



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**  
**Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej**

## Praca dyplomowa

Modelowanie i optymalizacja produkcji rolnej  
Modeling and Optimization of Agricultural Production

Autor:	Piotr Paweł Hudaszek
Kierunek studiów:	Automatyka i Robotyka
Opiekun pracy:	Dr inż. Piotr Kadłuczka

Kraków, 2022

## Spis treści

Wstęp.....	3
1    Opis zagadnienia .....	4
1.1    Model matematyczny .....	4
1.2    Model a rzeczywisty problem.....	5
2    Opracowanie algorytmu ewolucyjnego .....	6
3    Implementacja algorytmu .....	7
4    Testy algorytmu .....	8
5    Podsumowanie .....	9
6    Literatura.....	10

## Wstęp

Zastosowanie badań operacyjnych w problemach z dziedziny rolnictwa nie jest prostym zadaniem między innymi z powodu dużej ilości koniecznej wiedzy na temat procesu uprawy i ograniczeń z nią związanych. Wiedza ta ma często charakter indywidualny dla danego przedsiębiorstwa. Dlatego w tej pracy podjęto się próby stworzenia elastycznego programu pozwalającego użytkownikowi wprowadzić proces uprawy jako ciąg czynności wraz koniecznymi zasobami na każdym etapie.

Program ma za zadanie zoptymalizować terminarz upraw na określonej liczbie pól tak aby zbilansować dostępne zasoby. Program został napisany w Pythonie jako że jest to jeden z bardziej popularnych języków programowania który wciąż się rozwija i zyskuje popularność. Jako algorytm optymalizacji wybrano algorytm genetyczny.

W pierwszym rozdziale został opisany model matematyczny wraz z rozważaniem na temat użytych uproszczeń i przydatności modelu w realnych zastosowaniach. Rozdział drugi jest poświęcony przystosowaniu algorytmu genetycznego do podanego problemu w tym opisanie użytych operatorów genetycznych. W dalszej części pracy zostały zaprezentowane rozwiązania implementacyjne oraz przeprowadzone testy.

# 1 Opis zagadnienia

## 1.1 Model matematyczny

Funkcja celu

$$f = \sum_{p \in P} \sum_{n \in N_p} \left( \sum_{i=I_{pn}}^{D_k} (m(i, k_{pn}) S_p c_k(i)) - koszt(p, k_{pn}) \right) \rightarrow \max$$

Gdzie:

$I_{np}$  to dzień rozpoczęcia  $n$ -tej uprawy na polu  $p$

$D_k$  to czas uprawy  $k$  rodzaju produktu

$m(i, k)$  to ilość produktu zebrana z pola o jednostkowej powierzchni zależna od dnia  $i$  oraz rodzaju uprawy  $k$

$k_{pn}$  to  $n$ -ty w kolejności rodzaj uprawy na polu  $p$

$S_p$  to powierzchnia pola  $p$

$c_k(i)$  to cena jednostki produktu  $k$  w dniu  $i$

$koszt(p, k)$  to koszt rozpoczęcia uprawy  $k$  rodzaju produktu na polu  $p$

Ograniczenia:

Do dyspozycji mamy  $J$  rodzajów zasobów np. siła robocza, maszyny.

$$\sum_{p \in P}$$

Dla każdego dnia  $i$  i każdego rodzaju zasobu ilość użyta nie może przekroczyć dostępnej.

Do dyspozycji mamy  $J_s$  rodzajów zasobów które mogą być częściowo lub całkowicie zaspokojone przez odpowiednie pole a reszta przez zasoby ogólnie dostępne np. woda, żyzność(nawozy lub żyzna gleba).

$$\sum$$

Dla każdego dnia i każdego rodzaju zasobu ilość użyta nie może przekroczyć dostępnej + ilości która została „pobrana z pola”

Aby uzyskać dany produkt  $k$  rodzaju należy wykonać szereg czynności.

$i$	1	2	3	...	$D_k$
$j_1$	10	10		...	
$j_2$	1	2			
$j_3$	3	2			
...					
$j_n$					
$m$				1000	1000

Postać rozwiązania

$$\left\{ \begin{array}{ccc} (I_{11}, k_{11}), & (I_{12}, k_{12}), & \dots, (I_{1N_1}, k_{1N_1}) \\ (I_{21}, k_{21}), & (I_{22}, k_{22}), & \dots, (I_{2N_2}, k_{2N_2}) \\ & \dots & \\ (I_{P1}, k_{P1}), & (I_{P2}, k_{P2}), & \dots, (I_{PN_P}, k_{PN_P}) \end{array} \right\}$$

	Dzień 1	Dzień 2	Dzień 3	Dzień 4
Pole 1	1	1	1	-
Pole 2	2	2	3	3
Pole 3	-	1	1	1

## 1.2 Model a rzeczywisty problem

## **2 Opracowanie algorytmu ewolucyjnego**

### **3 Implementacja algorytmu**

## **4 Testy algorytmu**



## **5 Podsumowanie**

## **6 Literatura**