

SentinAir: smog z kosmicznej perspektywy

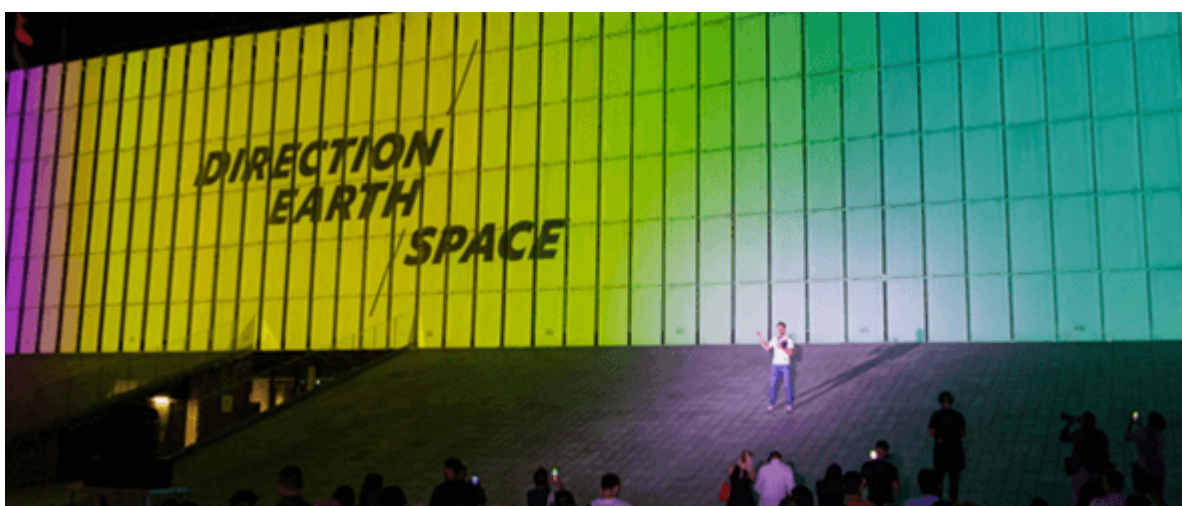
Zanieczyszczenie powietrza: globalny problem

Zanieczyszczenie powietrza jest jednym z największych wyzwań współczesnego świata, wpływając negatywnie na zdrowie ludzi i środowisko. Smog, szczególnie w miastach, stał się widzialnym symbolem tego problemu. Choć naziemne stacje pomiarowe i sieci czujników pozwalają monitorować poziomy zanieczyszczeń (np. PM2.5 i PM10), nie wszędzie mamy do nich dostęp, szczególnie w mniej zurbanizowanych obszarach. Czy w takiej sytuacji można sięgnąć po inne metody? Okazuje się, że tak – odpowiedź na to pytanie postanowili znaleźć członkowie zespołu Czyste Powietrze, jednej z czterech grup biorących udział w projekcie edukacyjnym Kampus Kreatywny Direction Earth/Space. W ramach programu zespół **poszukiwał innowacyjnych sposobów na wykorzystanie technologii kosmicznych oraz GIS do analizy zanieczyszczenia powietrza.**

Direction Earth/Space: kreatywność napędzana technologią

Direction Earth/Space to inicjatywa Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), która w 2023 roku połączyła edukację z innowacją. Projekt zrealizowano w partnerstwie z Europejską Stolicą Młodzieży – Lublin 2023 i Miastem Lublin, a za jego realizacją odpowiadało studio kreatywne Science Now. ESA

odgrywa kluczową rolę nie tylko w **eksploracji kosmosu**, ale także w **edukacji i popularyzacji technologii kosmicznych**. Instrumenty pomiarowe umieszczone w kosmosie prowadzą obserwacje w dwóch kierunkach: w kierunku Ziemi lub w kierunku głębokiego kosmosu. Nazwa programu edukacyjnego Direction Earth/Space (DES) wprost nawiązuje do tych dwóch, równoważnych perspektyw (Fot. 1). Z inicjatywy DES odbyło się łącznie 45 wydarzeń **przybliżających technologie kosmiczne społeczeństwu**.



Rys. 1. Inauguracja programu DES w Lublinie przez Sławosza Uznańskiego.

Jednym z kluczowych wydarzeń był **Kampus Kreatywny** w Lublinie, organizowany we współpracy z Europejską Stolicą Młodości i przeprowadzony w metodologii SPL0T Institute. Projekt zgromadził 26 uczestników z różnych dziedzin – od nauk ścisłych po sztukę – którzy w interdyscyplinarnych zespołach szukali rozwiązań dla wyzwań społecznych i środowiskowych. W ramach programu zostały zrealizowane **projekty w czterech ścieżkach tematycznych**: Czyste Powietrze, Miejski Stres, Z Pola na Widelec i Wyzwanie Klimatyczne XR.

Zespół Czyste Powietrze skupił się na prototypowaniu rozwiązań związanych z zanieczyszczeniem powietrza. Ich zadanie brzmiało ambitnie: **Czy smog widać z kosmosu?** W ramach programu poszukiwali **innowacyjnych sposobów na wykorzystanie technologii kosmicznych** oraz **GIS** do analizy zanieczyszczenia powietrza. W skład zespołu weszli (fot. 2): Ewa Bubula, Michał Hęćka, Klara Grochowska, Alicja Kryczka, Florentyna Sołtysiak, Anastasiia Popova i Maciej Szulczewski oraz ekspert ESA – Massimiliano Ferrante (ESA Centre for Earth Observation). W zakresie przetwarzania danych EO, zespół wspierały również dr Ewa Grabska-Szwagrzyk oraz dr Adriana Marcinkowska-Ochtyra, mentorem grupy był dr Szymon Chmielewski.



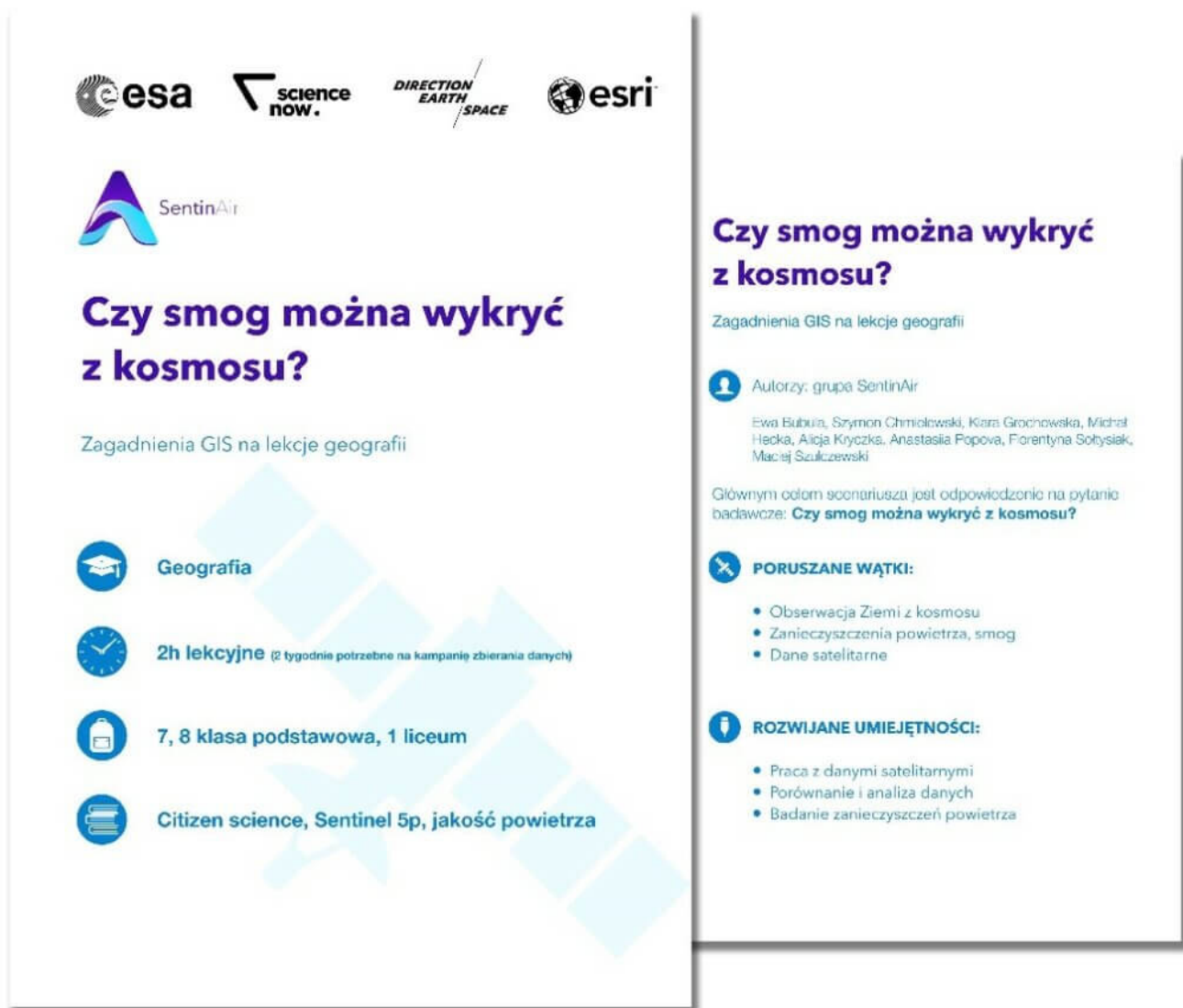
Rys. 2. Zespół SentinAIR podczas warsztatów stacjonarnych w Lublinie.

Satelity i smog: jak to działa?

Jednym z najważniejszych narzędzi projektu SentinAir był satelita ESA **Sentinel-5P**, zbierający dane o zawieszonych

aerozolu (Aerosol Index). Dane te są kluczowe dla monitorowania jakości powietrza, szczególnie tam, gdzie brakuje czujników naziemnych. Choć satelitarne pomiary pyłów (Aerosol Optical Depth – AOD) nie zawsze w pełni korelują z naziemnymi odczytami (korelacja wynosi od 0.5 do 0.9), pozwalają one na skuteczne identyfikowanie ognisk zanieczyszczeń. Zespół SentinAir wyznaczył trzy kluczowe obszary, na których oparty miał być prototyp: **dane z obserwacji Ziemi (E0), zanieczyszczenie powietrza oraz nauka obywatelska (Citizen Science, CS)**. Możliwość detekcji zjawiska smogu z kosmosu i korelacja z odczytami naziemnymi stały się tematem przewodnim tworzonego prototypu.

Jednym z kluczowych wyzwań było włączenie do procesu **nauki obywatelskiej**, tak aby każdy mógł wziąć udział w zbieraniu danych i analizie smogu. Aby uniknąć powielania już istniejących projektów w formule nauki obywatelskiej (np. smogomierz) oraz aby wysoki próg wejścia (skomplikowana tematyka i technologia wykorzystywana w projekcie), nie zniechęcała potencjalnych użytkowników, Zespół zdecydował, iż stworzy prototyp edukacyjny w formie **scenariusza lekcji** (rys.3.), w którym użytkownik będzie zapisywał i udostępniał wyniki analiz danych E0 za pomocą aplikacji mapowej **WebGIS**. Zadbano, aby treści scenariusza lekcji były **zbieżne z treściami programowymi podstawy programowej** lekcji geografii klas 7-8 szkoły podstawowej i 1 liceum.



Rys. 3. "Czy smog można wykryć z kosmosu?" – prototyp edukacyjny w formie scenariusza lekcji.

Edukacja przez GIS: trzy warianty ścieżek edukacyjnych

Zespół SentinAir opracował trzy ścieżki edukacyjne: Młody Badacz, Młody Odkrywca i Młody Naukowiec, różniące się stopniem zaawansowania i sposobem angażowania uczniów w naukę.

- **Młody Badacz:** Uczniowie porównują dane o smogu z różnych

źródeł internetowych, zbierają je i wprowadzają do kwestionariusza Survey123, ucząc się o monitorowaniu jakości powietrza.

- **Młody Odkrywca:** Uczniowie analizują dane o zanieczyszczeniach przy użyciu Google Earth Engine, oswajając się z językiem programowania oraz pozyskanymi danymi dotyczącymi zanieczyszczeń.
- **Młody Naukowiec:** Najbardziej zaawansowana ścieżka, w której uczniowie używają sensora SentinAir do pomiarów zanieczyszczeń, korelują je z danymi teledetekcyjnymi i zapisują wyniki w Survey123.

Czujnik SentinAir: mały, ale skuteczny

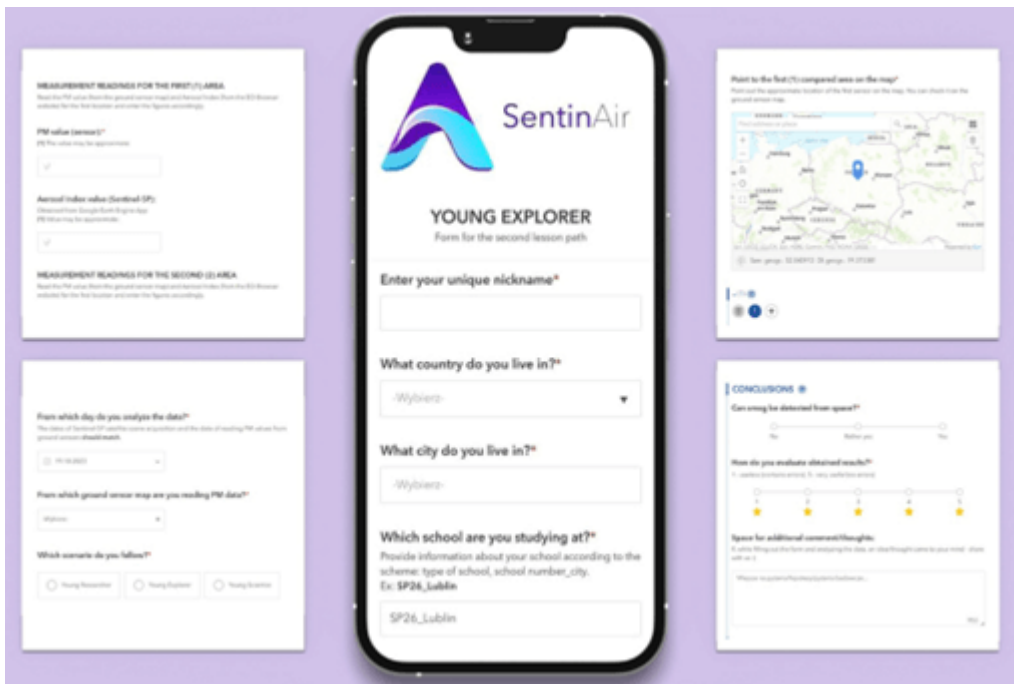
Czujnik SentinAir to kompaktowe urządzenie łączące mikrokontroler ESP32, moduł GPS, czujnik 3w1 (mierzący temperaturę, wilgotność i ciśnienie) oraz główny czujnik do pomiaru cząsteczek stałych w powietrzu. Dane zapisywane są w formacie GeoJSON, co umożliwia ich łatwą integrację z aplikacjami GIS. Urządzenie umożliwia 50 godzin pracy w terenie, wykonując pomiary co dwie minuty. Wyniki są analizowane za pomocą przygotowanego algorytmu Python, co pozwala na szybkie raportowanie.



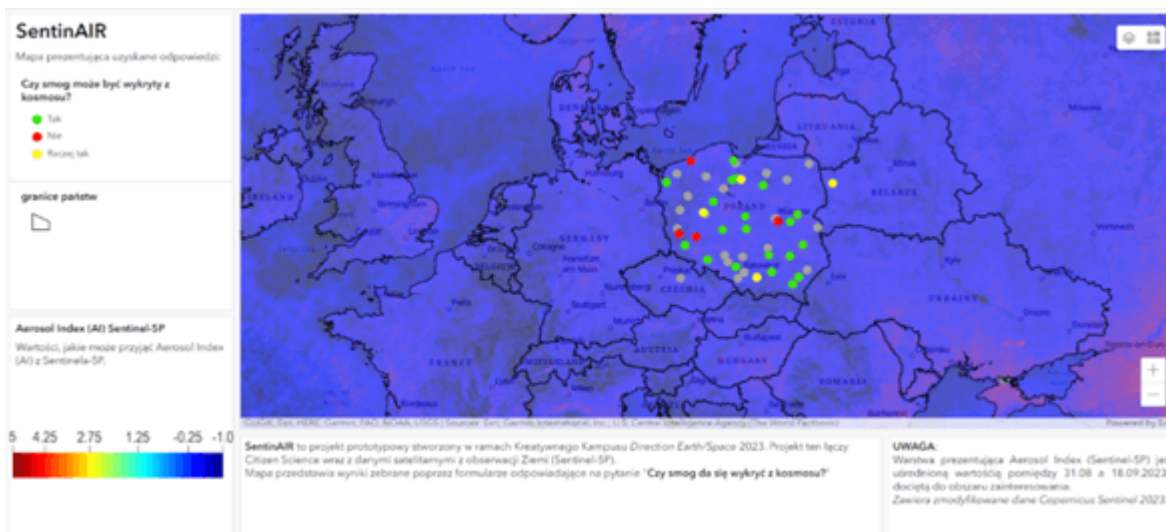
Rys. 4. Zestaw pomiarowy SentinAIR.

ArcGIS Online jako platforma Citizen Science

Jednym z kluczowych elementów projektu była platforma ArcGIS Online umożliwiająca **jednolite zbieranie obserwacji** wykonanych w ramach różnych ścieżek scenariusza lekcji SentinAIR. Dzięki przygotowanej **aplikacji** ArcGIS Survey123 (rys. 5) dane z obserwacji były zbierane i zapisywane w chmurze, natomiast za **wizualizację wyników** odpowiedzialny był moduł ArcGIS Dashboards (rys. 6). Dzięki temu uczniowie stali się **częścią większej inicjatywy naukowej**, która nie tylko pozwalała na naukę o smogu, ale również **angażowała** ich w rozwiązywanie **globalnych problemów** związanych ze środowiskiem.



Rys. 5. Przykładowy formularz do zbierania danych za pomocą ArcGIS Survey123.



Rys. 6. Zrzut ekranu z ArcGIS Dashboard. Wizualizacja przykładowych danych.

Projekt zespołu SentinAIR stanowi przykład **zastosowania GIS w edukacji pozaformalnej** dotyczącej **obserwacji Ziemi i jakości powietrza**. Dzięki współpracy interdyscyplinarnego zespołu, złożonego z młodych naukowców, edukatorów i pasjonatów

technologii kosmicznych, udało się stworzyć narzędzie, które nie tylko pomaga w monitorowaniu smogu, ale także również **angażuje młodych ludzi** do samodzielnego badania wybranych aspektów zanieczyszczenia powietrza.

SentinAir: projekt otwarty na przyszłość

Projekt SentinAir, jako prototyp, zakończył się wraz z Kampusem Kreatywnym, ale jego twórcy chcą kontynuować działania. Stworzone scenariusze lekcji są gotowe do wdrożenia w szkołach, jednak brakuje instytucji, która formalnie byłaby zainteresowana hostowaniem sensora. **Projekt wciąż pozostaje otwarty na potencjalną współpracę.** Osoby i instytucje zainteresowane współpracą zapraszamy do kontaktu z dr. Szymonem Chmielewskim, mentorem projektu.

Dodatkowe informacje o projekcie SentinAIR można uzyskać po adresem:

<https://www.behance.net/gallery/183917815/SentinAIR-E0-solution-towards-Clean-Air>.

Więcej informacji na temat Kampusu Kreatywnego można znaleźć pod adresem:

<https://www.behance.net/gallery/190117529/Direction-EarthSpace-Creative-Campus>."

Kampus Kreatywny odbywał się w ramach Direction Earth/Space – inicjatywy European Space Agency (ESA) organizowanej w partnerstwie z Europejską Stolicą Młodzieży – Lublin 2023 i Miastem Lublin. Za realizację odpowiadało studio Science Now.

Patronat honorowy: Prezydent Miasta Lublin Miasto Lublin, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Ministerstwo Edukacji i Nauki. Partnerzy inicjatywy: Europejska Stolica Młodzieży Lublin 2023, Miasto Lublin, Lublin przedsiębiorczy i kreatywny, European Youth Forum, POLSA Polska Agencja Kosmiczna, CloudFerro S.A., ICEYE, ESA BIC Poland, SKENDE, Lubelska Wyżyna IT, Fundacja Empiria i Wiedza, SpaceShip, New Space Foundation, ACKiM UMCS Chatka Żaka, Centrum Kultury w Lublinie, Lubelski Festiwal Nauki, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Politechnika Lubelska, Katolicki Uniwersytet Lubelski, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego.