satelitarnymi lub lotniczymi, analizami

wytworzonymi na ich podstawie, danymi pochodzącymi z nawigacji satelitarnej, danymi powstałymi w wyniku wektoryzacji opracowań kartograficznych w wersji analogowej czy danymi zebranymi w terenie i wprowadzonymi do systemu. Ponadto, system GIS może posiadać wbudowane narzędzia geoprzestrzenne i geostatystyczne, za pomocą których powstają nowe informacje przestrzenne w oparciu o dane wejściowe. Wszelkie dane zasilające system informacji przestrzennej są zestandaryzowane.

Coraz większe zastosowanie w życiu codziennym znajdują portale internetowe zapewniające dostęp do usług danych przestrzennych – **geoportale**. W chwili obecnej coraz więcej miast decyduje się na stworzenie własnego geoportalu, który integruje i udostępnia dane przestrzenne o mieście. Za pomocą portalu geoinformacyjnego mieszkańcy mają możliwość sprawdzenia takich informacji jak numer działki ewidencyjnej, rozmieszczenie jednostek straży pożarnej czy policji, układ stref zalewowych, rozmieszczenie instytucji publicznych oraz wiele innych. Miejskie geoportale, które jako aplikacje internetowe występują w wersji mobilnej jako responsywne aplikacje na smartfony i tablety, coraz częściej pełnią funkcję narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji przez władze lokalne oraz funkcję informacyjną dla obywateli. Od kilku lat można zauważyć pozytywne zjawisko zasilania geoportali danymi przestrzennymi bezpośrednio odnoszącymi się do zarządzania kryzysowego. Wyspecjalizowana informacja dotycząca np. rewirów straży miejskiej, rozmieszczenia jednostek straży pożarnej, strefy zasięgu wody powodziowej czy rozmieszczenia hydrantów i punktów poboru wody gromadzona jest w specjalnie przeznaczonych dla zarządzania kryzysowego modułach geoportalu. Ponadto na rynku aplikacji mobilnych pojawia się coraz więcej aplikacji na smartfony dotyczących bezpieczeństwa i jego monitoringu. Charakterystyka wybranych przykładów wdrażania przestrzennej informacji dla zarządzania kryzysowego w geoportalach i aplikacjach mobilnych została przedstawiona w rozdziale 7. i 8. niniejszego opracowania.

2.4. Infrastruktura informacji przestrzennej

Obecnie dzięki szybkiemu rozwojowi metod i technik pozyskania danych, zasoby danych przestrzennych są bardzo duże. Powszechnym problemem jest redundancja danych, brak informacji opisowych o charakterystyce zestawu danych (metadanych), trudna dostępność oraz wysokie opłaty za korzystanie z zasobów geoprzestrzennych. Efektem tych niekorzystnych zjawisk jest ponowne pozyskiwanie tych samych danych, co powoduje rosnące trudności w korzystaniu z danych zgromadzonych przez różne podmioty i bezcelową generację kosztów. Problem ten widoczny jest na każdym szczeblu terytorialnym, począwszy od gminy, powiatu, województwa, a skończywszy na szczeblu krajowym i europejskim. W samej Unii Europejskiej istnieje ogromna liczba baz danych przestrzennych rozproszonych w wielu instytucjach i organizacjach w zależności od dziedziny. Stąd też

istnieje potrzeba ujednolicenia, skompletowania i utrzymania w stanie aktualności wszystkich danych geoprzestrzennych. Naprzeciw powyższym problemom wychodzi uchwalona przez Parlament Europejski 14 marca 2007 r. Dyrektywa 2007/2/WE, powszechnie zwana **dyrektywą INSPIRE** (ang. Infrastructure for Spatial Information in Europe). Wiodącym celem dyrektywy INSPIRE jest harmonizacja danych przestrzennych gromadzonych w krajach Unii przez różne organizacje, instytucje i urzędy oraz ich interoperacyjność, czyli współdziałanie. Dyrektywa INSPIRE wdraża w strukturach kraju infrastrukturę informacji przestrzennej, która jest zespołem środków prawnych, organizacyjnych, ekonomicznych i technicznych zapewniających powszechny dostęp do odniesionych przestrzennie danych z terytorium kraju oraz usług geoinformacyjnych³. Wdrożenie dyrektywy INSPIRE umożliwia efektywne stosowanie geoinformacji dla wzrostu konkurencyjności gospodarki, racjonalne gospodarowanie zasobami geoinformacyjnymi zarządzanymi przez administrację rządową i samorządową oraz rozwój idei społeczeństwa informacyjnego.

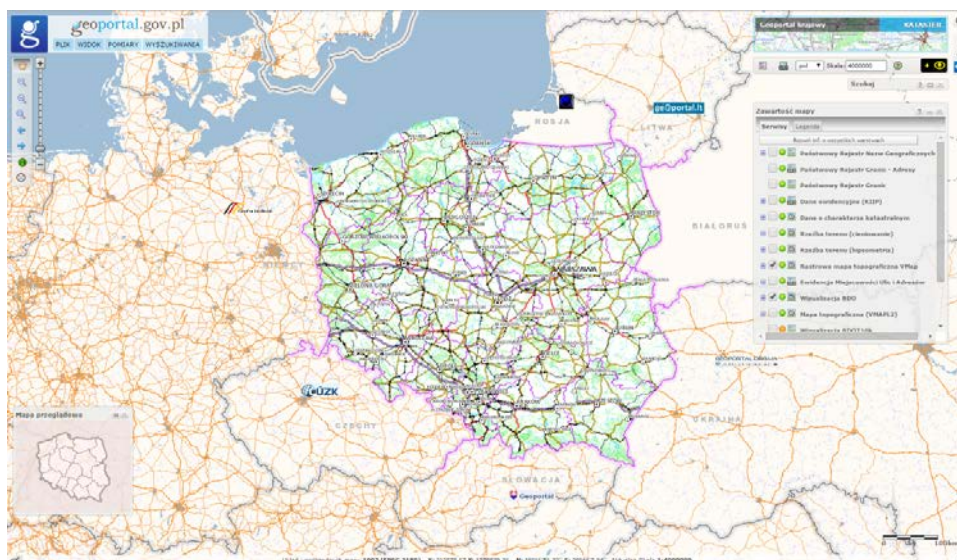
Owoce wdrażania infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce jest rządowy portal geoinformacyjny – **GEOPORTAL.GOV.PL** (znajdujący się pod adresem www.geoportal.gov.pl). Jest to aplikacja internetowa umożliwiająca przeglądanie danych przestrzennych oraz wyszukiwanie zbiorów i usług danych przestrzennych należących do Krajowej Infrastruktury Informacji Przestrzennej. Geoportal krajowy umożliwia dostęp do danych pochodzących z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego, który jest zbiorem wszystkich cyfrowych i analogowych materiałów geodezyjnych i kartograficznych gromadzonych w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) oraz odpowiednich ośrodkach wojewódzkich i powiatowych. Głównym zadaniem CODGiKu jest gromadzenie, prowadzenie i udostępnianie bazy danych centralnego zasobu geodezyjnego i kartograficznego stanowiącego własność Skarbu Państwa w zakresie⁴:

- podstawowych osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych dla obszaru kraju,
- państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju,
- państwowego rejestru nazw geograficznych,
- bazy danych ogólnogeograficznych,
- bazy danych obiektów topograficznych,
- zobrażeń lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomap,
- numerycznych danych wysokościowych,
- opracowań tematycznych.

³ Portal geoinformacyjny gisplay.pl, *Krajowa Infrastruktura Informacji Przestrzennej*, <http://gisplay.pl/gis/krajowy-system-informacji-przestrzennej.html> (dostęp: październik 2015)

⁴ GEOPORTAL.GOV.PL, <http://geoportal.gov.pl/> (dostęp listopad 2015)

Na podstawie art. 40a ust. 2 pkt.1 ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne z dnia 17 maja 1989 r. (Dz.U. 1989 nr 30 poz. 163), od dnia 12 lipca 2014 r. nie są pobierane opłaty za udostępnianie zbiorów danych pochodzących z państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju (PRG), państwowego rejestru nazw geograficznych (PRNG), bazy danych obiektów ogólnogeograficznych (BDOO), numerycznego modelu terenu o interwale siatki co najmniej 100 metrów (NMT_100), siatki skorowidzowej do map topograficznych i niestandardowych opracowań topograficznych oraz siatki podziału arkuszowego układu PL-1992 w skalach 1:1250, 1:5000 i 1:12500. Geoportal krajowy udostępnia za pomocą usługi WMS⁵, czyli specjalnego standardu udostępniania map w postaci rastrowej z wykorzystaniem interfejsu HTTP, wiele serwisów pochodzących z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego, m.in.: nazwy geograficzne, dane adresowe, punkty osnowy geodezyjnej, dane o charakterze katastralnym, rzeźbę terenu, mapy archiwalne (skany), mapy topograficzne, mapy hydrograficzne, mapy sozologiczne czy ortofotomapy. Interesującym produktem kartograficznym dla zarządzania kryzysowego mogą być skany map sozologicznych, które przedstawiają stan środowiska przyrodniczego, przyczyny i skutki zmian zachodzących w tym środowisku oraz formy i sposoby ochrony jego naturalnych wartości. Geoportal zapewnia także dostęp do wielu innych specjalistycznych danych przestrzennych np. rozmieszczenia oddziałów ZUS, czy zasięg projektu ISOK (rys. 2.19).



Rys. 2.19. Widok ekranu aplikacji Geoportal-2. Źródło: geoportal.gov.pl

Geoportal krajowy jest miejscem integracji danych przestrzennych pochodzących z wielu źródeł. Oprócz podstawowego źródła informacji przestrzennej jakim jest Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny, geoportal umożliwia dostęp do zasobów pochodzących z geoportali tematycznych np.

⁵ Geoinformacyjne usługi Web, Portal geoforum.pl, <http://geoforum.pl/> (dostęp: listopad 2015)

portalu e-Zabytek, czy serwisu Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad oraz miejskich geoportali regionalnych i lokalnych.

W myśl dyrektywy INSPIRE, geoportal krajowy udostępnia społeczeństwu zestawy danych przestrzennych za pomocą usług sieciowych. INSPIRE wyróżnia 5 typów usług sieciowych różniących się zakresem wykorzystania zbiorów danych przestrzennych⁶ :

- usługi wyszukiwania - umożliwiające wyszukiwanie zbiorów oraz usług danych przestrzennych na podstawie opracowanych dla nich metadanych;
- usługi przeglądania - umożliwiające co najmniej: wyświetlanie, nawigowanie, powiększanie i pomniejszanie, przesuwanie lub nakładanie na siebie zbiorów danych przestrzennych oraz wyświetlanie informacji z legendy i zawartości metadanych;
- usługi pobierania - umożliwiające pobieranie kopii całych lub części zbiorów danych przestrzennych oraz, gdy jest to możliwe, dostęp bezpośredni;
- usługi przekształcania - umożliwiające przekształcenie zbiorów danych przestrzennych w celu osiągnięcia interoperacyjności;
- usługi umożliwiające uruchamianie usług danych przestrzennych.

W ramach wdrażania infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce, każde województwo już zbudowało lub jest w trakcie budowy regionalnego geoportalu będącego miejscem dostępu do danych przestrzennych województwa oraz łącznikiem w dostępie do informacji pochodzących z krajowego geoportalu. Istotą wymiany danych przestrzennych pomiędzy różnymi geoportalami jest usługa WMS. Dzięki tej funkcjonalności geoportale regionalne i lokalne mogą czerpać informacje przestrzenne z geoportalu krajowego bez potrzeby ich powielania oraz wytwarzać jedynie unikalne informacje charakterystyczne dla danego regionu.

W celu ujednolicenia i harmonizacji danych, zestawy danych geoprzestrzennych zostały podzielone w myśl INSPIRE na 3 grupy tematyczne (aneksy I-III dyrektywy INSPIRE), zawierające łącznie 34 tematy. Niestety zarządzanie kryzysowe nie zostało ujęte w osobnym temacie. Takiego stanu rzeczy można doszukiwać się w interdyscyplinarności dziedziny jaką jest zarządzanie kryzysowe. Dynamika i unikalny rodzaj zdarzeń kryzysowych powodują, iż tematyki zarządzania kryzysowego nie da się wpisać w jednolite ramy żadnej z grup tematycznych. Jednakże dzięki dyrektywie INSPIRE możliwe jest

⁶ Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 roku ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej INSPIRE (2015), <http://eur-lex.europa.eu> (dostęp: październik 2015)

usprawnienie i zwiększenie dostępu do różnorodnych zasobów danych przestrzennych oraz związanych z nimi usług przez podmioty zarządzania kryzysowego w Polsce.

2.5. Użycie zobrazowań satelitarnych w zarządzaniu kryzysowym

Sektor kosmiczny jest jednym z najbardziej innowacyjnych i zaawansowanych technologicznie obszarów, mającym coraz większe znaczenie dla europejskiej i światowej gospodarki. Aplikacje oparte na technologiach kosmicznych i technikach satelitarnych znajdują szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach życia gospodarczego i społecznego – w transporcie, gospodarce przestrzennej, monitorowaniu i zarządzaniu środowiskiem, energetyce, rolnictwie, rybołówstwie, ubezpieczeniach i bankowości, bezpieczeństwie i obronności, zarządzaniu kryzysowym oraz wielu innych. Stąd też Unia Europejska we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną aktywnie wspiera rozwój technologii kosmicznych przyczyniających się do postępu gospodarczego.

Techniki satelitarne od wielu lat wykorzystywane są do celów monitorowania stanu środowiska, ale również wykorzystywane są w sektorze zarządzania kryzysowego. Zobrazowania satelitarne znajdują zastosowanie do oceny zagrożeń, planowania działań, a także do oceny zniszczeń.

2.5.1. Program Copernicus

Copernicus to program monitoringu środowiska i bezpieczeństwa (znany wcześniej pod nazwą **GMES** - Global Monitoring for Environment and Security) realizowany od 1998 roku przez Komisję Europejską we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA) (Aschbacher, 2012). Głównym celem programu jest opracowanie i wykorzystanie metod monitorowania stanu środowiska z pułapu satelitarnego, lotniczego i naziemnego. Zgromadzone dane wykorzystywane są w celu świadczenia usług (serwisów) informacyjnych, które pozwalają na skuteczne zarządzanie środowiskiem i poprawę bezpieczeństwa Unii Europejskiej. Usługi programu Copernicus są w pełni otwarte i dostępne (w takim stopniu, w jakim nie jest to sprzeczne z interesami UE), zaś głównym użytkownikiem programu są władze publiczne krajów UE. Usługi zostały przyporządkowane do sześciu tematów:

- monitoring powierzchni Ziemi,
- monitoring atmosfery,
- monitoring mórz i oceanów,
- zmiany klimatu,
- bezpieczeństwo,
- zarządzanie kryzysowe.

Monitoring powierzchni Ziemi (ang. Land Monitoring Service)⁷ jest usługą dostarczającą informacji o użytkowaniu Ziemi i zmianach zachodzących na jej powierzchni. Zakres tematyczny powyższego serwisu obejmuje takie zagadnienia jak: wykorzystanie terenu i zmiany jego pokrycia, przepuszczalność gleb, jakość i dostępność wody, planowanie przestrzenne, gospodarka leśna, bilans węgla oraz globalne zagrożenie plonów rolnych (Mikołajek-Zielińska, 2013). Serwis składa się z trzech głównych komponentów: globalnego, europejskiego oraz lokalnego. Komponent globalny⁸ umożliwia dostęp do produktów i usług w skali całego świata w średniej i niskiej rozdzielczości w postaci serwisów tematycznych. Produkty i usługi w ramach powyższego komponentu dotyczą monitoringu wegetacji (np. wskaźniki NDVI, obszary spalone po pożarze), dostępności i jakości wody (np. zasolenie wody) oraz bilansu węgla (np. temperatura powierzchni Ziemi). Komponent europejski⁹ dostarcza zbiorów danych dotyczących pokrycia terenu np. CORINE Land Cover. Jest to wektorowa baza danych zawierająca 44 typy pokrycia terenu Europy. Niniejszy komponent zawiera również inne wysokorozdzielcze warstwy dostarczające informacji uzupełniających na temat pokrycia terenu Europy np. tereny nieprzepuszczalne (drogi, tereny zabudowane), lasy, łąki, mokradła, rzeki i zbiorniki wodne. Ostatnim komponentem serwisu *Monitoringu powierzchni Ziemi* jest komponent lokalny¹⁰, który dostarcza bardziej szczegółowych informacji dla komponentu europejskiego. Produkty dostarczane w ramach tego komponentu są wysokorozdzielczymi zobrazowaniami obejmującymi swoim zasięgiem konkretne obszary o specyficznych uwarunkowaniach środowiskowych. W ramach komponentu lokalnego dostarczane są takie produkty i usługi jak: *Urban Atlas* (szczegółowa baza pokrycia terenu miast europejskich), *Riparian Zones* (szczegółowa baza pokrycia terenu dla obszarów nadrzecznych) oraz *Natura 2000* (baza pokrycia terenu obszarów o szczególnych walorach przyrodniczych Natura 2000). Oprócz przedstawionych powyżej komponentów serwis *Monitoring powierzchni Ziemi* wspiera tworzenie europejskiego modelu pokrycia terenu¹¹. Wszystkie przedstawione powyżej serwisy posiadają komponent mapowy, który umożliwia łatwe przeglądanie zbiorów danych oraz pobieranie map po wcześniejszym zalogowaniu.

Monitoring atmosfery (ang. Atmosphere Monitoring Service)¹² obejmuje monitorowanie jakości powietrza oraz prognozowanie stanu atmosfery. Informacje dostarczane przez *Monitoring atmosfery* znajdują się w czterech serwisach tematycznych. Pierwszym z nich jest *Europejski Serwis Jakości Powietrza i Składu Atmosfery*, który monitoruje i prognozuje ilość gazów cieplarnianych, gazów

⁷ COPERNICUS Land Monitoring Services, www.land.copernicus.eu (dostęp: styczeń 2016)

⁸ COPERNICUS Global Land Monitoring Service, www.land.copernicus.eu/global (dostęp: styczeń 2016)

⁹ COPERNICUS Pan-European Land Monitoring Service, www.land.copernicus.eu/pan-european (dostęp: styczeń 2016)

¹⁰ COPERNICUS Local Land Monitoring Service, www.land.copernicus.eu/local (styczeń 2016)

¹¹ COPERNICUS DEM&Derived products, www.land.copernicus.eu/in-situ (dostęp: styczeń 2016)

¹² COPERNICUS Atmosphere Monitoring Service, www.atmosphere.copernicus.eu/ (dostęp: styczeń 2016)

aktywnych, ozonu i aerozoli. Serwis dostarcza również wielu analiz w czasie zbliżonym do rzeczywistego oraz prognozy jakości powietrza. *Serwis klimatyczny* dostarcza informacji na temat zmian klimatycznych, zaś *Serwis UV i Energii Słonecznej* gromadzi dane na temat warstwy ozonu oraz promieniowania UV. *Serwis Promieniowanie słoneczne* jest przydatny w takich dziedzinach jak zdrowie, rolnictwo, czy zasoby odnawialne dostarczając informacji na temat promieniowania słonecznego na powierzchni Ziemi oraz jego intensywności.

Monitoring mórz i oceanów (ang. Marine Environment Monitoring Service)¹³ dostarcza produkty i usługi w zakresie monitorowania mórz i oceanów, stanu i dynamiki wód morskich, stref przybrzeżnych oraz pokrywy lodowej. Serwis posiada rozbudowany katalog produktów oferujących szeroki zakres analiz, prognoz i symulacji związanych z monitoringiem mórz i oceanów. Katalog produktów obejmuje 7 obszarów geograficznych: Morze Śródziemne, Morze Czarne, północno-zachodni szelf Europy, obszar IBI-ROOS (regionalny obszar morski pomiędzy Zatoką Baskijską a Morzem Celta u wybrzeży Irlandii), Morze Bałtyckie, Morze Arktyczne, Wszechocean (ocean światowy). Zakres tematyczny produktów i usług to m.in. bezpieczeństwo morskie, zanieczyszczenie i jakość wód, zarządzanie zasobami morskimi, zmiany klimatu, działalność przybrzeżna, badanie pokrywy lodowej morza, wykrywanie wycieków ropy naftowej. Głównym celem powyższego serwisu jest zapewnienie bezpieczeństwa transportu morskiego oraz zmniejszenie zagrożeń środowiskowych z nim związanych. Wszystkie produkty i usługi znajdujące się w katalogu mogą zostać pobrane przez zalogowanych użytkowników serwisu.

Serwis ***Zmiany klimatu***¹⁴ jest najmłodszym serwisem programu COPERNICUS, będącym obecnie w fazie realizacji. Zadaniem serwisu będzie monitoring aktualnie zachodzących zmian klimatycznych i prognozowanie skutków zmian klimatu w przyszłości. Serwis będzie umożliwiać dostęp do wielu wskaźników zmian klimatycznych takich jak: wzrost temperatury, wzrost poziomu morza, tempo topnienia pokrywy lodowej, czy wzrost temperatury wód oceanicznych.

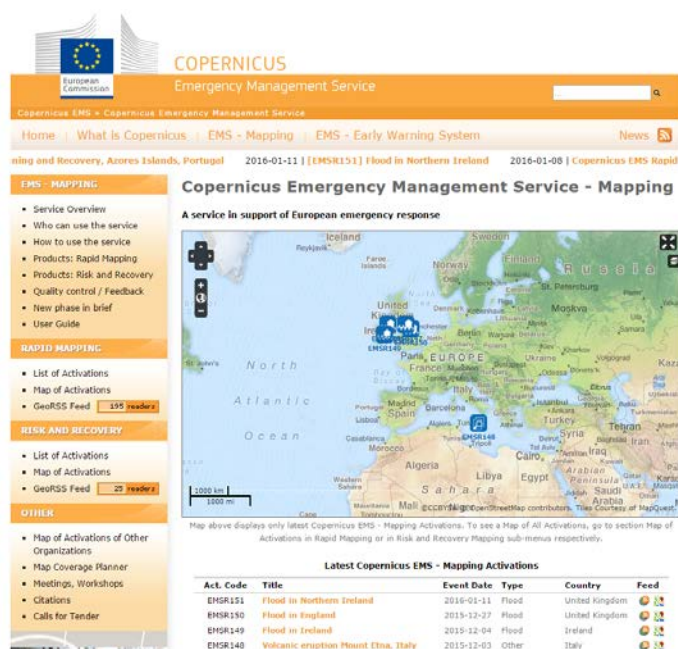
Serwis ***Bezpieczeństwo***¹⁵ dostarcza produktów i usług związanych z monitorowaniem granic lądowych i morskich w Europie, nielegalną imigracją, przemytem i nielegalnym handlem, piractwem, nadzorem nad infrastrukturą krytyczną oraz zmianami zasobów wody. Trzema głównymi osiami serwisu są ochrona granic lądowych, ochrona granic morskich oraz wsparcie zewnętrznych działań operacyjnych Unii Europejskiej. Wykorzystanie powyższych usług powinno przyczyniać się do zapobiegania konfliktom, utrzymywaniu pokoju oraz wsparciu działań zarządzania kryzysowego. Powyższy serwis znajduje się w fazie rozwoju, zaś jego trzy główne osie priorytetowe realizowane są obecnie w ramach wielu projektów finansowanych z budżetu Unii Europejskiej.

¹³ COPERNICUS Marine Environment Monitoring Service, www.marine.copernicus.eu (dostęp: styczeń 2016)

¹⁴ COPERNICUS Climate Change Service, wersja beta, www.climate.copernicus.eu (dostęp: styczeń 2016)

¹⁵ COPERNICUS Security Service, www.copernicus.eu/main/security (dostęp: styczeń 2016)

Serwis **Zarządzanie kryzysowe¹⁶** (ang. **Emergency Management Service, EMS**) ma na celu pomoc w zwalczaniu skutków katastrof naturalnych i tych wywołanych przez człowieka, takich jak: powódzie, pożary lasów, trzęsienia ziemi oraz wsparcie pomocy humanitarnej i ochrony obywateli. Głównym zadaniem serwisu jest szybkie dostarczenie informacji społeczno-ekonomicznej i przestrzennej dla obszarów objętych kryzysem. Serwis **Zarządzanie Kryzysowe** działa operacyjnie od kwietnia 2012 r. Wcześniej, w latach 2009-2012 r., prowadzono przygotowania w ramach projektu **SAFER** (Services and Applications for Emergency Response). Serwis umożliwia bezpłatny dostęp do danych satelitarnych z prawie 30 satelitów obserwacyjnych i wykonanych na ich podstawie analiz sytuacji przed, w trakcie oraz po wystąpieniu zjawiska. Produkty podzielone są na dwie główne kategorie: produkty wygenerowane w fazie reagowania (ang. Rapid Mapping products) oraz produkty powstałe w fazie zapobiegania, przygotowania i odbudowy (ang. Risk and Recovery Mapping products). Najnowsze produkty przedstawione są na interaktywnej mapie (rys. 2.20).



Rys. 2.20. Interfejs COPERNICUS Emergency Management Service. Źródło: <http://emergency.copernicus.eu>

Uprawnienia do aktywacji serwisu mają autoryzowani użytkownicy, natomiast wyniki analiz dostępne są publicznie w Internecie¹⁷. Autoryzowani użytkownicy to instytucje i organizacje zarządzania kryzysowego na poziomie lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym w obrębie granic Unii Europejskiej. W każdym państwie jest zlokalizowany krajowy punkt kontaktowy, który przyjmuje wnioski o aktywację serwisu EMS (w uzasadnionych przypadkach) i prowadzi

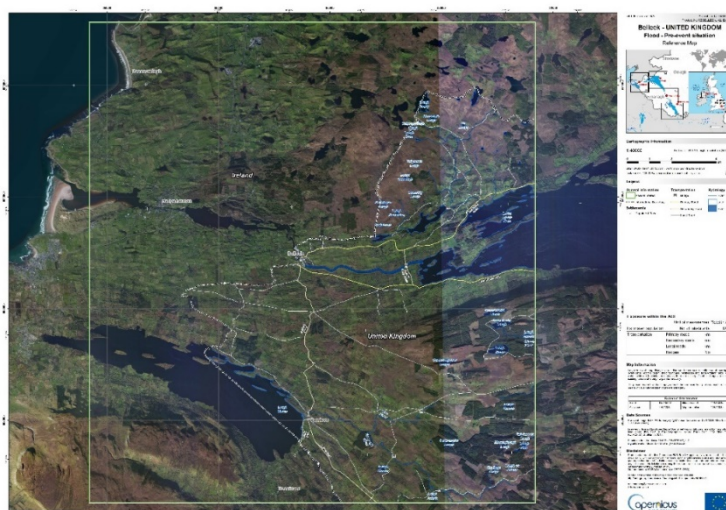
¹⁶ COPERNICUS Emergency Management Service, www.emergency.copernicus.eu/mapping (dostęp: styczeń 2016)

¹⁷ COPERNICUS Emergency Management Service, www.emergency.copernicus.eu (dostęp: październik 2015)

procedurę uzyskania określonych produktów zgodnie z wymogami zawartymi we wniosku. Użytkownicy mają do dyspozycji przedstawione poniżej produkty.

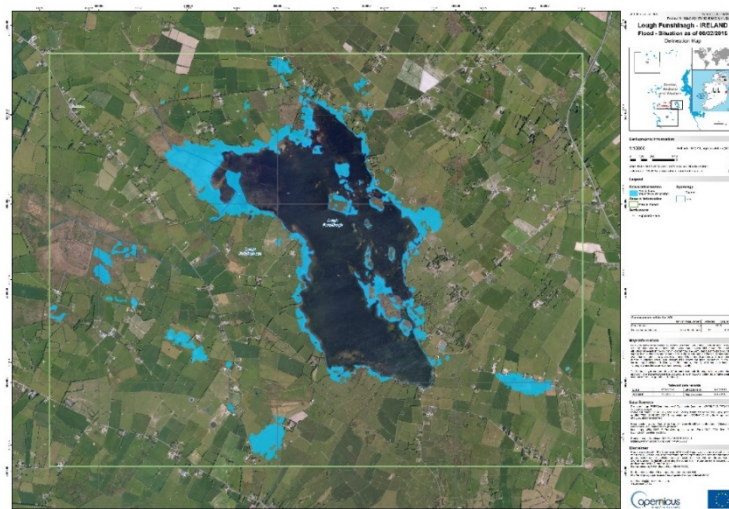
Produkty z kategorii *Rapid Mapping*:

- **Mapy referencyjne** (ang. reference maps) – prezentują sytuację obszaru zainteresowania przed wystąpieniem kryzysu na zobrazowaniu satelitarnym. Powyższe mapy przedstawiają wybrane obiekty topograficzne oraz istotne elementy z punktu zarządzania kryzysowego np. hydrologię, rodzaje zabudowy, czy sieci dróg oraz innych środków transportu (rys. 2.21).



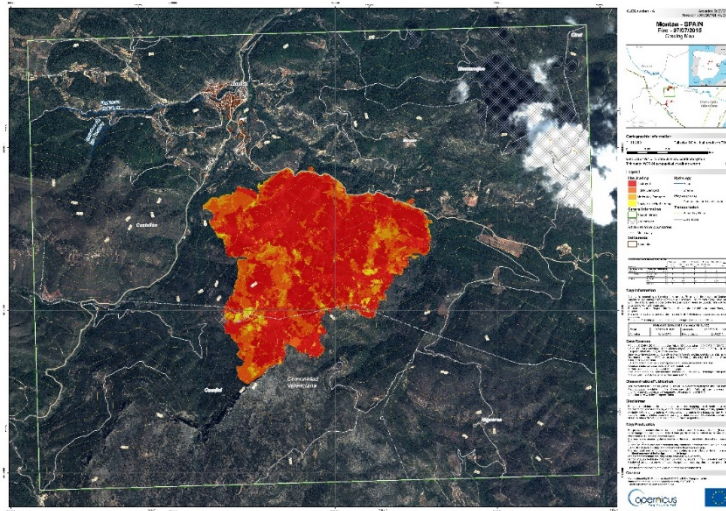
Rys. 2.21. Mapa referencyjna przedstawiająca okolice miejscowości Belleek w hrabstwie Fermanagh w Irlandii Północnej podczas powodzi w styczniu 2016 rok. Źródło: <http://emergency.copernicus.eu/mapping/>

- **Mapy zasięgu** (ang. delineation maps) – opracowywane są na podstawie zdjęć satelitarnych wykonanych po wystąpieniu zjawiska kryzysowego, dostarczają informacji na temat jego zasięgu i rodzaju. Przykładami takich opracowań są mapy zasięgu powodzi (rys. 2.22).



Rys. 2.22. Mapa zasięgu przedstawiająca powódź w okolicach jeziora Lough Funshinagh w hrabstwie Roscommon w Irlandii podczas powodzi w lutym 2016 rok. Źródło: <http://emergency.copernicus.eu/mapping/>

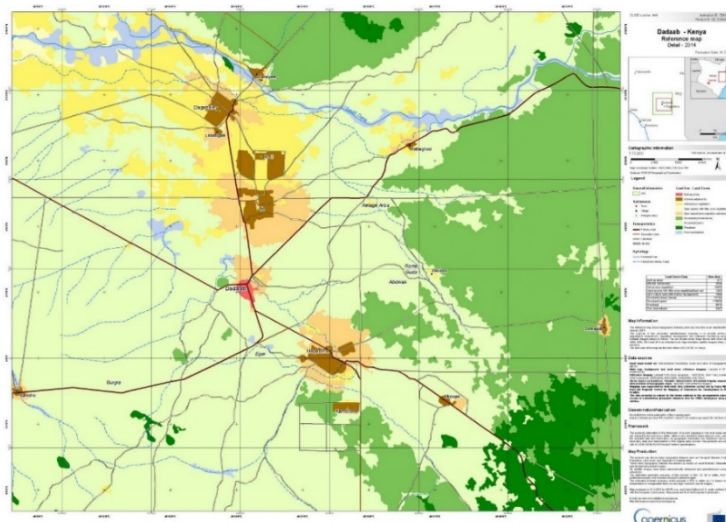
- **Mapy gradacyjne** (ang. grading maps) – opracowywane są na podstawie zdjęć satelitarnych wykonanych po wystąpieniu zjawiska kryzysowego, dostarczają informacji na temat skutków jego wystąpienia. Na mapie prezentowana jest skala zniszczeń zabudowy, sieci transportowej, przemysłu i innych istotnych obiektów zależnie od specyfiki terenu. Przykładem powyższej mapy jest mapa gradacyjna trzęsienia ziemi z zaznaczoną liczbą zniszczonych budynków (rys. 2.23).



Rys. 2.23. Mapa gradacyjna przedstawiająca skalę zniszczeń po pożarze w okolicach miejscowości Montan w Hiszpani w lipcu 2015 roku. Źródło: <http://emergency.copernicus.eu/mapping/>

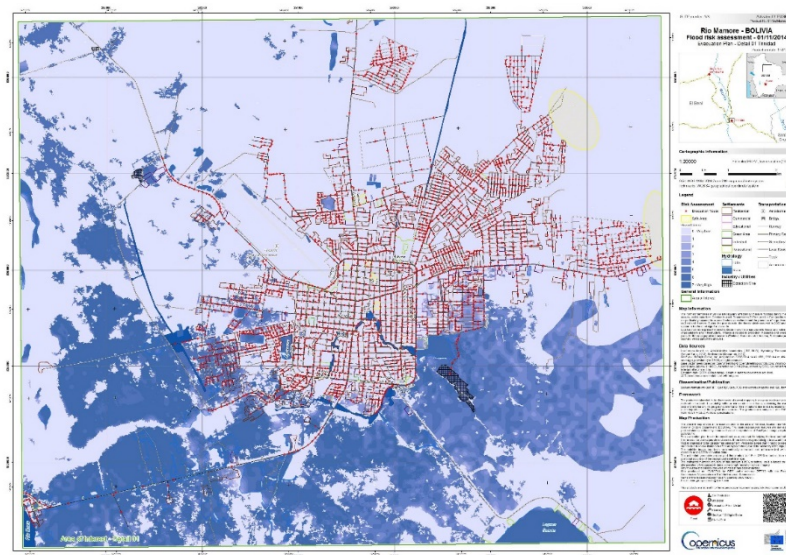
Produkty z kategorii *Risk and Recovery Mapping products*:

- **Mapy referencyjne** (ang. reference maps) – przedstawiają ogólną sytuację obszaru zainteresowania pod kątem oceny ryzyka. Na mapie prezentowane są takie elementy jak pokrycie terenu, hydrologia, rodzaje zabudowy i sieć dróg (rys. 2.24).



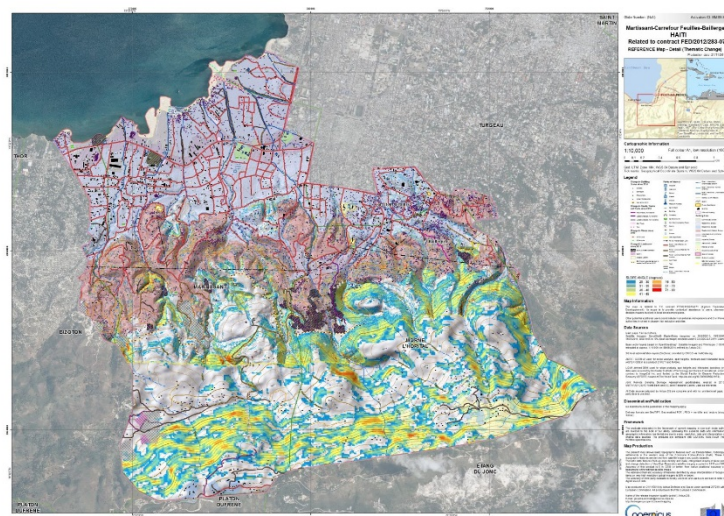
Rys. 2.24. Mapa referencyjna do oceny ryzyka dla okolic miejscowości Dabaab w Kenii na dzień 31.03.2014. Źródło: <http://emergency.copernicus.eu/mapping/>

- **Mapy oceny ryzyka** (ang. pre-disaster situation maps) – prezentują ocenę ryzyka wystąpienia zagrożeń na obszarze badania w celu minimalizacji strat. Ocena ryzyka zagrożenia prezentowana jest na mapie w formie zasięgu o różnej intensywności gradientu w zależności wielkości ryzyka. Na mapach prezentowane są również sugerowane kierunki ewakuacji. Przykładami produktów są mapy zagrożenia powodziowego, plany ewakuacji, modelowane scenariusze (rys. 2.25).



Rys. 2.25. Mapa oceny ryzyka dla miejscowości Trinidad nad rzeką Mamore w Boliwii, listopad 2014 roku.
Źródło: <http://emergency.copernicus.eu/mapping/>

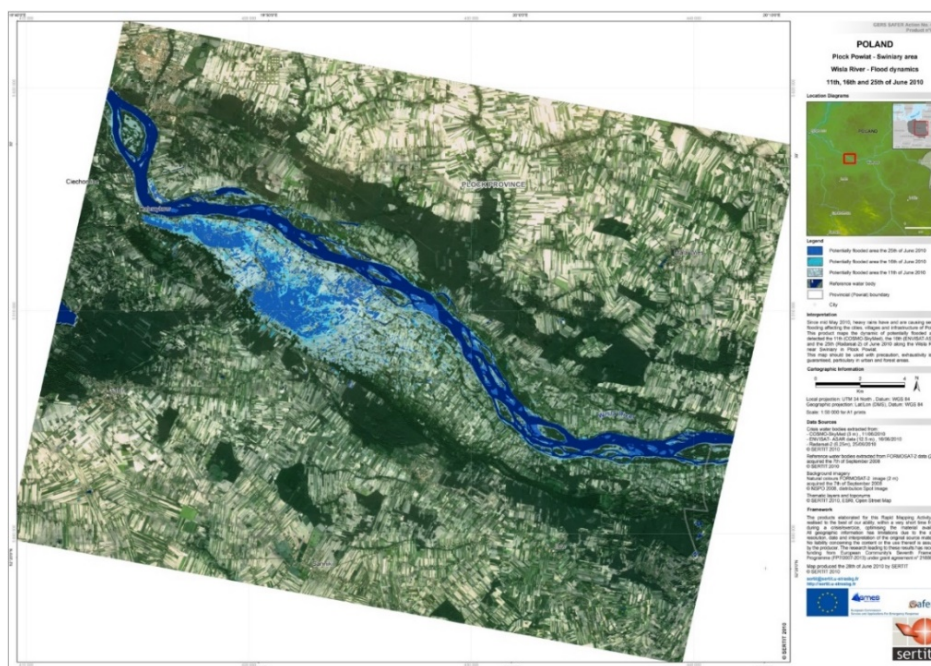
- **Mapy odbudowy** (ang. post-disaster situation maps) – dostarczają informacji wspomagających proces odbudowy po zaistniałej katastrofie. Na mapie zaznaczone są zmiany jakie zaszły na terenie dotkniętym katastrofą np. zmiany w pokryciu terenu, w zabudowie, czy sieci drogowej. Powyższe mapy wymagają częstej aktualizacji (rys. 2.26).



Rys. 2.26. Mapa odbudowy, Haiti, listopad 2014. Źródło: <http://emergency.copernicus.eu/mapping/>

Autoryzowany użytkownik może wybrać jeden z dwóch trybów zamawiania produktów z serwisu EMS: poziom 1 (SL1) oraz poziom 5 (SL5). W przypadku trybu SL1 produkty dostarczane są kilka godzin po pozyskaniu i wstępnym przetworzeniu zobrazowań satelitarnych. Czas dostarczenia map referencyjnych jest szacowany na około 9 godzin, zaś mapy zasięgu i gradacji dostarczane są w przybliżonym czasie 12 godzin. W przypadku trybu SL5 czas oczekiwania na produkt wynosi około 5 dni roboczych.

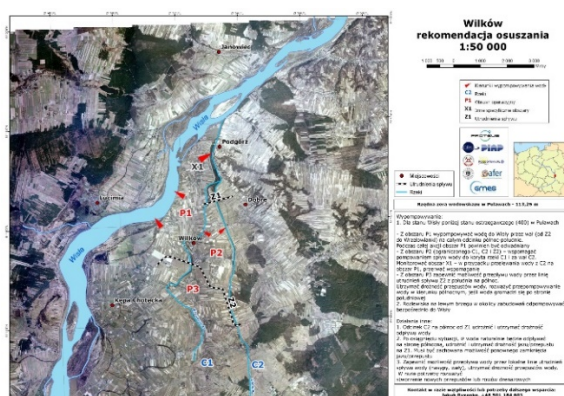
W Polsce do tej pory trzy razy aktywowano pomoc EMS Copernicus. Podczas powodzi w Polsce w maju i czerwcu 2010 r. Komenda Główna PSP uruchomiła wsparcie programu GMES-SAFER, dzięki któremu użytkownicy tacy jak Komenda Główna PSP, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, samorządy oraz regionalne jednostki ratunkowe mogły skorzystać z map satelitarnych przygotowanych dla piętnastu obszarów w dorzeczu Ody i Wisły przedstawiających zalane tereny. Dzięki nim osoby kierujące akcją ratowniczą oraz lokalni samorządowcy mieli pełny obraz sytuacji powodziowej. Zalany obszar wyznaczano na podstawie analizy obrazów radarowych z satelitów: TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, Radarsat-2, ENVISAT/ASAR, ERS-2 oraz obrazów optycznych z satelity SPOT-5. Mapy referencyjne opracowano z użyciem obrazów optycznych tj. LANDSAT 5 TM i ALOS, AVNIR-2. W sumie dostarczono trzydzieści map w formacie GeoTIFF i PDF oraz udostępniono pliki KML zawierające granice rozlewiska, które można wyświetlić w programie Google Earth (rys. 2.27).



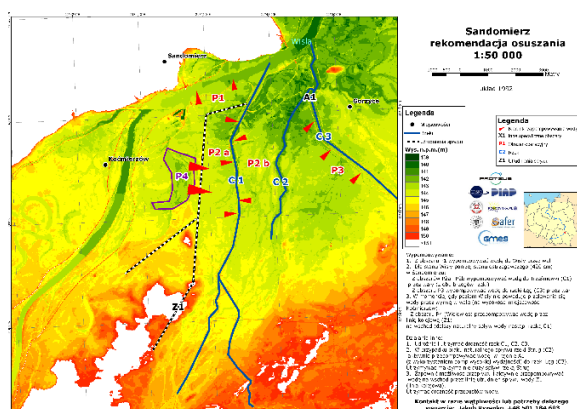
Rys. 2.27. Mapa dynamiki powodzi na Wiśle w okolicach Świnia, 11, 16 i 25 czerwca 2010 r., aktywacja GMES-SAFER. Źródło: <http://sertit.u-strasbg.fr/>

Zespół specjalistów z Centrum Badań Kosmicznych PAN, Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów PIAP, Państwowego Instytutu Geologicznego, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej

oraz Politechniki Poznańskiej opracował również dodatkowe produkty, takie jak mapy hipsometryczne i analizy zawierające rekomendacje osuszania dla kilku zalanych obszarów (Kozyra 2012) (rys. 2.28 oraz 2.29).

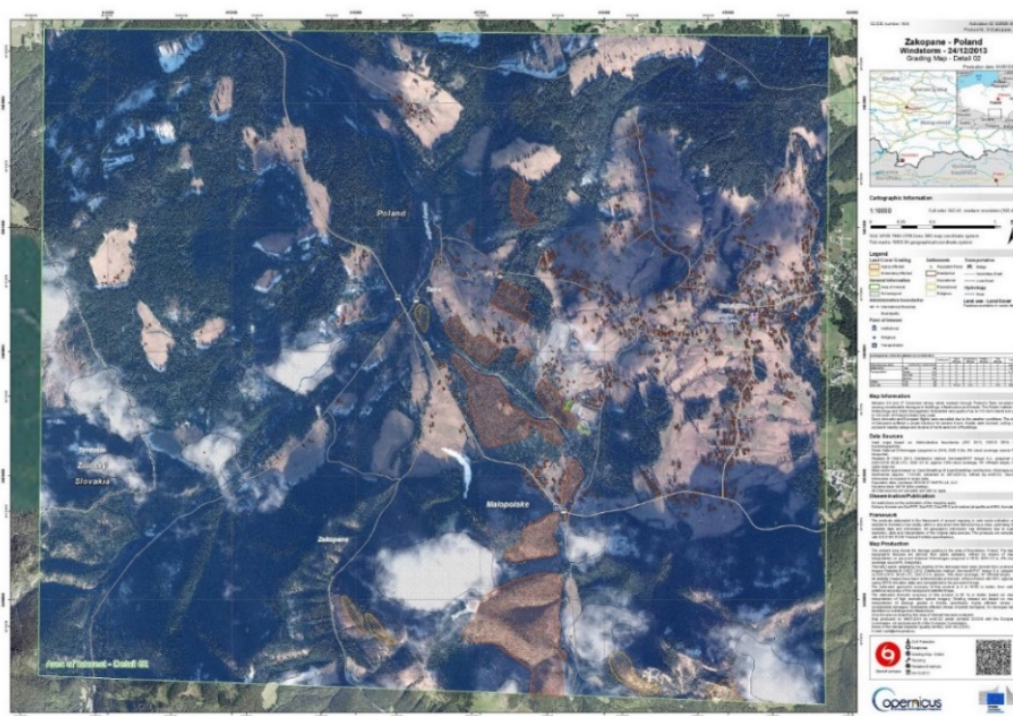


Rys. 2.28. Rekomendacje osuszania w okolicach Sandomierza, 2010 r.



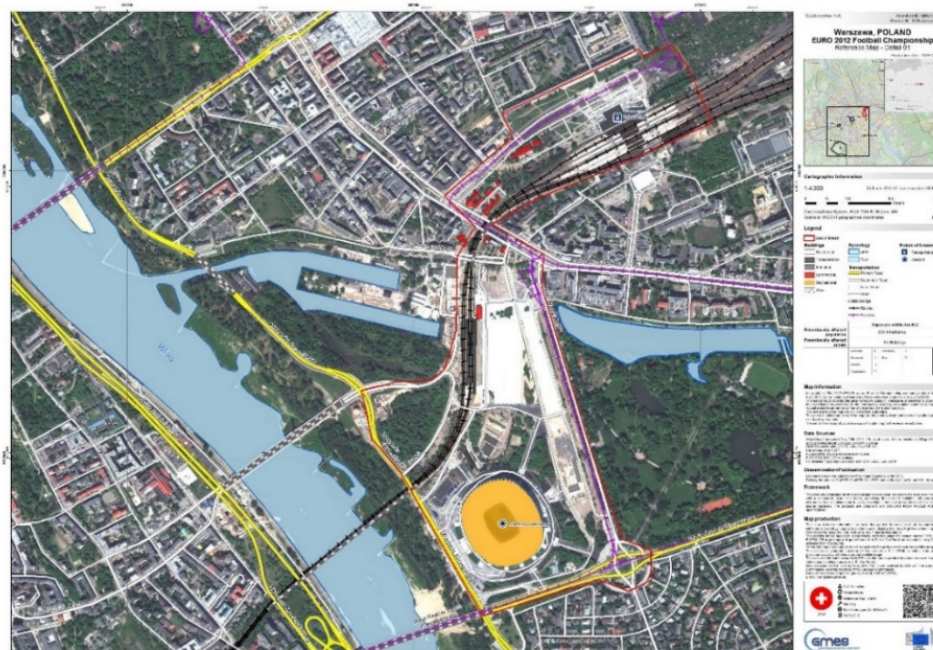
Rys. 2.29. Rekomendacje osuszania w okolicach Wilkowa, 2010 r.

Innym przykładem uruchomienia EMS Copernicus w Polsce był katastrofalny halny wiejący między 24. a 27. grudnia 2013 r., który spowodował wiatrołomy w Tatrach. Serwis dostarczył łącznie 6 map, w tym mapy referencyjne i mapy gradacyjne zniszczeń (rys. 2.30). Do wizualnej interpretacji użyto zobrazowania satelitarnego Pleiades pozyskanego kilka dni po zdarzeniu. Mapy dostarczone w formatach rastrowych GeoTIFF, PDF i JPEG oraz wektorowych shapefile i KML.



Rys. 2.30. Mapa gradacyjne zniszczeń po wiatrołomie w okolicach Zakopanego, grudzień 2013 r.
Źródło: <http://emergency.copernicus.eu/>

Przed EURO 2012 w Polsce zamówiono w serwisie GMES mapy referencyjne dla kilku miast (Gdańsk, Gdynia, Kraków, Poznań, Warszawa, Wrocław), w których rozgrywano mecze piłki nożnej podczas Mistrzostw Europy. Mapy wykorzystano w planowaniu i przygotowaniu imprez sportowych. Podkładem map były bardzo wysokorozdzielcze zobrażenia satelitarne pochodzące z satelitów WorldView-2 i GeoEye-1 (rys. 2.31).

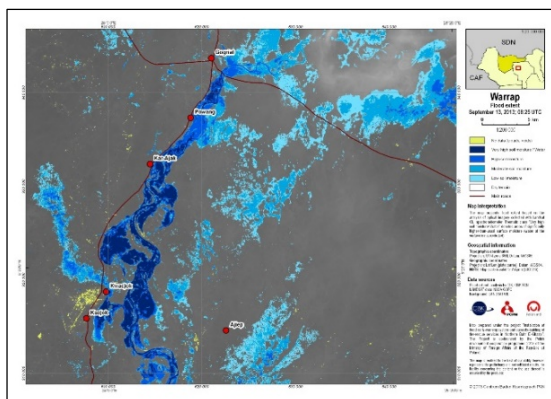


Rys. 2.31. Mapa referencyjna fragmentu Warszawy opracowana przez serwis GMES przed Euro 2012.
Źródło: GMES

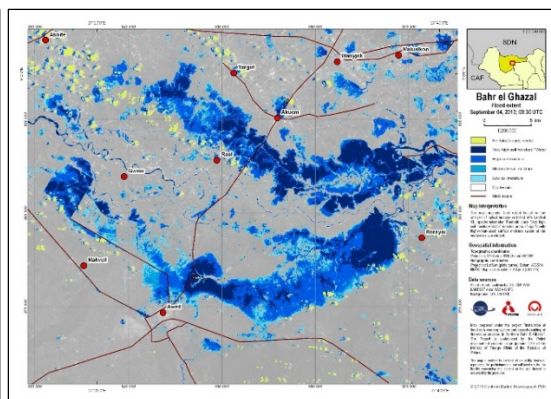
2.5.2. Przykładowe produkty Centrum Informacji Kryzysowej

Centrum Informacji Kryzysowej CBK PAN świadczy pomoc ekspercką w dostępie do danych satelitarnych i technologii geoinformacyjnych oraz działa operacyjnie jako wsparcie dla służb zarządzania kryzysowego i ratownictwa. W ramach swojej działalności CIK CBK PAN przygotowało kilka eksperymentalnych produktów wykorzystujących zobrażenia lotnicze i satelitarne.

W 2013 roku Centrum Informacji Kryzysowej przygotowało serię map przedstawiających zasięg powodzi w trzech rejonach Sudanu Południowego. Analizę zalanych obszarów przeprowadzono na podstawie obrazów satelitarnych pochodzących z satelitów Landsat 7 TM i 8 OLI oraz Terra MODIS i Aqua MODIS. Użyto również warstwy wektorowe z Open Street Map (rys. 2.32 i 2.33).

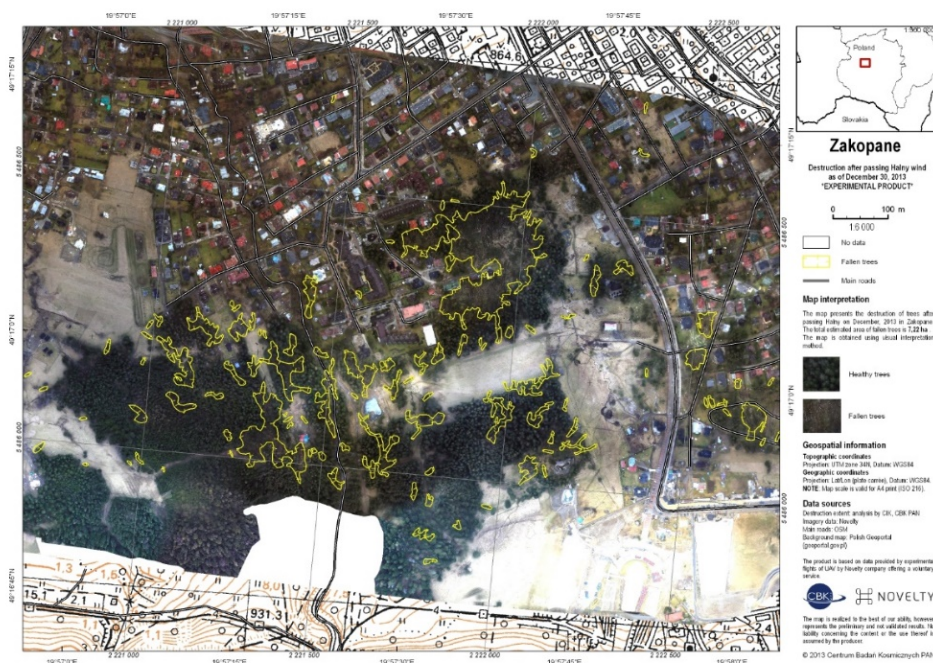


Rys. 2.32. Zasięg powodzi w okolicach Bahr el Ghazal, Sudan Płd., 4.09.2013



Rys. 2.33. Zasięg powodzi w okolicach Warrao, Sudan Płd., 13.09.2013.

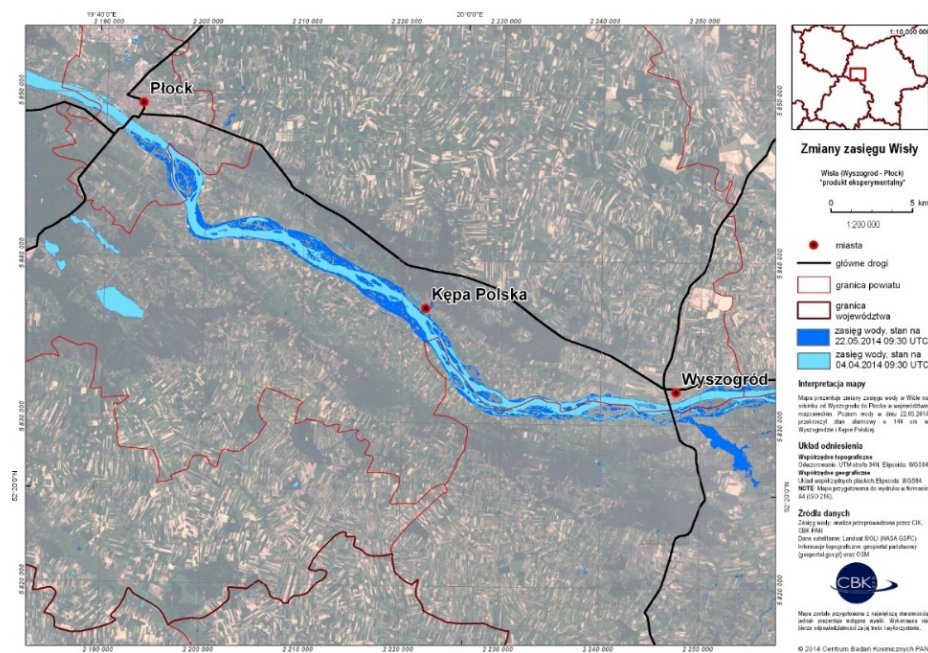
Kolejnym produktem była analiza sytuacji po wiatrołomie w okolicach Zakopanego powstałym w wyniku halnego w dniach 24-27 grudnia 2013 r. Dzięki uprzejmości firmy Novelty, która wykonała zdjęcia lotnicze z pokładu UAV, Centrum Informacji Kryzysowej pozyskało dane do wykonania mapy zniszczeń w drzewostanie na terenie Zakopanego. Analizę przeprowadzono metodą fotointerpretacji obrazu (rys. 2.34).



Rys.2.34. Mapa zniszczeń w drzewostanie, Zakopane, grudzień 2013 r.

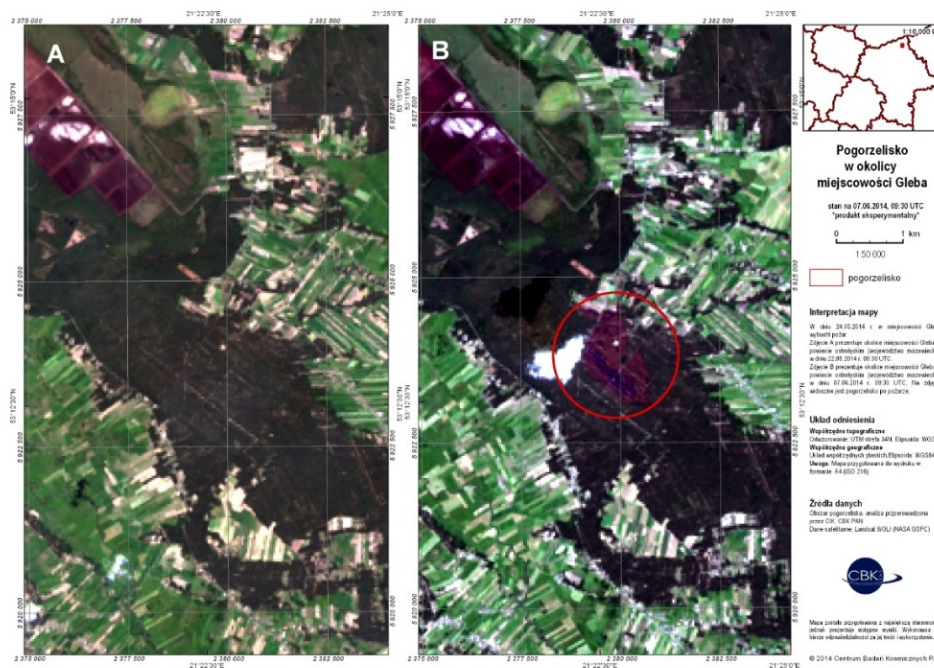
Podczas wezbrania na Wiśle w maju 2014 r. w Centrum Informacji Kryzysowej opracowano mapę przedstawiającą zasięg wezbranej rzeki na odcinku między Wyszogrodem a Płockiem na podstawie analizy obrazu Landsat 8 OLI z dnia 22 maja 2014 r. oraz zasięg wody w Wiśle podczas normalnego stanu wody w kwietniu 2014 r. również na podstawie zdjęcia Landsat 8 OLI. Wynik przedstawiono z wykorzystaniem warstw wektorowych pochodzących z projektu Open Street Map oraz

z ogólnodostępnych plików wektorowych z zasobu państwowego. Produkt wykonano na prośbę Wojewódzkiego Centrum Zarządzania Kryzysowego w Warszawie (rys. 2.35).



Rys. 2.35. Mapa wezbrania Wisły w maju 2014 r.

W dniu 24 maja 2014 r. w miejscowości Gleba w powiecie Ostrołęckim wybuchł pożar lasu. Centrum Informacji Kryzysowej CBK PAN wykonało produkt przedstawiający obszar pogorzeliska przed i po pożarze. Użyto obrazu satelitarnego Landsat 8 OLI, na którym wizualnie wyznaczono spalony teren (rys. 2.36).



Rys. 2.36. Mapa pogorzeliska w okolicach miejscowości Gleba, maj 2014 r.

3. Przegląd stosowanych technologii geoinformacyjnych w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie

W niniejszym rozdziale dokonano przeglądu działalności organów odpowiedzialnych za zarządzanie kryzysowe, służb ratowniczych oraz instytucji wspierających zarządzanie kryzysowe pod kątem wykorzystywania geoinformacji w codziennej pracy. Wśród uczestników zarządzania kryzysowego w Polsce przeprowadzono ankietę dotyczącą zastosowania technologii geoinformacyjnych. Powyższe podmioty zostały poproszone o udostępnienie materiałów i informacji na temat stosowanych technologii geoinformacyjnych.

Ankieta została wysłana do 27 podmiotów zarządzania kryzysowego w Polsce, w tym do wojewódzkich centrów zarządzania kryzysowego, służb ratowniczych i innych podmiotów związanych z zarządzaniem kryzysowym. Informację zwrotną otrzymano od 21 instytucji.

Ankieta wykazała, że 18 z 21 jednostek wykorzystuje w swojej codziennej działalności ogólnodostępne portale geoinformacyjne, zaś największe zastosowanie znajdują mapy Google oraz krajowy Geoportal.gov.pl.

Połowa jednostek używa w swojej pracy systemu nawigacji GPS. Prawie 40% ankietowanych wykorzystuje w swojej pracy zobrazowania satelitarne oraz zdjęcia lotnicze.

Wszystkie jednostki biorące udział w ankiecie wykorzystują technologie geoinformacyjne w fazie przygotowania i reagowania, zaś znacznie mniejsze ich zastosowanie znajdują w fazie odbudowy.

Okolo 75% ankietowanych instytucji przechowuje dane związane z zarządzaniem kryzysowym w formie papierowej lub cyfrowej w postaci dokumentu tekstowego Microsoft Word albo arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel. Niewielka liczba podmiotów gromadzi dane w systemach bazodanowych, struktury baz danych przestrzennych są jeszcze rzadziej wykorzystywane.

Wszystkie podmioty zarządzania kryzysowego zaznaczyły, iż wykorzystują dane przestrzenne do ich przeglądania. Okolo połowa z nich wykonuje analizy przestrzenne na tych danych. W większości przypadków w strukturach jednostek nie ma wydzielonego stanowiska pracy dla osoby zajmującej się systemami informacji przestrzennej, co jest jedną z głównych barier w dostępie do geoinformacji. Jako inne bariery, ankietowani zaznaczyli również w większości wysokie koszty finansowe związane z pozyskaniem geoinformacji oraz wysokie koszty utrzymania licencji oprogramowania.

Ankietowane jednostki jednogłośnie poparły ideę uniwersalnej platformy wymiany geoinformacji w zarządzaniu kryzysowym. Zdaniem jednostek platforma ułatwiłaby wymianę danych pomiędzy podmiotami działającymi w obszarze szeroko pojętego bezpieczeństwa publicznego.

3.1. Podmioty procesu zarządzania kryzysowego wykorzystujące technologie geoinformacyjne – wybrane przykłady dobrych praktyk

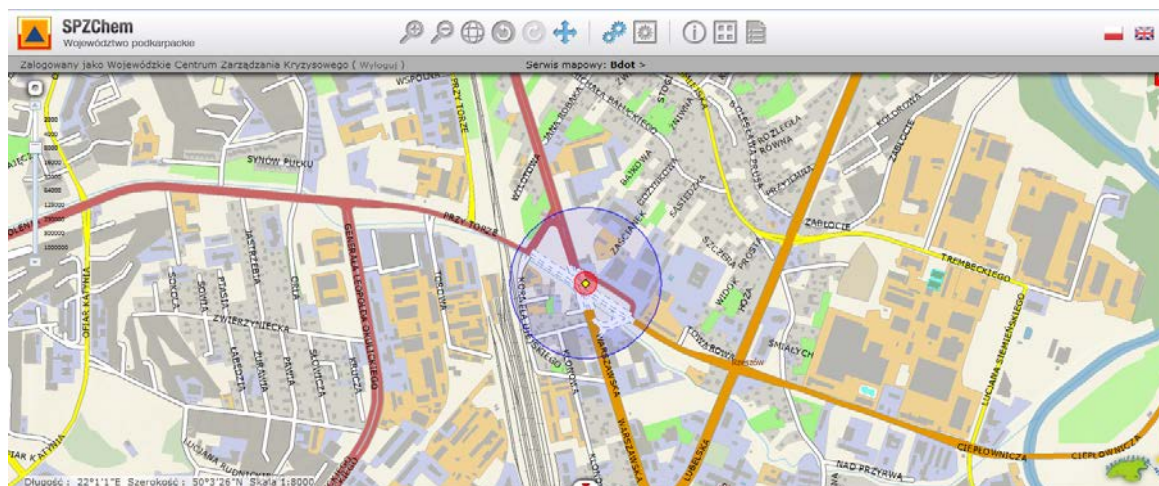
W tej części opracowania zostaną przedstawieni wybrani uczestnicy procesu zarządzania kryzysowego, którzy opracowali własną metodykę pracy z wykorzystaniem technologii geoinformacyjnych.

Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego Podkarpackiego Urzędu Wojewódzkiego w Rzeszowie

W 2010 roku w Wojewódzkim Centrum Zarządzania Kryzysowego w Rzeszowie przy wykorzystaniu jednostanowiskowej aplikacji GIS opracowano mapy ryzyka i zagrożeń dla Wojewódzkiego Planu Zarządzania Kryzysowego. Od tamtego momentu dążono do doskonalenia i rozbudowy istniejącej w WCZK aplikacji w celu zbudowania kompleksowego systemu usprawniającego zarządzanie w sytuacjach kryzysowych, umożliwiającego ściślejszą współpracę ze służbami ratowniczymi oraz optymalizację procesów decyzyjnych. W 2012 roku rozbudowano jednostanowiskową aplikację GIS do wersji serwerowej w środowisku ESRI, co umożliwiło wykorzystanie centralnie zarządzanych baz danych przestrzennych do wykonywania analiz, publikowania ich wyników i udostępniania zainteresowanym jednostkom. Największym sukcesem WCZK w Rzeszowie było włączenie do budowy jednolitego systemu GIS wielu wojewódzkich i lokalnych podmiotów tj. powiatowych i miejskich centrów zarządzania kryzysowego, Komendy Wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej, Komendy Wojewódzkiej Policji, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej, Wojewódzkiego Sztabu Wojskowego w Rzeszowie, Bieszczadzkiego Oddziału Straży Granicznej w Przemyśle oraz Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podkarpackiego.

W rozbudowanej aplikacji GIS znajdują się specjalistyczne moduły jak na przykład aplikacja analityczna do szacowania ryzyka wystąpienia powodzi - Zintegrowana Platforma Systemowa „Zapora-WWW”, która umożliwia m.in.: symulację rozprzestrzeniania się wody w przypadku wzrostu jej poziomu w ciekach wodnych jak również w przypadku przerwania zapory, czy wału przeciwpowodziowego. „Zapora-WWW” umożliwia również zliczanie budynków oraz szacowanie liczby ludności potencjalnie zagrożonej poprzez dokonanie analizy występowania konkretnych obiektów w strefie zagrożenia czy opracowanie scenariuszy powodziowych (historycznych i potencjalnych) oraz prowadzenie na ich podstawie analizy i oceny zagrożenia powodziowego.

Kolejną aplikacją zintegrowaną z całym systemem GIS jest „System Prognozowania Skażeń Chemicznych” (SPZChem), który służy do prognozowania zagrożeń dynamicznych związanych z przewozem niebezpiecznych substancji na podkarpackich drogach. Wybierając rodzaj substancji chemicznej w programie, określając rodzaj skażenia, porę dnia oraz warunki meteorologiczne można uzyskać informacje o strefie skażenia oraz strefie informowania o zagrożeniu (rys. 3.1).



Rys. 3.1. Wynik analizy chemicznej – strefa skażenia i informowania o skażeniu. Źródło: Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Rzeszowie

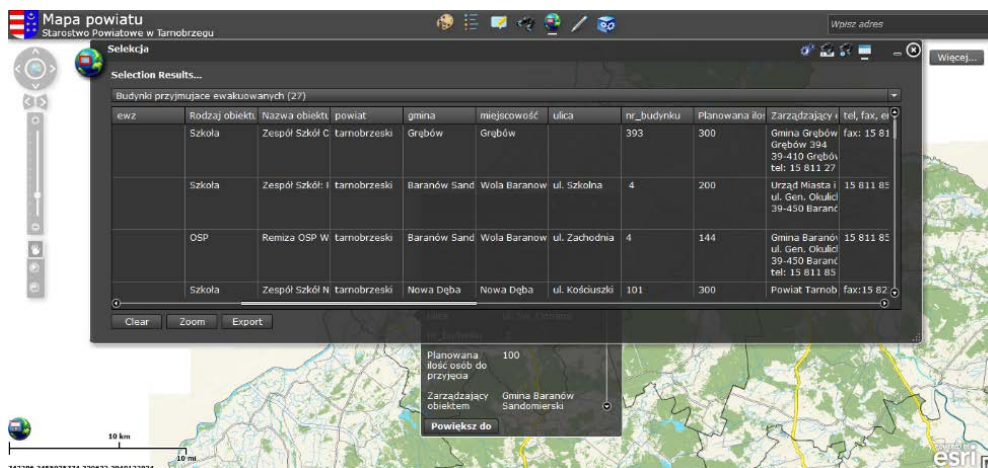
WCZK w Rzeszowie stale współpracuje z Komendą Wojewódzką Państwowej Straży Pożarnej w Rzeszowie. Owocem wspólnych działań jest m.in. strategia rozwoju Krajowego Systemu Ratowniczo – Gaśniczego wykonana w całości w systemie GIS, w którym dokonano analizy czasów dojazdu po drogach gminnych, powiatowych, wojewódzkich i krajowych z uwzględnieniem odpowiednich parametrów, lokalizacji jednostek PSP oraz OSP włączonych w Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy. Na cyfrowych mapach przedstawiono obszary działania poszczególnych jednostek ratowniczo-gaśniczych PSP oraz jednostek OSP województwa podkarpackiego włączonych do Krajowego Systemu Ratowniczego-Gaśniczego jak i planowanych do włączenia do systemu.

Ważną funkcjonalnością aplikacji GIS jest możliwość zestawienia sił i środków planowanych do wykorzystania w sytuacjach kryzysowych. Zestawienie to jest przygotowane w postaci stale aktualizowanej bazy danych on-line. Na bieżąco użytkownicy systemu (WCZK w Rzeszowie oraz jednostki współtworzące system) mogą pozyskać informacje m.in. o zasobach magazynowych, wolnych miejscach szpitalnych, znajdujących się w pobliżu sił i środkach, pobliskich jednostkach policji, straży pożarnej, pogotowia, bankach krwi, szkołach, środkach transportu czy lokalnej infrastrukturze, które mogą być wykorzystane m.in. do przeprowadzenia ewakuacji ludności. Ponadto aplikacja daje możliwość współuczestniczenia wszystkich podmiotów włączonych w system oraz nanoszenia dynamicznych zmian wynikających z rozwoju sytuacji kryzysowych. Aplikacja stanowi narzędzie analityczne umożliwiające zliczanie budynków, szacowanie ludności potencjalnie zagrożonej oraz

analizy występowania konkretnych obiektów w strefie zagrożeń (budynków ważnych strategicznie). Wyniki poszczególnych symulacji są każdorazowo zapisywane w bazie danych, dzięki czemu, w przypadku zaistnienia zdarzenia w rzeczywistości, można je w szybki sposób przesłać drogą elektroniczną w postaci modelu przestrzennego, zestawień i raportów do zainteresowanych podmiotów. Do obiektów mieszkalnych zostały dopisane dane atrybutowe o zameldowaniu z bazy PESEL. Tak przygotowane dane pozwalają na oszacowanie liczby osób, które będą wymagały ewakuacji z konkretnych obszarów (rys. 3.2 i rys. 3.3).



Rys. 3.2. Ewakuacja ludzi z rejonów zagrożonych. Źródło: Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Rzeszowie



Rys. 3.3. Analiza miejsc do przyjęcia ewakuowanych. Źródło: Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego w Rzeszowie

Wojewódzki Lekarz Weterynarii, który jest jednym z użytkowników systemu GIS wprowadził dane dotyczące trzody chlewnej. Do zwektoryzowanych gospodarstw przypisano dane atrybutowe o numerze stada, gatunku i liczbie zwierząt w stadzie. Tak przygotowane dane służą do planowania ewakuacji zwierząt z terenów zagrożonych wystąpieniem powodzi. Natomiast na potrzeby Lekarza

Koordynatora Państwowego Ratownictwa Medycznego uruchomiona została aplikacja „Raport dzienny o bazie szpitalnej” skorelowana z aplikacją GIS. Podmioty świadczące usługi medyczne, takie jak szpitale, dostarczają codziennie za pomocą tej aplikacji dane dotyczące wolnych miejsc oraz aparatury szpitalnej, a Lekarz Koordynator PRM ma bieżący podgląd całej bazy szpitalnej na terenie województwa wraz z modułem mapowym.

W województwie podkarpackim systemy informacji przestrzennej są wykorzystywane we wszystkich fazach zarządzania kryzysowego. GIS wykorzystano również przy aktualizacji planów zarządzania kryzysowego, co przyczyniło się do zwiększenia ich użyteczności a także pozwoliło na weryfikację przyjętych rozwiązań.

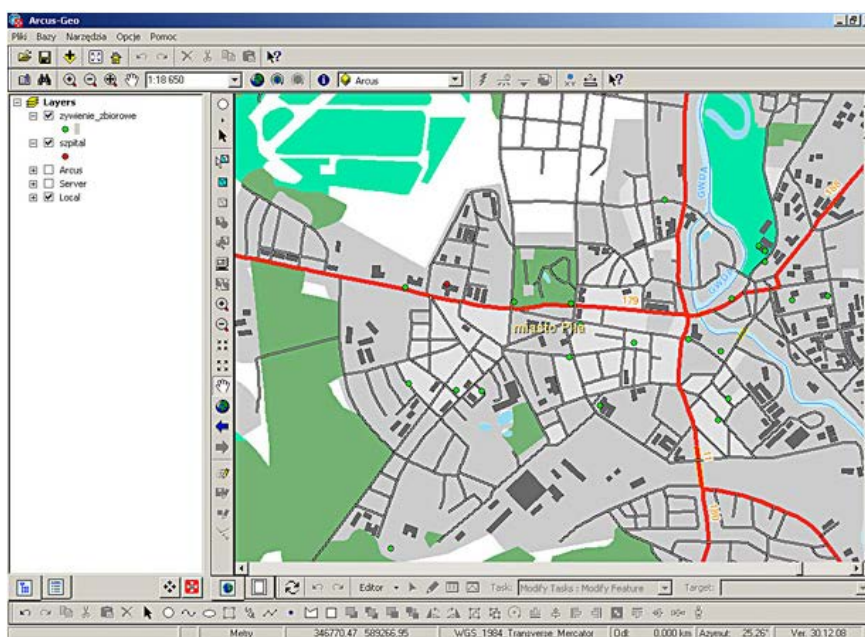
Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego Wielkopolskiego Urzędu Wojewódzkiego w Poznaniu

Samodzielna aplikacja *ARCUS 2005* – "Baza sił i środków województwa wielkopolskiego" oraz jej uaktualniona wersja *ARCUS 2015* zostały opracowane przez zespół pracowników Wydziału Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Wielkopolskiego Urzędu Wojewódzkiego w Poznaniu. Stanowi przykład rozwoju metodologii przechowywania danych, która ewoluowała od bazy „papierowej” poprzez aplikacje oparte na pakiecie biurowym „Office” do bazy obsługiwanej przez samodzielną aplikację. Aplikacja umożliwia zbieranie, przechowywanie, analizę informacji dotyczących zasobów gmin na terenie województwa w zakresie związanym z bezpieczeństwem w sytuacjach kryzysowych, przedstawianie ich w formie graficznej na mapie gminy (powiatu, województwa), generowanie raportów o stanie sił i środków gminy lub powiatu oraz zliczanie zasobów w układzie gminnym, powiatowym, wojewódzkim lub wybranych jednostek administracji samorządowej¹⁸. Prosty moduł mapowy umożliwia: prognozowanie skażeń i zagrożeń oraz zobrazowanie ich na mapie czy automatyczne wyszukiwanie miejscowości i ich lokalizowanie na mapie.

Autorzy aplikacji *ARCUS 2005* zauważyli jak ważny jest komponent geograficzny w działaniach służb zarządzania kryzysowego. W wyniku prac zespołu pracowników Wydziału Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Wielkopolskiego Urzędu Wojewódzkiego w Poznaniu powstała aplikacja *ARCUS-GEO* stworzona w oparciu o technologię ESRI, która jest kompatybilna z aplikacją *ARCUS 2005*. Głównym celem aplikacji jest umożliwienie szybkiego dostępu do danych oraz ich zobrazowanie na podkładzie mapowym. Źródłem danych wejściowych są wszelkie informacje zapisane w formie cyfrowej tj. mapy, zdjęcia lotnicze, zobrazowania satelitarne oraz wszelkie dane wyeksportowane z bazy *ARCUS 2005*. Program *ARCUS-GEO* umożliwia dostęp do bazy danych przestrzennych, zaś

¹⁸ Wielkopolski Urząd Wojewódzki w Poznaniu, Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, *Samodzielna aplikacja 'ARCUS-2005'*, <http://wzk.poznan.uw.gov.pl/samodzielna-aplikacja-arcus-2005> (dostęp: październik 2015)

poszczególne obiekty przestrzenne mogą być dodawane, wyszukiwane oraz aktualizowane. W trakcie wyświetlania mapy cyfrowej możliwa jest zmiana sposobu prezentacji graficznej poszczególnych obiektów lub ich grup (rys. 3.4). Dzięki aplikacji istnieje możliwość zapisania indywidualnego projektu ze zdefiniowanymi warstwami i ich symbolizacją oraz wydruk danego projektu w postaci mapy. Program umożliwia dostęp do danych tabelarycznych poszczególnych warstw przestrzennych wraz z podstawowymi funkcjami selekcji i filtracji danych. Można wykonać proste operacje przestrzenne na obiektach np. wyznaczenie buforu o zadanym promieniu. Wartością dodaną aplikacji jest możliwość załączania grafik np. zdjęć do poszczególnych obiektów.



Rys. 3.4. Interfejs aplikacji ARCUS-GEO. Źródło: wzk.poznan.uw.gov.pl/samodzielna-aplikacja-arcus-2005

Aplikacje *ARCUS 2005* oraz *ARCUS-GEO* wykorzystywane są we wszystkich czterech fazach zarządzania kryzysowego jako narzędzia dostarczające niezbędnej informacji i wspierające proces decyzyjny organów zarządzania kryzysowego. Z powyższego systemu korzysta całe województwo wielkopolskie, co więcej, aplikacja *ARCUS 2005* została udostępniona dziesięciu innym województwom. System geoinformacyjny *ARCUS* wykorzystywany był i jest w wielu działaniach WCK w Poznaniu podczas zdarzeń o charakterze kryzysowym tj. powódź, katastrofy przemysłowe, katastrofy komunikacyjne, katastrofy ekologiczne, zagrożenie epidemiologiczne oraz w trakcie przygotowania i obsługi dużych imprez masowych, w szczególności międzynarodowych np. konferencja klimatyczna COP-14 czy Mistrzostwa Europy w Piłce Nożnej UEFA EURO 2012. System umożliwia współpracę ze strażą pożarną i policją poprzez udostępnianie informacji przestrzennej na temat umiejscowienia zdarzenia z jego parametrami, zagrożeń oraz sił i środków wykorzystywanych w zarządzaniu kryzysowym oraz przez służby ratownicze.

Najnowszą aplikacją wykorzystującą środowisko informacji przestrzennej jest *ARCUS 2015*, która tylko w części wykorzystuje rozwiązania z pierwowzoru jakim był *ARCUS 2005* i dlatego nawiązuje do niej nazwą. *ARCUS 2015* jest w fazie testowania w powiatowych centrach zarządzania kryzysowego województwa wielkopolskiego, jednak już teraz zbiera bardzo pochlebne recenzje. Posiada unikatowe funkcjonalności w zakresie zarządzania kryzysowego i jest jeszcze bardziej zintegrowany z zasobami internetowymi, w szczególności z geoserwerami. Nie oznacza to jednak, że aplikacja ta nie będzie działała w przypadku braku dostępu do Internetu, bowiem z przyjętego na początku prac projektowych założenia, wszystkie aplikacje wykorzystywane w WCZK Poznań muszą w każdych warunkach wspierać działania kryzysowe.

Obecnie w trakcie uruchamiania jest platforma dostępu dla podmiotów zarządzania kryzysowego do zasobów bazodanowych osadzonych na podkładach mapowych on-line przez Internet. Niewielka część ze zgromadzonych zasobów udostępniana będzie dla mieszkańców w celu podnoszenia świadomości w zakresie istniejących zagrożeń.

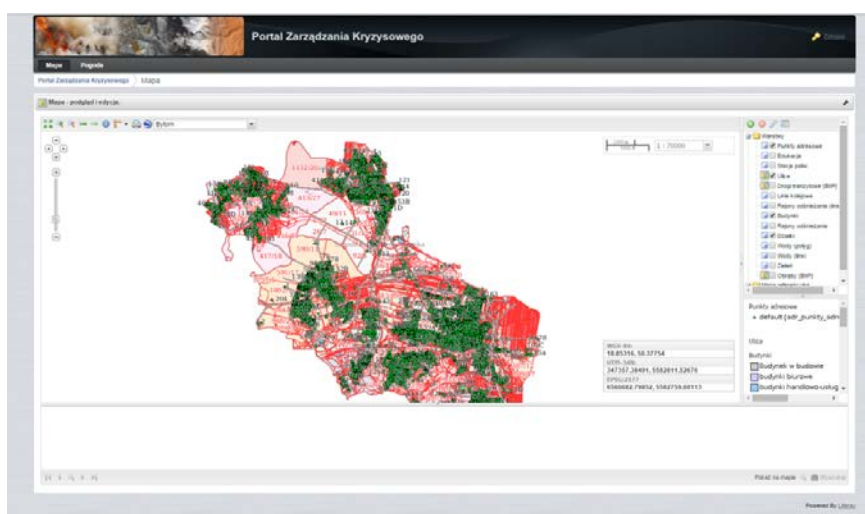
Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego w Bytomiu

Złożony system o budowie modułowej *Portal Zarządzania Kryzysowego (PZK)* jest owocem współpracy Powiatowego Centrum Zarządzania Kryzysowego w Bytomiu ze służbami i instytucjami odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo na terenie miasta. W skład systemu wchodzi kompatybilne ze sobą moduły takie jak *System Wspomagania Decyzji dla służb ratowniczych*, *System Wspomagania Zarządzania Kryzysowego*, *System rejestracji i lokalizacji na mapach GPS* oraz *System wizualizacji terenu w trybie 3D*. W każdym z tych modułów został zawarty komponent GIS (Jeszka, 2012).

Moduł *System Wspomagania Decyzji dla służb ratowniczych* wyposażony został w narzędzia do integracji z mapami cyfrowymi w technologii GIS, co pozwala na umieszczenie na mapie dowolnej sytuacji obrazującej zagrożenie wraz z jej opisem. *System Wspomagania Zarządzania Kryzysowego* zapewnia dostęp do dowolnych zasobów danych pochodzących z różnych źródeł sprawnie integrując dane opisowe oraz mapowe. Położenie urządzeń wyposażonych w GPS w czasie rzeczywistym wizualizowane jest na mapie za pomocą modułu *System rejestracji i lokalizacji na mapach GPS*. *System wizualizacji terenu w trybie 3D* jest z kolei przeglądarką umożliwiającą prezentację i wyświetlanie analiz trójwymiarowych danych przestrzennych tj. 3-wymiarowy model terenu czy budynki 3D.

System Wspomagania Zarządzania Kryzysowego (SWZK) jest systemem wymiany informacji między służbami, który zapewnia rzeczywisty wgląd w sytuację na obszarze objętym ich działaniami i ma za zadanie wspomóc pracę Powiatowego Centrum Zarządzania Kryzysowego. Zintegrowana aplikacja w oparciu o technologie GIS zapewnia dostęp wszystkim zainteresowanym do danych przestrzennych i pozwala na umieszczenie aktualnej sytuacji obrazującej zagrożenie w dowolnym

kontekście przestrzennym¹⁹. Dzięki dużej liczbie zgromadzonych zestawów danych przestrzennych charakteryzujących się znaczną różnorodnością, system umożliwia wykonanie wielu analiz przestrzennych wspomagających proces decyzyjny służb ratowniczych. Portal umożliwia między innymi wgląd do danych pochodzących z Ewidencji Gruntów i Budynków oraz do wykazu zarządców nieruchomości, a także zawiera wiele warstw dedykowanych zarządzaniu kryzysowemu takich jak lokalizacja hydrantów z podziałem na nadziemne i podziemne czy wykaz budynków nadzorowanych. Za pomocą zapytań przestrzennych czy zapytań po atrybutach opisowych możliwe jest wykonanie wielu specjalistycznych analiz przestrzennych. Dzięki funkcjonalności systemu możliwe jest dostosowanie kompozycji mapy do indywidualnych wymagań użytkownika (rys. 3.5).



Rys. 3.5. Interfejs Portalu Zarządzania Kryzysowego miasta Bytom. Źródło: sitplan.um.bytom.pl

Z Portalu Zarządzania Kryzysowego miasta Bytom korzystają jednostki zapewniające bezpieczeństwo miasta tj. straż pożarna, policja, straż miejska, służby medyczne oraz inne jednostki np. zarządcy sieci. Każda jednostka posiada dostęp do spersonalizowanego na własne potrzeby interfejsu portalu. Stąd też główną korzyścią wdrożenia portalu jest współpraca służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo miasta oraz dostęp do wiarygodnych informacji przestrzennych przez 24 godziny na dobę.

System Wspomagania Decyzji ST w Państwowej Straży Pożarnej

Działania ratownicze Państwowej Straży Pożarnej od kilkunastu lat wspierane są przez System Wspomagania Decyzji ST (SWD-ST) firmy ABAKUS. Najnowsza wersja systemu SDW-ST 3.0 jest rozbudowanym, wielomodułowym systemem przeznaczonym dla Komendy Głównej Państwowej

¹⁹ Internetowy Serwis Bytomskiej Infrastruktury Informacji Przestrzennej, System Wspomagania Zarządzania Kryzysowego, <http://sitplan.um.bytom.pl/iuip/serwis-glowny/index.php?IdStr=1360137684> (dostęp: październik 2015)

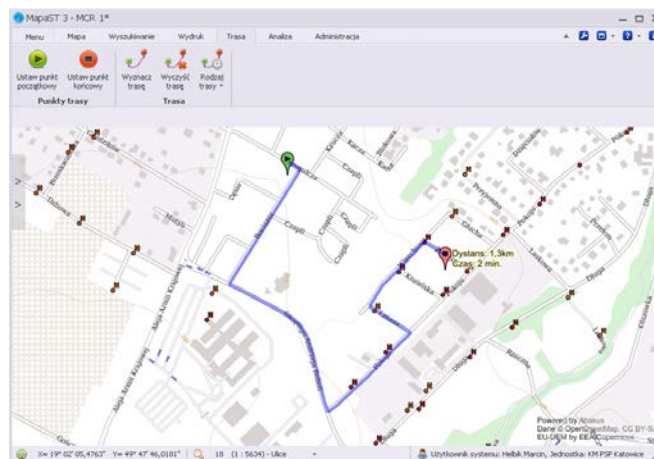
Straży Pożarnej oraz komend wojewódzkich. Kompatybilny z powyższą wersją system SWD-ST 2.5 przeznaczony jest dla komend powiatowych i miejskich PSP. Obecnie system jest użytkowany przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej oraz został wdrożony na szczeblu regionalnym przez 16 Komend Wojewódzkich PSP, zaś na szczeblu powiatowym przez 354 Komendy Powiatowe PSP. SWD-ST wykorzystywany jest również przez Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności. W aspekcie funkcjonalnym i informacyjnym, oprogramowanie SWD-ST obejmuje wszystkie obszary działalności Państwowej Straży Pożarnej ze szczególnym uwzględnieniem działań operacyjnych.

Podstawowym zadaniem systemu jest wspomaganie służby dyżurnej w obsłudze zgłoszeń i zdarzeń, koordynacji działań ratowniczych oraz w sporządzaniu dokumentacji z przeprowadzonych akcji zgodnie z obowiązującymi przepisami²⁰. Jednym z głównych obszarów funkcjonalnych systemu jest dysponowanie sił i środków do działań ratowniczych oraz gromadzenie danych i zarządzanie bazą sił i środków Państwowej Straży Pożarnej. System umożliwia współdziałanie z systemami łączności np. z centralami telefonicznymi oraz alarmowanie i powiadamianie, co ułatwia wymianę informacji pomiędzy poszczególnymi komendami PSP. System posiada możliwość wykonywania analiz i statystyk w oparciu o znajdujące się w systemie dane, które są przechowywane w zintegrowanych bazach danych wykorzystywanych przez PSP. SWD-ST posiada również prosty komponent mapowy umożliwiający zaznaczanie lokalizacji miejsca zdarzenia, prowadzonych działań oraz rozmieszczenia sił i środków na cyfrowej mapie.

Oprogramowanie SWD-ST posiada wiele rozszerzeń znacznie powiększających funkcjonalność całego systemu. Jednym z takich modułów jest MapaST 3, czyli rozszerzenie w postaci systemu GIS dla oprogramowania SWD-ST. Aplikacja MapaST 3 opiera się na specjalnie przeznaczonym dla jej potrzeb serwerze AbakusOSM, w którym przechowywana jest mapa Polski projektu OpenStreetMap. Podstawową funkcjonalnością modułu jest prezentowanie wszystkich elementów systemu SWD-ST w formie warstw tematycznych na mapie cyfrowej. Jako oprogramowanie GIS, MapaST 3 umożliwia m.in. dopasowanie widoczności, selekcję atrybutów obiektów przestrzennych, filtrowanie obiektów na podstawie określonych atrybutów, zaznaczanie nowych obiektów przestrzennych, wyznaczanie lokalizacji za pomocą współrzędnych geograficznych, dokonywanie pomiarów na mapie. MapaST 3 umożliwia dodanie warstwy WMS (np. usług WMS pochodzących z krajowego Geoportalu), dzięki czemu cyfrowa mapa może zostać wzbogacona o wiele przydatnych informacji w zależności od charakteru zdarzenia. W 2014 roku została również dodana funkcjonalność wyszukiwania tras i obszarów dojazdów. Dzięki powyższej funkcjonalności za pomocą modułu MapaST 3 możliwe jest

²⁰ System SWD-ST 2.5, www.abakus.net.pl/products/swdst25.html (dostęp: styczeń 2015)

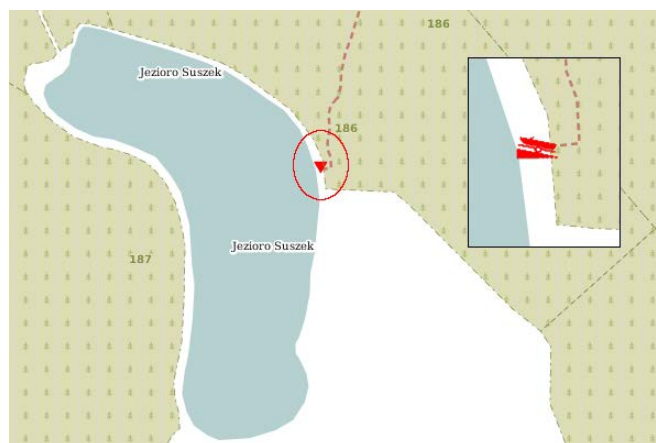
wyszukiwanie najkrótszych lub najszybszych tras przejazdu pomiędzy dwoma punktami lub wyznaczenie obszaru dojazdu w zadanym czasie (rys. 3.6). Ponadto, moduł został wzbogacony o wyszukiwarkę skrzyżowań, dzięki czemu można wyznaczyć konkretny punkt skrzyżowania dla wskazanej ulicy.



Rys. 3.6. Interfejs aplikacji MapaST 3 – funkcjonalność wyznaczania trasy dojazdu.

Źródło: www.mapa.abakus.net.pl

Mapa Polski znajdująca się na serwerze AbakusOSM i dostępna w module MapaST 3 posiada wiele warstw stworzonych specjalnie na potrzeby PSP. Na mapie zaznaczone są takie informacje jak punkty wodowania łodzi (rys. 3.7), pikietaż kolejowy, lądowiska Lotniczego Pogotowia Ratowniczego czy rozmieszczenie hydrantów (ponad 100 tysięcy zwektoryzowanych obiektów).



Rys. 3.7. Interfejs aplikacji MapaST 3 – warstwa przedstawiająca punkty wodowania łodzi.

Źródło: www.mapa.abakus.net.pl

Mapa znajdująca się na serwerze AbakusOSM jest stale wzbogacana o nowe elementy i ich formy wizualizacji zgodnie z zapotrzebowaniem jednostek PSP. Z racji, iż mapa znajdująca się na serwerze AbakusOSM jest mapą pochodzącą z projektu Open Street Map, mogą ją modyfikować wszyscy zainteresowani użytkownicy, np. jednostki PSP oraz OSP. Jedną z ostatnich aktualności jest wprowadzenie zakresów obszarów chronionych przez poszczególne Jednostki Ratowniczo-Gaśnicze

(JRG), co pozwala na ustalanie właściwego administracyjnego obszaru JRG dla wskazanego punktu adresowego (rys. 3.8), i opracowanie warstwy przedstawiającej obiekty topograficzne o znaczeniu orientacyjnym takie jak: szczyty górskie, przełęcze, jaskinie, maszty, wieże, silosy czy wiatraki. Na mapie modułu MapaST 3 możliwe jest również wyświetlanie w czasie rzeczywistym pozycji pojazdów wraz z kierunkiem ruchu i prędkością zarejestrowanej przez rozszerzenie AbakusNAVI.

Rys. 3.8. Interfejs aplikacji MapaST 3 – warstwa przedstawiająca Kartę Zdarzenia wraz z funkcją automatycznego przypisywania właściwej JRG do wskazanej lokalizacji.

Źródło: www.mapa.abakus.net.pl

Mapa umieszczona na serwerze AbakusOSM znajduje również zastosowanie w aplikacji SWD-STR-PR, która przeznaczona jest do wspomagania realizacji działań ratowniczych Państwowego Ratownictwa Medycznego (PRM). Swoim zakresem obejmuje wszelkie działania jakie podejmuje PRM w zakresie przyjęcia i obsługi zgłoszeń, które mogą być przedstawione na mapie za pomocą modułu MapaST-3.

Moduł MapaST 3 jest ciągle ulepszanym funkcjonalnie, stabilnym oprogramowaniem geoinformacyjnym umożliwiającym wykonywanie podstawowych operacji przestrzennych. Dzięki niemu istnieje możliwość obserwacji przebiegu zdarzenia oraz rozdysponowywanie sił i środków na mapie, tworzenie map tematycznych zgodnie z zapotrzebowaniem oraz ich druk do celów operacyjnych.

Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej w Kielcach

Państwowa Straż Pożarna na terenie województwa świętokrzyskiego wykorzystuje różne dane wektorowe pochodzące z zasobów Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (np. BDOT10k), Państwowego Instytutu Geologicznego, Głównego Urzędu Statystycznego i Krajowego Zarządu

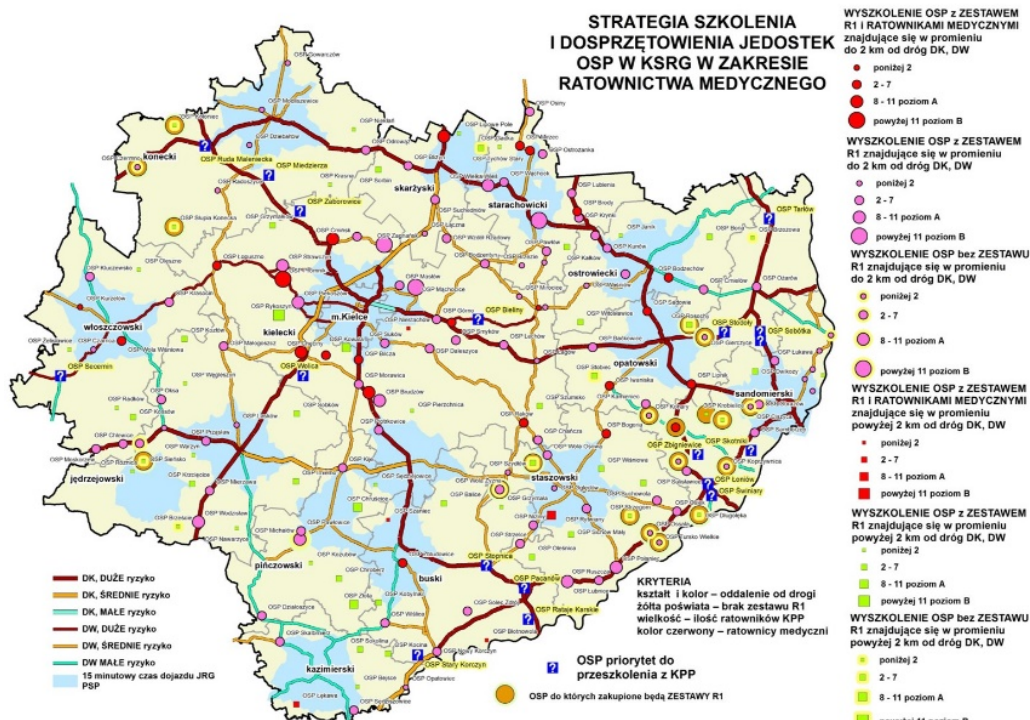
Gospodarki Wodnej. Stosuje je do analiz zagrożeń, planowania operacyjnego i działań ratowniczo-gaśniczych. Na poziomie Komendy Wojewódzkiej PSP są przygotowywane cyfrowe mapy przedstawiające²¹ m.in.:

- analizę zagrożeń chemicznych z zasięgami stref niebezpiecznych dla tras drogowych i kolejowych transportu materiałów niebezpiecznych i zakładów chemicznych, określającą jaka część populacji jest zagrożona skutkami awarii chemicznych,
- obszary i czasy dojazdu Specjalistycznych Grup Ratownictwa w obrębie województwa świętokrzyskiego,
- analizę zagrożeń dla poszczególnych rodzajów ratownictwa specjalistycznego, która jest przydatna do optymalnego wyznaczenia jednostek OSP, które będą realizowały zadania związane z ratownictwem specjalistycznym na poziomie podstawowym,
- strategię szkolenia i wyposażenia w dodatkowy sprzęt jednostek OSP w zakresie ratownictwa medycznego (rys. 3.9),
- strategię rozwoju Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego na terenie województwa,
- organizację zaopatrzenia wodnego na obszarach wrażliwych w kontekście ochrony przeciwpożarowej.

Ponadto dla całego województwa świętokrzyskiego pozyskano chmurę punktów LiDAR oraz Numeryczny Model Terenu i Numeryczny Model Pokrycia Terenu, pochodzące z zasobów GUGiK. Planuje się zastosowanie tych danych m.in. podczas działań związanych z zagrożeniem powodziowym.

W Komendzie Wojewódzkiej PSP w Kielcach wykorzystuje się również aplikację internetową opartą na ArcGIS Online. Można w niej umieścić wcześniej przygotowane pliki *Shapefile*. Do działania konieczny jest dostęp do Internetu. Aplikacja pozwala na zbieranie w czasie rzeczywistym danych z odcinków bojowych podczas akcji. Dowódca danego odcinka bojowego widzi co się dzieje na pozostałym terenie akcji. Sztab akcji ma również podgląd na cały obszar działań. Istnieje możliwość przygotowania dynamicznie zmieniających się wykresów obrazujących parametry akcji, takie jak liczba sił i środków na danym odcinku bojowym. Aplikację przetestowano w trakcie ćwiczeń wojewódzkich.

²¹ Pająk M., Zastosowanie BDOT10k w Państwowej Straży Pożarnej. Spektrum rozwiązań na podstawie doświadczeń województwa świętokrzyskiego, Konferencja podsumowująca projekty GBDOT, Geoportal 2, TERYT 3, ZSIN – faza I, Warszawa 11 września 2015;



Rys. 3.9. Strategia szkolenia i dosprzętowania jednostek OSP w KSRRG w zakresie ratownictwa medycznego.
Źródło: KW PSP w Kielcach

Straż Miejska w Warszawie

Straż Miejska m.st. Warszawy to największa formacja spośród ponad 560 jednostek tego typu w Polsce. W 2008 roku podjęto decyzję o wdrożeniu Systemu Informacji Przestrzennej Straży Miejskiej co znacznie wpłynęło na zwiększenie skuteczności działań, ulepszenie przepływu informacji pomiędzy komórkami wewnętrznymi jednostki oraz usprawniło bezpośredni kontakt z mieszkańcami. Rozwiązanie GIS Straży Miejskiej składa się z platformy oprogramowania desktopowego ESRI oraz oprogramowania serwerowego umożliwiającego dystrybucję i edycję danych na wielu stanowiskach za pomocą przeglądarki internetowej.

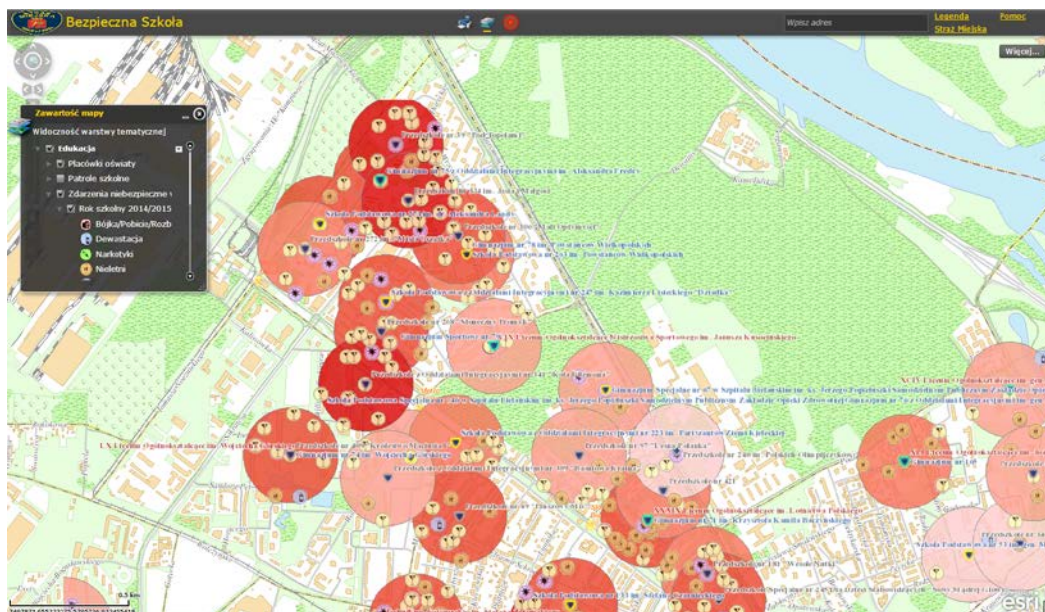
System GIS został zaimplementowany w Systemie Wspomagania Dowodzenia (SWD), który jest jednorodną platformą informatyczną wspierającą obsługę zgłoszeń, zdarzeń i koordynację działań Straży Miejskiej. Każde zdarzenie jest rejestrowane w systemie i geokodowane na mapie. Dzięki wykorzystaniu urządzeń pozycjonujących GPS możliwe jest stałe monitorowanie na mapie aktualnych pozycji patroli. Prezentacja tej informacji na mapie umożliwia dyspozytorowi szybką ocenę sytuacji i wysłanie odpowiedniej liczby patroli. Wbudowane w system funkcje i algorytmy obliczają optymalną drogę dojazdu patroli do miejsca zdarzenia. Na mapie możliwe jest wyświetlenie lokalizacji osoby dzwoniącej dzięki współpracy systemu SWD z aplikacją HiPathCenter.

Komponent mapowy został zasilony danymi pochodzącymi z różnych źródeł takich jak ewidencja gruntów i budynków, sieć drogowa, sieć komunikacji miejskiej, infrastruktura miejska, wały przeciwpowodziowe, lokalizacja kamer miejskich. SWD posiada bezpośredni dostęp do różnych baz danych np. bazy PESEL, Centralnej Ewidencji Pojazdów i Kierowców, GPS Tramwajów Warszawskich, bazy właścicieli zwierząt "Safe-Animal", bazy Biura Edukacji, czy bazy Biura Działalności Gospodarczej i Zezwoleń. Dzięki tak zaprojektowanemu systemowi możliwa jest prezentacja na mapie całości interwencji i wszystkich aktualnie działających patroli²².

Gromadzone przez służby dyżurne dane w *Systemie Wspomagania Dowodzenia*, po odpowiedniej agregacji, są eksportowane do zintegrowanego systemu GIS. Dzięki odpowiednim narzędziom geoinformacyjnym możliwa jest analiza przebiegu zdarzeń archiwalnych. Biorąc pod uwagę datę i czas wystąpienia zdarzeń, system GIS umożliwia określenie czasu rozwoju konkretnego zjawiska, w którym występuje natężenie zdarzeń danego rodzaju. Straż Miejska wykonuje również mapy gęstości (natężenia) zdarzeń. Mapy natężenia prezentują miejsca, w których zdarzenia danych kategorii występują najczęściej. Dzięki analizom czasowym i mapom gęstości znacznie ułatwione jest planowanie codziennych działań, wydarzeń cyklicznych czy akcji doraźnych (Zawiślański, 2010).

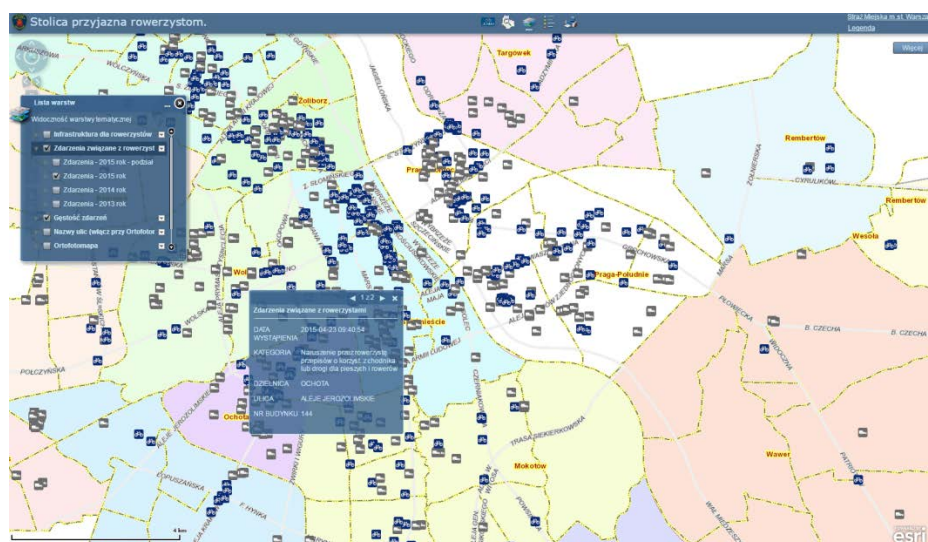
Straż z Miejska m.st. Warszawy prezentuje dane mieszkańcom za pomocą serwisu internetowego www.strazmiejska.waw.pl. W ramach geoportalu Straży Miejskiej udostępnione są moduły tematyczne tj.: *Bezpieczna Szkoła*, *Bezpieczna okolica* oraz *Rowerzyści*. Moduł *Bezpieczna Szkoła* pokazuje rozmieszczenie zdarzeń niebezpiecznych tj. bójka, dewastacja, narkotyki, czy spożywanie alkoholu w bezpośrednim sąsiedztwie szkół. Za pomocą funkcji lokalizatora można przeanalizować występowanie zdarzeń niebezpiecznych w poszczególnych latach w interesującej okolicy (rys. 3.10).

²² Wronka, K., Brzeziński, D., *System Wspomagania Dowodzenia w Straży Miejskiej m.st. Warszawy, materiał z prezentacji podczas X Konferencji Esri polska, Wspólna przestrzeń – jeden GIS*, 2012.



Rys. 3.10. Interfejs geoportalu Straży Miejskiej – moduł „Bezpieczna Szkoła”. Źródło: strazmiejska.waw.pl

Moduł „Bezpieczna okolica” przedstawia mapy gęstości występowania zdarzeń niebezpiecznych w Warszawie w poszczególnych latach. Z kolei w portalu „Rowerzyści” można znaleźć takie informacje jak drogi dla rowerzystów, stacje wypożyczalni rowerów miejskich czy informacje o zdarzeniach dotyczących rowerzystów np. naruszenia przepisów przez rowerzystów lub postój pojazdów na ścieżce rowerowej w poszczególnych latach (rys. 3.11).



Rys. 3.11. Interfejs geoportalu Straży Miejskiej – moduł „Rowerzyści”. Źródło: www.strazmiejska.waw.pl

Wprowadzenie GISu do Straży Miejskiej usprawniło przepływ informacji i przyczyniło się do lepszej koordynacji działań. System wykorzystywany był w takich kluczowych wydarzeniach dla miasta jak EURO 2012, czy zagrożenie powodziowe na Wiśle. Straż Miejska cały czas rozwija swój system m.in. przez rozbudowę hurtowni danych, opracowanie modułu integracji kamery z mapą, inwestycje w dane przestrzenne 3D, budowę modelu sieciowego do optymalizacji dojazdów patroli.

Górskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe

Zintegrowany system geoinformatyczny wspierający działania Grupy Podhalańskiej Górskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego działa od 2011 roku jako efekt realizacji projektu „Budowa zintegrowanych systemów informatycznych do zarządzania i monitoringu satelitarnego w Małopolsce”.

Od 2011 roku ratownicy Grupy Podhalańskiej GOPR używają nowoczesnego systemu wykorzystującego najbardziej zaawansowane technologie geoinformatyczne oraz technologie GSM, wspomagające prowadzenie akcji ratowniczych i poszukiwanie osób zaginionych w górach. Zintegrowany system poszukiwania i ratownictwa oparty jest na aplikacjach firmy ESRI tj. ArcGis Desktop, ArcGIS Server oraz ArcPad. Celem wdrożenia nowoczesnych technologii w działaniach GOPR było podniesienie szybkości i sprawności poszukiwań. Ogromny wpływ na skuteczność akcji ratowniczych ma szybki i precyzyjny obieg informacji oraz ich skuteczna analiza, co bez wątpienia umożliwiają systemy geoinformacyjne.

Opracowane rozwiązanie geoinformacyjne zainstalowane w Centrum Koordynacji Ratownictwa GOPR w Rabce służy do wykonywania rozbudowanych analiz przestrzennych terenu pomocnych w akcjach ratunkowych. Głównym trzonem systemu jest rozbudowana baza danych przestrzennych, w której skład wchodzi elementy takie jak sieć dróg, cieki wodne, zbiorniki wodne, pokrycie terenu, ukształtowanie terenu, zdjęcia lotnicze, ortofotomapa i dane statystyczne (Chrustek, 2014). Za pomocą systemu GIS możliwe jest m.in. planowanie poszukiwań osób zaginionych z wykorzystaniem statystyk zachowań. Opracowany system posiada wbudowane funkcje obliczeniowe realizowane w oparciu o dane statystyczne z ponad 50 tys. akcji poszukiwawczych w różnych częściach świata oraz informacje o terenie, na którym zaginęła dana osoba. Powyższe funkcje umożliwiają wytypowanie obszarów o najwyższym prawdopodobieństwie odnalezienia osoby zaginionej. Dzięki tym informacjom (które wzbogacane są danymi spływającymi z terenu podczas działań ratowników) można dostosowywać zasoby sił ratowniczych do charakterystyki terenu. Inną funkcjonalnością jest lokalizacja patroli w terenie w czasie rzeczywistym, dzięki wykorzystaniu w systemie technologii mobilnych. Urządzenia GPS, które są na wyposażeniu patroli, przekazują do Centrum Koordynacji na bieżąco pozycję danego patrolu, dzięki czemu możliwe jest śledzenie drogi wraz z analizą trasy, którą patrol pokonał. Zaawansowane narzędzia wbudowane w system umożliwiają szereg złożonych analiz, takich jak sprawdzenie dokładności przeszukania terenu czy czasu dotarcia środka transportu do danego punktu. Rozwój technologii mobilnych pozwala również na zdalne przekazywanie poleceń i zarządzanie akcją poszukiwawczą. Wszystkie obszary poszukiwań tworzone lub modyfikowane w programie GIS są natychmiast widoczne na urządzeniach nawigacyjnych będących na wyposażeniu patroli. Dzięki temu możliwe jest uzyskiwanie przez przeszukującego teren na bieżąco informacji

o zakresie własnych zadań a także o zadaniach innych patroli. Ponadto, oprócz odbiorników, GPS ratownicy zostali wyposażeni w dodatkowe narzędzia zainstalowane na palmtopach. Dzięki temu mają do dyspozycji w terenie bogaty zestaw map terenu (mapy topograficzne, ortofotmapy, czy mapy geodezyjne). Na palmtopach ratownicy mogą również uzyskać informację o położeniu innych patroli, co umożliwia znacznie efektywniejszą kooperację pomiędzy patrolami.

Nieocenioną wartością opracowanego systemu jest możliwość gromadzenia danych z poszukiwań jako swoistego rodzaju repozytorium danych. Dzięki tej funkcjonalności system stanowi bogate źródło wiedzy, która może przyczynić się do udoskonalenia działań w następnych akcjach ratowniczych GOPR.

3.2. Geoportal jako źródło przestrzennych informacji o zarządzaniu kryzysowym dla mieszkańców i organów administracji – wybrane przykłady dobrych praktyk

Geoportale regionalne i lokalne są obecnie nieodzownym źródłem informacji zarówno dla obywateli jak i organów administracyjnych. Pożądanymi danymi geoinformacyjnymi są przede wszystkim dane katastralne, ortofotomapy, lokalizacja budynków i ulic, baza adresowa oraz plany zagospodarowania przestrzennego. Niemniej jednak geoportale są coraz bardziej rozbudowywane pod względem różnorodności danych. Tworzone są moduły tematyczne gromadzące określone zbiory danych przestrzennych np. dane historyczne, dane na temat nieruchomości oraz ich wartości, dane o zabytkach i dziedzictwie kulturowym, cmentarzach, ścieżkach rowerowych czy szlakach turystycznych. Serwis dotyczący bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego powinien w przyszłości być obowiązkowym zestawem danych tematycznych w każdym geoportalu regionalnym i lokalnym. Taki moduł powinien zawierać informacje dotyczące nie tylko rozmieszczenia jednostek straży pożarnej i policji, ale również podstawowe analizy przedstawiające zagrożenia dla danego obszaru. W niniejszym rozdziale zostaną przedstawione przykłady dobrych praktyk przedstawiania informacji przestrzennej związanej z zarządzaniem kryzysowym w geoportalach.

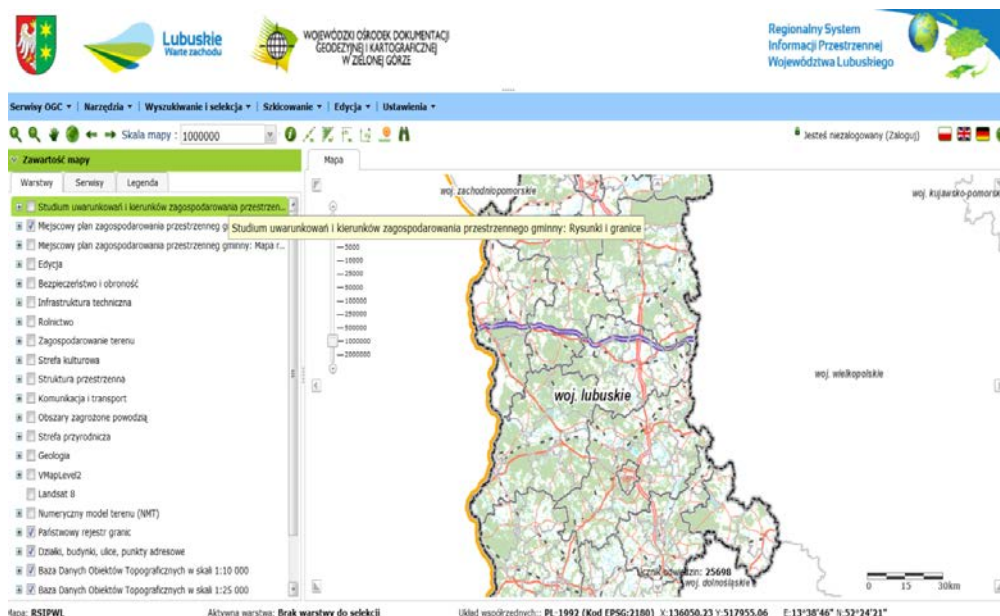
3.2.1. Geoportale regionalne

Na potrzeby opracowania przeanalizowano zawartość regionalnych geoportali obejmujących poszczególne województwa. Każde województwo posiada swój regionalny geoportal lub jest w trakcie jego budowy, niemniej jednak portale te znacznie różnią się od siebie pod względem funkcjonalności oraz zawartości zestawów danych przestrzennych. Pod względem ilości i jakości danych dotyczących bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego wyróżniają się dwa geoportale: województwa lubuskiego oraz opolskiego, które zostały przedstawione w dalszej części rozdziału.

Regionalny System Informacji Przestrzennej Województwa Lubuskiego

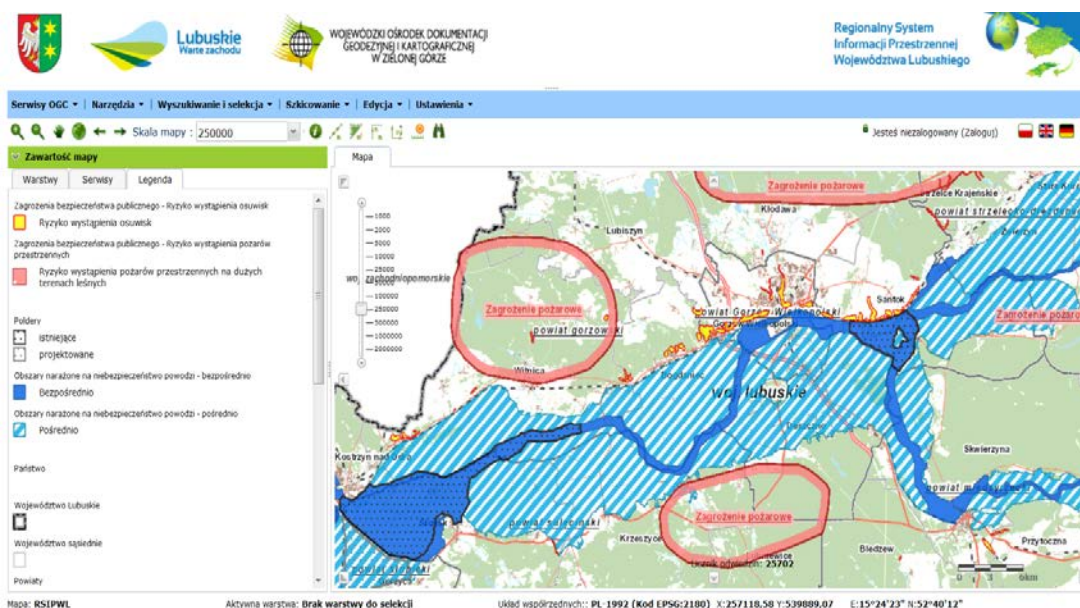
*Regionalny System Informacji Przestrzennej Województwa Lubuskiego*²³ (RSIPWL) jest systemem wspomagającym decyzje organów administracji publicznej oraz udostępniającym informacje mieszkańcom województwa lubuskiego w różnych dziedzinach życia, m.in. w planowaniu przestrzennym, transporcie, ochronie środowiska, rolnictwie, a także w szeroko pojętej dziedzinie bezpieczeństwa. System ten zawiera rozbudowaną bazę danych przestrzennych, w której obiekty zostały odpowiednio pogrupowane w warstwy tematyczne i opisane określonymi zestawami atrybutów (rys. 3.12).

²³ Regionalny System Informacji Przestrzennej Województwa Lubuskiego, <http://www.rsipwl.lubuskie.pl/> (dostęp: listopad 2015)



Rys. 3.12. Regionalny System Informacji Przestrzennej Województwa Lubuskiego. Źródło: rsipwl.lubuskie.pl

W każdej z dostępnych warstw, które oferuje użytkownikom RSIPWL można doszukać się informacji istotnych w procesie zarządzania kryzysowego w województwie lubuskim. Kluczową warstwą dotyczącą danych związanych z bezpieczeństwem jest warstwa *Bezpieczeństwo i obronność*, prezentująca obszary, dla których istnieje ryzyko wystąpienia zagrożeń typowych dla województwa lubuskiego tj. osuwisk i pożarów (rys. 3.13). W oddzielnej warstwie - *Zagrożenie powodziowe* skupiono się na przekazaniu informacji na temat powodzi w województwie lubuskim. Warstwa daje możliwość użytkownikom geoportalu zobaczenia na mapie, które obszary narażone są bezpośrednio i pośrednio na wystąpienie powodzi, rozmieszczenia polderów oraz przebiegu wałów przeciwpowodziowych. Bardzo rozbudowana warstwa *Infrastruktura techniczna* dostarcza informacji przestrzennej o rozmieszczeniu obiektów sieci elektroenergetycznej, gazowej czy też ropociągów i gazociągów, również istotnych dla bezpieczeństwa mieszkańców województwa lubuskiego oraz funkcjonowania gospodarki i administracji publicznej. Bogata w informacje jest także warstwa *Komunikacja i transport*, prezentująca m.in. trasy komunikacyjne w transporcie lądowym, śródlądowym czy też rozmieszczenie lotnisk. Poza informacjami o obiektach już istniejących system prezentuje również inwestycje planowane. Innymi ważnymi w aspekcie bezpieczeństwa warstwami, które zawiera omawiany system są zbiorniki wód podziemnych, złoża kopalin oraz obszary chronione, dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego.



Rys. 3.13. Wybrane zagrożenia dla województwa lubuskiego prezentowane w RSIPWL. Źródło: rsipwl.lubuskie.pl

Dzięki systemowi użytkownicy indywidualni mogą tworzyć własne projekty map z aktywowanymi według potrzeb warstwami. Istnieje także możliwość łatwego wyszukiwania informacji dotyczących wybranego obiektu lub grupy obiektów poprzez wspólne cechy opisowe lub geograficzne. Interesującą funkcjonalnością systemu jest możliwość generowania wykresów dla poszczególnych atrybutów, zestawień czy tworzenie szkiców, które można konwertować do powszechnie wykorzystywanego formatu KML.

RSIPWL zasilany jest danymi z urzędów samorządowych i wojewódzkich, co czyni go wiarygodnym źródłem danych przestrzennych. Może posłużyć również jako narzędzie wspomagające pracę jednostek administracji samorządowej. Portal jest systematycznie aktualizowany, co jest bardzo istotne z punktu widzenia zarządzania kryzysowego.

Opolskie w Internecie

Portal województwa opolskiego *Opolskie w Internecie*²⁴ prezentuje mieszkańcom regionu informacje przestrzenne oraz dane statystyczne. W celu lepszej przejrzystości i ułatwienia użytkownikom korzystania z portalu, został on podzielony na kilka komponentów tematycznych takich jak: *Dane referencyjne*, *Mapy tematyczne*, *Bezpieczeństwo* oraz *Dane statystyczne* (rys. 3.14).

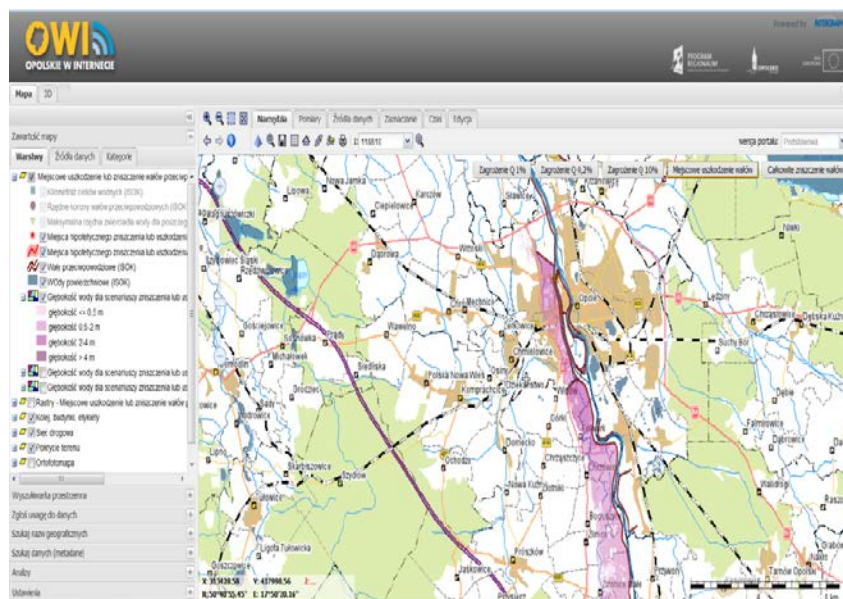
²⁴ Opolskie w Internecie, system informacji przestrzennej i portal informacyjno-promocyjny Województwa Opolskiego, <http://maps.opolskie.pl/start/> (dostęp: listopad 2015)



Rys. 3.14. Geoportal województwa opolskiego. Źródło: maps.opolskie.pl

Na szczególną uwagę w opolskim geoportalu zasługuje bogactwo warstw tematycznych i szczegółowość danych. Bardzo istotna w aspekcie bezpieczeństwa warstwa *Infrastruktura techniczna* jest doskonale zaopatrzona w dane. W warstwie tej niezwykle cenne do realizacji zadań z zakresu zarządzania kryzysowego mogą być m.in. informacje przestrzenne o odcinkach sieci elektroenergetycznej, gazowej i telekomunikacyjnej. Takie dane są szczególnie przydatne podczas długotrwałych awarii celem wyznaczenia strefy obiektów odciętych od zasilania np. prądem czy gazem. Również warstwa *Rurociągi* pozwala na lokalizację miejsc potencjalnych zagrożeń np. na potrzeby przygotowania Planu Zarządzania Kryzysowego.

Portal dysponuje szczegółową mapą hydrograficzną zawierającą takie informacje jak: źródła wód, posterunki pomiarowe stanu wód i opadów, kierunki płynięcia wód. System dysponuje licznymi scenariuszami zagrożenia powodziowego np. na wypadek przerwania wałów, gdzie uwzględniona jest głębokość wody powodziowej oraz skutki powodzi dla ludzi, mienia i środowiska. Obok map zagrożenia powodziowego oraz ryzyka powodziowego, system zasilany jest także mapami z ISOK z uwzględnieniem różnego prawdopodobieństwa zagrożenia powodziowego oraz danymi historycznymi z powodzi w 1997 r. i 2010 r. (rys. 3.15).



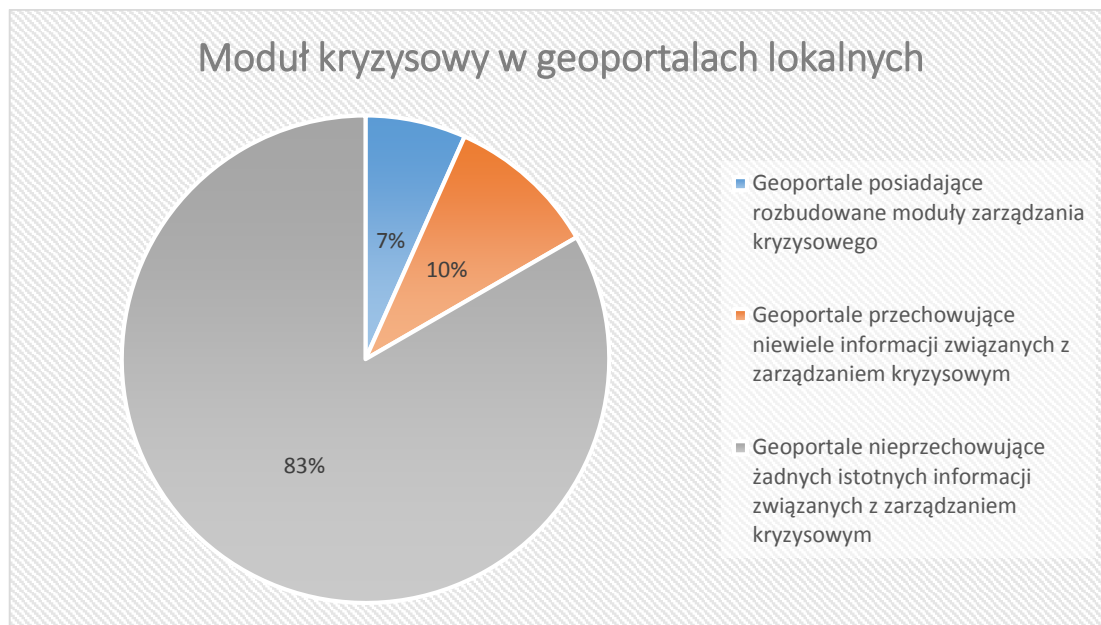
Rys. 3. 15. Zagrożenie powodziowe w geoportalu opolskim. Źródło: maps.opolskie.pl

Użytkownicy systemu mają również do dyspozycji warstwę *Służby porządkowe i ratownicze*, która zawiera m.in. rozmieszczenie lądowisk LPR, jednostki OSP włączone do KSRG i spoza systemu, pikietaż dróg, zawory gazowe, hydranty, miejsca postoju dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne i wiele innych. Nazwy jednostek wyświetlają się już po wskazaniu ich kursorem, co zapewnia szybki dostęp do ogólnych danych. Użyteczną funkcjonalnością jest wyszukiwanie obiektów poprzez atrybuty.

System województwa opolskiego może być wzorem dla geoportali wojewódzkich dzięki bogactwu danych uporządkowanych w intuicyjne warstwy tematyczne, co jest bardzo przydatne dla użytkowników różnych szczebli administracji. Opolski geoportal może posłużyć jako narzędzie wspomagania decyzji na wypadek różnorodnych zdarzeń dla instytucji zarządzania kryzysowego oraz być podstawowym źródłem informacji dla mieszkańców województwa.

3.2.2. Geoportale lokalne

Coraz więcej miast decyduje się na stworzenie własnego geoportalu, który dostarcza informacji obywatelom oraz usprawnia pracę urzędów. W ramach niniejszego opracowania przeanalizowano 60 polskich miast powyżej 50 tysięcy mieszkańców pod względem publikacji przestrzennych informacji na temat zarządzania kryzysowego w lokalnych geoportalach. Spośród sześćdziesięciu badanych geoportali miast zaledwie 10 przechowywało jakiekolwiek informacje związane z bezpieczeństwem, zaś jedynie 4 miejskie geoportale posiadały rozbudowane moduły gromadzące różnorodne dane bezpośrednio związane z zarządzaniem kryzysowym dla ich gminy (rys.3.16).

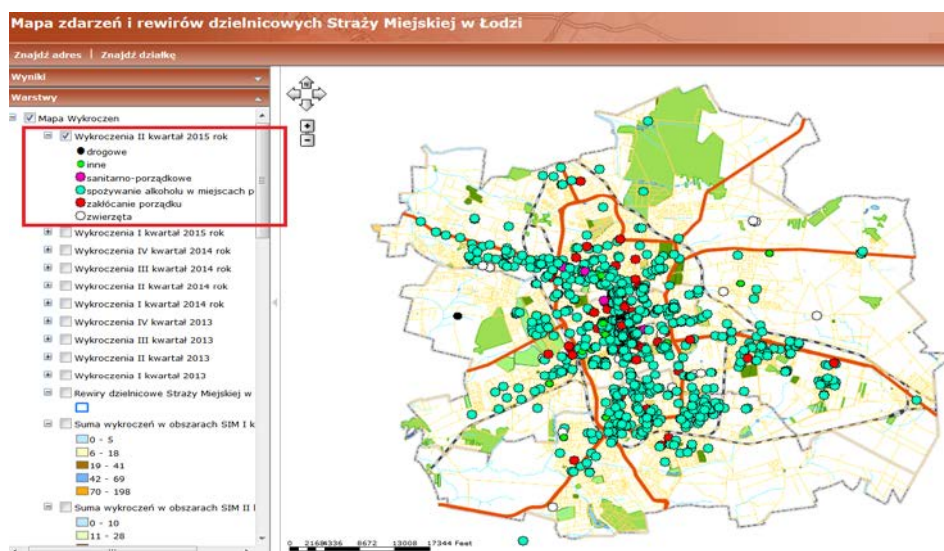


Rys. 3. 16. Liczba geoportali lokalnych zawierająca moduły kryzysowe dla próby 60 miast polskich powyżej 50 tys. mieszkańców.

Mapa zdarzeń i rewirów dzielnicowych Straży Miejskiej w Łodzi

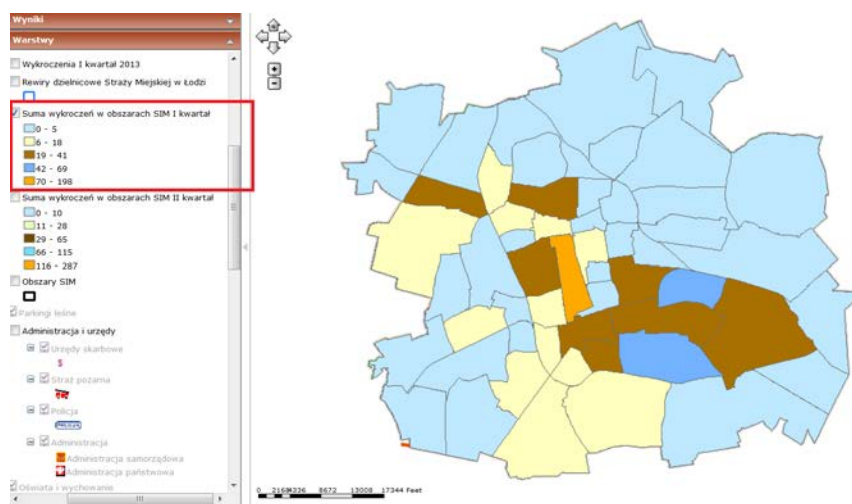
Stworzony przez Straż Miejską w Łodzi portal *Mapa zdarzeń i rewirów dzielnicowych*²⁵ stanowi element lokalnego geoportalu miejskiego. Poza standardowymi warstwami określającymi strukturę miasta czyli: granice administracyjne, drogi krajowe i wojewódzkie, ulice z etykietami nazw, cieki, zbiorniki wodne, cmentarze, parki, lasy, zieleńce, obiekty użyteczności publicznej, jednostki straży pożarnej i policji, portal został rozbudowany o warstwę ze szczegółowymi danymi o wykroczeniach, przy których interweniowała łódzka Straż Miejska. Wykroczenia, podzielone na następujące kategorie: drogowe, sanitarno-porządkowe, spożywanie alkoholu w miejscu publicznym, zakłócanie porządku, zwierzęta i inne, są odpowiednio oznaczane kolorami (rys. 3.17).

²⁵ *Mapa zdarzeń i rewirów dzielnicowych* Straży Miejskiej w Łodzi, <http://gis2.mapa.lodz.pl/mapawykroczen/> (dostęp: listopad 2015)



Rys. 3.17. Mapa wykroczeń w Łodzi – Geoportal łódzki. Źródło: gis2.mapa.lodz.pl

Jak obrazuje powyższa mapa, statystyki wykroczeń są wprowadzane kwartalnie od 2013 r. Ostatnie dane pochodzą z II kwartału 2015 r., co świadczy o systematycznym ich wprowadzaniu do systemu. Ponadto, dla bieżącego roku, dla poszczególnych obszarów wydzielonych w ramach obowiązującego w Łodzi Systemu Informacji Miejskiej (SIM) wykroczenia są sumowane (SIM jest obszarem obejmującym kilka rewirów dzielnicowych Straży Miejskiej). Dla sumy wykroczeń stworzona została oddzielna warstwa dla danego kwartału z kolorystycznym oznaczeniem i przypisaną do danego koloru liczbą wykroczeń (rys. 3.18).

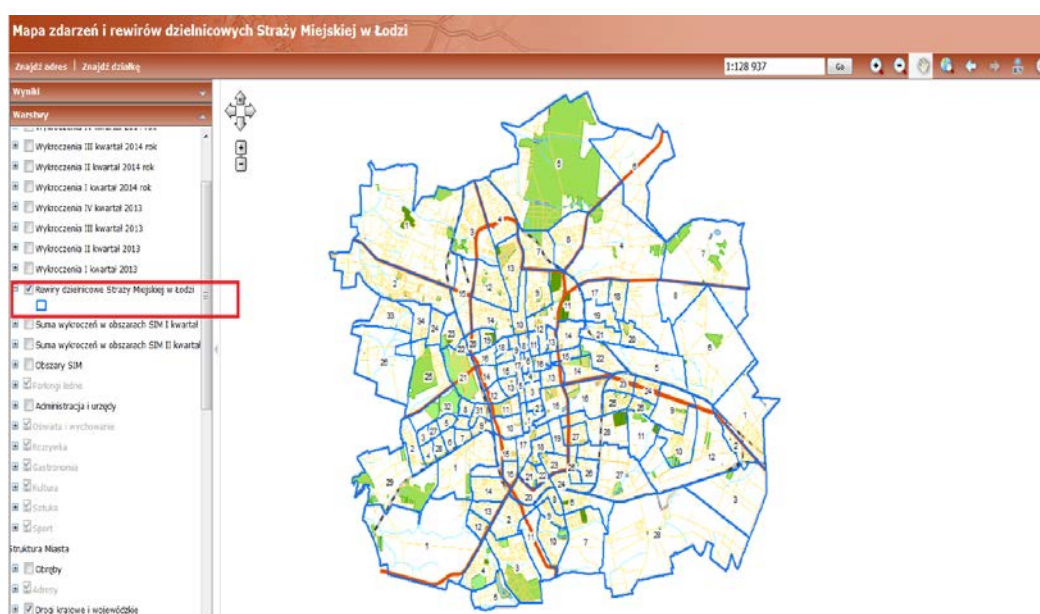


Rys 3.18. Suma wykroczeń dla poszczególnych obszarów w I kwartale 2015 r. - Geoportal łódzki. Źródło: gis2.mapa.lodz.pl

Warstwa *Rewiry Dzielnicowe Straży Miejskiej w Łodzi* zawiera granice rewirów wraz z ich numeracją (rys. 3.19). Geoportal zawiera także ortofotomapy z kilku lat. System umożliwia odnalezienie dowolnego punktu adresowego zarówno według adresu jak i współrzędnych. Każdy

obiekt opisany jest atrybutem określającym przynależność do konkretnego rewiru Straży Miejskiej. Można również dokonać pomiaru odległości między punktami bądź też pomiaru powierzchni danego obszaru.

Geoportal łódzki pomimo dużej liczby warstw działa sprawnie. Dane są zrozumiałe, a interfejs czytelny, intuicyjny, co pozwala na szybkie znalezienie interesujących danych. Zawiera informacje przydatne dla mieszkańców miasta, jak i użyteczne dla podmiotów realizujących zadania w procesie zarządzania kryzysowego. Do jeszcze lepszego działania systemu przyczyniłaby się poprawa symbolizacji poszczególnych obiektów użyteczności publicznej, czy też jednostek służb ratowniczych, które są widoczne przy dużym zbliżeniu.



Rys.3.19. Rewiry dzielnicowe Straży Miejskiej w Łodzi - Geoportal łódzki. Źródło: gis2.mapa.lodz.pl

Geoportal bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego Tarnowa

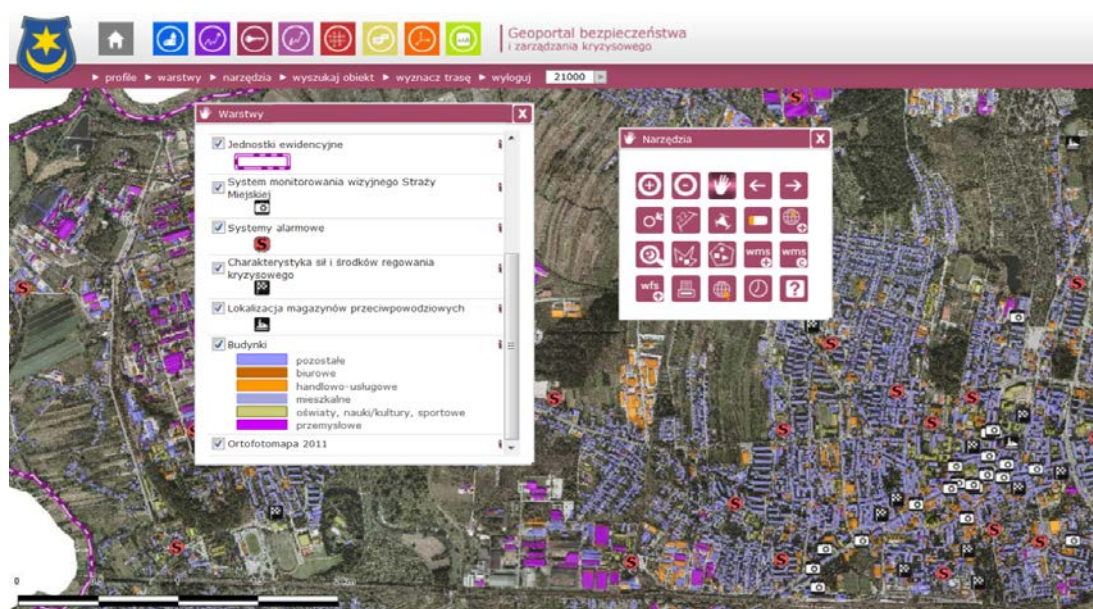
*Geoportal bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego*²⁶ jest jednym z komponentów geoportalu miasta Tarnowa (rys. 3.20). Udostępnia mieszkańcom Tarnowa dane przestrzenne oraz informacje opisowe z zakresu bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego w mieście. Zawiera warstwy podstawowe (tj. osie ulic, działki) oraz warstwy związane z zarządzaniem kryzysowym:

- **system monitorowania wizyjnego Straży Miejskiej** – warstwa stworzona przez Straż Miejską prezentująca rozmieszczenie kamer monitoringu wizyjnego w mieście,
- **systemy alarmowe** – warstwa administrowana przez Wydział Bezpieczeństwa Publicznego, prezentująca rozmieszczenie systemów alarmowych na terenie miasta Tarnowa,

²⁶ Geoportal bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego Tarnowa, http://zsip.umt.tarnow.pl/geoportaltoolkit/map.php?skin=tarnow_bezpieczenstwo (dostęp: listopad 2015)

- **charakterystyka sił i środków reagowania kryzysowego** – warstwa prezentująca rozmieszczenie i dane teleadresowe: jednostek Państwowej Straży Pożarnej, policji, pogotowia dźwigowego, stacji pogotowia ratunkowego, pogotowia telekomunikacyjnego, Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej, Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego, Powiatowego Inspektora Weterynaryjnego, Wodociągów Tarnowskich, Stacji Gazownictwa, Powiatowej Stacji Sanitarnej – Epidemiologicznej,
- **lokalizacja magazynów przeciwpowodziowych.**

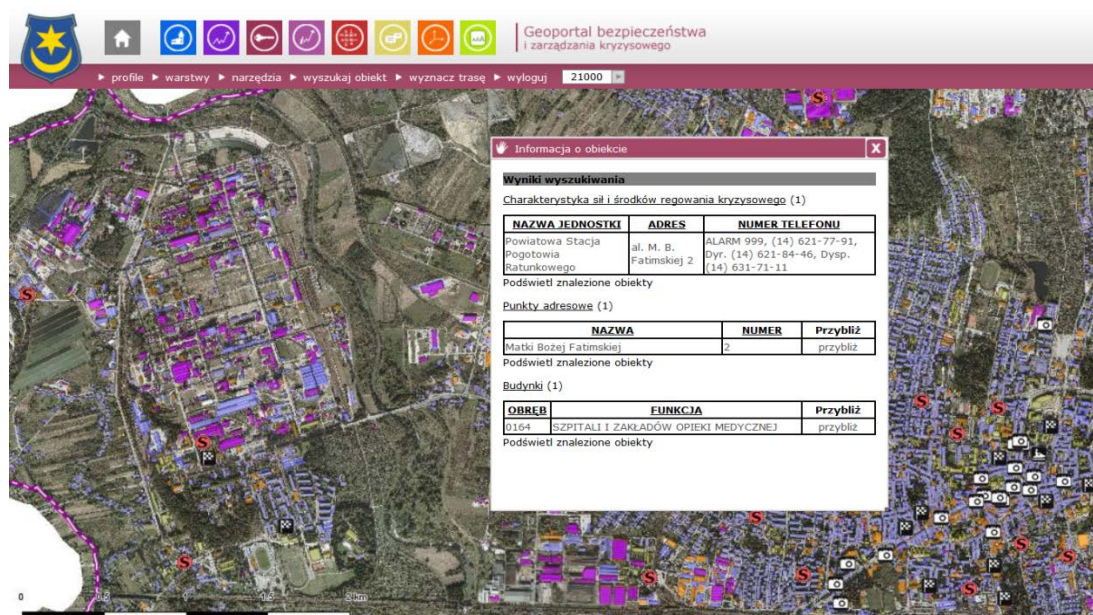
Warstwy, o których mowa powyżej, pozwalają mieszkańcom na identyfikację i lokalizację przestrzenną obiektów ważnych w kontekście bezpieczeństwa. Szerszy dostęp do poszczególnych danych mają pracownicy Straży Miejskiej, Wydziału Porządku Publicznego oraz Wydziału Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego miasta Tarnowa.



Rys. 3.20. Warstwy i narzędzia Geoportalu bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego Tarnowa.

Źródło: zsip.umt.tarnow.pl

Geoportal jest wyposażony w liczne narzędzia. Na szczególną uwagę zasługuje funkcja wyświetlania informacji o obiekcie, gdyż poza określeniem dokładnego adresu, czy obrębu geodezyjnego, obiekt posiada atrybut funkcji (przeznaczenie). Ponadto geoportal daje możliwość wyszukania obiektów w dowolnym promieniu od wybranego punktu adresowego bądź też na zaznaczonym obszarze, co jest bardzo przydatną funkcją przy wyznaczaniu stref zagrożeń lub identyfikacji obiektów objętych ewakuacją. Posiada również funkcję wyszukiwania trasy, która może służyć podmiotom zarządzania kryzysowego i ratownictwa do wyznaczenia optymalnej trasy dojazdu do miejsca zdarzenia (rys. 3.21).



Rys.3.21. Informacje o obiekcie - Geoportal bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego Tarnowa.
Źródło: zsip.umt.tarnow.pl

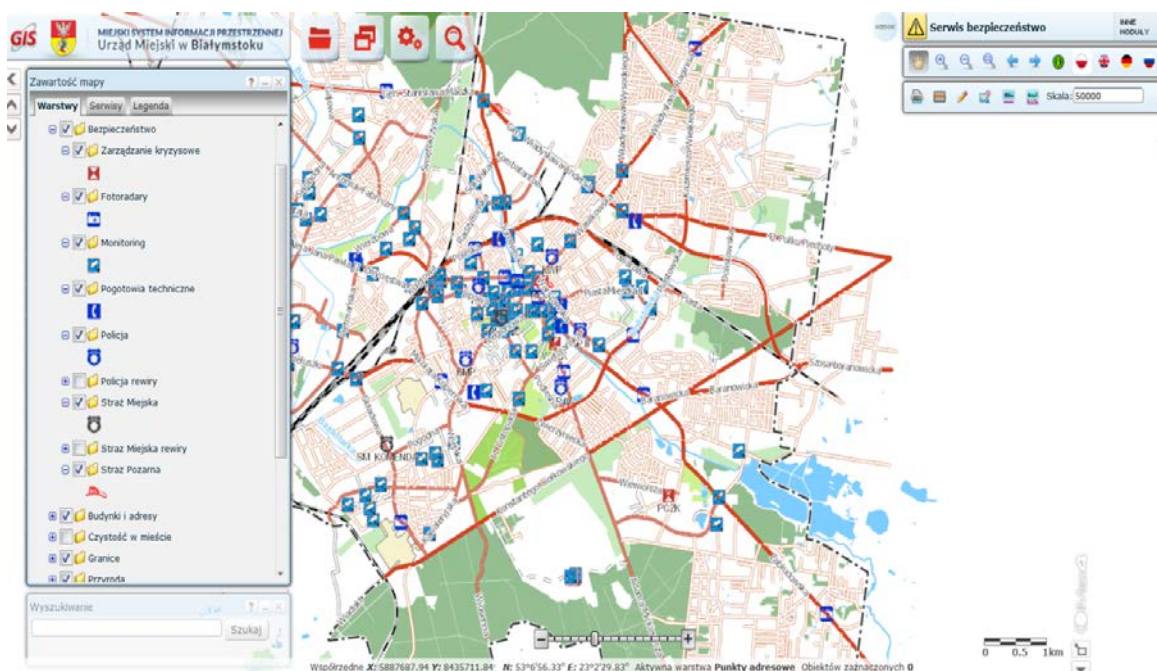
Każda z warstw geoportalu opisana jest za pomocą rozbudowanych metadanych, które zawierają m.in. informacje o dacie utworzenia, osobie wprowadzającej dane do systemu wraz z danymi kontaktowymi do jednostki, dacie publikacji czy współrzędnych geograficznych.

Na uznanie zasługuje łatwość obsługi portalu i bogactwo danych. Dzięki ortofotomapie zakres treści jest bardzo czytelny dla użytkowników indywidualnych.

Miejski system informacji przestrzennej Białegostoku

Geoportal miasta Białystok składa się z wielu modułów zawierających zestawy danych przestrzennych w podziale tematycznym. Na szczególną uwagę zasługuje moduł *Bezpieczeństwo*²⁷, który zawiera wiele przydatnych informacji dla podmiotów zarządzania kryzysowego oraz mieszkańców w zakresie bezpieczeństwa. Moduł zawiera warstwy takie jak *zarządzanie kryzysowe* (prezentująca lokalizację jednostek zarządzania kryzysowego (PCZK, WCZK) w mieście), *punkty poboru wody*, *fotoradary*, *kamery monitoringu miejskiego*, *jednostki policji*, *straży miejskiej*, *Państwowej Straży Pożarnej* etc. Wydzielono także czytelnie rewiry policji i straży miejskiej (rys. 3.22).

²⁷ Miejski System Informacji Przestrzennej, Urząd Miejski w Białymstoku, Serwis Bezpieczeństwo, <http://gisbialystok.pl/imap/> (dostęp: listopad 2015)



Rys. 3.22. Geoportal Białegostoku. Źródło: gisbialystok.pl

Moduł *Bezpieczeństwo* posiada wiele predefiniowanych warstw ułatwiających interpretację danych związanych z zarządzaniem kryzysowym, takich jak elementy struktury miasta np. ciek i zbiorniki wodne, parki, lasy, ogródki działkowe, skwery czy elementy sieci transportowej np. drogi, koleje, parkingi. Ponadto, geoportal białostocki umożliwia dodawanie obiektów (punktów, linii, wieloboków), ich opis, tworzenie strefy buforowej dla dodanego obiektu oraz eksport do formatu KML. Dzięki tej opcji, geoportal jest znakomitym narzędziem wspomagającym proces decyzji podczas akcji ratunkowych. W oparciu o istniejące dane przestrzenne możliwe jest zaznaczenie takich informacji jak strefa ewakuacji lub strefa zdarzenia kryzysowego oraz wyeksportowanie ich i udostępnienie w powszechnych formatach pozostałym jednostkom. Atutem portalu jest również rozbudowana funkcja selekcji obiektów według ich atrybutów opisowych. Przy tak ogromnej liczbie zestawów danych przestrzennych istnieje możliwość wyszukania interesujących obiektów przy pomocy prostego interfejsu wyszukiwania. Możliwość zmiany języka na angielski, niemiecki lub rosyjski podnosi dostępność geoportalu dla szerszego grona użytkowników, szczególnie w sytuacji kryzysowej angażującej siły ratownicze z zagranicy.

Geoportal w obecnej strukturze może pełnić rolę systemu wspomagającego działania służb ratowniczych i jednostek zarządzania kryzysowego. Jest to również źródło rzetelnych informacji geoprzestrzennych dla wszystkich mieszkańców Białegostoku.

Portal kryzysowy Kędzierzyna Koźla

*Portal kryzysowy*²⁸ obok *portalu społecznościowego* oraz *inwestycyjno-biznesowego*, jest jednym ze składowych geoportalu miasta Kędzierzyn Koźle. Portal kryzysowy poza możliwością publikowania ostrzeżeń, zawiera zobrazowane na interaktywnej mapie informacje kluczowe w procesie zarządzania kryzysowego: rozmieszczenie jednostek policji, straży miejskiej, Państwowej Straży Pożarnej, instytucji zarządzania kryzysowego, rozmieszczenie stacji meteorologicznych, których podświetlenie kursorem generuje aktualne dane meteorologiczne, rozmieszczenie wodowskazów prezentujących poziom wody z datą i godziną odczytu, informacje o utrudnieniach na drogach (drogi zamknięte, utrudnienia w ruchu, pełna przejezdność), objazdy, drogi jednokierunkowe, dwukierunkowe. Portal bardzo dobrze informuje ludność oraz wspomaga zarządzanie kryzysowe na wypadek powodzi. Interaktywna mapa wyposażona jest w warstwy prezentujące tereny zagrożone powodzią przy określonym stanie wody w Odrze, a także zasięg wód podczas powodzi historycznych.

Ciekawą możliwością, bardzo ważną w aspekcie zarządzania kryzysowego, jest wyznaczanie stref buforowych od wybranego punktu (rys. 3.23). Warto zaznaczyć, iż wyznaczony bufor stanowi oddzielną warstwę, dzięki czemu można stworzyć kilka stref buforowych dla różnych zagrożeń. Obiekty infrastruktury miejskiej w poszczególnych warstwach opisane są atrybutami adresowymi i danymi kontaktowymi. Nie można też pominąć *Portalu Społecznościowego*, który po zalogowaniu pozwala użytkownikowi na wprowadzanie zgłoszeń o usterkach na drogach, nielegalnych wysypiskach śmieci itp.

Podsumowując, portal kryzysowy Kędzierzyna Koźla dostarcza szerokiej gamy informacji wspierających działania służb ratowniczych i podmiotów zarządzania kryzysowego w obszarze miasta. Geoportal charakteryzuje się wysoką funkcjonalnością, łatwością w użyciu oraz dostępnością dla mieszkańców miasta.

²⁸ Portal kryzysowy Kędzierzyn Koźle, <http://e-kedzierzynkozle.pl/Portal/Default.aspx?portal=Kryzysowy> (dostęp: listopad 2015)



Rys.3.23. Portal kryzysowy Kędzierzyna Koźla. Źródło: e-kedzierzynkozle.pl

3.2.3. Geoportale tematyczne wspierające działania służb zarządzania kryzysowego

Z roku na rok przybywa coraz więcej zbiorów danych przestrzennych przygotowywanych na potrzeby konkretnych dziedzin działalności i branż. Powstają geoportale tematyczne skupiające się na prezentacji i udostępnianiu danych przestrzennych z określonej dziedziny wiedzy. Przykładem geoportali tematycznych są np. *Geoserwis* Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska przechowujący dane na temat obszarów chronionych i innych danych środowiskowych²⁹ czy *Portal E-Zabytek* przedstawiający informacje na temat zabytków nieruchomych na terenie kraju³⁰. Tworzone są również geoportale obejmujące określony obszar np. geoportale parków narodowych, w których dane związane z parkiem przechowywane są w bazie danych przestrzennych i wizualizowane w formie mapy cyfrowej dostępnej dla turystów oraz pracowników parku.

Zarządzanie kryzysowe jako interdyscyplinarna dziedzina korzysta z informacji pochodzących z wielu źródeł. Wszelkie dane dotyczące zagrożeń oraz inne dane przydatne w fazach zarządzania kryzysowego znajdują się w polu jego zainteresowań. W tym opracowaniu przedstawiono przykłady trzech geoportali tematycznych, które dostarczają cennych informacji na potrzeby zarządzania kryzysowego.

²⁹ Geoserwis Generalnej Dyrekcji Ochrony środowiska, <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/> (dostęp: październik 2015)

³⁰ Portal E-Zabytek, <http://www.mapy.zabytek.gov.pl/nid/> (dostęp: październik 2015)

ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami

Celem projektu ISOK jest zapewnienie efektywnego systemu osłony kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami, w szczególności przed powodzią. Projekt ma na celu utworzenie kompleksowego systemu poprawiającego osłonę gospodarki, środowiska i społeczeństwa z naciskiem na poprawę skuteczności zarządzania ryzykiem powodziowym. ISOK kierowany jest do społeczeństwa a także instytucji odpowiedzialnych za planowanie przestrzenne, planowanie ochrony przed powodzią oraz przede wszystkim instytucji zarządzania kryzysowego. Jest on nieocenionym źródłem informacji dla wojewódzkich centrów zarządzania kryzysowego oraz innych jednostek administracji rządowej i samorządowej, na szczeblu krajowym, regionalnym i lokalnym, zajmujących się kwestiami ochrony przed powodzią i innymi zagrożeniami oraz reagowaniem kryzysowym³¹.

Projekt jest realizowany od 2010 roku w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 - 2013 finansowanego z funduszy Unii Europejskiej. W mniejszym stopniu projekt jest współfinansowany z budżetu państwa oraz ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Złożoność projektu wymagała zawiązania konsorcjum instytucji rządowych i naukowych, w skład którego weszły: Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej (lider projektu), Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Instytut Łączności, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa³².

W ramach projektu zrealizowany został szereg przedsięwzięć, takich jak inwentaryzacja dostępnych zasobów danych, zaprojektowanie rozwiązania systemowego, budowa baz danych oraz map ryzyka i zagrożeń. Jednym z celów projektu było także zwiększenie świadomości społeczeństwa w zakresie zagrożeń i sytuacji kryzysowych.

Produktami ISOK są m.in.:

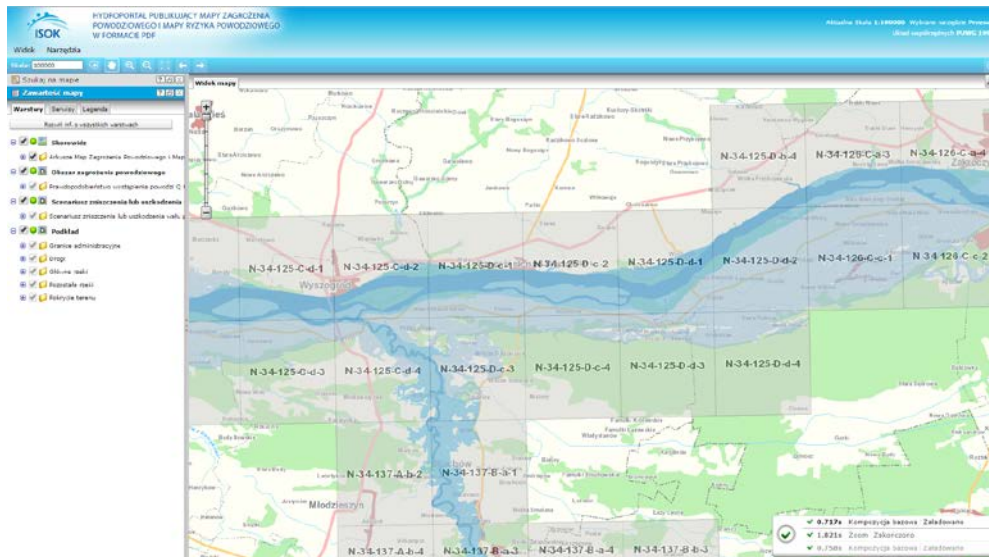
- wstępna ocena ryzyka powodziowego (WORP),
- mapy zagrożenia powodziowego (MZP) i mapy ryzyka powodziowego (MRP) wymagane przez Dyrektywę Powodziową,
- raport o identyfikacji krajowych systemów informacyjnych,
- mapa podziału hydrograficznego Polski w skali 1:10 000,
- numeryczny model terenu (NMT) i numeryczny model pokrycia terenu (NMPT),
- system zarządzania NMT,
- baza danych obiektów topograficznych,

³¹ Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami (ISOK), www.isok.gov.pl (dostęp: październik 2015)

³² Tamże

- ortofotomapa cyfrowa,
- mapy zagrożeń meteorologicznych,
- mapy innych zagrożeń.

Wszystkie opracowane produkty zostały zintegrowane w jeden system informatyczny (rys. 3.24), za którego budowę oraz wdrożenie odpowiedzialna była firma Qumak. System ten dostępny jest z poziomu każdej przeglądarki internetowej (znajduje się pod adresem <http://mapy.isok.gov.pl/imap/>).



Rys.3.24. Interfejs geoportalu ISOK. Źródło: mapy.isok.gov.pl

Portal informatyczny ISOK umożliwia dostęp do finalnych produktów – map zagrożenia powodziowego i ryzyka powodziowego w formie PDF (rys. 3.25). Dzięki interaktywnemu oknu mapy z widocznym podziałem na arkusze użytkownik może szybko odnaleźć interesujący go obszar. Na mapach zagrożenia powodziowego przedstawiono obszary o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi³³:

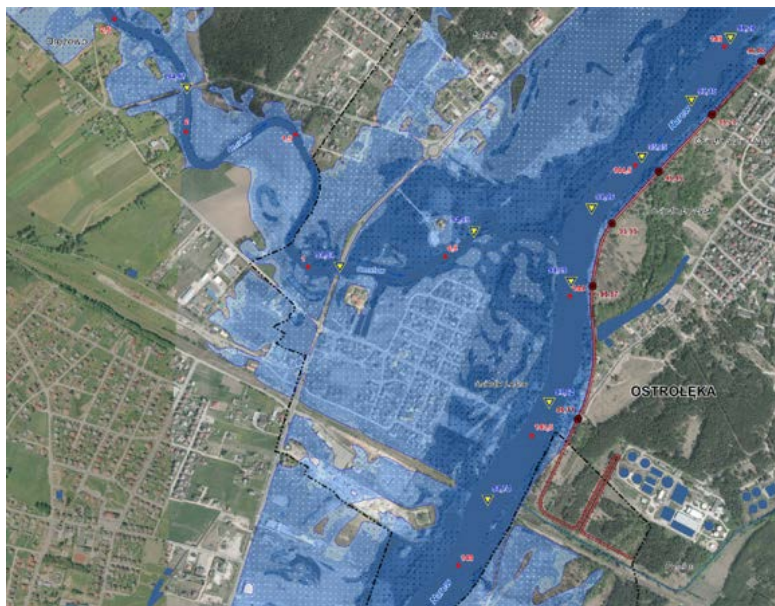
- obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest niskie i wynosi raz na 500 lat;
- obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest średnie i wynosi raz na 100 lat,
- obszary, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie i wynosi raz na 10 lat,

oraz obszary obejmujące tereny narażone na zalanie w przypadku:

³³ Tamże

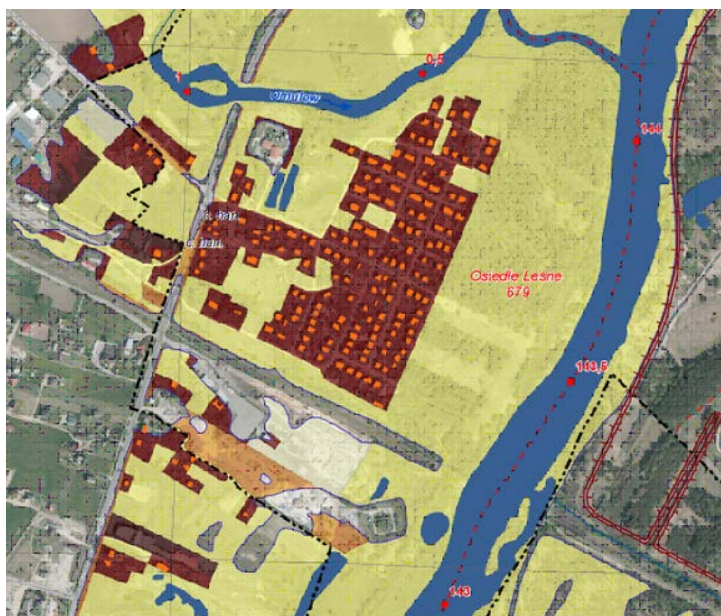
- zniszczenia lub uszkodzenia wału przeciwpowodziowego,
- zniszczenia lub uszkodzenia wału przeciwsztormowego (budowli ochronnych pasa technicznego – według ustawy Prawo wodne, obowiązującej przed 12 lipca 2014 r.).

Ponadto na mapach zagrożenia powodziowego przedstawiono głębokość wody oraz jej prędkość i kierunki przepływu.



Rys.3.25. Fragment mapy zagrożenia powodziowego wraz z głębokością wody. Źródło: mapy.isok.gov.pl

Uzupełnieniem map zagrożenia powodziowego są mapy ryzyka powodziowego (rys. 3.26), określające wartości potencjalnych strat powodziowych oraz przedstawiające obiekty narażone na zalanie w przypadku wystąpienia powodzi o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia. Na mapy ryzyka powodziowego nanoszone są elementy istotne z punktu widzenia zdrowia i życia ludzi, środowiska oraz działalności gospodarczej, które narażone są na negatywne konsekwencje wystąpienia powodzi. Na powyższych mapach przedstawione są m.in. budynki mieszkalne z szacunkową liczbą ludności zamieszkującej obszar zagrożony, budynki o szczególnym znaczeniu społecznym, obiekty zabytkowe, ujęcia wód i ich strefy ochronne, kąpieliska, obszary ochrony przyrody, obiekty będące potencjalnym zagrożeniem zanieczyszczenia wody, czy tereny o wysokiej wartości potencjalnych strat gospodarczych np. tereny przemysłowe, tereny komunikacyjne, użytki rolne.



Rys.3.26. Fragment mapy ryzyka powodziowego - negatywne konsekwencje dla ludności i wartości potencjalnych strat powodziowych. Źródło: mapy.isok.gov.pl

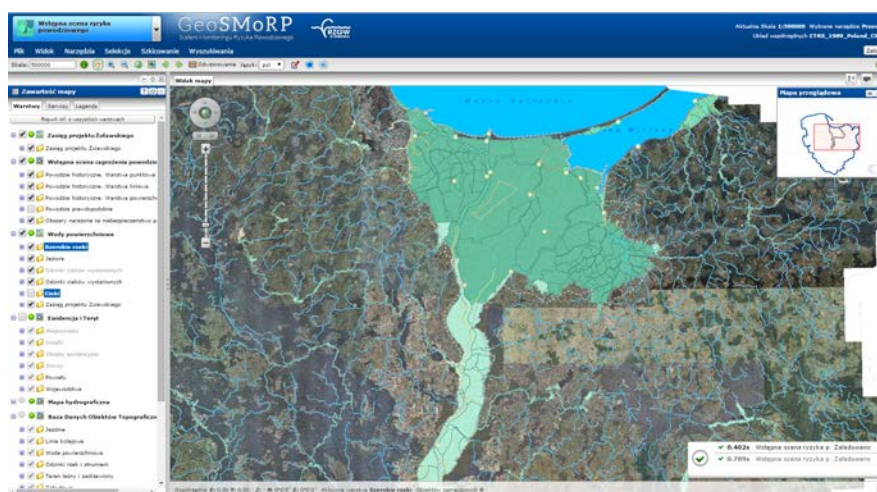
GeoSMoRP – Geoinformatyczny System Monitoringu Ryzyka Powodziowego

Geoinformatyczny system *GeoSMoRP* jest jednym z elementów działań ochrony przeciwpowodziowej zadania *SMoRP*, czyli Systemu Monitoringu Ryzyka Powodziowego opracowywanego w ramach projektu „Kompleksowe zabezpieczenie przeciwpowodziowe Żuław – Etap I – Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gdańsku” jako część postanowień „Programu Żuławskiego – 2030”. *SMoRP* jest narzędziem wspomagającym Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gdańsku w zarządzaniu ryzykiem powodziowym na obszarze Żuław³⁴. Zadaniem *GeoSMoRP* jest gromadzenie, zarządzanie, wizualizacja oraz analiza danych przestrzennych zebranych w ramach zadania *SMoRP* oraz zagadnień dotyczących ochrony przed powodzią dla obszaru Żuław. System wspiera działania służące ochronie przed powodzią takie jak monitorowanie stanu ryzyka powodziowego na obszarze objętym projektem, identyfikacja słabych miejsc ochrony przeciwpowodziowej czy szczegółowa analiza wpływu inwestycji infrastrukturalnych. System opiera się na bazie danych przestrzennych z informacją o lokalizacji i stanie urządzeń hydrotechnicznych oraz innych istotnych elementów ochrony przeciwpowodziowej. Baza zawiera wektorowe i rastrowe zestawy danych, takie jak zobrazowanie terenu, sieć hydrograficzna czy lokalizacja obiektów służących ochronie powodziowej (np. wały przeciwpowodziowe, budowle mostowe, umocnienia i nadbrzeża, budowle piętrzące, wrota przeciwsztormowe i przeciwpowodziowe, pompownie i inne urządzenia odgrywające rolę w zarządzaniu ryzykiem powodzi). Zgromadzone w systemie dane pełnią funkcję informacyjną dla mieszkańców Żuław oraz są narzędziem wspomagającym podejmowanie decyzji przez

³⁴ *Geoinformatyczny System Monitoringu Ryzyka Powodziowego*, www.smorp.pl (dostęp: październik 2015)

jednostki samorządu terytorialnego oraz podmioty odpowiedzialne za zarządzanie kryzysowe na tym obszarze.

Geoportal umożliwia wybór jednego z modułów, w których znajdują się predefiniowane zestawy danych przestrzennych. Opracowano 10 modułów: wstępna ocena ryzyka powodziowego, wody powierzchniowe, Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, obszary chronione, urządzenia wodne, administracja, dane pomiarowe, skorowidze, strefy nawigacyjne oraz informator nawigacyjny. W każdym module aktywowany jest odpowiedni tematycznie zestaw danych. Dostępnymi serwisami, które mogą pełnić funkcję map podkładowych są takie warstwy jak: zasięg projektu, strefy ochronne, wody powierzchniowe, ewidencja i Krajowy Rejestr Urzędowego Podziału Terytorialnego Kraju TERYT, mapa hydrograficzna, baza danych obiektów topograficznych, mapa topograficzna, ortofotomapa, numeryczny model terenu (NMT) oraz numeryczny model pokrycia terenu (NMPT). Interesującą funkcjonalnością systemu jest możliwość generowania profilu terenu na podstawie NMT lub NMPT dla dowolnego obszaru w zasięgu projektu. Ponadto w systemie wbudowane są algorytmy umożliwiające obliczenie rzędnej wody dla dowolnego punktu. *GeoSMoRP* posiada podstawowe narzędzia pomiaru oraz rysowania prostych obiektów typu punkt, linia i wielobok (rys. 3.27).



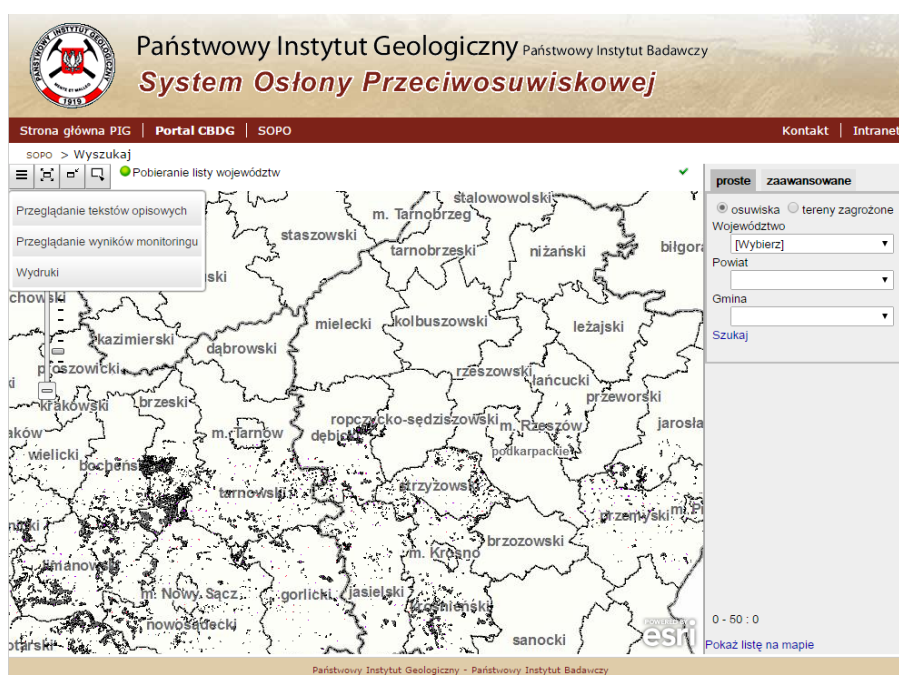
Rys.3.27. Interfejs geoportalu *GeoSMoRP*. Źródło: www.smorp.pl

System *GeoSMoRP* ma na celu gromadzenie i przetwarzanie danych związanych z zagrożeniem powodziowym dla konkretnego obszaru jakim są Żuławy Wiślane. Jest to przykład specjalistycznego geoportalu lokalnego skupiającego się na specyficznej strukturze przyrodniczo-technicznej obszaru.

System Ośłony Przeciwośuwiskowej (Państwowy Instytut Geologiczny)

System Ośłony Przeciwośuwiskowej jest projektem, którego podstawowym celem jest rozpoznanie, udokumentowanie i zaznaczenie na mapie w skali 1:10 000 wszystkich osuwisk oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi w Polsce oraz założenie systemu monitoringu wglębnego i powierzchniowego na 100 wybranych osuwiskach³⁵. Głównym zadaniem projektu jest wspomaganie władz lokalnych w wypełnianiu obowiązków związanych z problematyką ruchów masowych. Finalnym wynikiem projektu jest baza danych o zagrożeniach osuwiskowych SOPO oraz aplikacja do obsługi tej bazy. W bazie SOPO będą stopniowo gromadzone Karty Rejestracyjne Osuwisk i Terenów Zagrożonych, mapy w skali 1:10 000 z lokalizacją osuwisk i terenów zagrożonych oraz wyniki prowadzonych badań monitoringowych dostępne dla użytkowników zewnętrznych (rys. 3.28).

Dzięki prostej aplikacji można wyszukiwać osuwiska dla danego powiatu i gminy. Aplikacja umożliwia również dostęp do dokumentacji monitoringu osuwisk oraz tekstów opisowych tj. objaśnień do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi dla wszystkich powiatów i gmin.



Rys.3.28. Interfejs aplikacji System Ośłony Przeciwośuwiskowej PIG. Źródło: geoportal.pgi.gov.pl

³⁵ System Ośłony Przeciwośuwiskowej Państwowego Instytutu Geologicznego, <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/> (dostęp: październik 2015)

3.3. Aplikacje mobilne wspierające zarządzanie kryzysowe

W ostatnim czasie, w miarę wzrostu popularności i dostępności szerokiej gamy urządzeń mobilnych, powstało dużo aplikacji mobilnych mających na celu ułatwienie funkcjonowania w różnych dziedzinach życia. W związku z powyższym nie dziwi fakt, że znalazły one także zastosowanie w szeroko pojętej dziedzinie bezpieczeństwa, gdzie są stosowane zarówno przez podmioty zarządzania kryzysowego jak i służby ratownicze. **Aplikacje mobilne stosowane w procesie zarządzania kryzysowego** to oprogramowanie instalowane na urządzeniach mobilnych, tj. telefonach komórkowych, smartfonach, tabletach etc., którego podstawową funkcjonalnością jest generowanie i dystrybucja lub odbieranie ostrzeżeń o zagrożeniach odnoszących się do aktualnego miejsca pobytu użytkowników oprogramowania. Podmioty zarządzania kryzysowego stosują je m.in. w celu:

- udostępniania użytkownikowi informacji o służbach ratowniczych w terenie;
- udostępniania informacji o warunkach meteorologicznych, stanie wód, zaburzeniach ruchu drogowego w danym rejonie;
- określania lokalizacji użytkownika telefonu komórkowego (współrzędne geograficzne, adres);
- udostępniania instrukcji zachowań na wypadek różnych zdarzeń kryzysowych.

Ideą aplikacji mobilnych stosowanych w procesie zarządzania kryzysowego jest przede wszystkim dotarcie z informacją o zagrożeniu do jak największej grupy odbiorców, co wpływa m.in. na usprawnienie przebiegu ewakuacji czy też usprawnienie prowadzenia działań ratowniczych. Inną formą zastosowania aplikacji mobilnych w dziedzinie bezpieczeństwa jest użycie ich jako narzędzia do komunikacji między podmiotami ratowniczymi lub do przyjmowania zgłoszeń o zdarzeniach i lokalizacji poszkodowanych.

Obszar, dla którego użytkownik oprogramowania chce otrzymywać komunikaty o zagrożeniach może być definiowany w aplikacjach mobilnych na dwa sposoby: w zależności od miejsca pobytu użytkownika określanego dzięki wykorzystaniu sygnału GPS lub poprzez ręczne określenie lokalizacji np. według współrzędnych, adresu lub granic administracyjnych.

Poniżej zaprezentowano możliwości wybranych, zaimplementowanych w Polsce aplikacji mobilnych stosowanych przez podmioty odpowiedzialne za bezpieczeństwo.

Regionalny System Ostrzegania (RSO)

Regionalny System Ostrzegania (RSO) to bezpłatna aplikacja mobilna o zasięgu krajowym opracowana w ramach projektu Ministerstwa Administracji i Cyfryzacji oraz Telewizji Polskiej. Udostępnia komunikaty generowane przez wojewódzkie centra zarządzania kryzysowego (WCZK) zasilane informacjami m.in. z IMGW-PIB, GDDKiA. Aplikacja nie wymaga wykorzystania GPS w urządzeniu. Wystarczy ją zainstalować i wybrać dowolne województwo, dla którego użytkownik chce

otrzymywać informacje. Ponadto zawiera poradniki zachowań na wypadek różnych zagrożeń m.in. burz i nawałnic, wichur, powodzi, upałów, intensywnych opadów śniegu, pożaru, zatrucia czadem, katastrofy budowlanej itp. Można w niej znaleźć komunikaty w następujących kategoriach:

- ogólne,
- meteorologiczne,
- drogowe,
- hydrologiczne,
- stany wód (prezentowane na mapie).³⁶

Są to wyłącznie komunikaty, które w ocenie WCZK dotyczą zdarzeń zagrażających życiu, zdrowiu, mieniu obywateli bądź też zagrażających bezpieczeństwu oraz porządkowi publicznemu. Aplikacja RSO nie posiada komponentu mapowego (z wyłączeniem stanów wód, które reprezentowane są na mapie), zaś wszystkie alarmy i ostrzeżenia generowane są w formie tekstowej.

Samorządowy Informator SMS (SISMS)

Samorządowy Informator SMS to bezpłatna aplikacja mobilna udostępniająca informacje związane z zarządzaniem kryzysowym, m.in. ostrzeżenia o zagrożeniach meteorologicznych, komunikacyjnych, alarmy o ewakuacji z powodu zagrożenia, informacje o zakazie wstępu do lasu, obowiązkowych szczepieniach, utrudnieniach i udogodnieniach dla mieszkańców, ale także komunikaty o wydarzeniach kulturalnych w regionie.³⁷ W odróżnieniu od pozostałych wymienionych aplikacji mobilnych pozwala na dwustronną komunikację. Użytkownik może wybrać kilka obszarów zainteresowania i dla nich otrzymuje komunikaty, na które może odpowiadać. Odpowiedzi trafiają wyłącznie do administratora. Podobnie jak omówione już aplikacje nie wymaga wykorzystania GPS i nie posiada kontekstu mapowego.

Bezpieczne Lubuskie

Bezpieczne Lubuskie to bezpłatna aplikacja mobilna skierowana do mieszkańców województwa lubuskiego. Jej podstawowe funkcjonalności to (rys. 3.29):

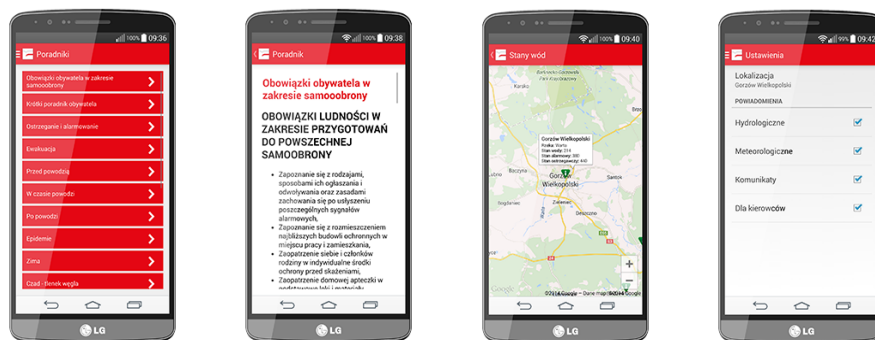
- udostępnianie komunikatów o zagrożeniach powodziowych i komunikacyjnych,
- udostępnianie informacji meteorologicznych dla regionu,
- lokalizacja zagrożeń powodziowych na interaktywnej mapie,
- informowanie o utrudnieniach drogowych,

³⁶ Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji, *Regionalny System Ostrzegania RSO*, <https://mac.gov.pl/projekty/regionalny-system-ostrzegania-rso/opis-projektu> (dostęp: październik 2015)

³⁷ Samorządowy Informator SMS, <http://www.sisms.pl/> (dostęp: październik 2015)

- udostępnianie poradników postępowania w sytuacjach kryzysowych,
- automatyczne pobieranie aktualnych danych (ze strony internetowej Lubuskiego Urzędu Wojewódzkiego).³⁸

Komunikaty w aplikacji *Bezpieczne Lubuskie* przekazywane są użytkownikom na podstawie wybranej przez nich lokalizacji, co pozwala na „segregację” zagrożeń i przesyłanie ostrzeżeń dotyczących wyłącznie wybranego obszaru. Aplikacja nie wymaga wykorzystania GPS w urządzeniu.



Rys.3.29. Interfejs aplikacji "Bezpieczne Lubuskie". Źródło: mobilemadness.pl

e-Granica

Aplikacja *e-Granica* to bezpłatna, dwujęzyczna aplikacja mobilna województwa lubuskiego, skierowana przede wszystkim do zagranicznych turystów, pracowników firm transportowych itp. przekraczających polską granicę w woj. lubuskim (rys. 3.30). Aplikacja nie wymaga wykorzystania GPS w urządzeniu. Wybór lokalizacji odbywa się poprzez wybór miasta i dla niego pobierane są aktualne dane. W aplikacji udostępniane są m.in.:

- komunikaty meteorologiczne, hydrologiczne;
- informacje o utrudnieniach na drogach w regionie;
- interaktywne mapy obrazujące zagrożenie powodziowe, sytuację burzową;
- mapy z lokalizacją jednostek policji, straży pożarnej, szpitali oraz starostw powiatowych;
- poradniki zachowań na wypadek sytuacji kryzysowych;
- informacje kulturalne i turystyczne (pobierane ze strony internetowej Lubuskiego Urzędu Wojewódzkiego).³⁹

³⁸ Lubuski Urząd Wojewódzki, *Bezpieczne Lubuskie*, http://www.lubuskie.uw.gov.pl/wbzk/aplikacja_mobila.html (dostęp: październik 2015)

³⁹ Lubuskie Urząd Wojewódzki, *e-Granica*, http://www.lubuskie.uw.gov.pl/wbzk/e_granica.html (dostęp: październik 2015)



Rys.3.30. Aplikacja e-Granica. Źródło: lubuskie.uw.gov.pl

Policja śląska

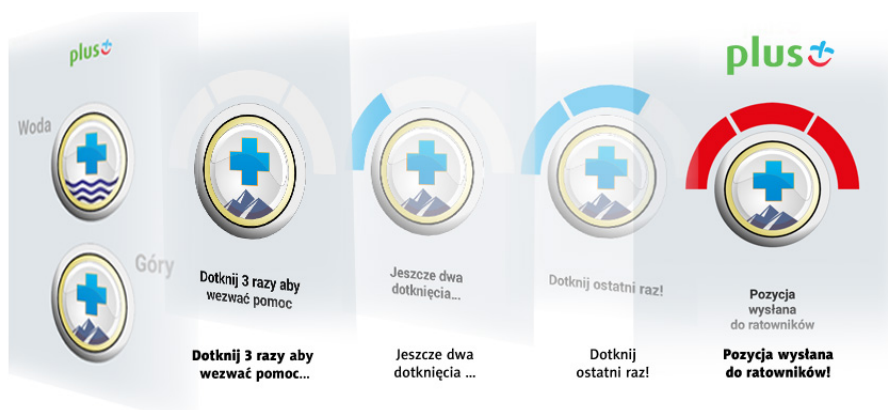
Policja śląska jest to aplikacja mobilna ułatwiająca kontakt z jednostkami policji w województwie śląskim. Umieszczone w niej dane kontaktowe pozwalają na szybki wybór numeru telefonu, czy też wysłanie wiadomości e-mail do wybranej jednostki policji. Ponadto aplikacja udostępnia policyjne aktualności, statystyki, informacje o osobach poszukiwanych i zaginionych. Wykorzystuje sygnał GPS w urządzeniach mobilnych, jednak wyłącznie w celu pokazania drogi do najbliższej jednostki policji. Podobnie jak inne aplikacje zawiera poradniki wskazujące jak zachować się w obliczu zagrożenia.⁴⁰

Ratunek

Jest to aplikacja skierowana przede wszystkim do osób przebywających w górach lub nad wodą. Służy do szybkiego kontaktu w sytuacji zagrożenia ze służbami ratowniczymi sprawującymi nadzór nad bezpieczeństwem w tych regionach, czyli z Górskim Ochotniczym Pogotowiem Ratunkowym (GOPR), Tatrzańskim Ochotniczym Pogotowiem Ratunkowym (TOPR), Wodnym Ochotniczym Pogotowiem Ratunkowym (WOPR) oraz Mazurskim Ochotniczym Pogotowiem Ratunkowym (MOPR). W odróżnieniu od pozostałych wymienionych w tym opracowaniu aplikacji, warunkiem koniecznym do działania tej aplikacji jest wyposażenie urządzenia w odbiornik GPS (rys. 3.31). Trzykrotne kliknięcie w odpowiednią ikonę pozwala na połączenie z właściwą terytorialnie służbą ratowniczą. Po nawiązaniu połączenia do służby wysyłany jest komunikat z lokalizacją osoby

⁴⁰Policja Śląska, <http://slaska.policja.gov.pl/kat/policja-slaska/aplikacja-mobilna/152000,Aplikacja-na-urzadzenia-mobilne.html> (październik 2015)

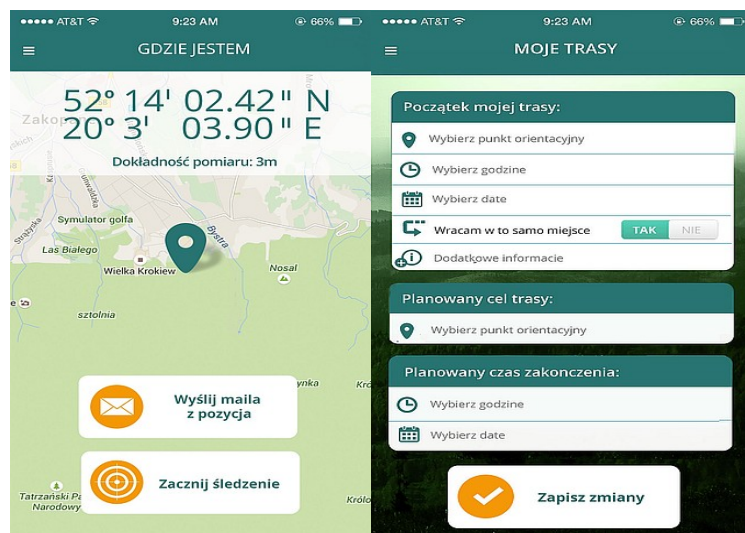
wzywającej pomoc oraz stanem baterii telefonu. Jednocześnie dzięki aplikacji użytkownik może udostępnić ratownikom ważne informacje medyczne dotyczące jego zdrowia.⁴¹



Rys.3.31. Aplikacja „Ratunek”. Źródło: ratunek.eu

mGOPR

Implementacja aplikacji *mGOPR* jest planowana na grudzień 2015 r. Ma ona na celu zwiększenie bezpieczeństwa osób przebywających w górach. W porównaniu do aplikacji *Ratunek* jest rozbudowana o poradniki postępowania w górach (rys. 3.32). Dzięki niej można szybko nawiązać kontakt z jednostką GOPR bez konieczności znajomości numeru. Poprzez wykorzystanie GPS aplikacja umożliwia śledzenie własnej lokalizacji, wysyłanie ratownikom GOPR lokalizacji z dokładnością 500 m, czy też zgłoszenie do GOPR planowanej trasy podróży.

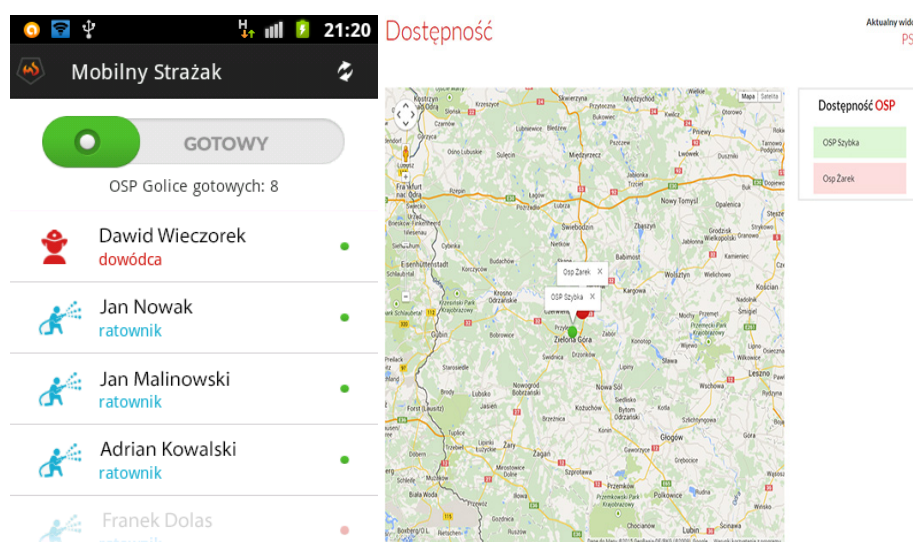


Rys.3.32. Aplikacja mGOPR. Źródło: softonet.pl

⁴¹ Ratunek, <http://www.ratunek.eu/co-daje-ratunek.html> (dostęp: październik 2015)

Mobilny strażak

Mobilny strażak jest aplikacją monitorującą gotowość operacyjną strażaków OSP, jak i ich jednostek (rys. 3.33). Informacja ta jest udostępniana wśród członków OSP, tak by każdy mógł wiedzieć jaki jest stan obsady a także zostaje wysyłana do właściwego Stanowiska Kierowania Komendanta Powiatowego PSP, co daje dyspozytorom możliwość szybkiego i sprawnego dysponowania jednostek OSP.⁴²

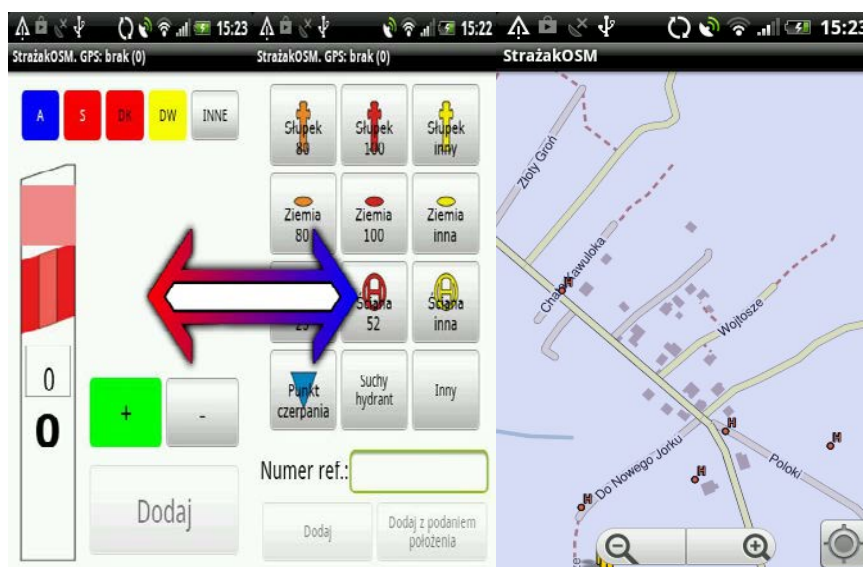


Rys. 3.33. Aplikacja *Mobilny strażak*. Źródło: *mobilnystrazak.pl*

StrażakOSM

Działanie aplikacji *StrażakOSM* wymaga wykorzystania GPS w urządzeniu mobilnym. Zawiera informacje o lokalizacji hydrantów z uwzględnieniem ich typów (naziemny, podziemny, ścienny) i wielkości średnicy oraz informacje dotyczące położenia geograficznego słupków kilometrowych dróg krajowych, wojewódzkich, ekspresowych i autostrad. Powyższe dane zapisane są na serwerze AbakusOSM. Za pomocą aplikacji jej użytkownicy mogą także sami wprowadzać do bazy danych hydranty z podaniem ich dokładnej lokalizacji wykorzystując GPS. Podobnie jest ze słupkami pikietażowymi, które również można dodawać i lokalizować poprzez aplikację. Wprowadzone informacje są weryfikowane przez administratorów systemu OSM, ewentualnie modyfikowane i nanoszone na mapę OpenStreetMap. Dzięki aplikacji użytkownik ma możliwość obserwacji swojego położenia oraz elementów, o których mowa powyżej znajdujących się w jego pobliżu, co jest przydatne podczas akcji ratowniczej. Aplikacja operuje na 3 ekranach: informacje o hydrantach, informacje o słupkach drogowych, mapa serwera AbakusOSM (rys. 3.34).

⁴² Mobilny Strażak, <http://www.mobilnystrazak.pl/artukul/o-aplikacji> (dostęp: październik 2015)



Rys. 3.34. Ekrany aplikacji StrażakOSM. Źródło: mapa.abakus.net.pl

CzaDzik

System powstał we współpracy Lasów Państwowych (LP) z Państwową Strażą Pożarną (PSP). Jego celem jest skrócenie czasu przyjęcia zgłoszenia i dotarcia straży pożarnej na miejsce zdarzenia. Głównym komponentem systemu jest dostępna w trybie offline mapa OpenStreetMap z naniesionymi warstwami zawierającymi informacje o rozmieszczeniu stanowisk czerpania wody, sieci hydrantów, numeracji oddziałów leśnych, dojazdach pożarowych wraz z numerami, miejscach wodowania łodzi, lokalizacji ochotniczych straży pożarnych wraz z ich pojazdami (rys. 3.35). W trybie online system pozwala na wizualizację pozycji pojazdów straży pożarnej oraz pojazdów patrolowo-gaśniczych Lasów Państwowych wyposażonych w urządzenia mobilne z zainstalowaną na nich aplikacją. Dzięki tej funkcjonalności dyspozytorzy PSP oraz LP mają informacje jakiego rodzaju pojazdy zostały zadysponowane do zdarzenia, z jaką prędkością się poruszają i gdzie się znajdują w danej chwili. Dostęp do systemu jest ograniczony wyłącznie dla uprawnionych, zalogowanych użytkowników. Niemniej jednak do nadawania sygnału przez pojazdy gaśnicze wystarczy włączenie urządzenia mobilnego, na którym została zainstalowana aplikacja. Po otrzymaniu informacji o zdarzeniu dyżurny stanowiska kierowania PSP lub punktu alarmowo-dyspozycyjnego LP lokalizuje je na mapie widocznej dla zalogowanych użytkowników. Informacja o zdarzeniu musi zawierać dane o czasie jej zamieszczenia i nazwie użytkownika zamieszczającego. Dyżurny wysyła współrzędne zdarzenia do pojazdów zaopatrzonych w system, dzięki czemu strażacy są szybko kierowani do miejsca zdarzenia. CzaDzik

umożliwia także wymianę informacji między stanowiskami kierowania poprzez krótkie wiadomości tekstowe.⁴³



Rys. 3.35. Aplikacja CzaDzik. Źródło: ppoz.pl

Jak dotąd, z funkcjonalności aplikacji mobilnych skorzystały m.in. WCZK, jednostki samorządowe oraz służby ratownicze, np. GOPR, TOPR, WOPR czy też PSP i OSP. O ich atrakcyjności i przydatności decyduje systematyczne udostępnianie wyselekcjonowanych, istotnych dla użytkowników informacji, łatwy interfejs, ale przede wszystkim obrazowanie na mapach, czyli wykorzystanie komponentu przestrzennego. W większości aplikacji stosowanych w procesie zarządzania kryzysowego w celu ostrzegania ludności dominuje konieczność wyboru konkretnej lokalizacji (niezależnej od aktualnego położenia użytkownika), co powoduje, że użytkownicy aplikacji otrzymują komunikaty, które nie zawsze ich dotyczą. Wykorzystanie GPS odgrywa kluczową rolę w aplikacjach mobilnych, z których korzystają podmioty ratownicze do wewnętrznej komunikacji między sobą lub też przy przyjmowaniu zgłoszeń o zdarzeniach. Dzięki tej funkcjonalności poszkodowani mogą zostać szybko zlokalizowani i czas dotarcia z pomocą może ulec skróceniu. Podsumowując, w dzisiejszym świecie nowoczesnych technologii oraz ciągłej informatyzacji społeczeństwa wykorzystywanie aplikacji mobilnych przez służby ratownicze i zwykłych mieszkańców jest naturalnym krokiem w stronę efektywnego zarządzania kryzysowego.

⁴³ Przegląd Pożarniczy, <http://www.ppoz.pl/ratownictwo-i-ochrona-ludnosci/871-czadzik-system> (dostęp: październik 2015).

W intencji autorów niniejszego opracowania powinno ono stanowić przyczynek do zainicjowania i usystematyzowania dyskusji nad kluczowymi zagadnieniami dotyczącymi rozwoju i wdrażania geoinformacji w zarządzaniu kryzysowym i ratownictwie w Polsce.

Jaki model dostarczania i wykorzystywania geoinformacji będzie najlepiej odpowiadał potrzebom polskich użytkowników? Jakie działania należy podjąć, aby wypracować kierunek pozytywnych zmian w tym aspekcie, biorąc pod uwagę uwarunkowania prawne i instytucjonalne oraz wykorzystując wciąż rozwijające się możliwości techniczne i zasoby danych? Jakie przedsięwziąć środki w celu integracji różnych rozwiązań geoinformacyjnych dla zarządzania kryzysowego przy zachowaniu ich zdolności do zaspokajania indywidualnych potrzeb?

Zespół Centrum Informacji Kryzysowej CBK PAN jest przekonany, że niniejsze opracowanie pomoże w poszukiwaniach odpowiedzi na powyższe pytania.

Autorzy pragną podziękować wszystkim, którzy odpowiedzieli na ankiety oraz dostarczyli informacji niezbędnych do sporządzania niniejszego opracowania.

Słownik skrótów

ALS – ang. *Airbone Laser Scanning* – lotniczy skanowanie laserowe

ArcGIS – oprogramowanie GIS firmy ESRI.
Oprogramowanie rozróżniane jest na wersję desktopową - ArcGIS Desktop, wersję serwerową ArcGIS Server oraz wersję mobilną – ArcPad.

ASI – wł. *Agenzia Spaziale Italiana* – Włoska Agencja Kosmiczna

BDOO – Baza Danych Obiektów
Ogólnogeograficznych

BDOT10k – Baza Danych Obiektów
Topograficznych

CBK PAN – Centrum Badań Kosmicznych
Polskiej Akademii Nauk

GDDKiA – Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych
i Autostrad

CIK – Centrum Informacji Kryzysowej

CIR – ang. *Color InfraRed* – promieniowanie podczerwone

CNES – fr. *Centre National d' Études Spatiales*
– Francuska Agencja Kosmiczna

DLR – niem. *Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt* – Niemiecka Agencja Kosmiczna

GMES – ang. *Global Monitoring for
Environment and Security* - Globalny
Monitoring Środowiska i Bezpieczeństwa

EMS – ang. *Emergency Management Service* –
Serwis Zarządzanie Kryzysowego programu
Copernicus

ESA – ang. *European Space Agency* –
Europejska Agencja Kosmiczna

ESRI – ang. *Environmental Systems Research
Institute* – producent oprogramowania GIS,
jeden ze światowych liderów w tej dziedzinie

ETM – ang. *Enhanced Thematic Mapper* –
instrument satelity Landsat 6

ETM+ – ang. *Enhanced Thematic Mapper Plus*
– instrument satelity Landsat 7

GDEM – ang. *Global Digital Elevation Model* –
numeryczny model powierzchni Ziemi
wykonany przez instrument ASTER. Często
stosowanym skrótem jest AGDEM, czyli ASTER
Global Elevation Model.

GeoTIFF - otwarty format metadanych
umożliwiający dodawanie informacji
georeferencyjnych
i geokodujących do plików w formacie TIFF

GIS – ang. *Geographic Information System* –
system Informacji geograficznej

GLONASS – ros. *Globalnaja Nawigacionnaja
Sputnikowaja Sistema* – rosyjski globalny
system nawigacji satelitarnej

GNSS – ang. *Global Navigation Satellite System* – globalny system nawigacji satelitarnej

GOPR – Górskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe

GPS – ang. *Global Positioning System* – amerykański globalny system nawigacji satelitarnej

GSM – ang. *Global System for Mobile Communications* – standard telefonii komórkowej

GUGiK – Główny Urząd Geodezji i Kartografii

IMGW-PIB – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - Państwowy Instytut Badawczy

INSPIRE – ang. *Infrastructure for Spatial Information in Europe* – Infrastruktura Informacji Przestrzennej w Europie, dyrektywa Unii Europejskiej

ISOK – Informatyczny System Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami

JRG – Jednostka Ratowniczo-Gaśnicza

KCKRiOL – Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności

KG PSP – Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej

KML – ang. *Keyhole Markup Language* – język znaczników oparty na XML pozwalający na wizualizację trójwymiarowych danych przestrzennych

KSRG – Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy

LIDAR – ang. *Light Detection and Ranging* – skanowanie laserowe

LP – Lasy Państwowe

LPR – Lotnicze Pogotowie Ratunkowe

MODIS – ang. *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* – wielospektralny skaner optyczno-mechaniczny satelitów Terra i Aqua

MSS – ang. *Multi-Spectral Scanner* – instrument satelitów Landsat 4-5

NASA – ang. *National Aeronautics and Space Administration* – Narodowa Agencja Aeronautyki Kosmicznej Stanów Zjednoczonych

NDVI – ang. *Normalized Difference Vegetation Index* – znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji

NMT – numeryczny model terenu

NMPT – numeryczny model pokrycia terenu

OLI – ang. *Operational Land Imager* – instrument satelity Landsat 8

OSM – OpenStreetMap – projekt społecznościowy mający na celu stworzenie darmowej, swobodnie dostępnej mapy całej kuli ziemskiej

OSP – Ochotnicza Straż Pożarna

PCZK – Powiatowe Centrum Zarządzania Kryzysowego

PRG – Państwowy Rejestr Granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju

PRM – Państwowe Ratownictwo Medyczne

PRNG – Państwowy Rejestr Nazw Geograficznych

PRS – ang. *Public Regulated Service* – Serwis Regulowany Publicznie europejskiego globalnego systemu nawigacji satelitarnej Galileo

PSP – Państwowa Straż Pożarna

RBV – ang. *Return-Beam Vidicon* – instrument satelitów Landsat 1-3

SAR – ang. *Synthetic Aperture Radar* – radar z syntetyczną aperturą

Shapefile – format plików grafiki wektorowej stosowany dla danych geoprzestrzennych

SIP – System Informacji Przestrzennej

SRTM – ang. *Shuttle Radar Topography Mission* – międzynarodowa misja polegająca na opracowaniu numerycznych modeli terenu

lądów znajdujących się pomiędzy 56° szerokości geograficznej południowej a 60° szerokości geograficznej północnej

SWD – System Wspomagania Dowodzenia

TERYT – Krajowy Rejestr Urzędowego Podziału Terytorialnego Kraju

TLS – ang. *Terrestrial Laser Scanning* – naziemny skaning laserowy

UAV – ang. *Unmanned Aerial Vehicle* – bezzałogowy statek powietrzny

USGS – ang. *United States Geological Survey* – amerykańska agencja naukowo-badawcza, zajmująca się problemami z zakresu czterech dyscyplin nauk o Ziemi: biologii, geografii, geologii i hydrologii.

WCZK – Wojewódzkie Centrum Zarządzania Kryzysowego

WMS – ang. *Web Map Service* - standard udostępniania map w postaci rastrowej w Internecie

Bibliografia

Literatura:

- Aschbacher J., Milagro-Pérez M., *The European Earth monitoring (GMES) programme: Status and perspectives*, Remote Sensing of Environment 120, 2012, s.3-8.
- Białousz, S. i in. *System baz danych przestrzennych dla Województwa Mazowieckiego*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2004, s.165.
- Chojka, A., *Rola infrastruktury informacji przestrzennej w zarządzaniu kryzysowym*. Warszawa: Roczniki Geomatyki, tom VIII, zeszyt 6(42), 2010, s.41
- Chrustek, R., *Bezpiecznie w górach dzięki GIS-owi*, ArcanaGIS, numer specjalny, 2014, s.37.
- Gaździcki, J., *Technologie i infrastruktury informacji przestrzennej w zastosowaniu do zarządzania kryzysowego*. Warszawa: Roczniki Geomatyki, tom IV, zeszyt 1.,2006, s.22.
- Górská K., *Zarządzanie kryzysowe jako istotny element kierowania współczesnym bezpieczeństwem narodowym*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Nr 97 (2013), str. 395-409.
- Jeszka, W., *Portal Zarządzania Kryzysowego – GIS/SIT w zarządzaniu infrastrukturą*. Warszawa: Centrum Promocji Informatyki, XVII edycja seminarium z cyklu Zarządzanie kryzysowe i ratownictwo, Przegląd zastosowań GIS w zarządzaniu kryzysowym i w ratownictwie, 2012.
- Kozyra R., Górzyńska M., Jenerowicz M., Malinowski R., Ryzenko J, Stelmaszczuk M., *Flood Mitigation By Earth Observation-Based Support In Poland, The growing use of GMES across Europe's regions*, NEREUS publication, 2012, s.140-141.
- Kunikowski, J., *Wiedza i edukacja dla bezpieczeństwa*. Warszawa: Fundacja Rozwoju Edukacji Europejskiej i Bezpieczeństwa, 2002.
- Ministerstwo Gospodarki, *Krajowy plan Rozwoju Sektora Kosmicznego* (projekt), 2013.
- Pająk M., *Zastosowanie BDOT10k w Państwowej Straży Pożarnej. Spektrum rozwiązań na podstawie doświadczeń województwa świętokrzyskiego*, Konferencja podsumowująca projekty GBDOT, Geoportal 2, TERYT 3, ZSIN – faza I, Warszawa, 11 września 2015.
- Wolanin J., *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli ochrona ludności na czas pokoju*, DANMAR, Warszawa 2005.
- Wronka, K., Brzeziński, D., *System Wspomagania Dowodzenia w Straży Miejskiej m.st. Warszawy*, materiał z prezentacji podczas X Konferencji Esri polska „Wspólna przestrzeń – jeden GIS”, 2012.
- Zawisłański, B., *Z GIS-em na służbie*, Warszawa: Geodeta, nr 10(185), 2010, s.36.

Zdrodowski B., i inni, *Słownik Terminów z Zakresu Bezpieczeństwa Narodowego*, Akademia Obrony Narodowej, wyd. VI, Warszawa 2008, str. 67.

Strony internetowe:

- COPERNICUS Emergency Management Service, <http://emergency.copernicus.eu/mapping/> (dostęp: październik 2015)
- Dyrektywa 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 roku ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej INSPIRE (2015), <http://eur-lex.europa.eu> (dostęp: październik 2015)
- Earth Explorer, <http://www.earthexplorer.usgs.gov> (dostęp: listopad 2015)
- Fotoraporty, <http://www.fotoraporty.pl/> (dostęp: listopad 2015)
- Geoinformacyjne usługi Web, Portal geoforum.pl, <http://geoforum.pl/> (dostęp: listopad 2015)
- Geoinformatyczny System Monitoringu Ryzyka Powodziowego, www.smorph.pl (dostęp: październik 2015)
- Geoportal bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego Tarnowa, http://zsisip.umt.tarnow.pl/geoportaltoolkit/map.php?skin=tarnow_bezpieczenstwo (dostęp: listopad 2015)
- Geoserwis Generalnej Dyrekcji Ochrony środowiska, <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/> (dostęp: październik 2015)
- GIS Pro, <http://www.gispro.pl/> (dostęp: listopad 2015)
- Informatyczny System Ośłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami (ISOK), www.isok.gov.pl (dostęp: październik 2015)
- Internetowy Serwis Bytomskiej Infrastruktury Informacji Przestrzennej, *System Wspomagania Zarządzania Kryzysowego*, <http://sitplan.um.bytom.pl/iuip/serwis-glowny/index.php?IdStr=1360137684> (dostęp: październik 2015)
- Lubuski Urząd Wojewódzki, Bezpieczne Lubuskie, http://www.lubuskie.uw.gov.pl/wbzk/aplikacja_mobila.html (dostęp: październik 2015)
- Lubuskie Urząd Wojewódzki, e-Granica, http://www.lubuskie.uw.gov.pl/wbzk/e_granica.html (dostęp: październik 2015)
- Mapa zdarzeń i rewirów dzielnicowych Straży Miejskiej w Łodzi, <http://gis2.mapa.lodz.pl/mapawykroczen/> (dostęp: listopad 2015)
- Miejski System Informacji Przestrzennej, Urząd Miejski w Białymstoku, Serwis Bezpieczeństwo,

http://zsisp.umatarnow.pl/geoportaltoolkit/map.php?skin=tarnow_bezpieczenstwo (dostęp: listopad 2015)

- MGGP Aero, <http://www.mggpaero.com/> (dostęp: listopad 2015)
- Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji, *Regionalny System Ostrzegania RSO*, <https://mac.gov.pl/projekty/regionalny-system-ostrzegania-rso/opis-projektu> (dostęp: październik 2015)
- Mobilny Strażak, <http://www.mobilnystrazak.pl/artykul/o-aplikacji> (dostęp: październik 2015)
- Mobilny Strażak, <http://www.mobilnystrazak.pl/artykul/o-aplikacji> (dostęp: październik 2015)
- OPEGIEKA Elbląg, <https://www.opegieka.pl/> (dostęp: listopad 2015)
- Opolskie w Internecie, system informacji przestrzennej i portal informacyjno-promocyjny Województwa Opolskiego, <http://maps.opolskie.pl/start/> (dostęp: listopad 2015)
- Policja Śląska, <http://slaska.policja.gov.pl/kat/policja-slaska/aplikacja-mobilna/152000,Aplikacja-na-urzadzenia-mobilne.html> (październik 2015)
- Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, <http://www.ptip.org.pl/> (dostęp: wrzesień 2015)
- Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (Dz.U. 2007 nr 89 poz. 590), <http://isap.sejm.gov.pl> (dostęp: październik 2015)
- Portal E-Zabytek, <http://www.mapy.zabytek.gov.pl/nid/> (dostęp: październik 2015)
- Portal geoinformacyjny gisplay.pl, *Krajowa Infrastruktura Informacji Przestrzennej*, <http://gisplay.pl/gis/krajowy-system-informacji-przestrzennej.html> (dostęp: październik 2015)
- Portal kryzysowy Kędzierzyn Koźle, <http://e-kedzierzynkozle.pl/Portal/Default.aspx?portal=Kryzysowy> (dostęp: listopad 2015)
- Przegląd Pożarniczy, <http://www.ppoz.pl/ratownictwo-i-ochrona-ludnosci/871-czadzik-system> (dostęp: październik 2015).
- Ratunek, <http://www.ratunek.eu/co-daje-ratunek.html> (dostęp: październik 2015)
- Robokopter, <http://www.robokopter.pl/> (dostęp: listopad 2015)
- Regionalny System Informacji Przestrzennej Województwa Lubuskiego, <http://www.rspwl.lubuskie.pl/> (dostęp: listopad 2015)
- Samorządowy Informator SMS, <http://www.sisms.pl/> (dostęp: październik 2015)
- System Osłony Przeciwosuwiskowej Państwowego Instytutu Geologicznego, <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/> (dostęp: październik 2015)

- Ustawa z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz.U. 2007 nr 89 poz. 590), <http://isap.sejm.gov.pl> (dostęp: październik 2015)
- Ustawa z dnia 4 marca 2010 r. o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. 2010 nr 76 poz. 489), <http://isap.sejm.gov.pl> (dostęp: październik 2015)
- Wielkopolski Urząd Wojewódzki w Poznaniu, Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, *Samodzielna aplikacja 'ARCUS-2005'*, <http://wzk.poznan.uw.gov.pl/samodzielna-aplikacja-arcus-2005> (dostęp: październik 2015)