

Wskaźnik intensywności ognia dla pożaru w Biebrzańskim Parku Narodowym

Biebrza płonie

Pożar Biebrzańskiego Parku Narodowego z kwietnia 2020 r. był jednym z najbardziej dotkliwych wielkopowierzchniowych pożarów w ostatnich latach. Ogień strawił około 5,5 tys. ha bagiennych łąk, trzcinowisk i lasów, a do walki z nim wykorzystano samoloty i śmigłowce m.in. Lasów Państwowych, Policji i Straży Granicznej. Akcję gaśniczą utrudniał fakt, że tereny objęte ogniem były trudno dostępne dla ciężkiego sprzętu zazwyczaj wykorzystywanego w tego typu akcjach. Kluczowe dla ograniczenia strat było precyzyjne lokalizowanie źródeł rozprzestrzeniania się ognia, dlatego uczestnicy akcji zdecydowali się skorzystać z niestandardowych rozwiązań, w tym nowoczesnych technik geoinformacyjnych. Zobrazowania satelitarne oraz dane pozyskane przez bezzałogowe statki powietrzne zostały wykorzystane jako źródło informacji do oceny sytuacji oraz dokumentacji miejsca zdarzenia.

Specjaliści Centrum Informacji Kryzysowej (CIK) w Centrum Badań Kosmicznych PAN (CBK PAN) monitorowali rozwój pożaru oraz wykonali analizy przestrzenne z wykorzystaniem danych satelitarnych, m.in. do wyznaczenia zasięgu pożaru. Obserwacje pokazały, że między 20 a 22 kwietnia obszar objęty pożarem powiększył się ośmiokrotnie, osiągając niemal 4200 hektarów.

Klęska ekologiczna

26 kwietnia służbom ratowniczym udało się zapanować nad ogniem trawiącym Biebrzański Park Narodowy, po czym przystąpiono do szacowania strat. Pożar objął swoim zasięgiem środkowy basen

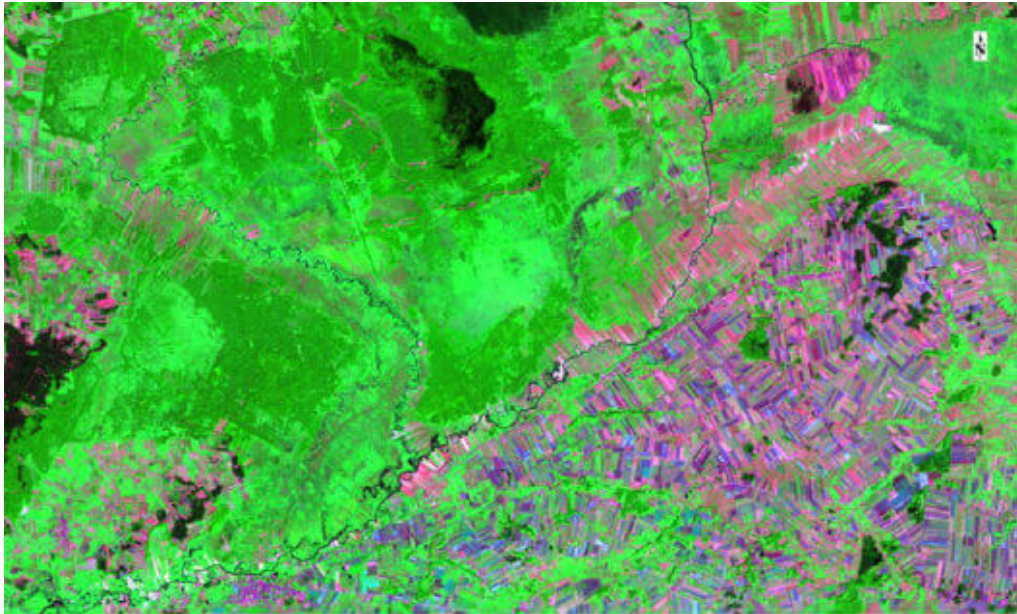
Parku o charakterze bagiennym, gdzie gniazda zakłada wiele ptaków zagrożonych wyginięciem, często występujących tylko w Dolinie Biebrzy. Należy pamiętać, iż pożar w ekosystemie przyrodniczym jest klęską ekologiczną, gdyż wprowadza często nieodwracalne zmiany m.in.: zakłóca funkcjonowanie lokalnych ekosystemów, zmniejsza różnorodność biologiczną oraz często niekorzystnie wpływa na mikroklimat i glebę. Uszkodzenie i osłabienie roślin, śmierć organizmów glebowych i zwierząt oraz zniszczenie ich siedlisk, czy nierzadko zmiany składu chemicznego gleby to tylko kilka przykładów negatywnego oddziaływania pożarów na ekosystem przyrodniczy. To, jak pożar wpłynął na ekosystem biebrzańskich bagien i torfowisk okaże się za kilka lat, jednak już teraz można określić, w których miejscach pożar prawdopodobnie najmocniej oddziałał na przyrodę.

Z góry widać więcej

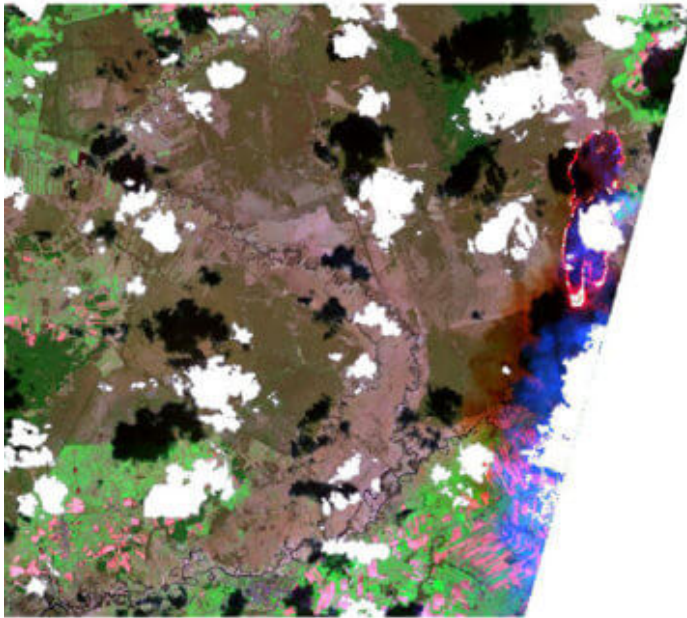
Na pomoc przychodzą nowoczesne rozwiązania geoinformacyjne. W myśl stwierdzenia „z góry widać więcej” dzięki systemom satelitarnym jesteśmy w stanie pozyskać wartościowe informacje dla dużego obszaru. Przykładem jest sensor satelity Landsat 8, który obok kanałów z zakresu światła widzialnego (widoczne dla ludzkiego oka) rejestruje obraz w kanałach bliskiej i średniej podczerwieni oraz w kanałach termalnych (niewidzialnych dla ludzkiego oka). Tak szerokie spektrum kanałów oraz stosunkowo wysoka rozdzielczość przestrzenna pozwala na oszacowanie stopnia degradacji roślinności, a co za tym idzie zbadanie pogorzelska pod kątem intensywności pożaru, który je strawił. Posiłkując się wskaźnikiem intensywności pożaru można wytypować obszary, które w większym lub mniejszym stopniu ucierpiały w wyniku pożaru i na tej podstawie podjąć działania mające na celu wsparcie odbudowy ekosystemów przyrodniczych.

Satelita Landsat 8 zarejestrował pożar na obszarze Biebrzańskiego Parku Narodowego w dniu 20 kwietnia. Na wschodnim krańcu zobrazowania (ryc. 1b.) widoczna jest chmura

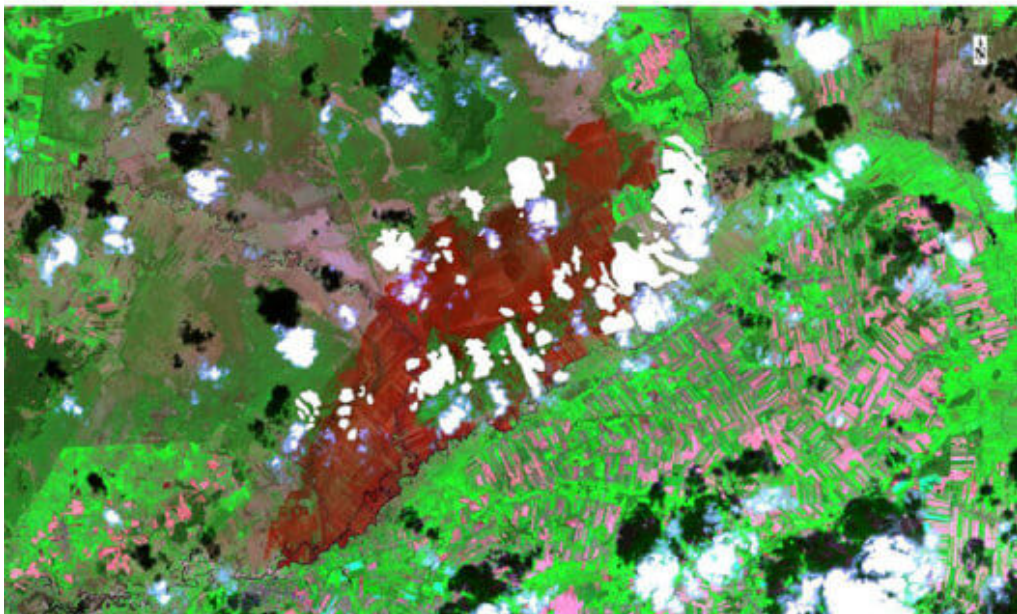
dymu oraz front ognia. Niestety wadą optycznych zdjęć satelitarnych jest widoczne zachmurzenie, które obniża wartość interpretacyjną tych danych. Kolejne zobrazowanie z satelity Landsat 8 o stosunkowo niskim stopniu zachmurzenia zostało wykonane 15 maja (ryc. 1c). Na obrazie widać cały spalony obszar w Biebrzańskim Parku Narodowym. W analizie wykorzystano również zobrazowanie przedstawiające stan obszaru przed pożarem, wykonane w zbliżonej porze roku – 30 czerwca 2019 roku (ryc. 1a.). Do wizualizacji pożaru i pogorzeliska wykorzystano kompozycję barwną 753, która najlepiej obrazuje obszary spalone.



Ryc. 1a



Ryc. 1b



Ryc. 1c

Ryc. 1. Zdjęcia satelitarne Landsat 8 w kompozycji barwnej 753 przedstawiające obszar pogorzelska: a. przed pożarem (30.06.2019), b. w trakcie pożaru (20.04.2020) oraz c. po pożarze z maską chmur (15.05.2020). Zdjęcia zostały wyświetlone oraz nadano im odpowiednią kompozycję barwną w programie Envi.

Wskaźnik intensywności ognia

Istnieje kilka teledetekcyjnych wskaźników intensywności ognia, dzięki którym można uzyskać informację o stopniu w jakim został spalony dany obszar oraz degradacji roślinności. Jednym z najpopularniejszych jest wskaźnik NBR (ang. Normalized Burn Ratio Index), który wykorzystuje kanały bliskiej podczerwieni (NIR) i średniej podczerwieni (SWIR) do wykrywania wielkopowierzchniowych pożarów.

$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Ulepszoną wersją wskaźnika NBR jest wskaźnik NBRT1 (ang. Normalized Burn Ratio Thermal 1), w którym obok kanałów NIR i SWIR wykorzystywany jest kanał termalny (Thermal). Satelita Landsat 8 rejestruje obraz w kanałach termalnych, toteż właśnie wskaźnik NBRT1 został wykorzystany do poniższej analizy.

$$NBRT1 = \frac{(NIR - SWIR \frac{Thermal}{1000})}{(NIR + SWIR \frac{Thermal}{1000})}$$

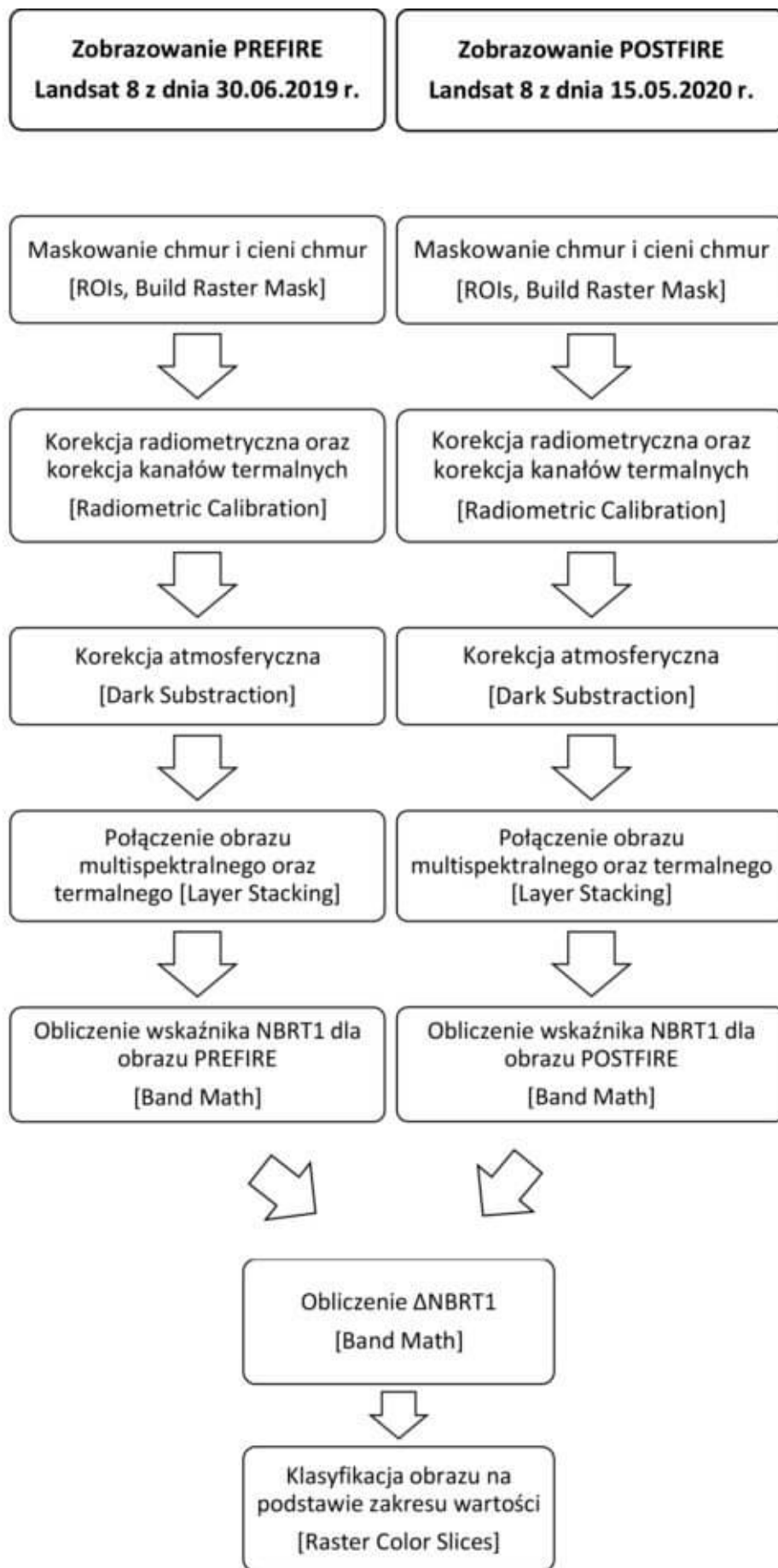
Aby móc określić „surowość” pożaru, czyli otrzymać informację jak intensywnie został spalony dany obszar, co jednoznacznie wiąże się z degradacją roślinności na tym terenie, należy obliczyć wartość $\Delta NBRT1$. Potrzebne są dwa zobrażenia satelitarne – zdjęcie sprzed (30.06.2019 – prefire) i po

pożarze (15.05.2020 – postfire). Dla obu zdjęć obliczany jest wskaźnik NBRT1. W wyniku odejmowania obrazów NBRT1 sprzed i po pożarze otrzymujemy wartość Δ NBRT1.

$$\Delta\text{NBRT1} = \text{NBRT1}_{\text{prefire}} - \text{NBRT1}_{\text{postfire}}$$

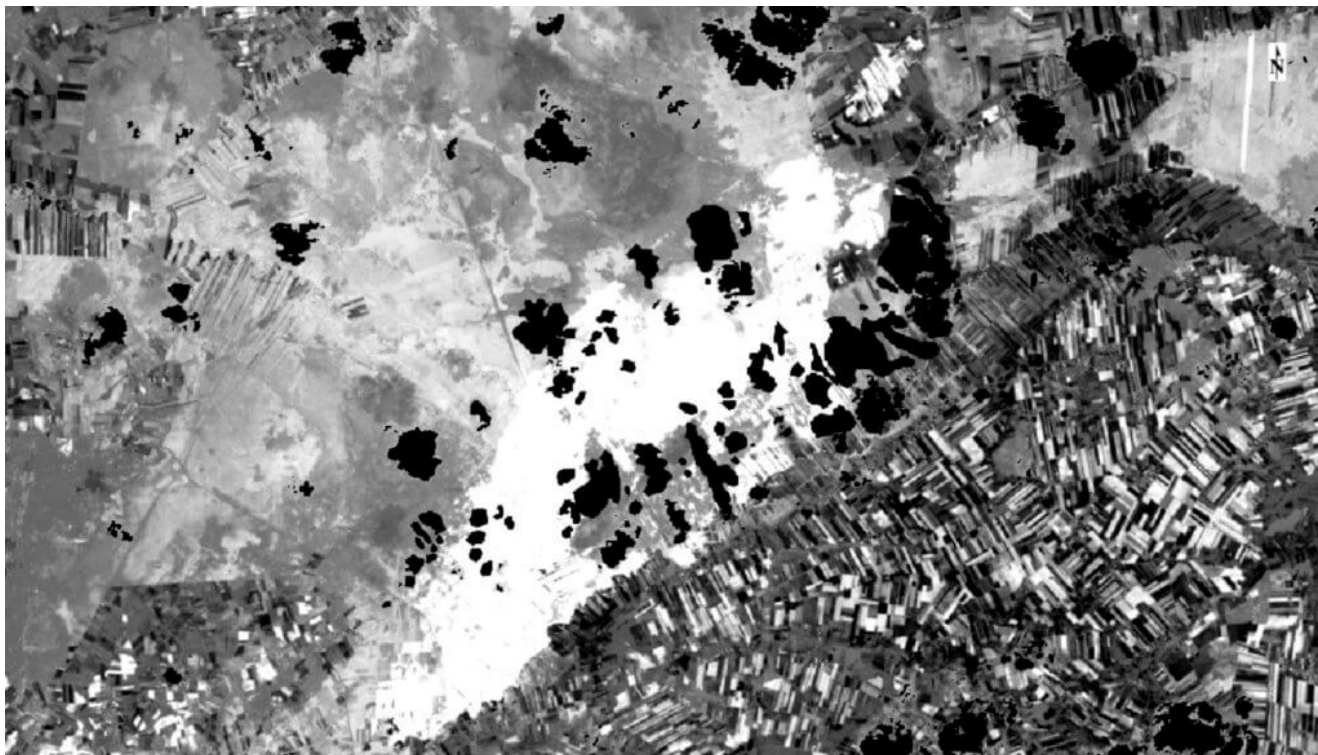
Envi – środowisko dla danych teledetekcyjnych

Program Envi służy do zaawansowanego przetwarzania zobrazowań satelitarnych pochodzących z różnych sensorów i platform. Jest bogatym środowiskiem wykorzystującym sprawdzone metody naukowe oraz zautomatyzowane procesy do przetwarzania danych teledetekcyjnych. Envi wykorzystano do opracowania danych na potrzeby omawianej analizy. Wykonano wstępne przetworzenia zobrazowań sprzed i po pożarze obejmujące maskowanie, korekcję radiometryczną oraz atmosferyczną, obliczono wskaźniki NBRT1 oraz Δ NBRT1, a następnie dokonano klasyfikacji degradacji roślinności wskutek pożaru. Poniższy schemat przedstawia metodykę pracy w programie Envi:



Ryc. 2. Schemat metodyki pracy w programie ENVI.

Po wykonaniu kroków przedstawionych na schemacie, otrzymano obraz Δ NBRT1 będący wynikiem odjęcia od siebie wskaźników NBRT1 obliczonych na zobrażowaniach sprzed i po pożarze (ryc.3).

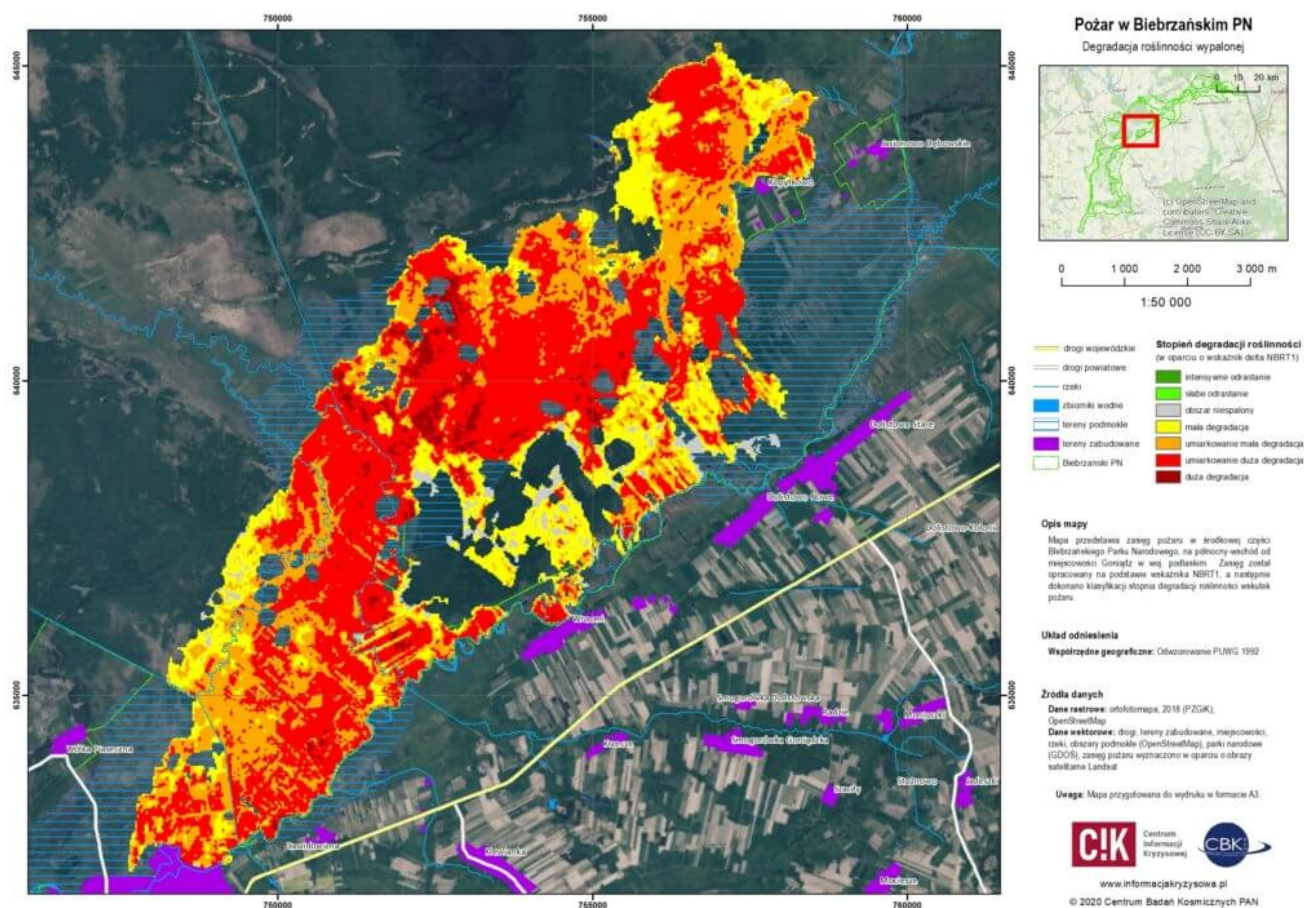


Ryc. 3. Obraz Δ NBRT1. Najjaśniejsze piksele przedstawiają obszar spalony w centralnej części obrazu. Przyjmują one najwyższe wartości. Rozproszone czarne plamy na obrazie to zamaskowane chmury i ich cienie, którym przypisano wartość NoData.

Ostatnim krokiem analizy była klasyfikacja obrazu Δ NBRT1 zgodnie z legendą proponowaną przez U.S. Geological Survey FIREMON program. W tym celu wykorzystano opcję Raster Color Slices w programie Envi, a następnie wyeksportowano wynik jako obraz sklasyfikowany.

W programie ArcMap opracowano mapę przedstawiającą stopień degradacji roślinności wypalanej, co odnosi się bezpośrednio do intensywności ognia, który strawił badany obszar (ryc. 4). Zastosowana legenda obejmuje zarówno tereny, na których roślinność odrasta, jak i te o różnym stopniu degradacji

roślinności. Poniższa mapa pozwala wytypować obszary, które zostały najbardziej dotknięte pożarem. Tego rodzaju informacja może zostać wykorzystana przez służby Parku podczas prac związanych z odbudową ekosystemów przyrodniczych po pożarze.



Ryc. 4. Mapa degradacji roślinności wypalonej (niewielkie obszary zostały nieuwjęte w analizie ze względu na zachmurzenie).

Bibliografia:

- Z.A Holden; P. Morgan; A.M.S. Smith; M Rollins; P.E. Gessler (2005). *Evaluation of novel thermally enhanced spectral indices for mapping fire perimeters and comparisons with fire atlas data*. International Journal of Remote Sensing, Vol. 26, No. 21, 4801-4808.
- Keeley, J. E. (2009). *Fire intensity, fire severity and*

- burn severity: A brief review and suggested usage.*
International Journal of Wildland Fire, 18(1), 116–126.
- <https://www.harrisgeospatial.com> – Burn Indices Tutorial

Centrum Informacji Kryzysowej CBK PAN wspiera zarządzanie kryzysowe w Polsce, specjalizując się m.in. we wdrażaniu nowoczesnych rozwiązań opartych o obserwacje satelitarne i lotnicze (w tym drony), oraz szeroko pojętą geoinformację. Zagadnienia związane z pożarami, w tym szacowanie ryzyka pożarowego w Europie, są również przedmiotem badań naukowców Zakładu Obserwacji Ziemi CBK PAN.