



POLSKO-JAPOŃSKA  
AKADEMIA TECHNIK  
KOMPUTEROWYCH

## **Detekcja składowisk odpadów na podstawie zdjęć z dronów z użyciem modeli uczenia maszynowego**

*PJATK - ZTM - Wykorzystanie ML/AI w Multimediami*

### **Dokumentacja prototypu projektu**

*Autorzy:*

- *Serhii Krasnoiarskyi (s18943)*
- *Witold Kurpiewski (s16687)*
  - *Jan Masny (s23453)*
- *Patryk Pajączkowski (s17009)*
- *Jacek Spaliński (s26557)*

### **Opis problemu**

Zanieczyszczenie środowiska jest realnym problemem, z którym obecnie musi mierzyć się społeczeństwo. Problem ten w jakimś stopniu dotyka każdego państwa na świecie. Co więcej, jest to problem z kategorii problemów “wspólnych”, ponieważ zanieczyszczenie środowiska nie zna granic i w długiej perspektywie może wpływać na obniżenie się jakości życia wszystkich ludzi na świecie, niezależnie od płci, wieku czy kultury, z której pochodzą. Temat ten jest ściśle związany z tak dobrze nam znaną ekologią.

Jednym z częstych problemów występujących w Polsce jest nielegalne pozbywanie się odpadów komunalnych w miejscach do tego nieprzeznaczonych. Śmieci często trafiają na teren obszarów zielonych, takich jak lasy, łąki czy miejskie trawniki. Powoduje to zanieczyszczenie środowiska, ponieważ większość śmieci rozkłada się w naturze przez setki lat. Tworzy to szereg zagrożeń dla fauny i flory leśnej. Nielegalne składowanie odpadów łatwopalnych może prowadzić do pożarów, a na przykład puste butelki mogą się okazać

śmiertelną pułapką dla owadów czy małych zwierząt<sup>1</sup>. Składy odpadów mogą też mieć negatywne konsekwencje dla klimatu, gdyż z takich składowisk wydziela się do atmosfery metan (gaz cieplarniany)<sup>2</sup>.

### **Proponowane rozwiązanie**

W celu zredukowania zanieczyszczenia środowiska chcielibyśmy zaproponować rozwiązanie w postaci algorytmu detekcji śmieci na podstawie wideo/zdjęć przesłanych przez drona skanującego obszary zielone. Wykorzystując bardzo wysoką mobilność dronów można by przeskanować wiele obszarów zielonych w poszukiwaniu pozostawionych tam śmieci. Następnie na podstawie lokalizacji śmieci, odpowiednie ekipy sprzątające mogłyby zostać tam wysłane w celu uprzątnięcia śmieci zanim zanieczyszczenia spowodują negatywne skutki dla środowiska.

Dodatkowo, w miejscach gdzie nielegalne składowanie odpadów zostało by zidentyfikowane, można zainstalować tzw. fotopułapki, które robiłyby zdjęcia osobom pozostawiającym tam odpady. Następnie takie osoby byłyby ukarane, co miało by efekt odstrasżający i prowadziło do ograniczenia powstawania takich składow odpadów w przyszłości<sup>3</sup>.

### **Opis użytkowników, rynku i konkurencji**

Użytkownicy:

Ostatecznymi "użytkownikami" byłoby całe społeczeństwo, ponieważ rozwiązania z obszaru ekologii wpływają pozytywnie na jakość życia wszystkich z nas.

Rynek:

Naszym rozwiązaniem postaramy się zainteresować przede wszystkim gminy. Tego typu projekt może być interesujący dla tych podmiotów ze względu na możliwość uzyskania dofinansowania z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej<sup>4</sup>. Skorzystał z tego już m.in. Kalisz<sup>5</sup> czy Mysłowice<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/aktualnosci/smieci-ciaglym-problemem-w-lasach>

<sup>2</sup> <https://www.gios.gov.pl/pl/aktualnosci/318-odpady-problem-czy-zasob>

<sup>3</sup> [https://www.rmfm24.pl/fakty/polska/news-walka-z-nielegalnymi-wysypiskami-smieci-fotopulapki-w-nadarz,nld,5465495#crp\\_state=1](https://www.rmfm24.pl/fakty/polska/news-walka-z-nielegalnymi-wysypiskami-smieci-fotopulapki-w-nadarz,nld,5465495#crp_state=1)

<sup>4</sup> <https://www.gov.pl/web/nfosiow/narodowy-fundusz-ochrony-srodowiska-i-gospodarki-wodnej>

<sup>5</sup> <https://www.gov.pl/web/nfosiow/likwidacja-skladowiska-odpadow-niebezpiecznych-w-kaliszu-przy-wsparciu-z-nfosiow>

<sup>6</sup> <https://myslowice.naszemiasto.pl/likwidacja-nielegalnego-skladowisko-odpadow-z-myslowickiej/ar/c1-8876253>

W Polsce znajduje się 2477 gmin<sup>7</sup>. Zakładamy, że uda nam się zakontraktować ok. 4% z nich, czyli 100 gmin i to będą nasi klienci.

Konkurencja:

Przedsiębiorstwo DRONpol<sup>8</sup> oferuje podobne usługi, choć ich uwaga skupia się w głównej mierze na detekcji zanieczyszczeń w powietrzu i detekcji miejsc nielegalnego spalania odpadów. Również przedsiębiorstwo USM Sp. z o.o. oferuje drony (i szkolenia z ich obsługi), które specjalizują się w wykrywaniu gazów wysypiskowych<sup>9</sup>. Nie są to jednak rozwiązania identyczne do tego, co my proponujemy.

### **Uzasadnienie inwestycji (np. innowacyjność i oszczędność)**

Oszczędność:

- skanowanie terenów zielonych przez drona jest szybsze niż w wykonaniu człowieka, a zatem oszczędza się czas. Zaoszczędzony czas to zaoszczędzone pieniądze.
- wykorzystanie dronów zmniejsza również liczbę osób potrzebnych do wykonania tego zadania, dzięki czemu można wykorzystać te wolne zasoby ludzkie gdzie indziej.

Innowacja:

- użycie dronów robiących zdjęcia z wysokości pozwala pokryć większy obszar niż przy fizycznej inspekcji przez człowieka. Drony potrafią dotrzeć w miejsce, które mogą być trudnodostępne dla człowieka. Daje to szansę na zidentyfikowanie składowisk, które w innym przypadku zostałyby przeoczone.

### **Wymagane komponenty i ich koszt**

Stworzenie rozwiązania:

Szacujemy, że stworzenie systemu zajęłoby nam 200 godzin, gdzie każda godzina takiej pracy warta jest 150 zł. Daje to łącznie 30000 zł.

Drony:

---

<sup>7</sup> <https://www.gov.pl/web/ksng/podzial-administracyjny-polski>

<sup>8</sup> <https://dronpol.com/>

<sup>9</sup> <https://usm.net.pl/produkty/17-wysypiska-oczyszczenie-sowa>

Zakładamy, że na 10 gmin potrzeba 1 drona i 1 osobę do obsługi/koordynacji. Wybraliśmy drona Skydio 2+ ze względu na rozbudowane funkcje autopilota. Koszt takiego drona w wersji enterprise to ok. 22000 zł (4997 USD)<sup>10</sup>. Operatorowi drona proponujemy średnią krajową, która wynosi obecnie 7330 zł miesięcznie<sup>11</sup>, czyli ok. 88 tys. zł rocznie.

Model sztucznej inteligencji:

Do rozpoznawania, czy na danym zdjęciu występuje składowisko odpadów czy nie, wykorzystamy model uczenia maszynowego do przetwarzania obrazu dostarczony przez Google, tzw. Cloud Vision API. Jest to usługa chmurowa, która oferuje model kosztowy "pay as you go", czyli koszt zależy od liczby przetworzonych obrazów. Na tym etapie trudno jest oszacować jaką ilość danych będziemy przetwarzać, ale standardowa cena to 1,5 USD za 1000 jednostek<sup>12</sup>.

### **Kryteria sukcesu**

Kryteria jakościowe:

- rozpoznawanie śmieci ze zdjęć (a później z filmów)
- mniej zanieczyszczeń na obszarach zielonych
- poprawa kondycji środowiska naturalnego
- znalezienie częstych punktów nielegalnego składowania śmieci (można zniwelować instalując kamery)

Kryteria ilościowe:

W Polsce średnio w roku likwiduje i identyfikuje (ale bez likwidacji) się ponad 12 tys. nielegalnych wysypisk odpadów<sup>13</sup>. Zakładamy, że są one równomiernie podzielone na gminy w Polsce. W naszych planach zakontraktowania 4% gmin, daje nam to 480 wysypisk. Liczymy, że z pomocą naszego rozwiązania udało by się namierzyć 25% więcej takich nielegalnych wysypisk, co oznacza likwidację (bądź identyfikację i przygotowanie do likwidacji) dodatkowych 120 wysypisk rocznie. Jeśli nasze rozwiązania zdawałoby egzamin i więcej gmin by się nim zainteresowało, to ta liczba mogłaby wzrosnąć.

---

<sup>10</sup> <https://shop.skydio.com/products/skydio-2-enterprise-kit-2>

<sup>11</sup> <https://www.zadluzenia.com/srednia-krajowa/>

<sup>12</sup> <https://cloud.google.com/vision/pricing>

<sup>13</sup> <https://demagog.org.pl/wypowiedzi/dziki-wysypiska-smieci-ile-jest-ich-w-polsce/>