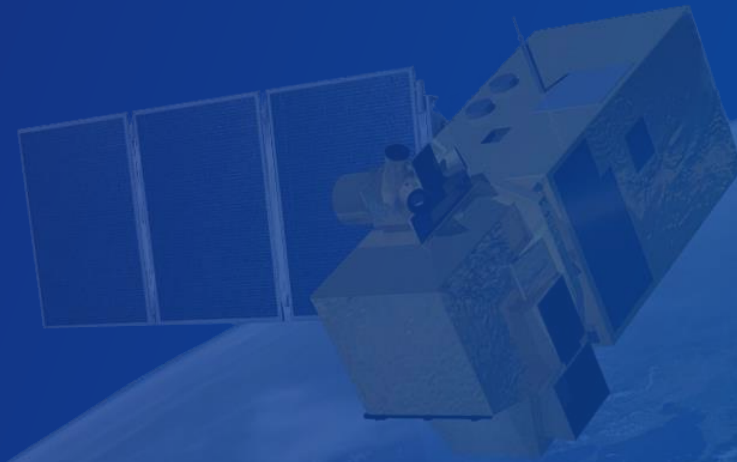


Przykłady zastosowań obrazów satelitarnych w zarządzaniu kryzysowym

dr inż. Agata Hościło
Instytut Geodezji i Kartografii
Centrum Teledetekcji

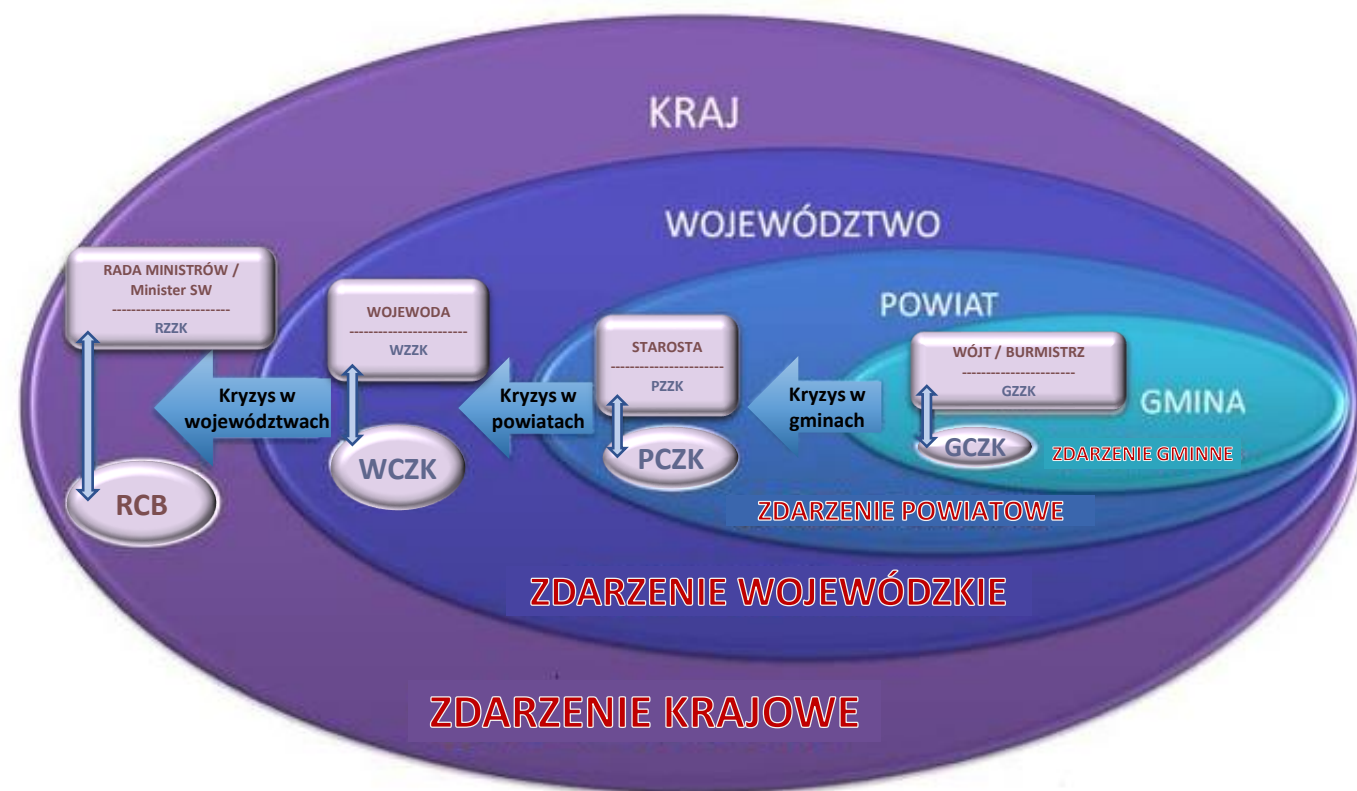


- Wstęp - system zarządzania kryzysowego w Polsce.
- Przykłady zastosowania obrazów satelitarnych w sytuacjach kryzysowych:
 - pożary,
 - powodzie,
 - zjawiska lodowe na rzekach,
 - zagrożenie suszą rolniczą,
 - huragany,
 - deformacje terenu, osiadanie gruntów i obiektów infrastruktury.
- Serwisy wczesnego ostrzegania i monitorowania sytuacji kryzysowej.
- Podsumowanie.

Model organizacji powiadamiania i reagowania kryzysowego w Polsce.

System zarządzania kryzysowego w Polsce jest wieloszczeblowy i składa się z następujących komponentów:

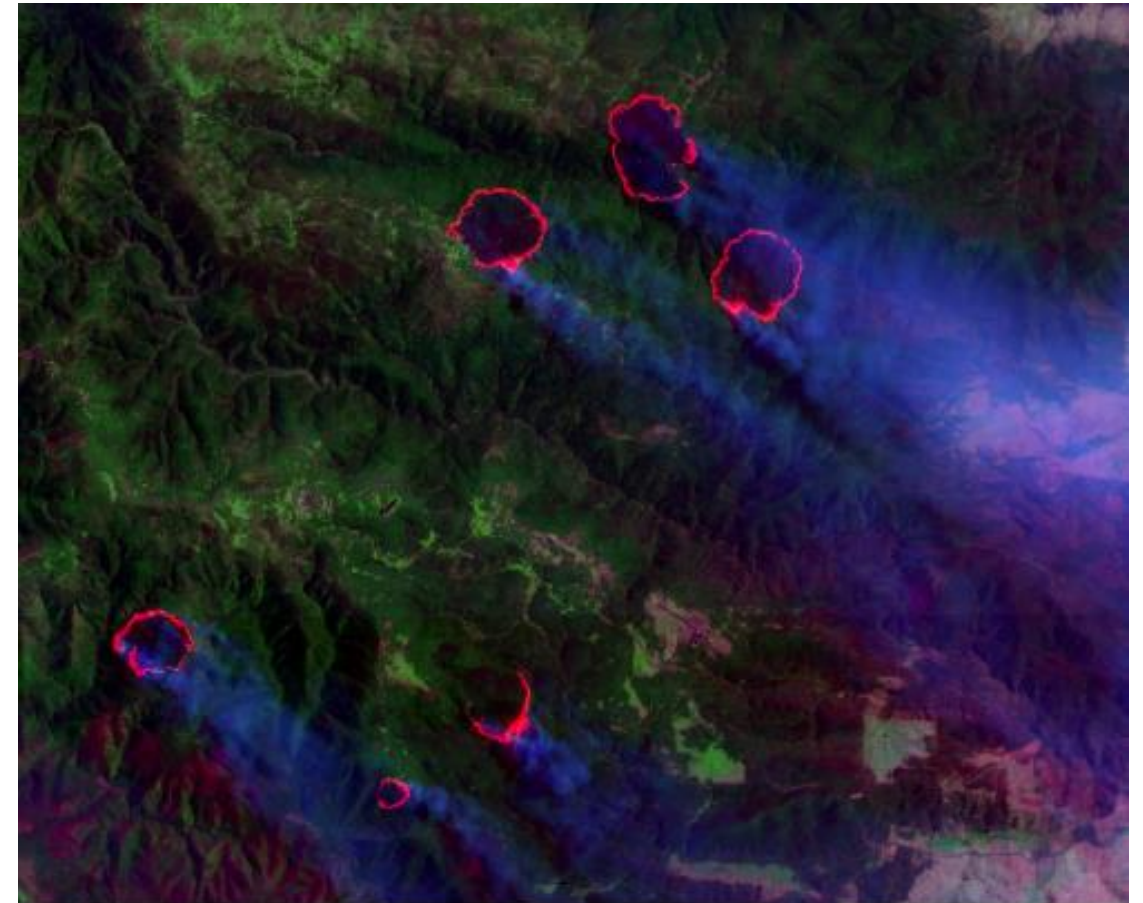
- organów zarządzania kryzysowego,
- organów opiniodawczo-doradczych właściwych w sprawach inicjowania i koordynowania działań podejmowanych w zakresie zarządzania kryzysowego,
- centrów zarządzania kryzysowego, utrzymujących 24-godzinną gotowość do podjęcia działań.



Źródło: Rządowe Centrum Bezpieczeństwa (RCB), 2019

- Wykrywanie pożarów.
- Określanie intensywności pożaru.
- Obserwacja obszaru zajętego przez pożar.
- Zasięg i powierzchnia pożaru.
- Określenie jaki typ pokrycia terenu, użytkowania ziemi uległ spaleni.
- Szacowanie szkód spowodowanych pożarem.
- Analiza tempa odradzania się roślinności po pożarze.
- Odtworzenie historii pożarów na podstawie archiwalnych danych satelitarnych.

Zobrazowanie Sentinel-2 prezentujące pożary w Parku Narodowym Alpine w Australii (03.01.2020)



Źródło: Instytut Geodezji i Kartografii (IGiK), 2020

- Wykrywanie pożarów następuje w oparciu o dane dostarczane przez sensory rejestrujące temperaturę powierzchni Ziemi.
- Algorytmy wykrywające „piksele”, w których wystąpił pożar, bazują na promieniowaniu elektromagnetycznym w zakresie ok. 3,9 i 11 μm .
- Piksele pożarowe oznaczane jako tzw. „hotspoty” należy traktować jako alarmy pożarowe.
- Na podstawie „hotspotów” nie można dokładnie określić lokalizacji pożaru, gdyż wystarczy, że 1% „piksela” będzie zajęty przez bardzo intensywny pożar, aby cały „piksel” został oznaczony jako „hotspot”.
- Na podstawie „hotspotów” nie można bezpośrednio, precyzyjnie określać powierzchni pożaru.
- Skuteczność wczesnego wykrywania pożarów z pułapu satelitarnego zależy od dostępności do danych z wielu satelitów, zwiększa to prawdopodobieństwo rejestracji pożaru.

Ograniczenia:

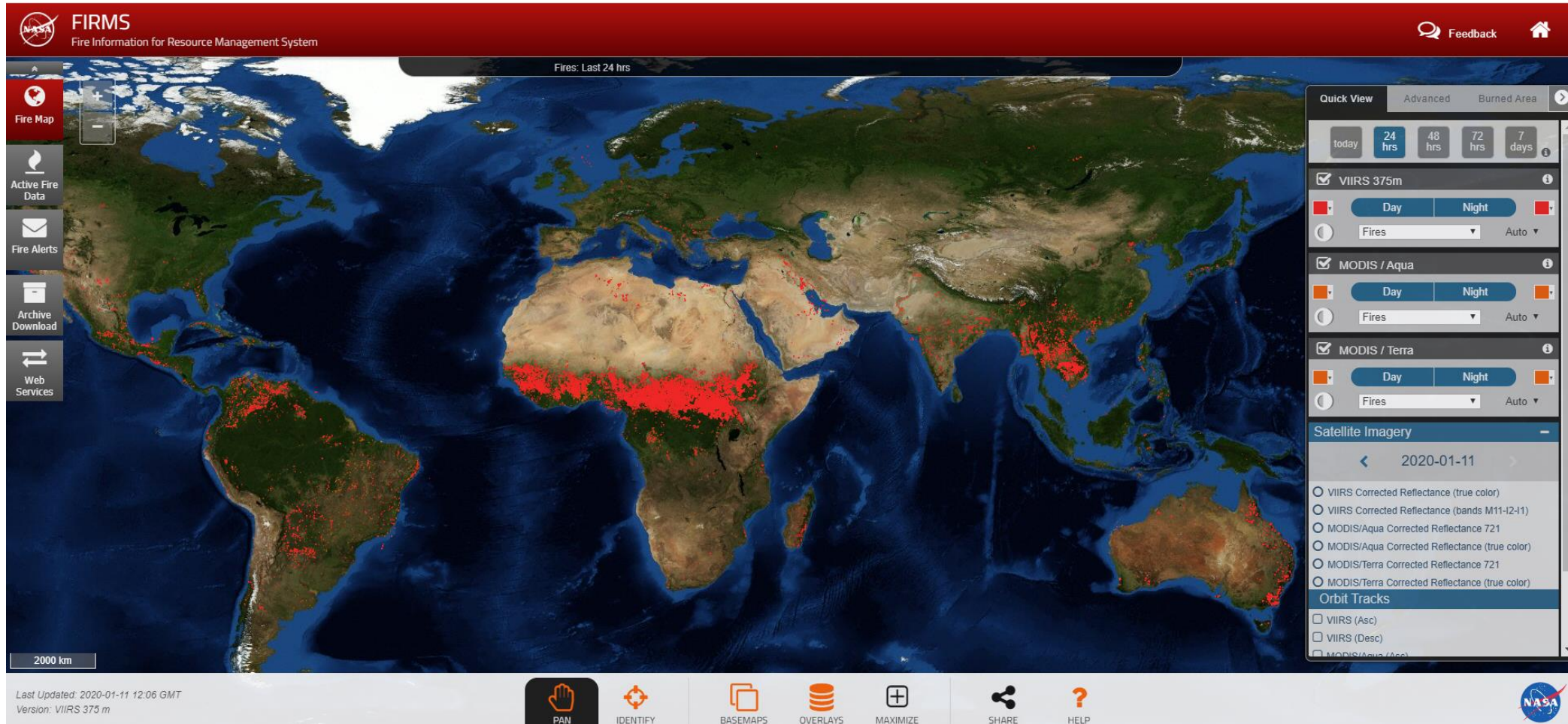
- Obecność chmur i gęstego dymu uniemożliwiają detekcję pożaru.
- Zbyt małe, krótkotrwałe i mało intensywne pożary mogą zostać pominięte.

Informacja o dostępnych sensorach satelitarnych wykorzystywanych do generowania „hotspotów”.

Satelita/Sensor	Rozdzielczość czasowa	Rozdzielczość przestrzenna	Data rozpoczęcia-zakończenia	Obszar badań
Envisat, ERS / ATSR, AATSR	co 24 godziny/ tylko obserwacja nocna	1 km	1995	obszar całego globu
NOAA / AVHRR	co 12 godzin	1,1 km	1998	obszar całego globu
TRMM / VIRS	co 24 godziny	2 km	1998-2002	obszary tropikalne
Terra, Aqua/ MODIS	co 6 godzin	1 km	2001	obszar całego globu
Suomi/VIIRS	co 12 godzin	375 m	2012	obszar całego globu
Sentinel-3	24 godziny	1 km	2016 (S-3A) 2018 (S-3B)	obszar całego globu

Źródło: Hościto A., 2019

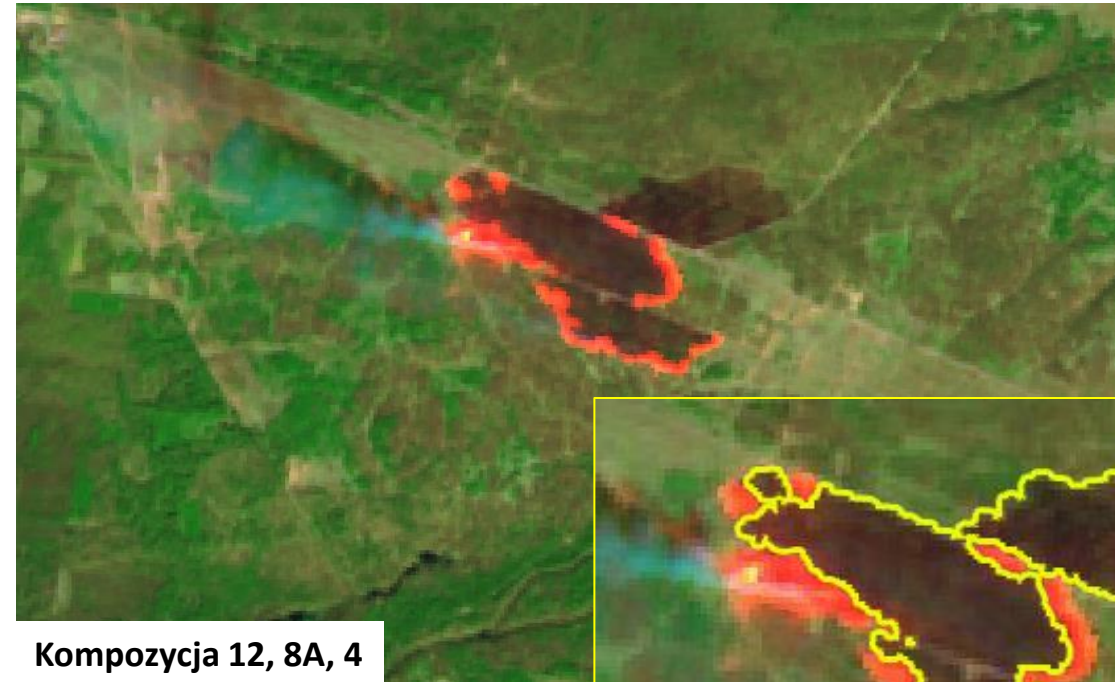
Przykład serwisu NASA FIRMS umożliwiającego śledzenie tzw. „hotspotów”.



Źródło: NASA, 2020

- Obserwacja obszaru zajętego przez pożar.
- Określenie zasięgu i powierzchni pożaru.

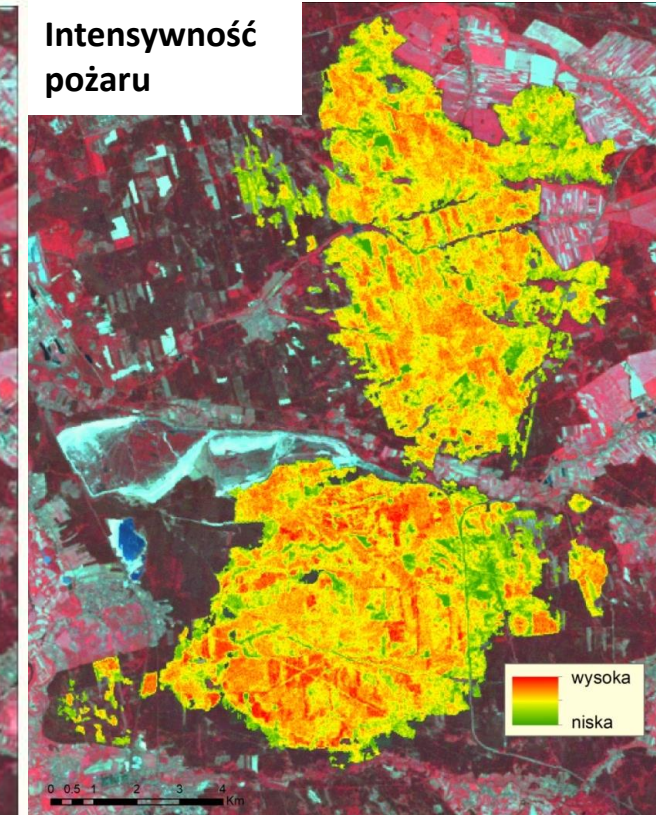
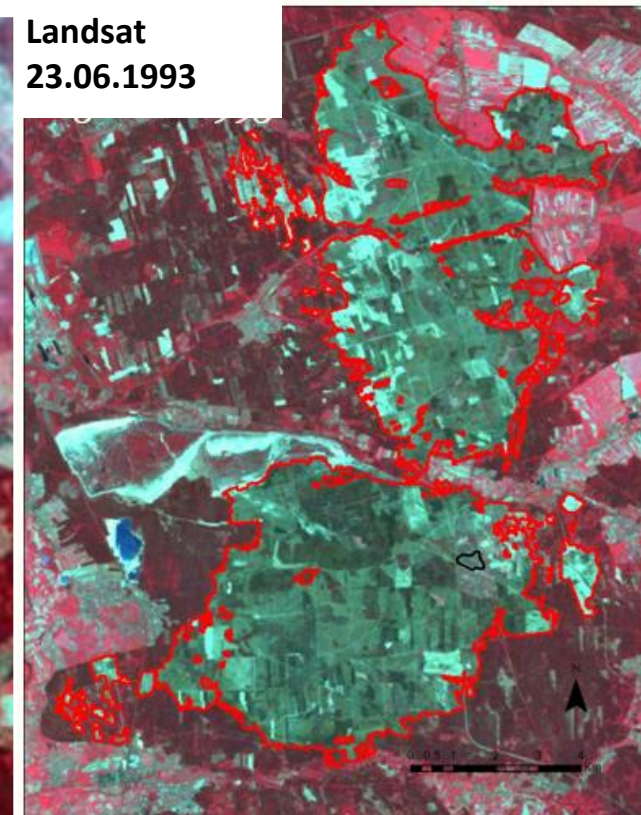
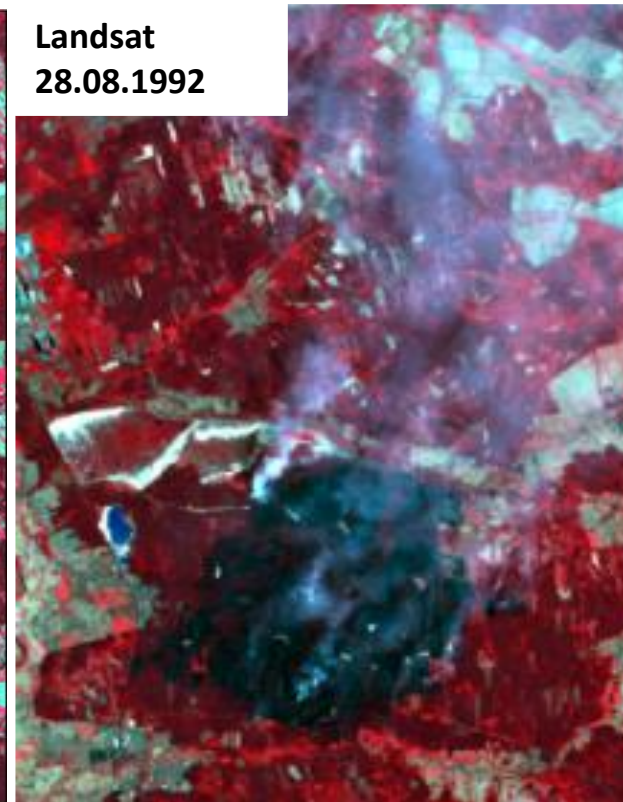
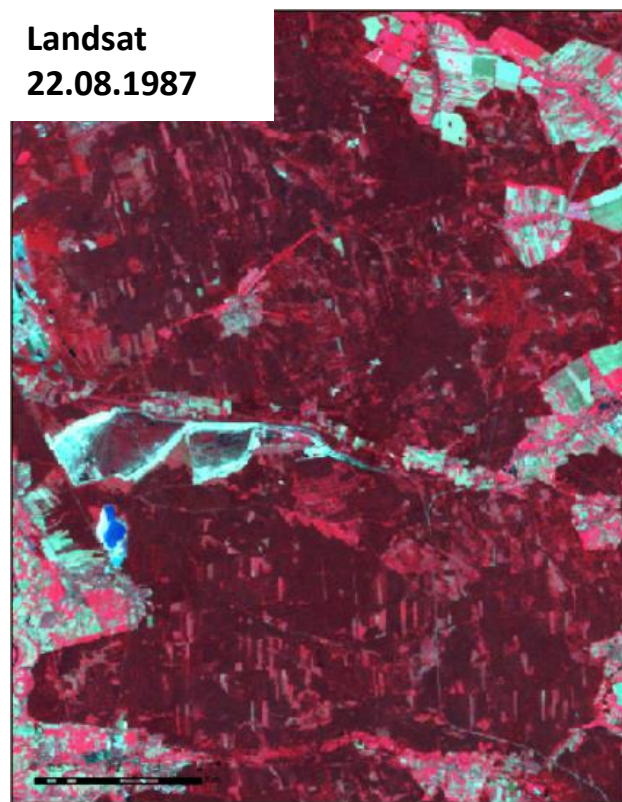
Zobrazowania Sentinel-2 obrazujące pożar traw, 02.04.2019



Źródło: Hościło A., 2020

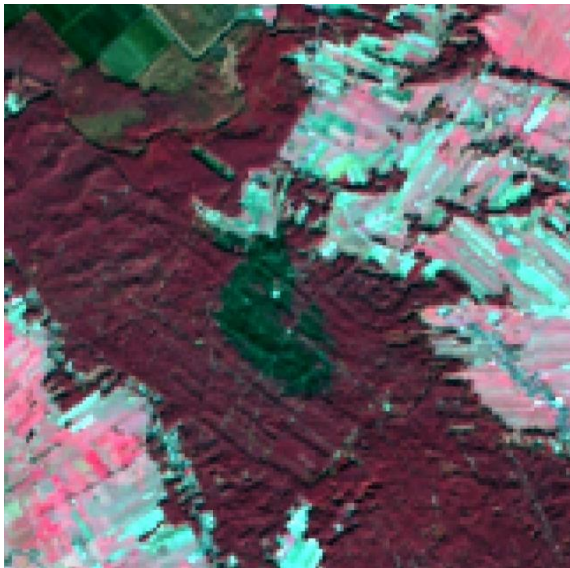
Požar lasu 15-30.08.1992 (powierzchnia pożaru 8675 ha) – Kuźnia Raciborska.

Intensywność pożaru określona przez porównanie obrazów przed i po pożarze.

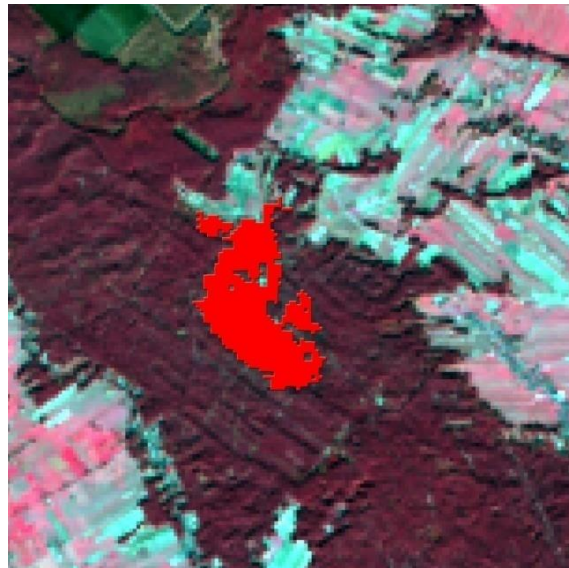


Požar lasu w maju 2014 r. (powierzchnia pożaru ok. 90 ha) – okolica miejscowości Kadzidło (powiat ostrołęcki).
Zasięg pożaru wyznaczony automatycznie na podstawie obrazu z satelity Landsat 8.

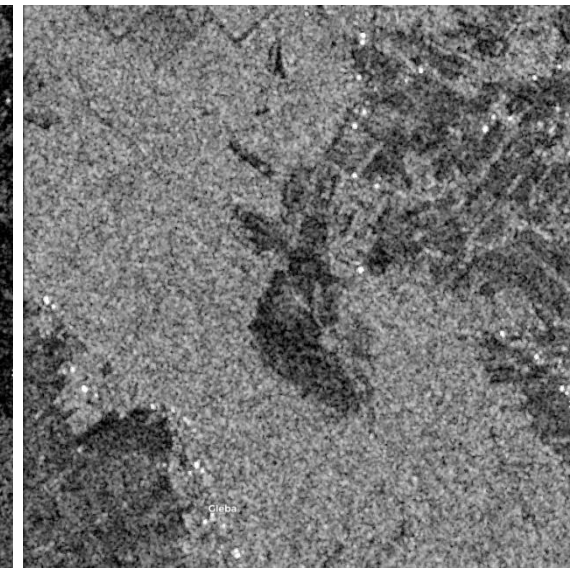
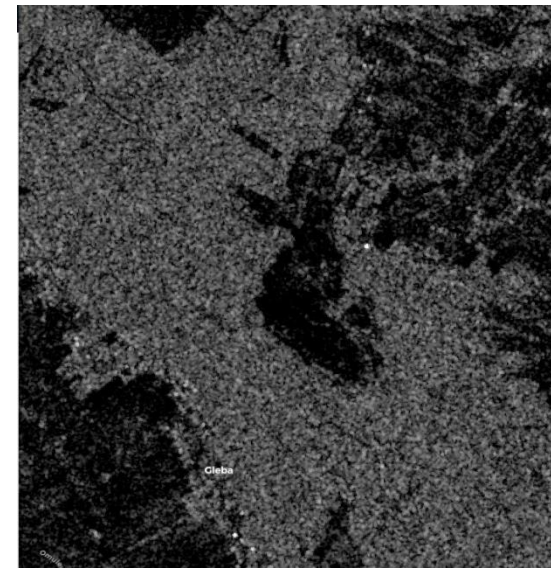
Landsat 8
29.10.2014
– wypalony obszar



Landsat 8
29.10.2014
– zasięg pożaru



Sentinel-1 (satelita radarowy)
15.08.2017
polaryzacja VH polaryzacja VV



Źródło: Hościto A., 2020

Monitorowanie spalonego w maju 2014 r. fragmentu lasu – okolica miejscowości Kadzidło.

Sentinel-2
17.08.2015

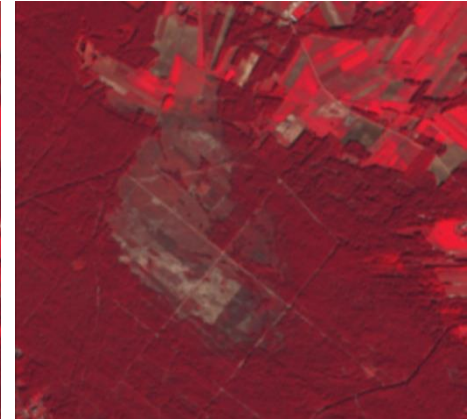
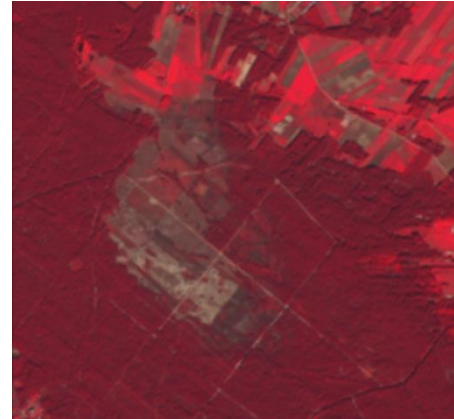
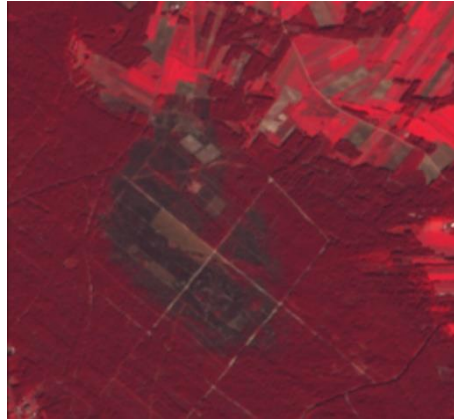
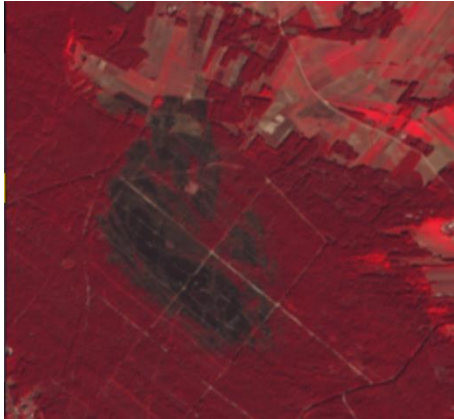
28.08.2016

16.08.2017

23.08.2018

26.08.2019

Kompozycja
CIR (8,4,3)

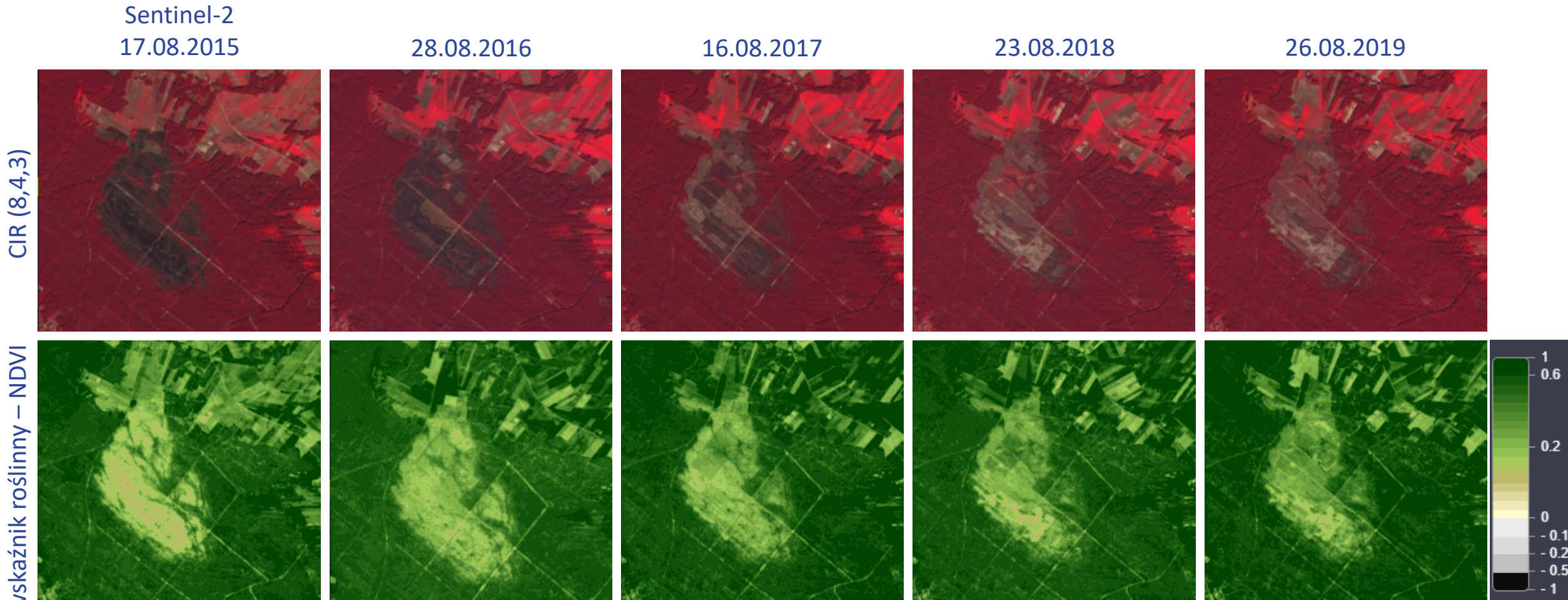


Kompozycja
SWIR (12,8a,4)



Źródło: Hościło A., ESA EO Browser, 2019

Monitorowanie spalonego w maju 2014 r. fragmentu lasu – okolica miejscowości Kadzidło.

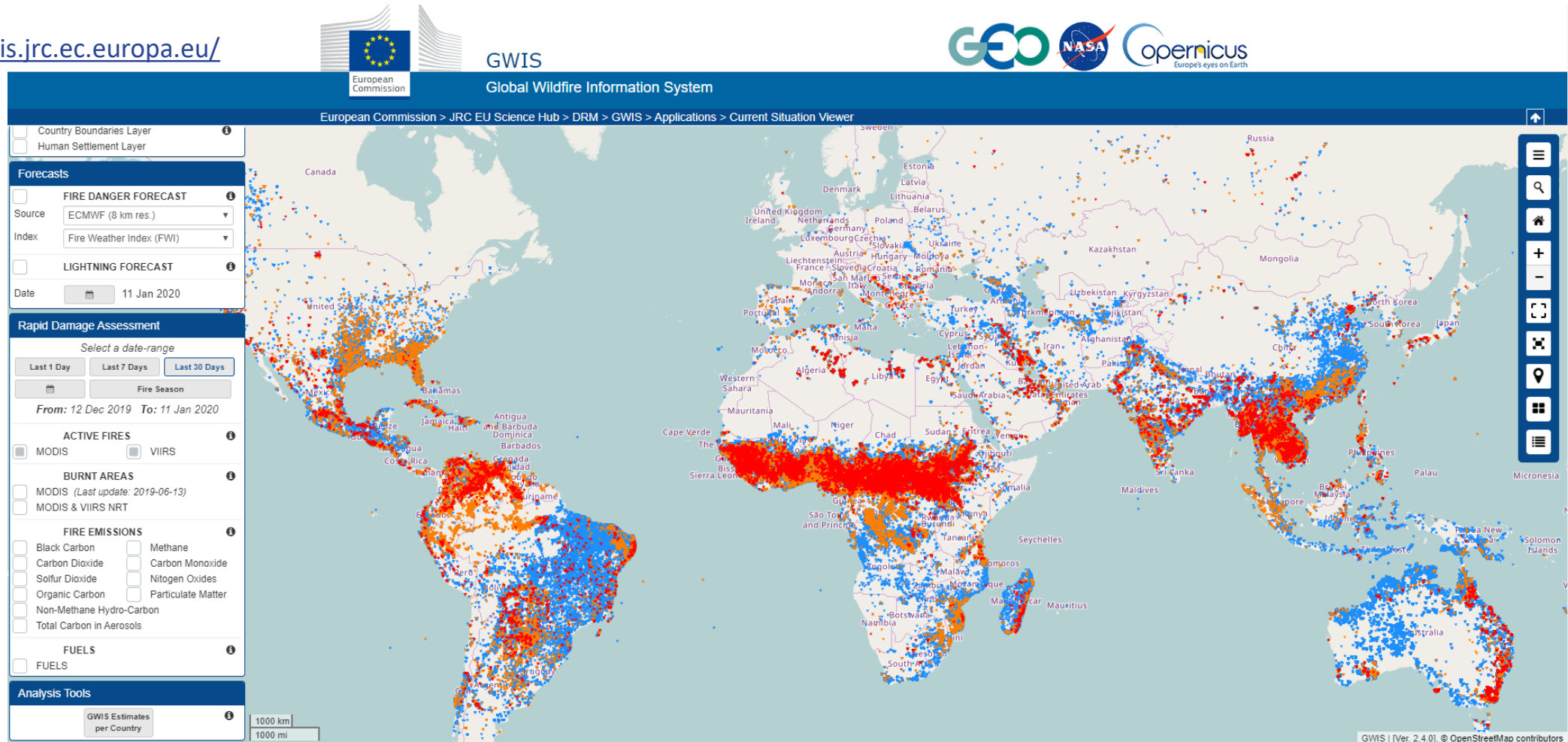


NDVI > 0,4 – bujna roślinność, lasy
 NDVI 0,2-0,4 – obszary trawiaste i zakrzaczenia

Źródło: Hościło A., ESA
 EO Browser, 2019

GWIS – Global Wildfire Information System.

<https://gwis.jrc.ec.europa.eu/>



Źródło: GWIS, 2019

GWIS – Global Wildfire Information System.

- Wybór okresu i obszaru zainteresowania.
- Wyświetlanie alertów pożarowych (*Active fires = „hotspots”*).
- Obszar wypalony (*burnt area*).
- Szacunkowa wielkość emisji wybranych gazów na skutek pożarów lasów dostarczane przez Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS).
- Informacja o rodzaju materiału palnego.
Dla Polski wyróżniono następujące klasy:
 - pola uprawne,
 - mozaika roślinności trawistej i krzewiastej,
 - zadrzewienia liściaste i mieszane,
 - zadrzewienia iglaste.
- Generowanie statystyk oraz wykresów dla wybranego kraju.

Panel wyszukiwania serwisu
Global Wildfire Information System

Map Options

Country Boundaries Layer ⓘ

Human Settlement Layer

Forecasts

FIRE DANGER FORECAST ⓘ

Source:

Index:

LIGHTNING FORECAST ⓘ

Date:

Rapid Damage Assessment

Select a date-range

From: 24 Mar 2020 **To:** 25 Mar 2020

ACTIVE FIRES ⓘ

MODIS VIIRS

BURNT AREAS ⓘ

MODIS (Last update: 2019-12-31)

MODIS & VIIRS NRT

FIRE EMISSIONS ⓘ

Black Carbon Methane

Carbon Dioxide Carbon Monoxide

Sulfur Dioxide Nitrogen Oxides

Organic Carbon Particulate Matter

Non-Methane Hydro-Carbon

Total Carbon in Aerosols

FUELS ⓘ

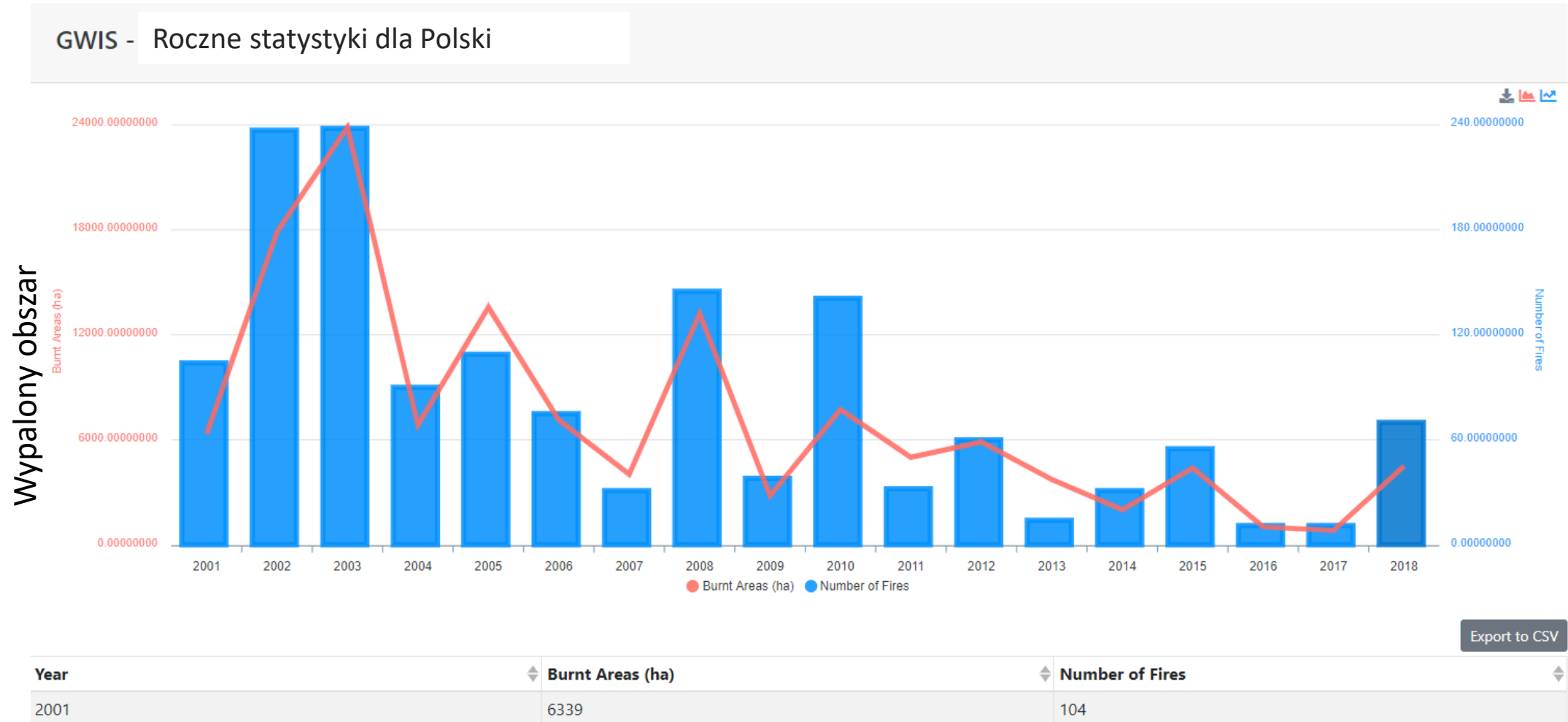
FUELS

Analysis Tools

ⓘ

Źródło: GWIS, 2019

GWIS - Generowanie statystyk oraz wykresów dla wybranego kraju.



Źródło: GWIS, 2019

GFWF – Global Forest Watch – FIRES.

<https://fires.globalforestwatch.org/home>

The screenshot displays the Global Forest Watch FIRES website. At the top, there is a navigation bar with the 'GLOBAL FOREST WATCH FIRES' logo, menu items 'GFW FIRES', 'MAP', 'LEARN MORE', and 'SHARE STORIES', and language options 'ENGLISH' and 'MORE'. The main content area features a world map with numerous red circular markers representing active fires, primarily concentrated in South America, Africa, and Australia. On the left side, there is a sidebar with filter options under three categories: 'FIRES (2/5)', 'AIR QUALITY (0/3)', and 'FIRE RISK (0/0)'. The 'FIRES' section includes options for 'VIIRS active fires' and 'MODIS active fires', each with 'Past 24 hours' and 'Custom Range' buttons, as well as 'Archive fires for Indonesia', 'NOAA-18 fires', and 'Crowdsourced fires, burn scars'. The 'AIR QUALITY' section includes 'Wind direction', 'Air quality (beta)', and 'Emission 2015'. The 'FIRE RISK' section is currently empty. A 'Fire Report' overlay is visible on the right side of the map, containing a 'Select a country' dropdown menu, 'START DATE' and 'END DATE' fields (set to '03 JAN 2020' and '10 JAN 2020'), and a 'GENERATE' button. The map also includes a scale bar (0 to 3000 km) and coordinates (Lat/Lon: 77.64, -33.57).

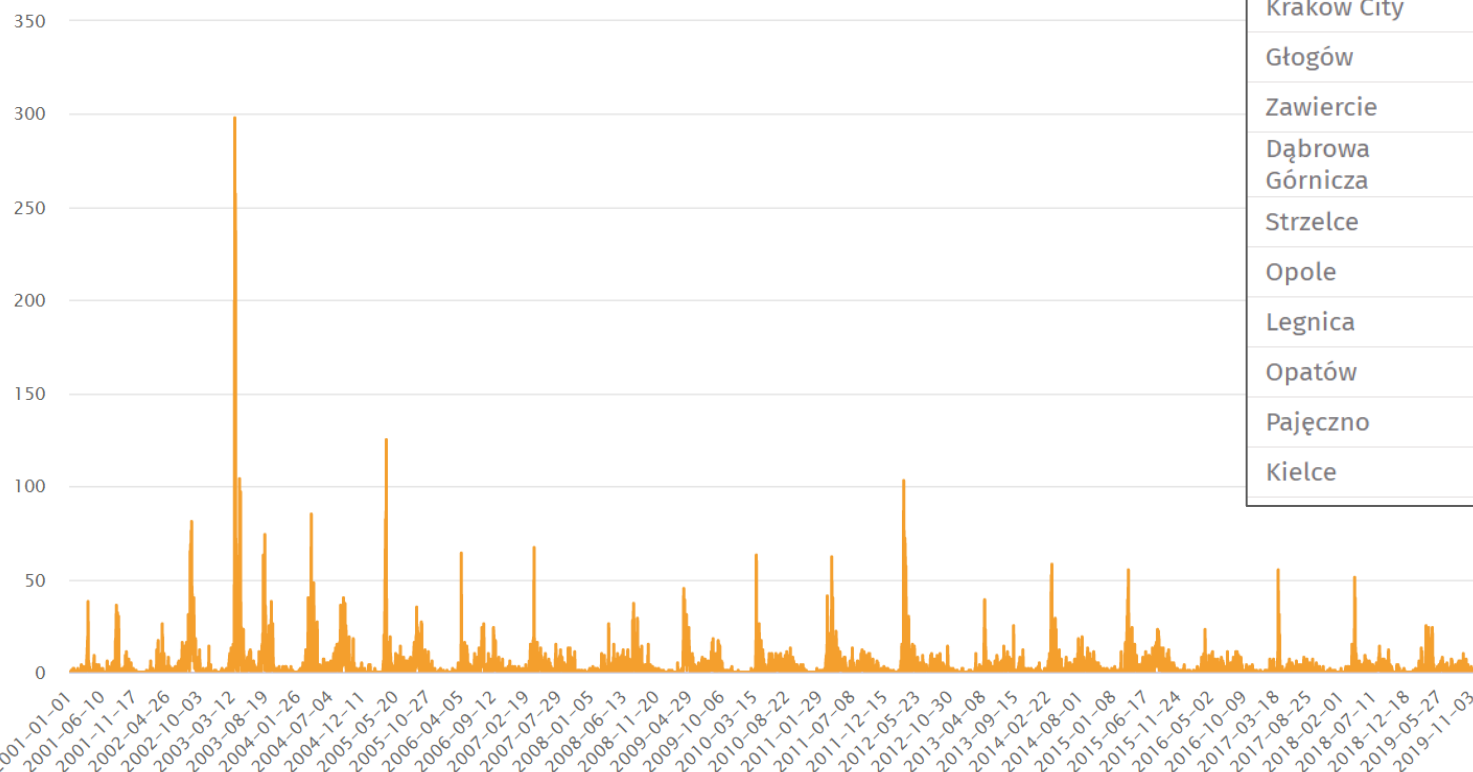
Źródło: GFWF, 2020

GFWF – Global Forest Watch – FIRES.

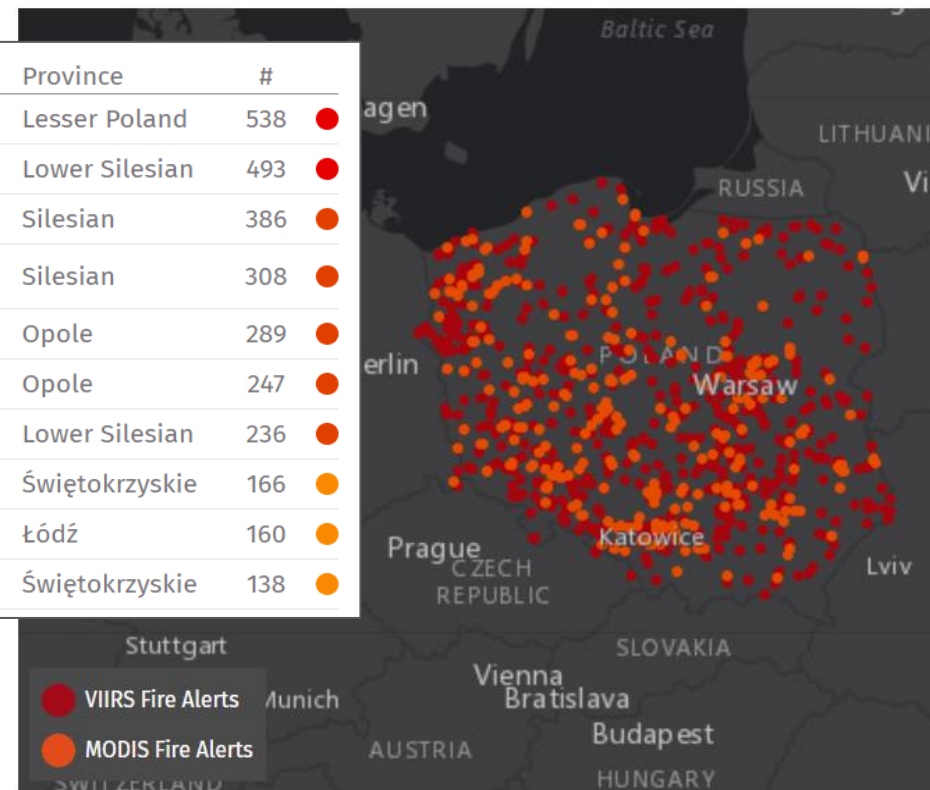
- Liczba alarmów pożarowych wg sensora MODIS.
- Statystyki dla Polski od 2001 r.

Rozkład przestrzenny „hotspotów”
w okresie 01.04 - 30.09.2019

Alerty pożarowe



Subregion	Province	#
Kraków City	Lesser Poland	538
Głogów	Lower Silesian	493
Zawiercie	Silesian	386
Dąbrowa Górnicza	Silesian	308
Strzelce	Opole	289
Opole	Opole	247
Legnica	Lower Silesian	236
Opatów	Świętokrzyskie	166
Pajęczno	Łódź	160
Kielce	Świętokrzyskie	138



Źródło: GFWF, 2019

- W celu monitorowania fali powodziowej, zasięgu powodzi oraz zjawisk lodowych na rzekach wykorzystuje się dane rejestrowane zarówno w optycznym zakresie promieniowania elektromagnetycznego, jak również w zakresie mikrofalowym (zwanym też radarowym).
- Zaletą systemów radarowych jest możliwość obrazowania niezależnie od warunków oświetlenia oraz w każdych warunkach pogodowych. Fala radarowa posiada zdolność przenikania przez chmury oraz penetrowania suchego (tj. dobrze zmrożonego) śniegu.
- Głównym ograniczeniem danych rejestrowanych w optycznym zakresie promieniowania elektromagnetycznego są chmury.
- W przypadku zarządzania kryzysowego kluczowy jest szybki i ciągły dostęp do aktualnych danych. Oznacza to konieczność wykorzystywania danych rejestrowanych przez różne systemy satelitarne.



Zmiana zasięgu
powodzi w okolicach
Sandomierza
w okresie 23-29 maja
2019 r.

Sentinel-1 23.05.2019



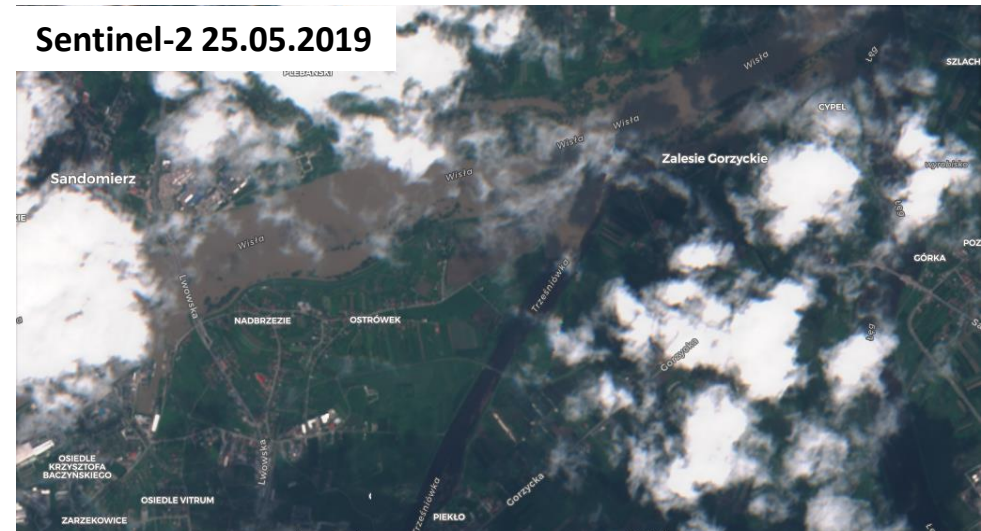
Sentinel-1 25.05.2019



Sentinel-1 29.05.2019

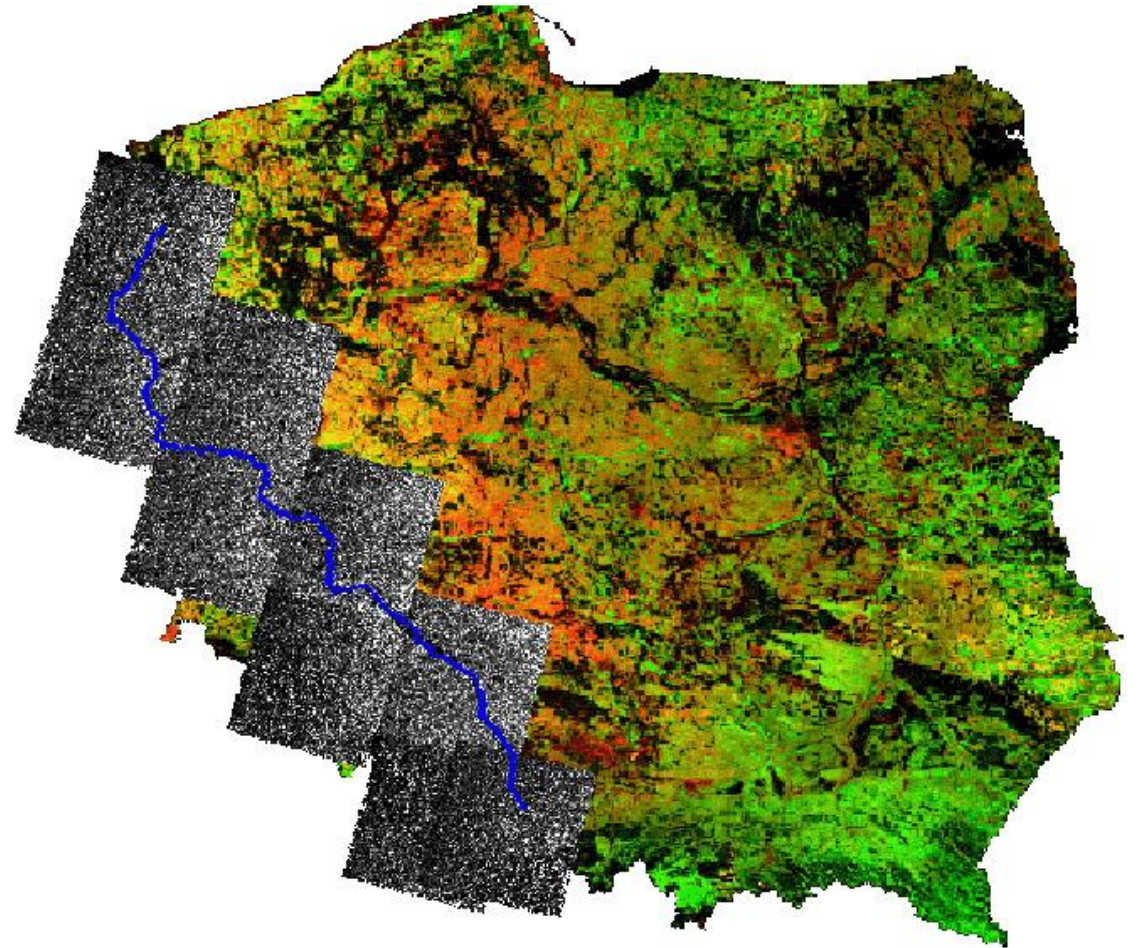


Sentinel-2 25.05.2019



Źródło: Hościło A., 2020

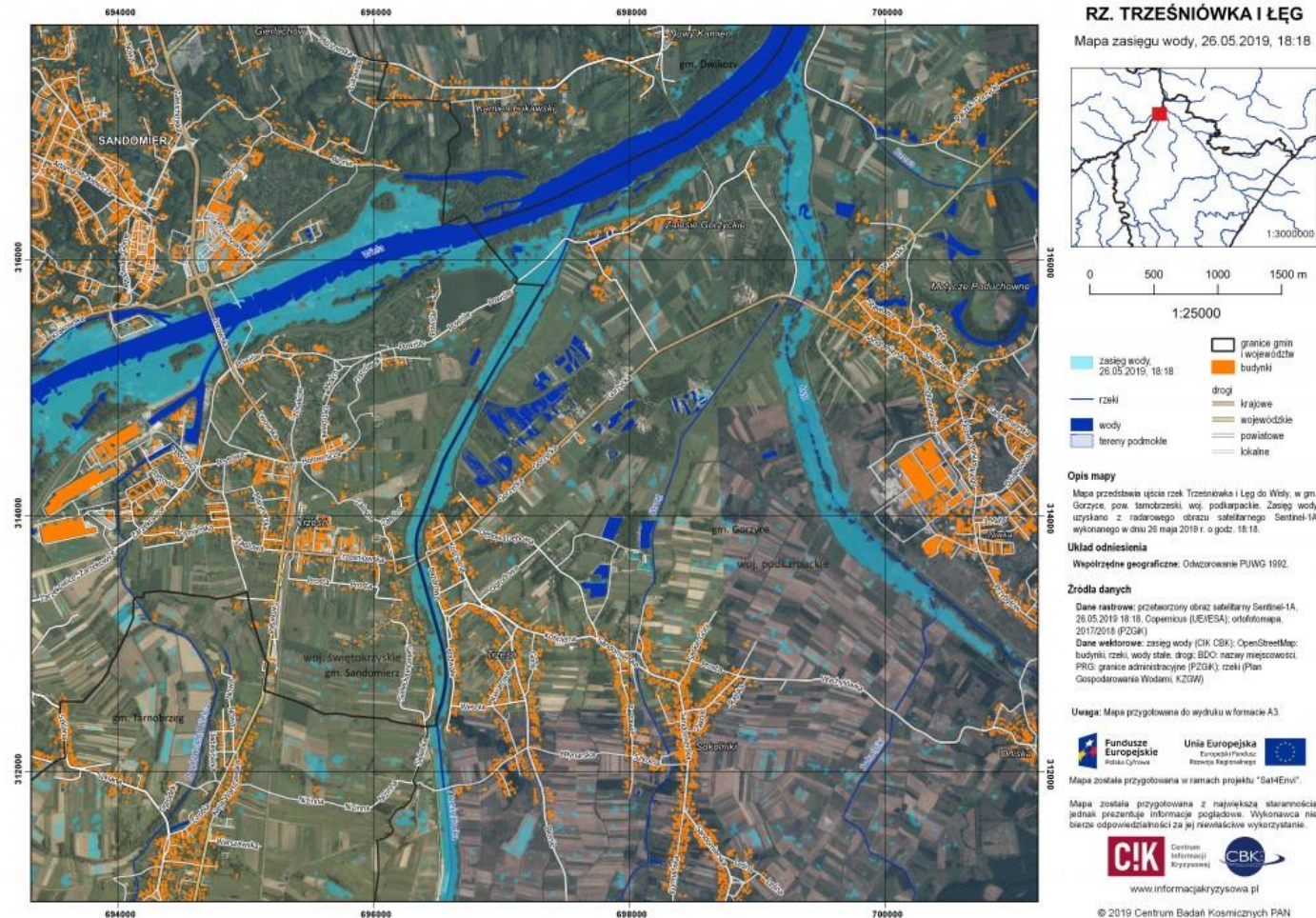
- Wyznaczanie zasięgu powodzi.
- Monitorowanie dynamiki przybierania wody.
- Wyznaczanie terenów nadmiernie uwilgotnionych.
- Określanie form pokrycia terenu i użytkowania ziemi zajęte przez powódź.
- Monitorowanie obszarów popowodziowych.
- Odtworzenie historycznych powodzi.



Źródło: IGiK, 2010

Powodzie – wyznaczanie zasięgu powodzi

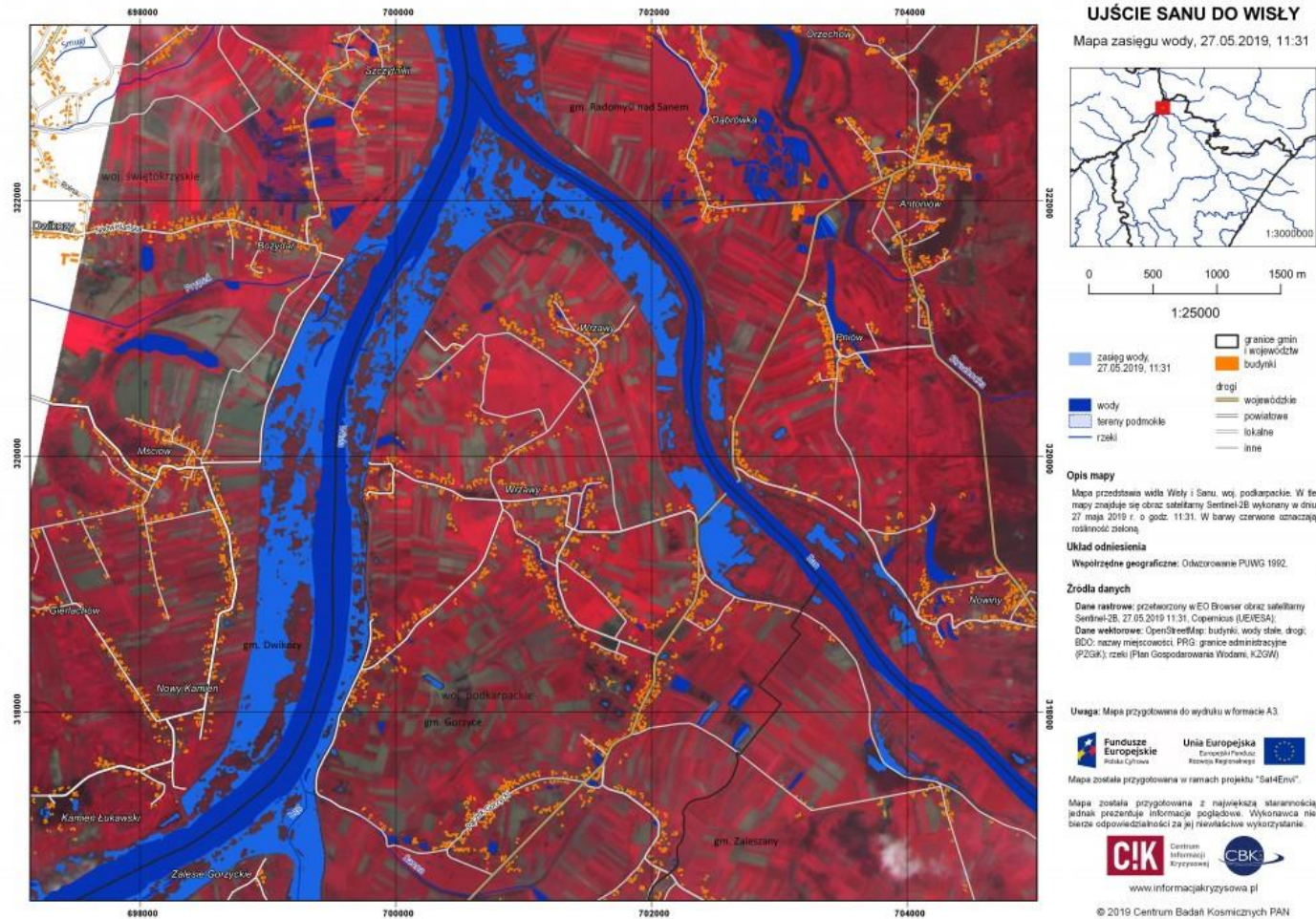
Mapy zasięgu powodzi opracowana na podstawie satelity radarowego Sentinel-1 (25.05.2019) w ramach projektu Sat4Envi.



Źródło: Centrum Informacji Kryzysowej (CIK), 2019

Powodzie – wyznaczanie zasięgu powodzi

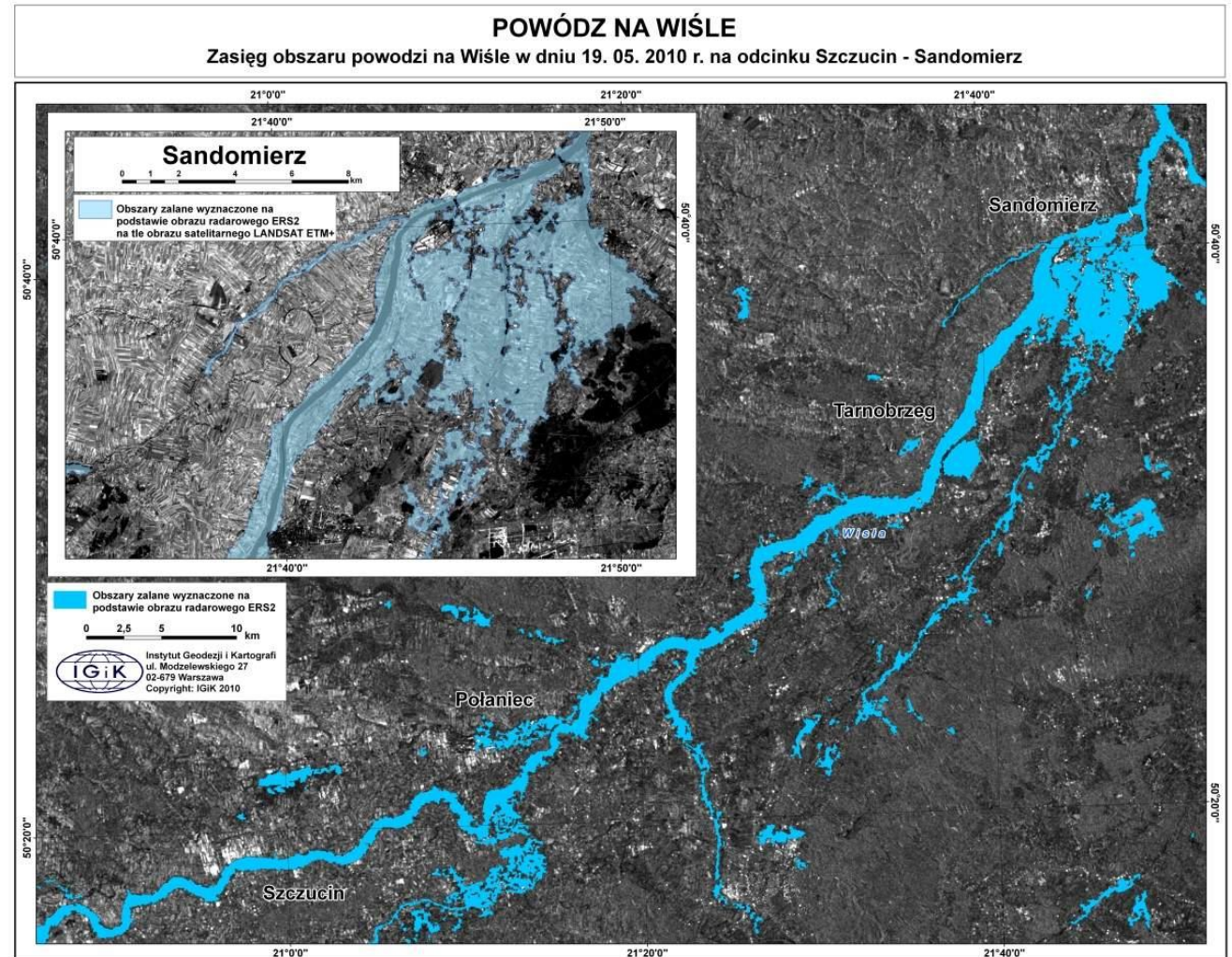
Mapa zasięgu powodzi opracowana na podstawie satelity optycznego Sentinel-2 (27.05.2019) w ramach projektu Sat4Envi



Źródło: CIK, 2019

Dostęp do archiwalnych danych radarowych umożliwia odtworzenie zasięgu historycznych powodzi.

Zasięg powodzi na Wiśle opracowany na podstawie zobrazowania ERS-2

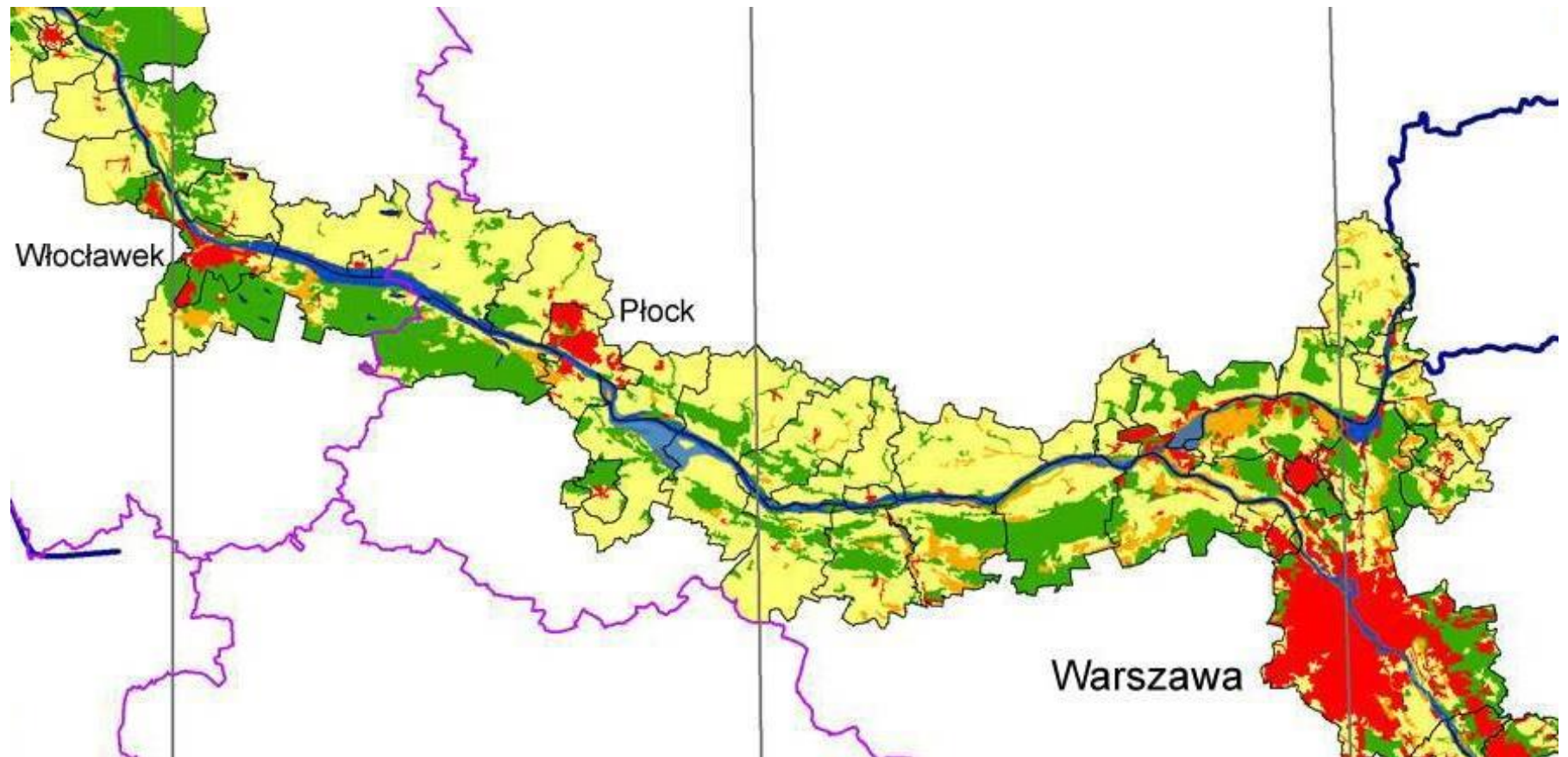


Źródło: IGiK, 2010

Powodzie – wyznaczanie zasięgu powodzi

Naniesienie zasięgu powodzi na aktualną mapę pokrycia terenu umożliwia oszacowanie szkód spowodowanych przez powódź.

Zasięg powodzi naniesiony na mapę pokrycia terenu/użytkowania ziemi CORINE Land Cover



Źródło: IGiK, 2010

- Zatory lodowe na rzekach, to jedna z przyczyn występowania powodzi w Polsce w okresie zimowym.
- Klasyfikacja zjawisk lodowych na podstawie zobrażeń radarowych wg H. Łoś, 2017:

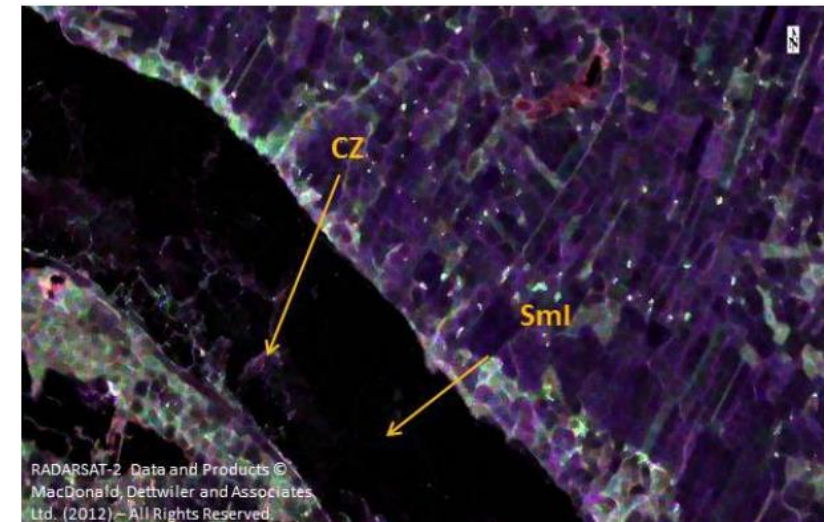
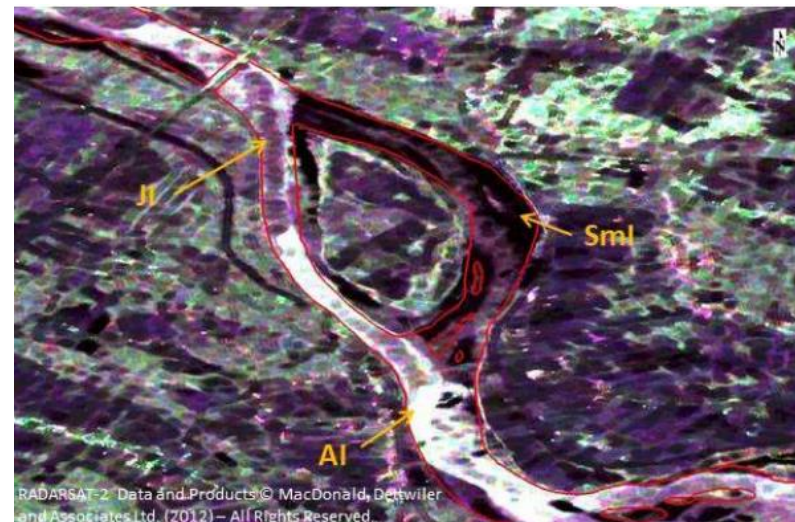
Sml - Gładka pokrywa lodowa,

CZ - Strefy kontaktowe pomiędzy polami lodowymi,

Jl - Pokrywa lodowa z połączonych form lodu mobilnego (głównie śryż),

Al - Pokrywa lodowa ze stłoczonych form lodu mobilnego (głównie śryż).

Kompozycja barwna RGB HH HV VV (dane RADARSAT-2 z dn. 28.01.2014 r.)



Źródło: Łoś H., 2017

Wnioski z klasyfikacji zjawisk lodowych na podstawie zobrażeń radarowych (z satelity RADARSAT-2):

- W celu uzyskania ogólnej informacji o zasięgu i strukturze zjawisk lodowych na rzekach można zamiennie stosować dane zarejestrowane w paśmie C i X.
- Dane o dwóch kanałach polaryzacji dostarczają równorzędnych informacji co dane o czterech kanałach polaryzacji.
- Niezależnie od częstotliwości najlepsze wyniki klasyfikacji otrzymano dla spiętrzonej pokrywy lodowej.
- Największe błędy z tytułu pominięcia i nadmiaru zaobserwowano dla wody oraz lodu inicjalnego. Kombinacja polaryzacji HH-HV była najbardziej przydatna w rozróżnieniu tych klas.
- Na podstawie pasma X podczas analizy wizualnej wykryto granicę cienkiego lodu inicjalnego, co nie było możliwe do zaobserwowania na danych zarejestrowanych w pasmie C.
- Analiza przeprowadzona dla odcinka dolnej Wisły wykazała, że polaryzacja HH-HV, spośród wszystkich kombinacji polaryzacji danych o dwóch kanałach polaryzacji, dała najlepsze wyniki przy rozróżnieniu stref kontaktowych pomiędzy polami lodowymi od innych klas.

Analiza możliwości wykorzystania satelitarnych danych radarowych jako elementu monitorowania zjawisk lodowych w Polsce.

Mocne strony	Słabe strony
Pozyskiwanie danych na jednakowym poziomie dokładności dla dużych obszarów.	Rozdzielczość przestrzenna dużo niższa niż przy obserwacjach naziemnych lub lotniczych.
Rozdzielczość przestrzenna wystarczająca do monitorowania sytuacji na dolnych odcinkach głównych rzek Polski, czyli w miejscach, gdzie prowadzone są akcje lodołamania.	Na obecnym etapie rozwoju metod przetwarzania brak możliwości pozyskania wiarygodnych informacji o grubości pokrywy lodowej.
Sentinel-1 jako źródło danych udostępnianych nieodpłatnie w ramach programu Copernicus.	Z wyjątkiem danych Sentinel-1, inne dane są udostępniane odpłatnie (wysokie koszty).
Możliwe regularne obrazowanie danego terenu – dla obszaru Polski co 3 dni.	Brak dokładnych informacji związanych z dokładnością pomiaru prędkości sptywu lodu.
Wiarygodne rozpoznawanie głównych form pokrywy lodowej, w szczególności miejsc o dużym upakowaniu lodu, które są predysponowane do powstawania zatorów.	Niepewność pozyskiwania danych ze względu na możliwy konflikt w harmonogramie pozyskiwań.
Pozyskiwanie danych niezależnie od oświetlenia i zachmurzenia.	
Bezpieczniejsze niż pomiary naziemne.	

Źródło: Łoś H., 2017

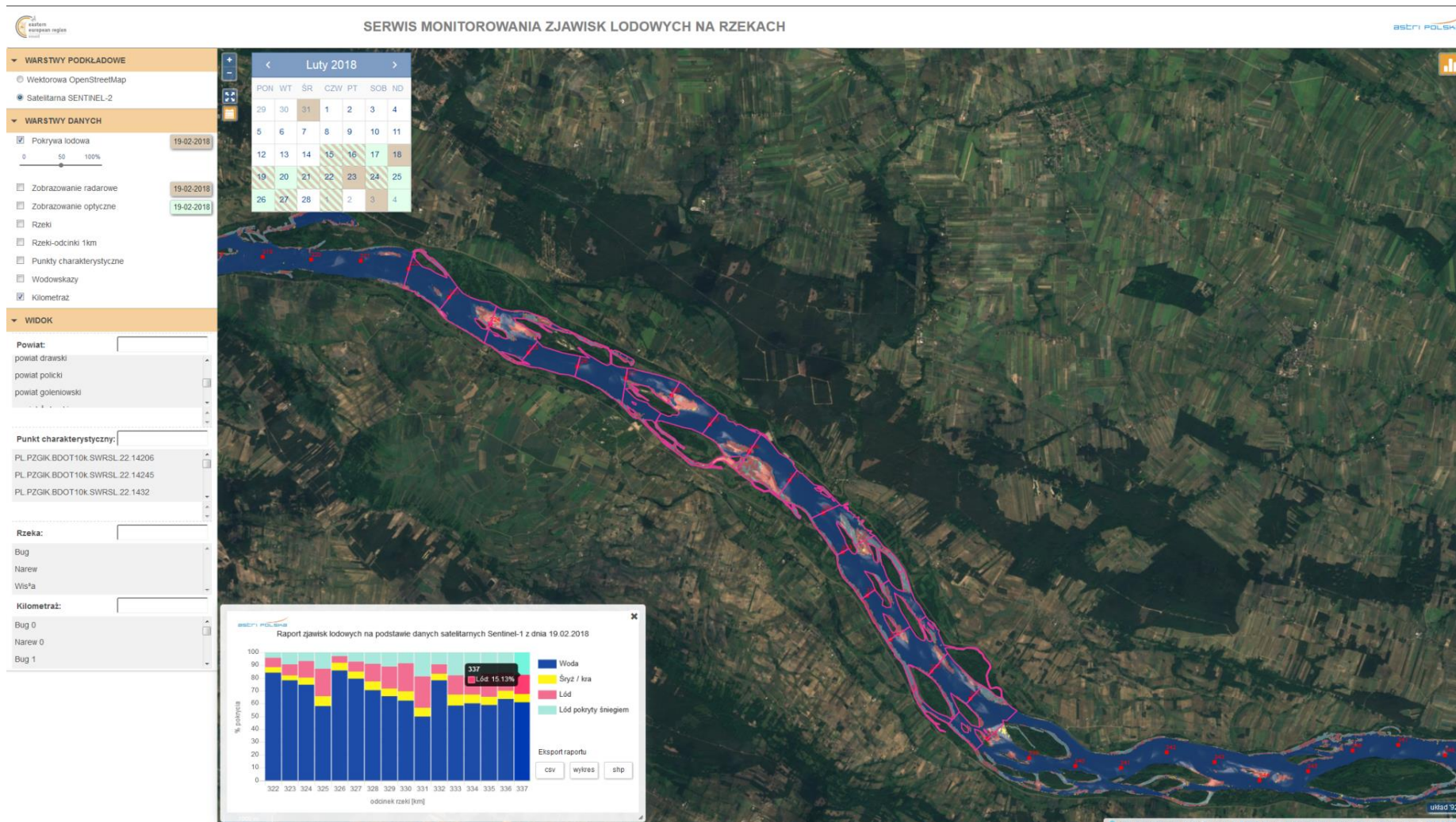
W ramach projektu EO4EP powstał Serwis Monitorowania Zjawisk Lodowych na Rzekach oparty o dane satelitarne (opracowany przez firmę Astri Polska).

System aktualnie dostarcza komunikaty o zjawiskach lodowych, zawierające następujące informacje:

- przestrzenny zasięg zjawisk lodowych: w formie wizualizacji na mapie lub informacji o kilometrażu;
- rodzaj zjawiska lodowego na danym odcinku rzeki: brak (woda), lód brzegowy, pokrywa lodowa, śryż, kra i inne;
- subiektywne oceny obserwatorów na temat stanu zlodzenia wody;
- rozmieszczenie punktów charakterystycznych na rzece: elektrownie, nazwy miejscowości, dopływy;
- rozmieszczenie wodowskazów.

Funkcjonalność Serwisu Monitorowania Zjawisk Lodowych na Rzekach:

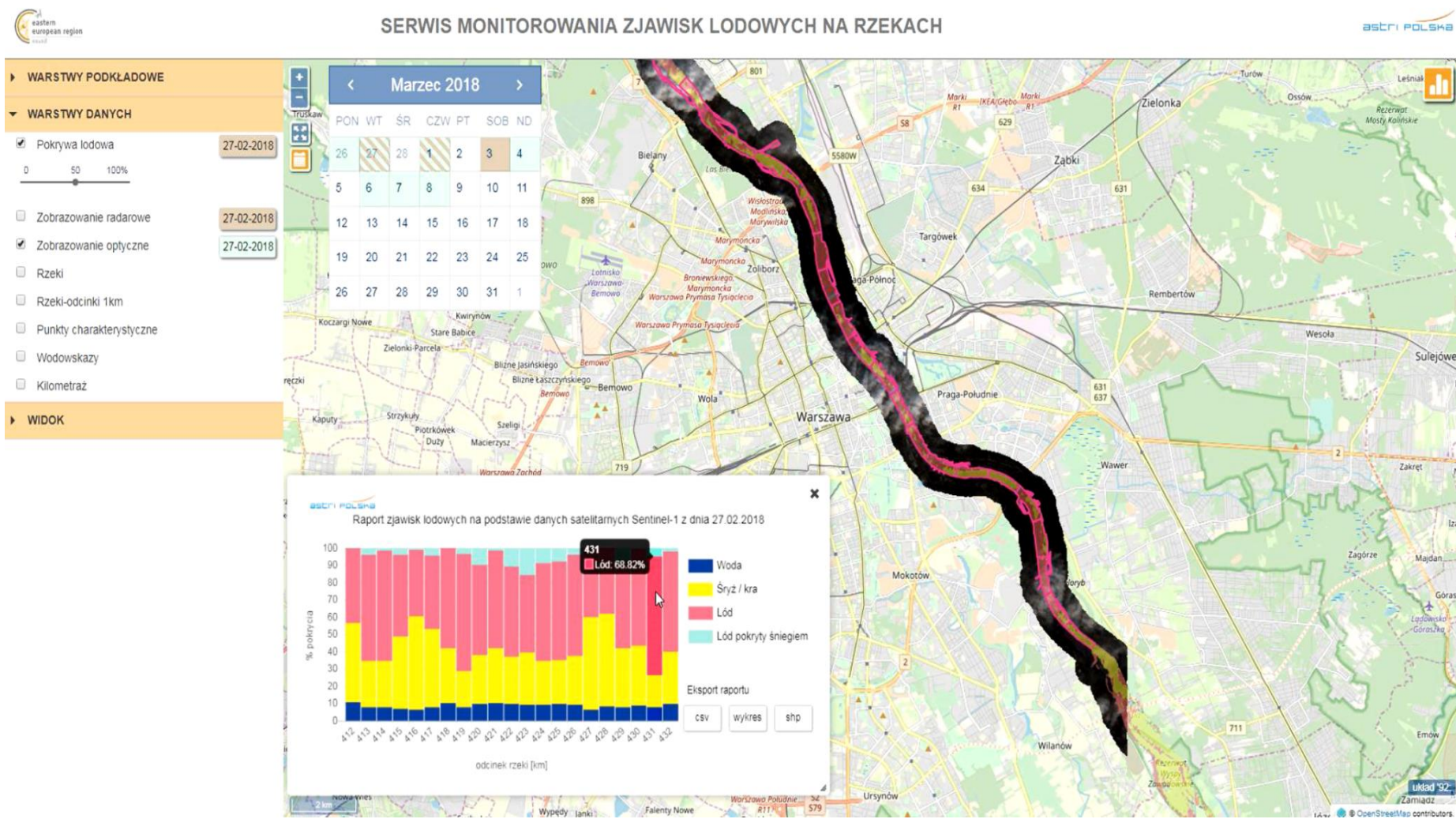
- prezentacja wyników w formie graficznej;
- udostępnianie plików .shp, .csv i usługi WMS;
- generowanie i zapis raportów w formacie .pdf.



Źródło: Astri Polska Sp z o.o., 2019

Funkcjonalność Serwisu Monitorowania Zjawisk Lodowych na Rzekach:

- tryb operacyjny – dane aktualizowane w kilka godzin po wykonaniu zobrazowań przez satelitę;
- serwis w pełni autonomiczny, wyposażony w moduły automatycznego pobierania i przetwarzania danych satelitarnych.



Źródło: Astri Polska Sp z o.o., 2019

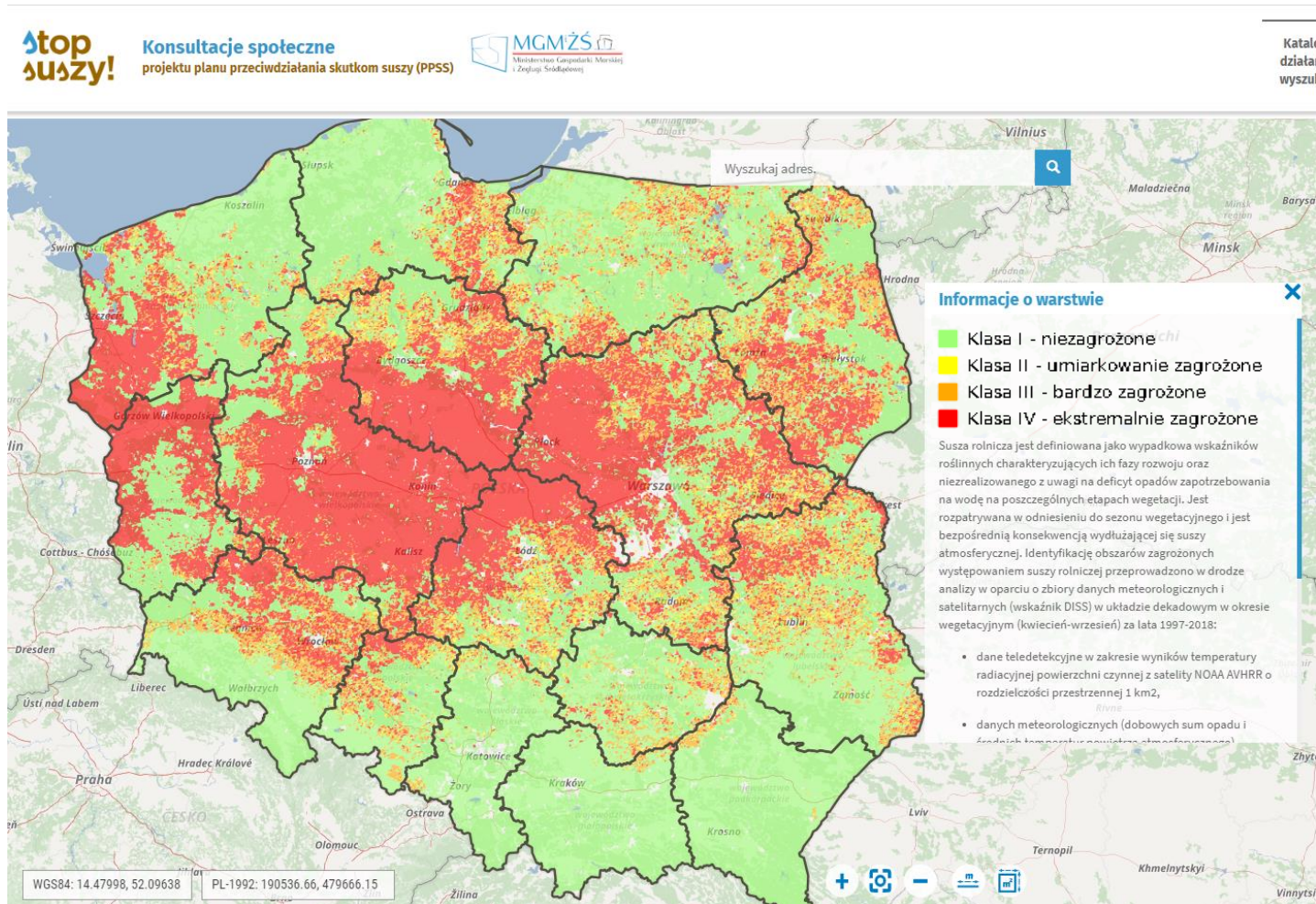
Dane z satelitów Sentinel-2 umożliwiły śledzenie skutków awarii kolektora w oczyszczalni ścieków „Czajka”.



Źródło: IGIK, 2019

Zagrożenie suszą rolniczą

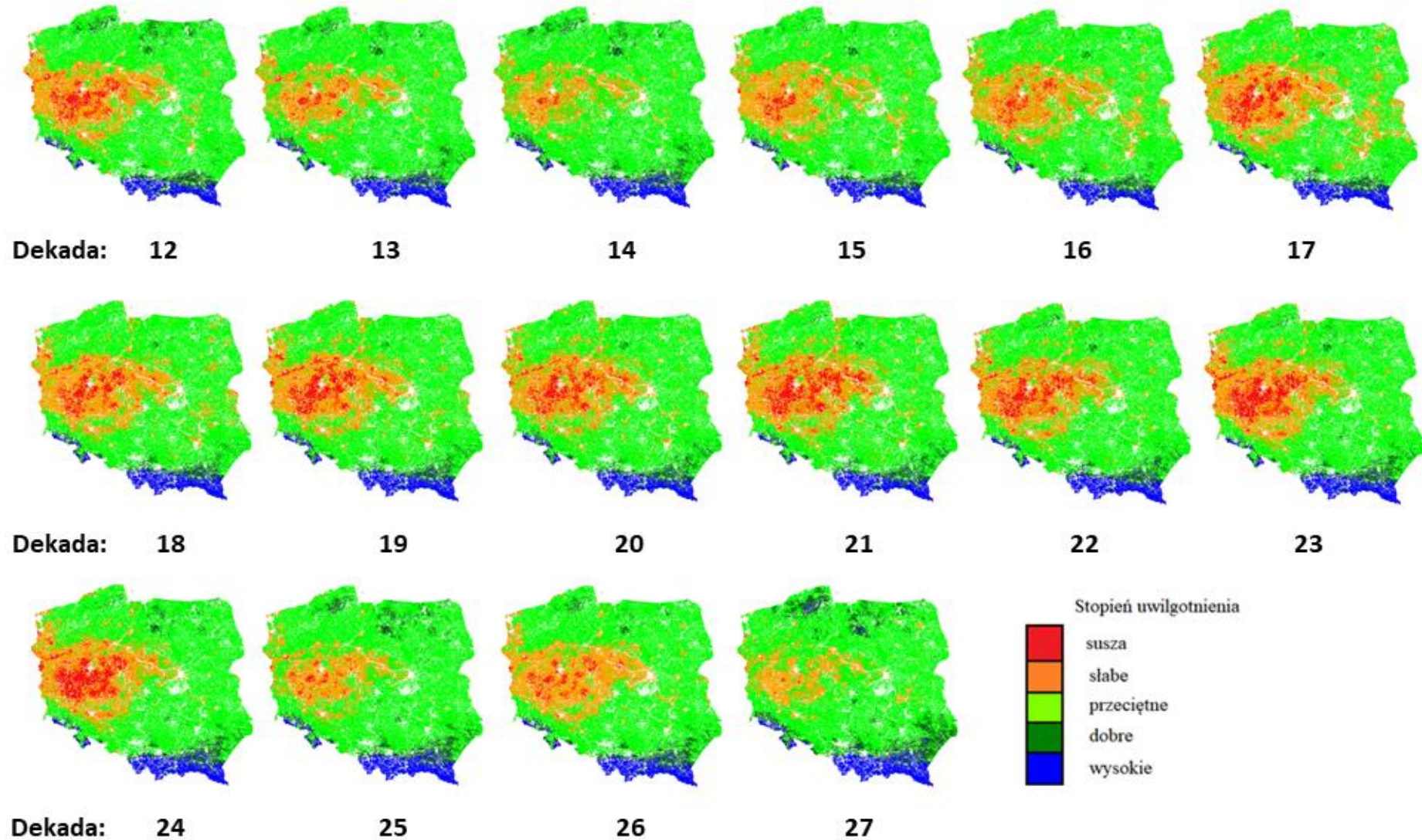
- Stop suszy! Projekt Planu Przeciwdziałania Suszom w Polsce.
- Susza rolnicza jest definiowana jako wypadkowa wskaźników roślinnych, obliczonych na podstawie danych satelitarnych, charakteryzujących ich fazy rozwoju oraz niezrealizowanego z uwagi na deficyt opadów zapotrzebowania na wodę na poszczególnych etapach wegetacji.
- Mapa zagrożenia suszą rolniczą opracowana przez Instytut Geodezji i Kartografii na podstawie analizy zbioru danych meteorologicznych i satelitarnych z satelity NOAA AVHRR, w układzie dekadowym w okresie wegetacyjnym 1997-2018.



Źródło: Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, 2019

Do wyznaczenia obszarów zagrożonych suszą rolniczą stosowany jest wskaźnik identyfikacji satelitarnej suszy rolniczej DISS opracowany przez Instytut Geodezji i Kartografii.

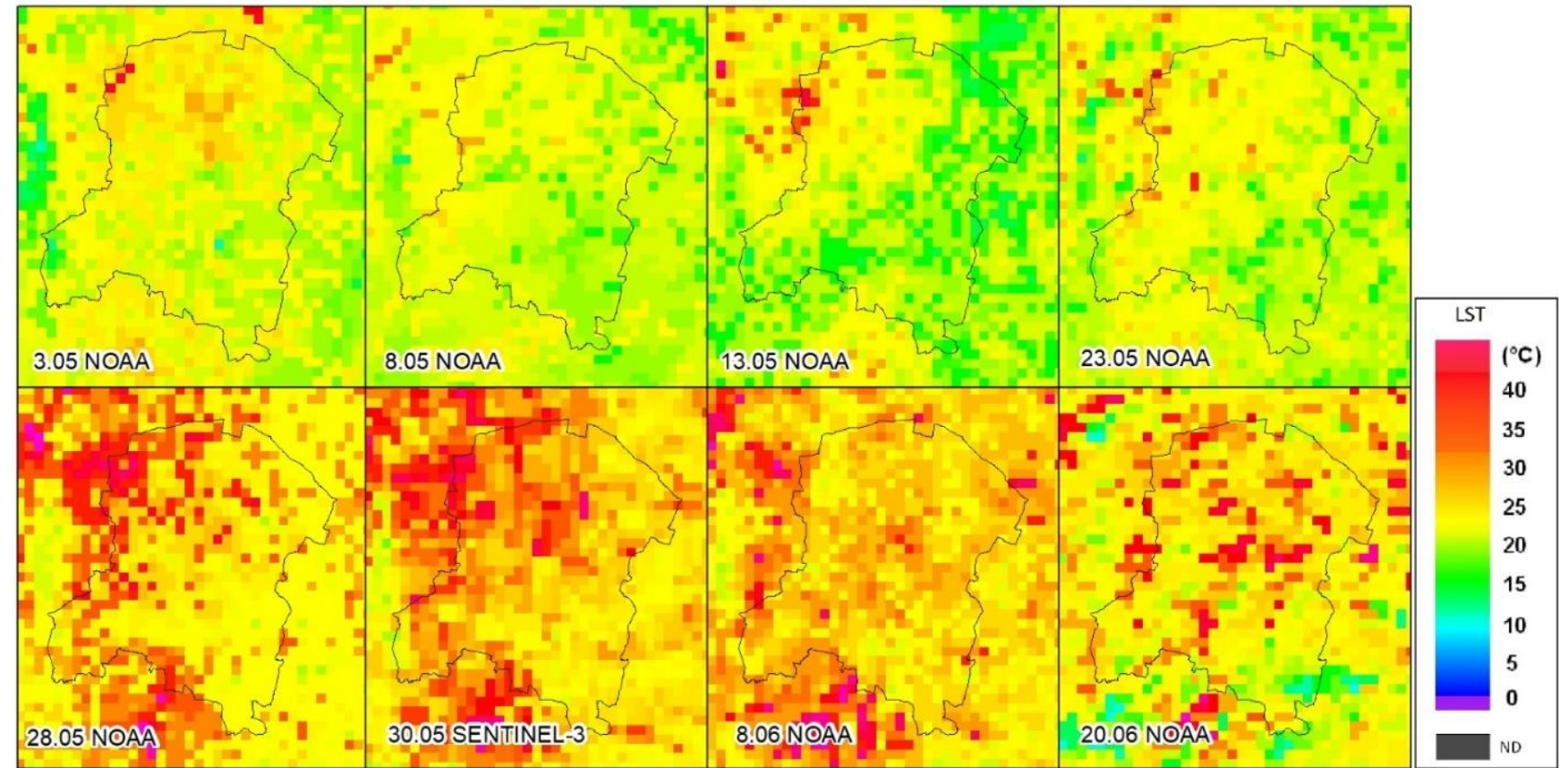
Przykład rozkład wskaźnika suszy rolniczej opracowanego na podstawie analizy zbioru danych meteorologicznych i satelitarnych z satelity NOAA AVHRR, w układzie dekadowym – od końca kwietnia (dekada 12) do końca września (dekada 27) 2018 roku.



Źródło: IGIK, 2019

Przykład monitorowania temperatury powierzchni w skali lokalnej, na poziomie powiatów, na podstawie wieloźródłowych danych z satelity NOAA i Sentinel-3.

Temperatura powierzchni ziemi – seria danych wieloczasowych z 2018 r. – powiat radziejowski



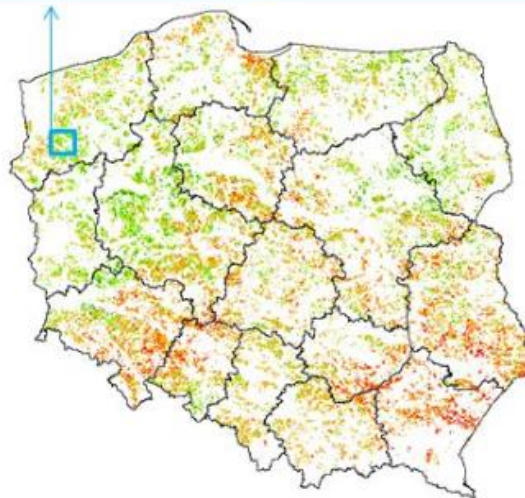
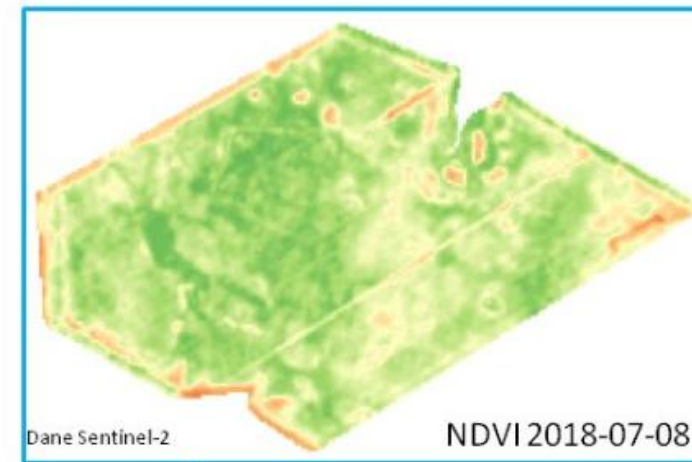
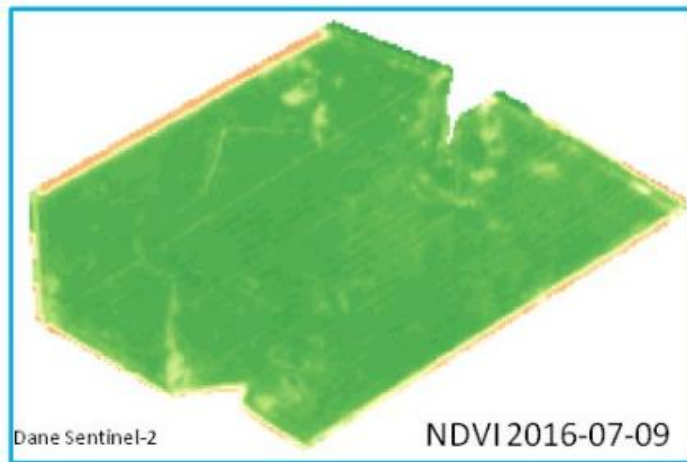
Źródło: IGiK, 2019

Mapy suszy rolniczej dostarczaja informacji pozwalajacych na określenie niekorzystnych warunkow wzrostu roslin wywołanych susza.

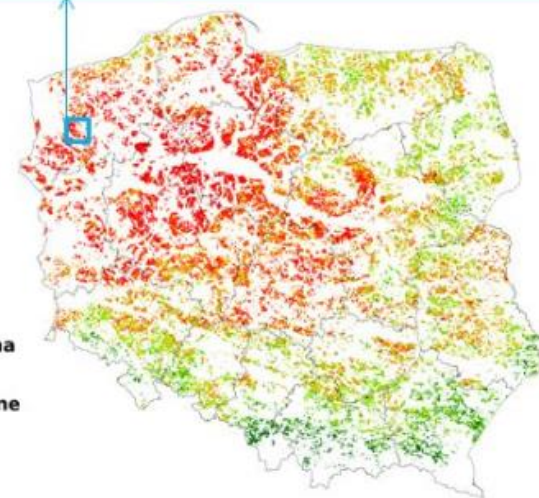
Zestawienie informacji o zagrozeniu susza z kondycja roslin w skali pojedynczego pola jest wykorzystywane w procesie szacowania zniszczen spowodowanych susza.

Zmiennośc kondycji kukurydzy w zaleznosci od warunkow suszy. Kondycja kukurydzy, wyrażona wskaźnikiem roślinnym – NDVI, obliczonym na podstawie Sentinel-2 w roku 2016 i 2018 zestawiona z mapami susz rolniczych z tych samych dekad roku obliczonych na podstawie danych NOAA AVHRR.

POLE KUKURYDZY – kondycja uprawy w różnych warunkach suszy



Mapa suszy 1-10 lipca 2016



Mapa suszy 1-10 lipca 2018

- susza ekstremalna
- susza
- warunki przecietne
- warunki dobre

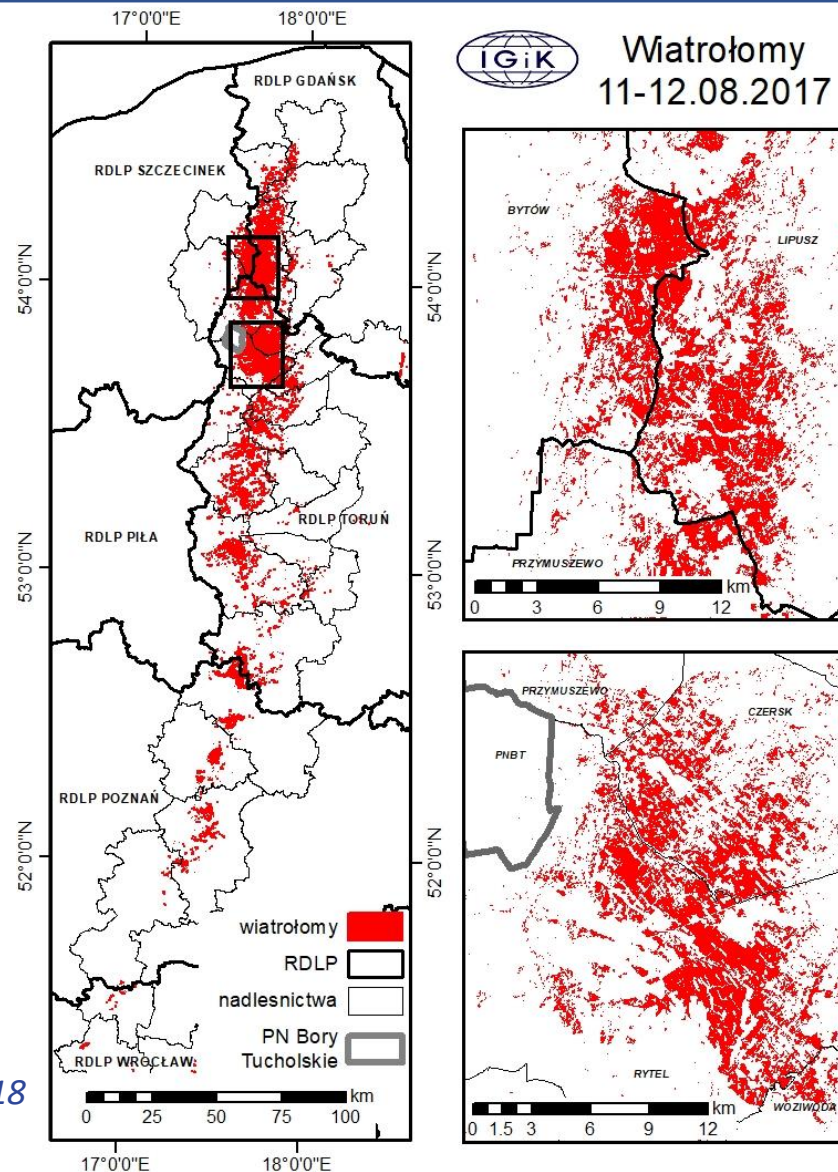
Źródło: IGIK, 2018

- Określenie przestrzennego zasięgu uszkodzeń na dużym obszarze.
- Wsparcie procesu szacowania szkód.

Zasięg zniszczeń w lasach spowodowany huraganowym wiatrem 11-12 sierpnia 2017 r. opracowany na podstawie wieloczasowych danych z satelitów Sentinel-2.

Do analiz wybrane zostały bezchmurne zobrazenia Sentinel-2 zarejestrowane w terminie możliwie bliskim przed huraganem i po jego przejściu.

Źródło: Hościło A., Lewandowska A., 2018



- Analiza sytuacji po przejściu nawałnicy.
- Monitorowanie tempa prac związanych z usuwaniem skutków nawałnicy, bądź dynamiki naturalnie odradzającej się roślinności.

Monitorowanie zmian w terenie po przejściu nawałnicy na podstawie zobrazowań Sentinel-2 – okolice Rytla



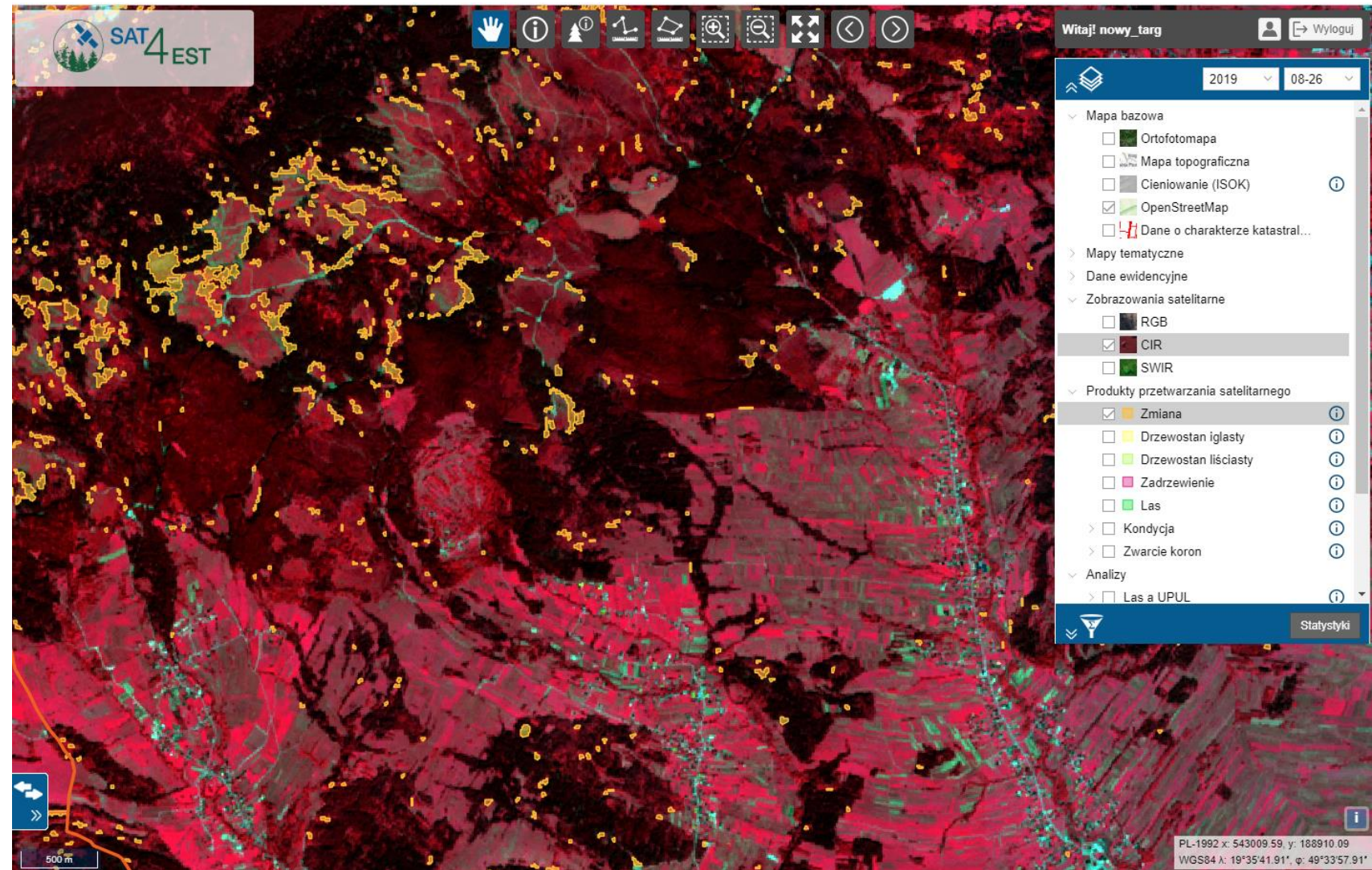
Źródło: IGiK, 2018

Sat4Est: www.sat4est.pl

Serwis dedykowany administracji publicznej jako narzędzie wspierające zarządzanie lasami niepaństwowymi.

Dostarcza m.in. informacji o zasięgu i powierzchni zniszczeń lasów na skutek huraganów, gradacji szkodników oraz działalności człowieka.

Sat4Est wykorzystuje dane satelitarne pozyskane przez satelity Sentinel-2.

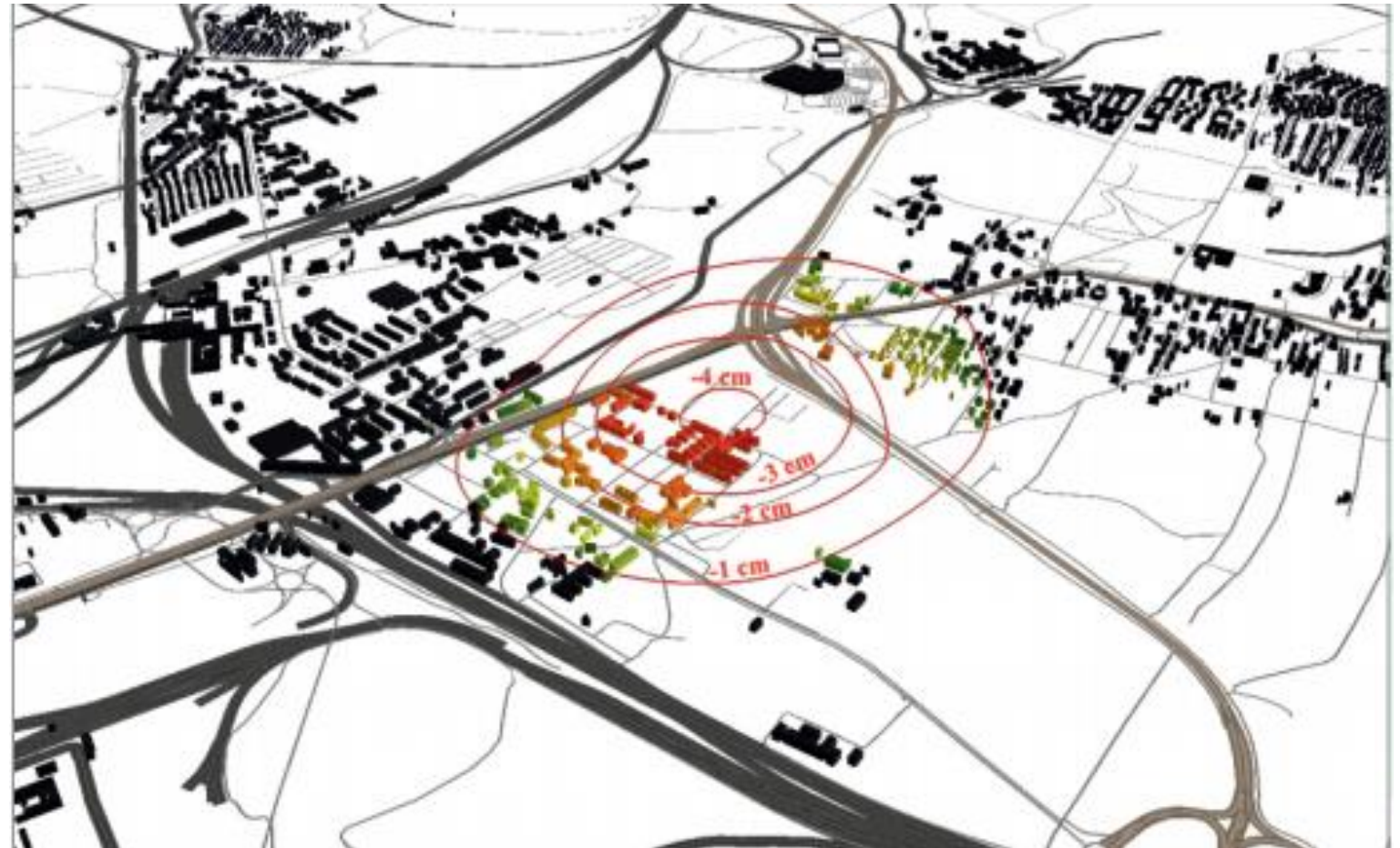


Źródło: *Taxus IT Sp z.o.o & IGIK, 2019*

Badania obszaru Górnego Śląska przeprowadzone metodą DInSAR dowodzą, że na znacznej części tego terenu występuje zjawisko osiadania gruntu.

Analizy wykonane dla miasta Bytom wykazały, że w ciągu zaledwie 12 dni (3.11- 15.11.2016), wartości osiadania powierzchni na badanym terenie wynosiły od 1 do 4 cm.

Mapa izolinii pionowych przemieszczeń terenu w czasie między 03-15.11.2016 r.
– centrum miasta Bytom



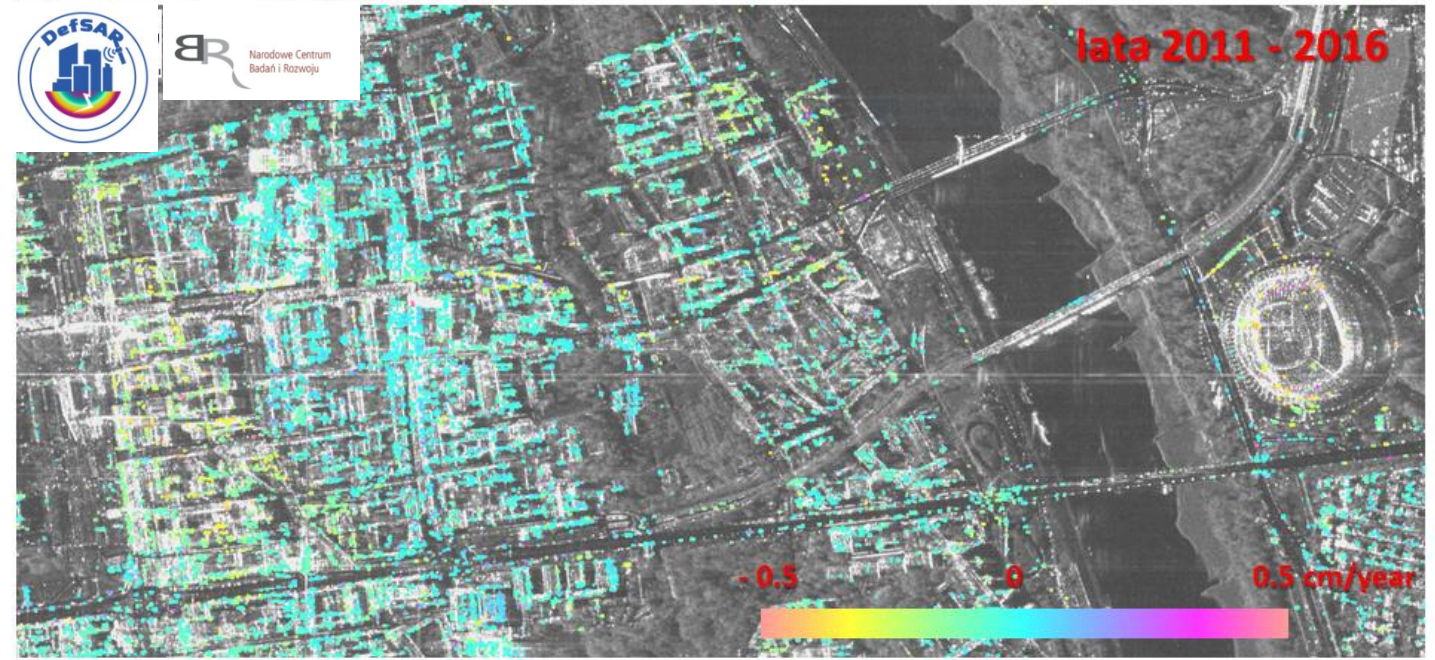
Źródło: SATIM Monitoring Satelitarny Sp z o.o., 2016

DefSAR – Zintegrowany system monitoringu deformacji.

Zdjęcia radarowe wysokorozdzielcze z satelitów TerraSAR-X i Cosmo-SkyMED mogą służyć do monitoringu stabilności dużych aglomeracji miejskich.

Zalety wykorzystania obrazów radarowych z satelity COSMO-SkyMed do monitorowania deformacji – przykład Centrum Warszawy:

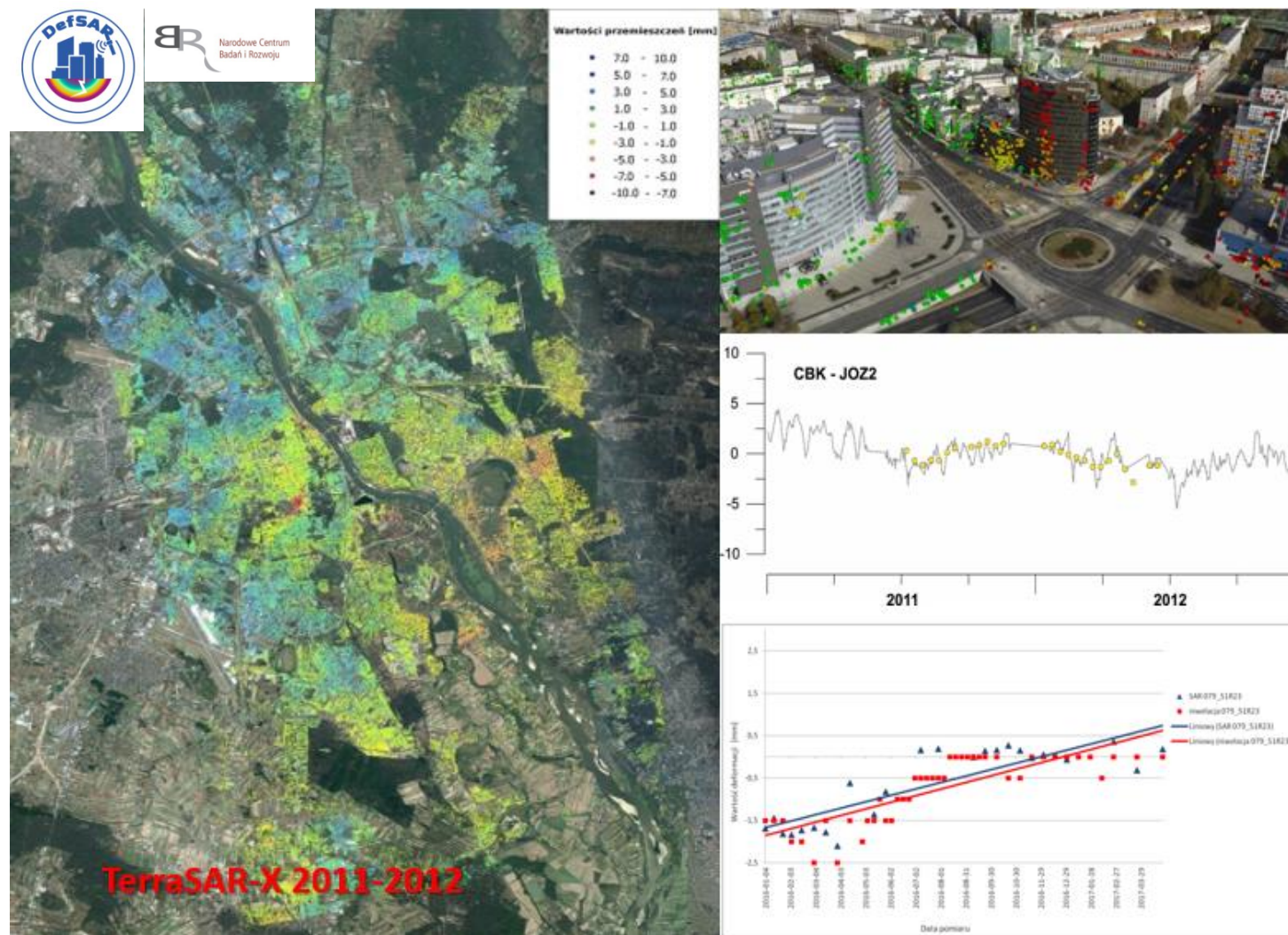
- dokładność przemieszczeń pionowych sięga 1-2 mm;
- możliwość uzyskania dużej gęstości pomiarów na dużym obszarze przy jednoczesnym zachowaniu bardzo wysokiej dokładności pomiarów dla pojedynczych obiektów.



Źródło: IGIK, 2018

Przykład wykrywania i monitorowania deformacji na większym obszarze na podstawie wieloczasowych zobrazowań radarowych z satelity TerraSAR-X, z okresu 2011-2012.

- Dokładność przemieszczeń pionowych poniżej 0,5 mm.
- Osiągnięcie wysokiej dokładności było możliwe dzięki zastosowaniu metody interferometrii radarowej trwałych reflektorów (ang. PSInSAR - Permanent Scatters Interferometry Synthetic Aperture Radar), wykorzystywanej do badania przemieszczeń dających stabilne odbicie w czasie (głównie budynki i inne obiekty antropogeniczne).

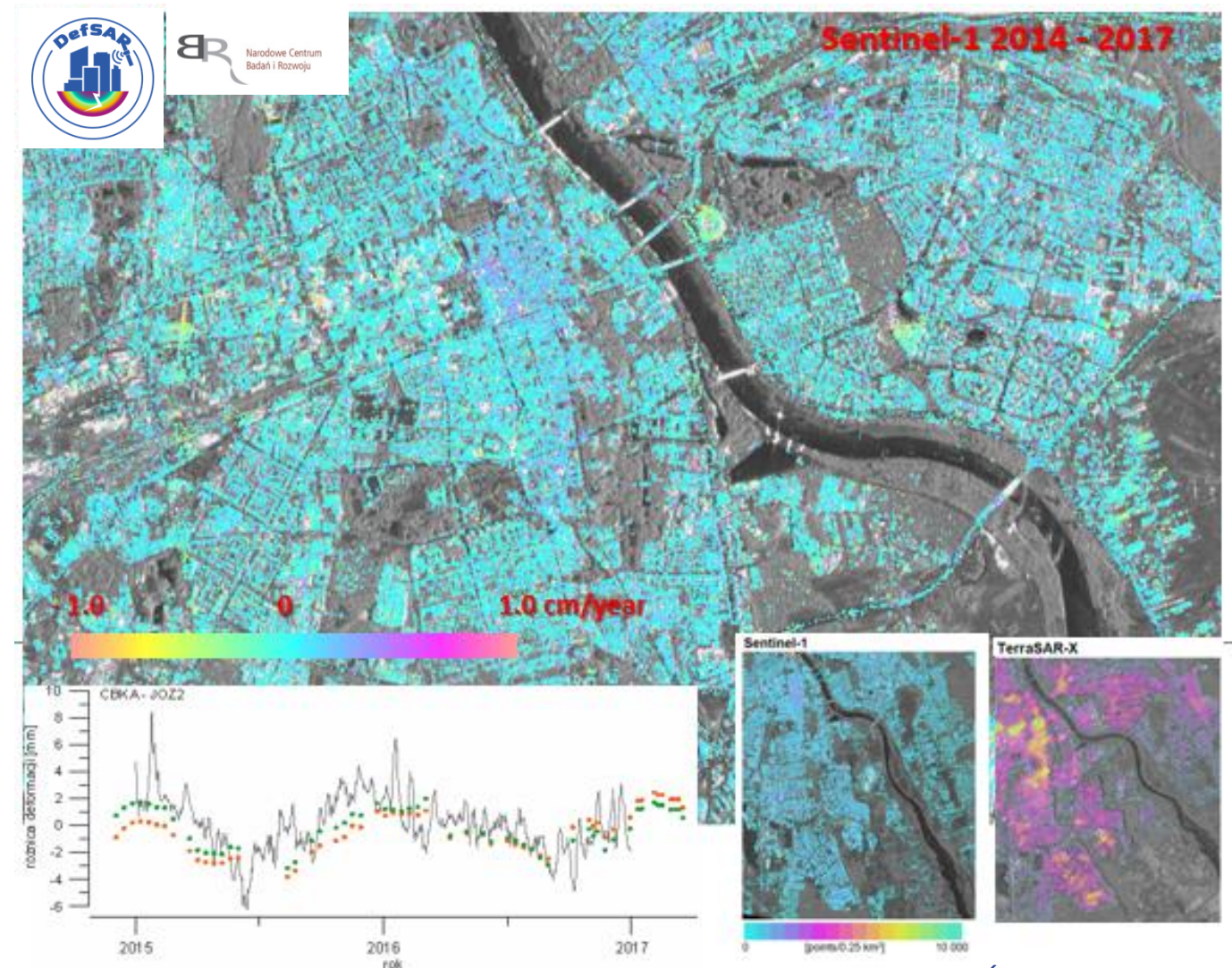


Źródło: IGIK, 2018

Monitorowanie deformacji na większym obszarze na podstawie wieloczasowych zobrażeń radarowych z satelity Sentinel-1 (od 2014 r.).

Zobrazowania Sentinel-1 mają potencjał do budowania wielkoobszarowych systemów monitoringu w skali całego kraju, a nawet kontynentu.

Obraz deformacji na terenie Warszawy otrzymany na podstawie danych z Sentinel-1 z okresu 2014-2017.



Źródło: IGIK, 2018

Copernicus EMS składa się obecnie z dwóch głównych filarów:

- komponentu wczesnego ostrzegania i monitorowania:
 - powodzie: European and Global Flood Awareness Systems (EFAS & GloFAS),
 - pożary: European Forest Fire Information System (EFFIS),
 - susze: European and Globe Drought Observation (EDO & GDO);
- komponentu mapowania na żądanie: klęski naturalne oraz katastrofy spowodowane działalnością człowieka:
 - powodzie,
 - pożary,
 - erupcja wulkanu,
 - trzęsienie ziemi,
 - kryzys humanitarny.
- Aby zostać partnerem EMS i aktywować serwis należy skontaktować się z obsługą EMS:
<https://www.efas.eu/en/become-efas-partner>

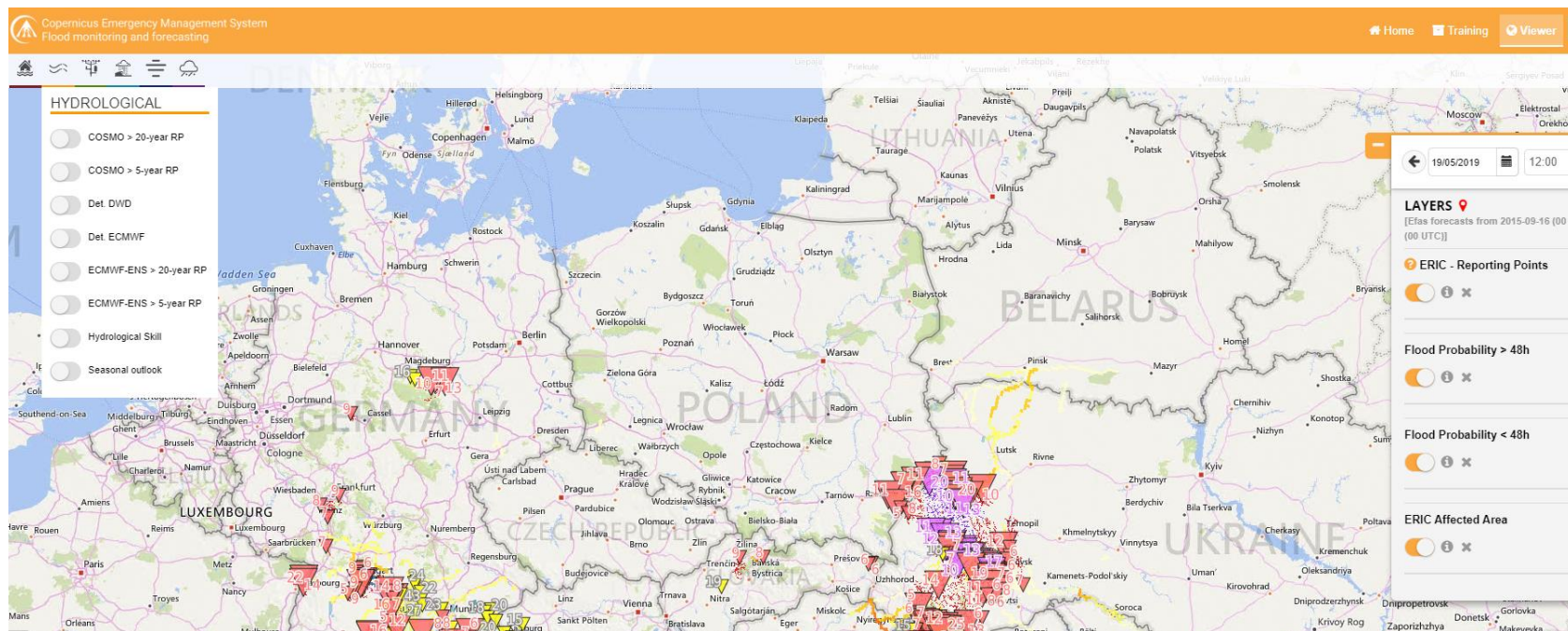


Europejski i Globalny System Powodziowy (European and Global Flood Awareness System – EFAS & GloFAS) zawiera m.in.:

- prognozę wystąpienia powodzi na podstawie danych satelitarnych oraz modeli hydro-meteorologicznych,
- zasięg powodzi,
- wilgotność gleby,
- dane meteorologiczne,
- ilość wody zakumulowanej w pokrywie śnieżnej.

Partnerem EFAS, odpowiedzialnym za zasilanie systemu danymi z Polski jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW).

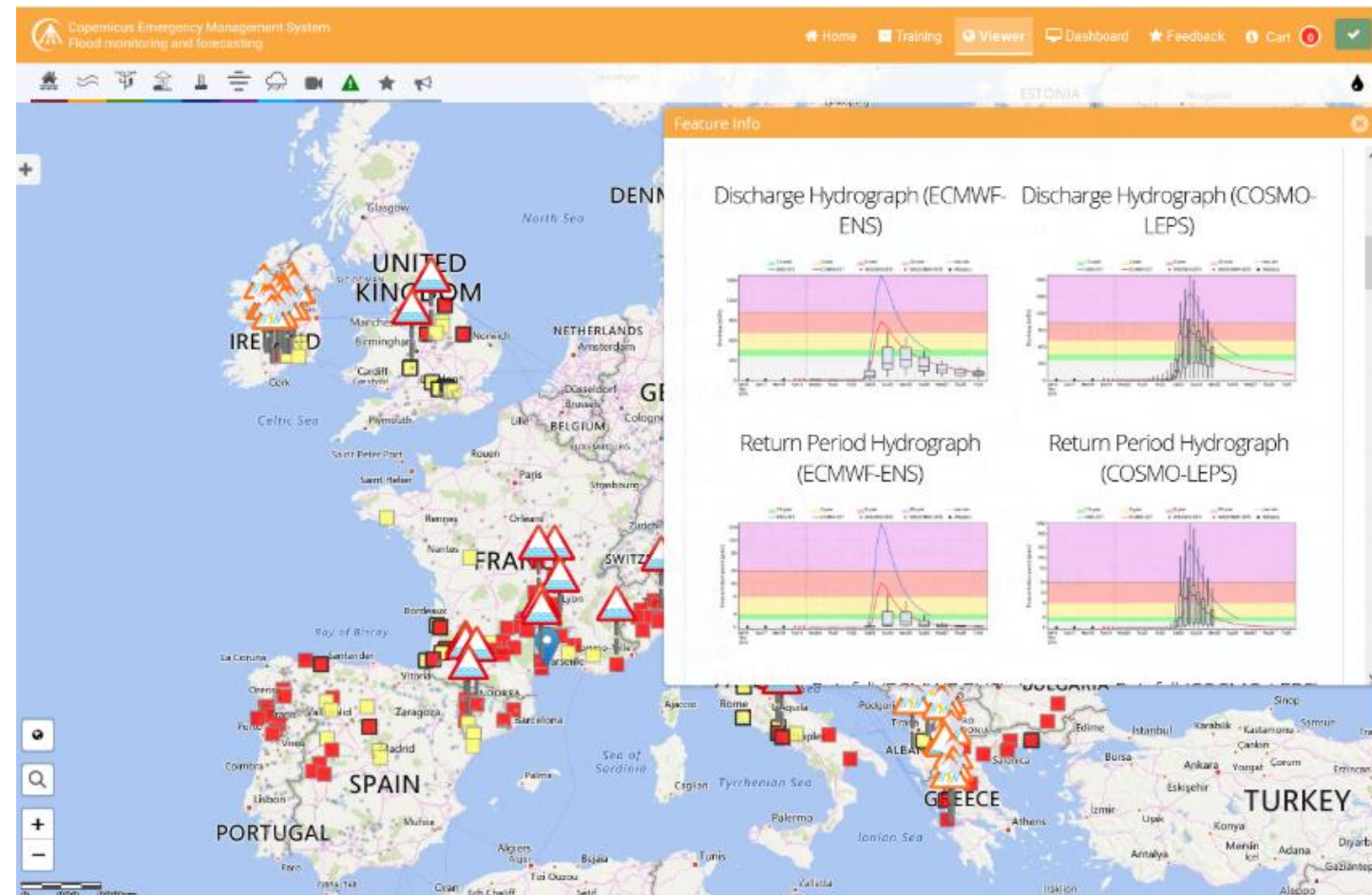
https://www.efas.eu/efas_frontend/#/home



Źródło: EFAS, 2019

Europejski System Powodziowy (EFAS)

- EFAS dostarcza produktów i prognoz w czasie rzeczywistym dla partnerów EFAS: <https://www.efas.eu/partners-list-0>
- EFAS udostępnia nieodpłatnie produkty i prognozy dla wszystkich zainteresowanych użytkowników po upływie 30 dni.



Źródło: EFAS, 2019

Europejski i Globalny System Powodziowy
(EFAS & GloFAS).

Dostępne materiały szkoleniowe i webinaria.

<https://www.efas.eu/en/training>



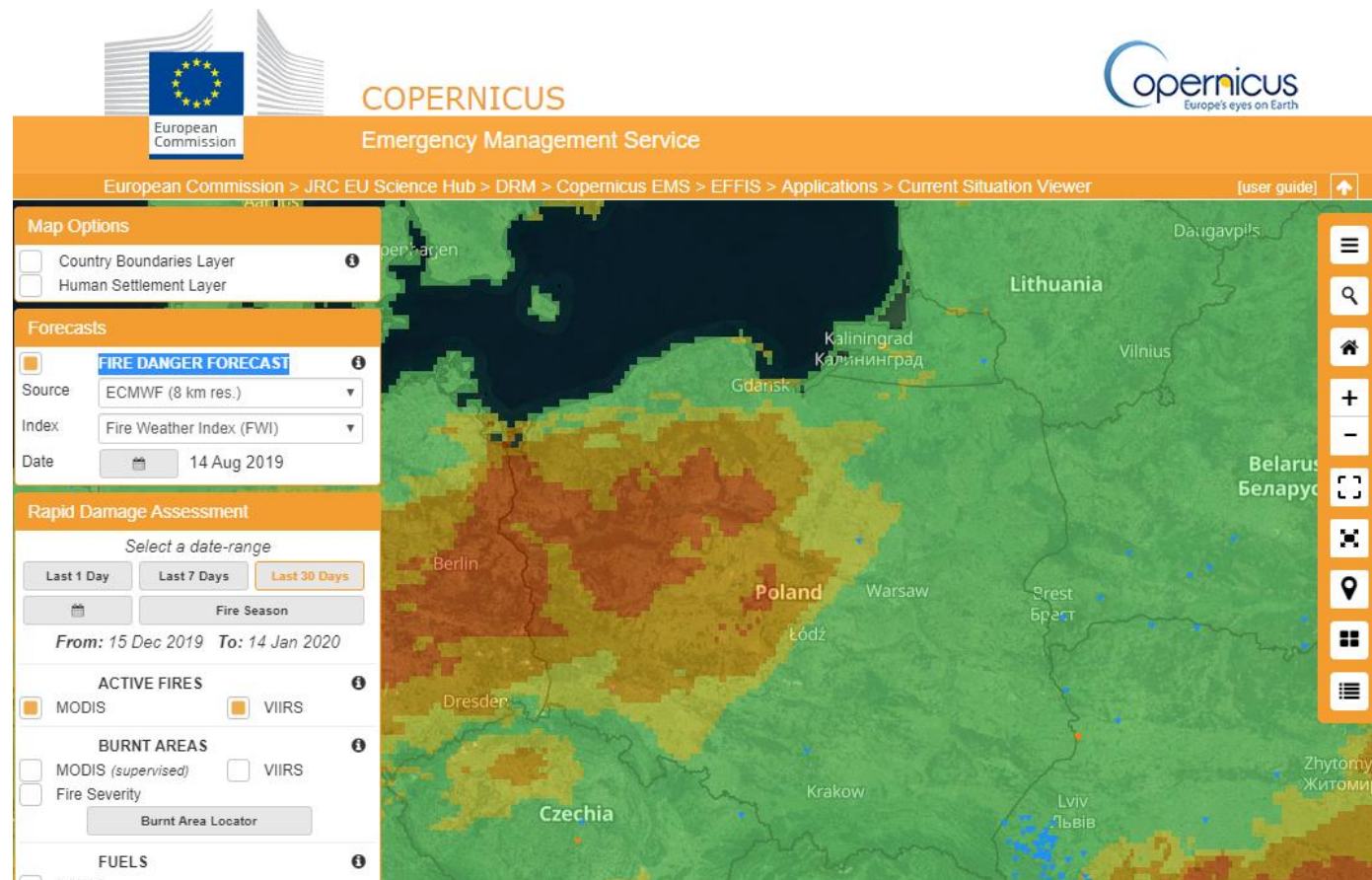
Źródło: EFAS, 2019

Europejski System Informacji o Pożarach Lasów (European Forest Fire Information System - EFFIS) zawiera:

- alarmy pożarów wg MODIS i VIIRS,
- zasięg pożarów wg produktu satelitarnego „burnt area”,
- stopień zagrożenia pożarowego,
- dane meteorologiczne,
- możliwość obliczenia sezonowych trendów i statystyk.

Partnerem EFFIS, odpowiedzialnym za zasilanie systemu danymi z Polski, jest Instytut Badawczy Leśnictwa (IBL).

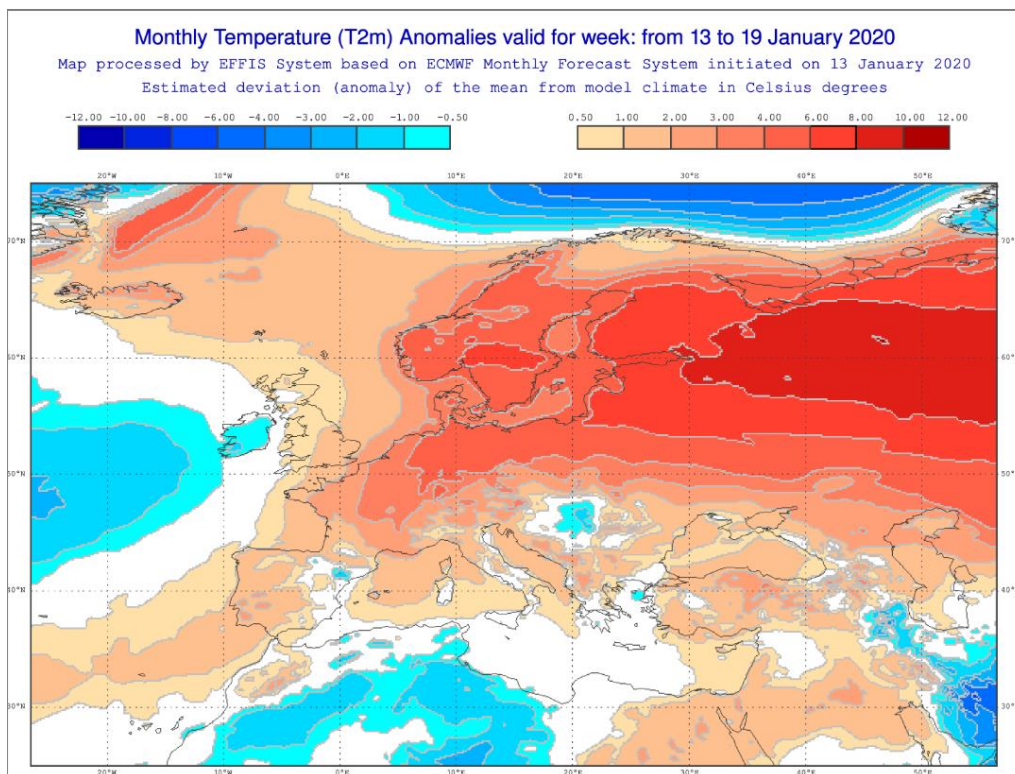
https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/



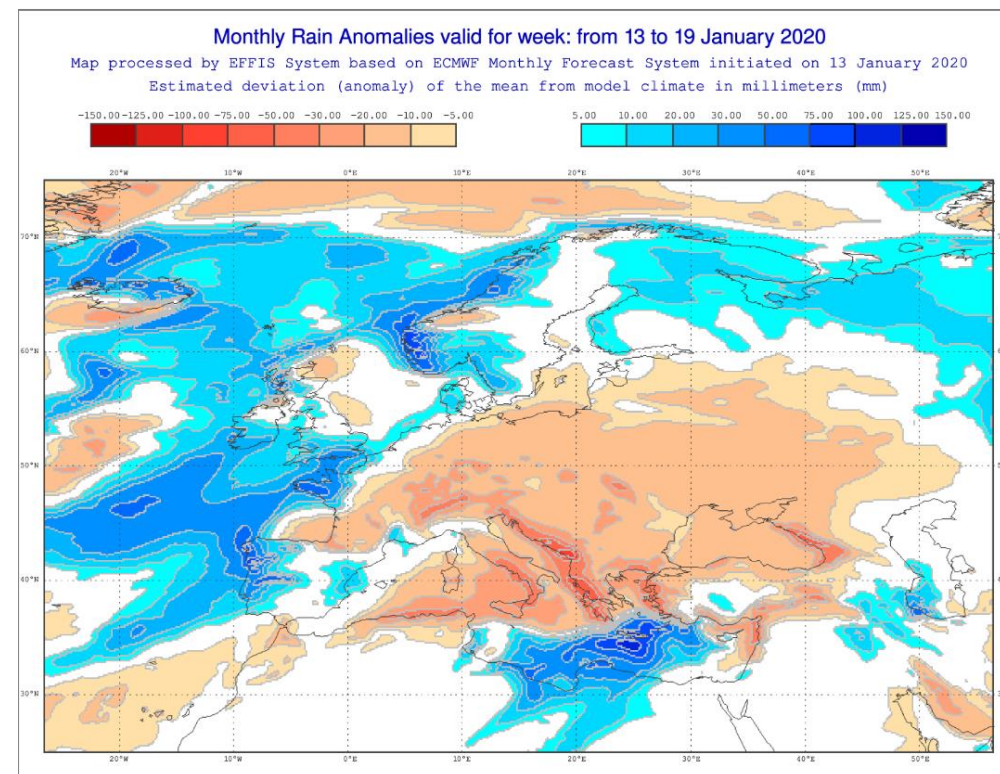
Źródło: EFFIS, 2019

- Europejski System Informacji o Pożarach Lasów dostarcza także map przedstawiających anomalie temperatury i opadów.
- Mapy anomalii przedstawiają obszary, które są zimniejsze/cieplejsze i bardziej suche/wilgotniejsze niż średnie z wielolecia.
- Informacja ta jest szczególnie istotna w określaniu zagrożenia pożarowego w regionie.

Anomalie temperatury



Anomalie opadów



<https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.longterm.forecasts/>

Źródło: EFFIS, 2019

Europejski System Monitorowania Susz (European Drought Observatory - EDO) zawiera:

- dane meteorologiczne (opady, temperatura),
- wilgotność gleby (wg modeli) ze wskazaniem obszarów deficytowych,
- wskaźnik suszy – alert w przypadku deficytu wody liczony w cyklu dziesięciodniowym,
- prognoza wielkości opadów i wilgotności gleby (wg modeli).

<https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>



Źródło: ESA, 2019

- Produkty na żądanie (Rapid Mapping).
- Cel: wsparcie zarządzania kryzysowego bezpośrednio po katastrofie.
- Usługa opiera się na pozyskiwaniu, przetwarzaniu i analizie w trybie natychmiastowym danych satelitarnych oraz innych geoprzestrzennych danych rastrowych i wektorowych, a także na analizie mediów społecznościowych.
- Portfolio produktów:
 - produkt referencyjny - szybkie dostarczenie wiedzy o terytorium i zasobach dotkniętych katastrofą - sytuacja przed zdarzeniem;
 - wstępna, przybliżona ocena sytuacji dostarczona w jak najkrótszym czasie;
 - produkt opisujący ocenę wpływu i zasięgu zdarzenia oraz, na żądanie, monitorowanie sytuacji,
 - produkt oceniający skalę zniszczeń.
- Więcej informacji na: <https://emergency.copernicus.eu/mapping/ems/rapid-mapping-portfolio>


Produkty na żądanie (Rapid Mapping)

Poziomy usług:

- Poziom 1: bardzo pilna usługa wymagająca natychmiastowej reakcji. Wyniki analiz dostarczane są do 12 godzin od zdarzenia.
- Poziom 2: usługa mniej pilna, nie wymagająca prac w godzinach nocnych. Prace wykonywane są wyłącznie w dni robocze. Wyniki dostarczane są w ciągu 1-5 dni od zdarzenia.

Tabela przedstawia trybów produkcji z dostępnymi produktami i czasem dostawy (liczonym od odbioru zdjęcia).

Service Level 1 (24/7/365)

Product type	Content	Delivery times (hours)	
		Vector	Ready-to-print maps
Reference	Pre-event situation	10	12
First Estimate	Fast impact assessment 	2	3
Delineation	Detailed assessment of the impacted area (extent)	7	9
Grading	Detailed damage assessment (extent of the impacted area and damage grade)	10	12

Service Level 2 (production during working days)

Product type	Content	Delivery times
Reference	Pre-event situation	1-5 working days
Delineation	Detailed assessment of the impacted area (extent)	1-5 working days
Grading	Detailed damage assessment (extent of the impacted area and damage grade)	1-5 working days

Źródło: ESA, 2019

- Dostęp do aktualnych i precyzyjnych danych przestrzennych (nawigacji satelitarnej, zobrazowań satelitarnych i lotniczych czy systemów informacji przestrzennej) jest niezbędny we wszystkich fazach zarządzania kryzysowego.
- Dzięki danym i technikom satelitarnej nawigacji i obserwacji Ziemi możliwe stało się wykrywanie zagrożeń, monitorowanie ich przebiegu, przewidywanie skutków, opracowywanie scenariuszy zagrożeń oraz śledzenie sytuacji po zaistnieniu zagrożenia.
- W Polsce dane satelitarne mogą wspierać procesy decyzyjne związane z największymi zagrożeniami naturalnymi, jakimi są: powodzie, wielkoobszarowe pożary, huraganowe wiatry, susze rolnicze oraz deformacje terenu.
- W zarządzaniu kryzysowym kluczowy jest czas i ciągły dostęp do aktualnych danych. Oznacza to konieczność wykorzystywania danych rejestrowanych przez różne systemy satelitarne, rejestrujące zarówno w optycznym zakresie promieniowania elektromagnetycznego, jak również w zakresie mikrofalowym.
- Zaletą obrazów radarowych jest możliwość obserwowania zmian poziomu wody w trakcie powodzi, czy monitorowanie przemieszczeń gruntu i obiektów infrastruktury niezależnie od warunków pogodowych. Fala radarowa posiada zdolność przenikania przez chmury oraz penetrowania suchego śniegu.
- Optyczne zobrazowania satelitarne rejestrujące w pasmie bliskiej i krótkiej podczerwieni pozwalają na określenie skali zniszczeń szaty roślinnej na skutek pożarów, zniszczeń drzewostanów spowodowanych huraganowymi wiatrami czy gradacją szkodników oraz monitorowanie kondycji roślinności po zdarzeniu.

- Global Wildfire Information System: <https://gwis.jrc.ec.europa.eu/>
- Global Forest Watch Fires: <https://fires.globalforestwatch.org/home/>
- European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations (ECHO) (Dyrekcja Generalna Komisji Europejskiej ds. Pomocy Humanitarnej i Ochrony Ludności): <https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/>
- Copernicus Emergency Management Services: <https://emergency.copernicus.eu/>
 - Powodzie: European and Global Flood Awareness Systems (EFAS & GloFAS) (<https://www.efas.eu/>)
 - Pożary: European Forest Fire Information System (EFFIS): <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>
 - Susze: European and Globe Drought Observation (EDO & GDO): <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>
 - Rapid Mapping: <https://emergency.copernicus.eu/mapping/ems/rapid-mapping-portfolio>
- Global Disaster Alert and Coordination System (GDACS): <https://www.gdacs.org/>
- The International Charter Space and Major Disasters: <https://disasterscharter.org/web/guest/home>
- ESA Geohazard Thematic Platform – platforma Europejskiej Agencji Kosmicznej: <https://geohazards-tep.eu/#!>

- Rządowe Centrum Bezpieczeństwa: <https://rcb.gov.pl/raport-dobowy/>
- Hydroportal publikujący mapy zagrożenia powodziowego: <https://wody.isok.gov.pl/hydroportal.html> i ryzyka powodziowego (GeoSMoRP): <http://www.smorp.pl/imap/>
- Instytut Meteorologii I Gospodarki Wodnej – serwis pogodowy: <http://www.pogodynka.pl/>
- Państwowy Instytut Geologiczny – System Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPÓ): <https://www.pgi.gov.pl/osuwiska/123/projekty/sopo-3.html>
- Krajowa Mapa Zagrożeń Bezpieczeństwa: <https://mapy.geoportal.gov.pl/iMapLite/KMZBPublic.html>
- System Obsługi Klienta (SOK) Sat4Envi – użytkownik ZK to serwis powstający w ramach projektu Sat4Envi, w ramach którego opracowano 24 scenariusze użycia portalu przez użytkowników sektora bezpieczeństwa m.in. detekcja zagrożenia pożarowego, czy detekcja stanu wody. System Obsługi Klienta (SOK) Sat4Envi – użytkownik ZK będzie dostępny dla użytkowników w listopadzie 2020 r.

OPRACOWAŁA:
dr inż. Agata Hościło

Instytut Geodezji i Kartografii, Centrum Teledetekcji

