

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki
Katedra Inżynierii Bioprocusów, Energetyki i Automatykacji

**XXVIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa
„Problemy Zrównoważonego Rolnictwa, Ochrona Obszarów Wiejskich,
Zasobów Wodnych i Środowiska”
21-22 września 2022 r.**

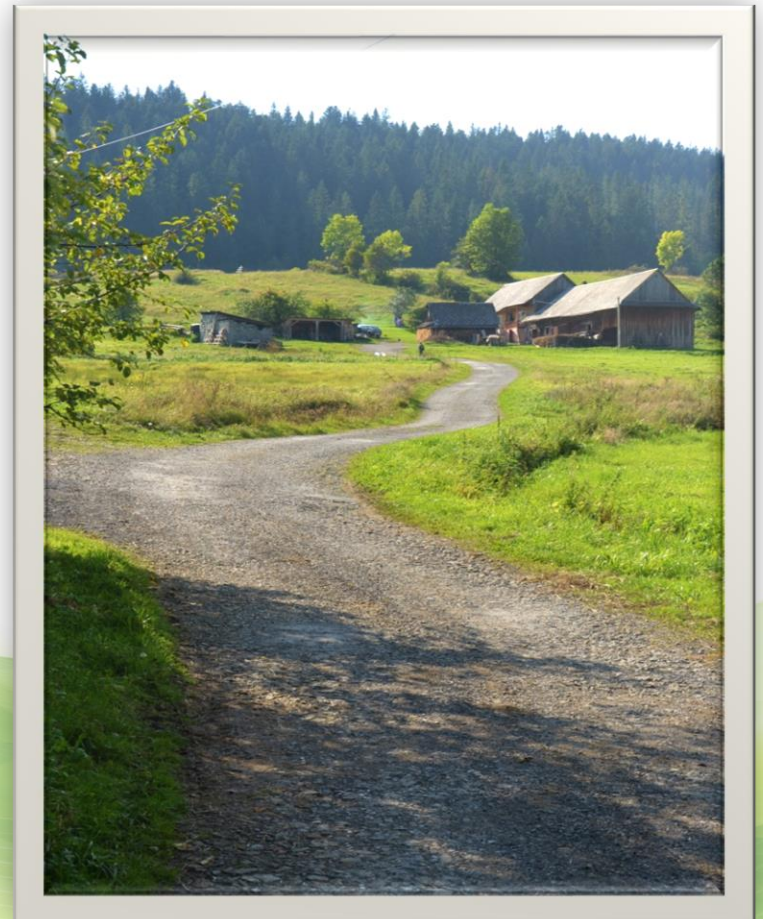
**Wykorzystanie wielokryterialnej analizy AHP
w planowaniu modernizacji
infrastruktury drogowej na obszarach wiejskich**

Mateusz Malinowski, Janusz Kidoń

Drogi gminne

Według stanu na 31 grudnia 2020 r. sieć dróg gminnych w Polsce wynosiła 257 tys. km (w tym na obszarach wiejskich ponad 200 tys. km), z czego 149 tys. km stanowiły drogi o nawierzchni utwardzonej (**91,8 tys. km na obszarach wiejskich**), a 107 tys. km – drogi gruntowe.

Roczne wydatki gmin wiejskich na utrzymanie, remonty i budowę dróg wynoszą około 4 mld zł.



Fot. J. Kidoń

Drogi gminne

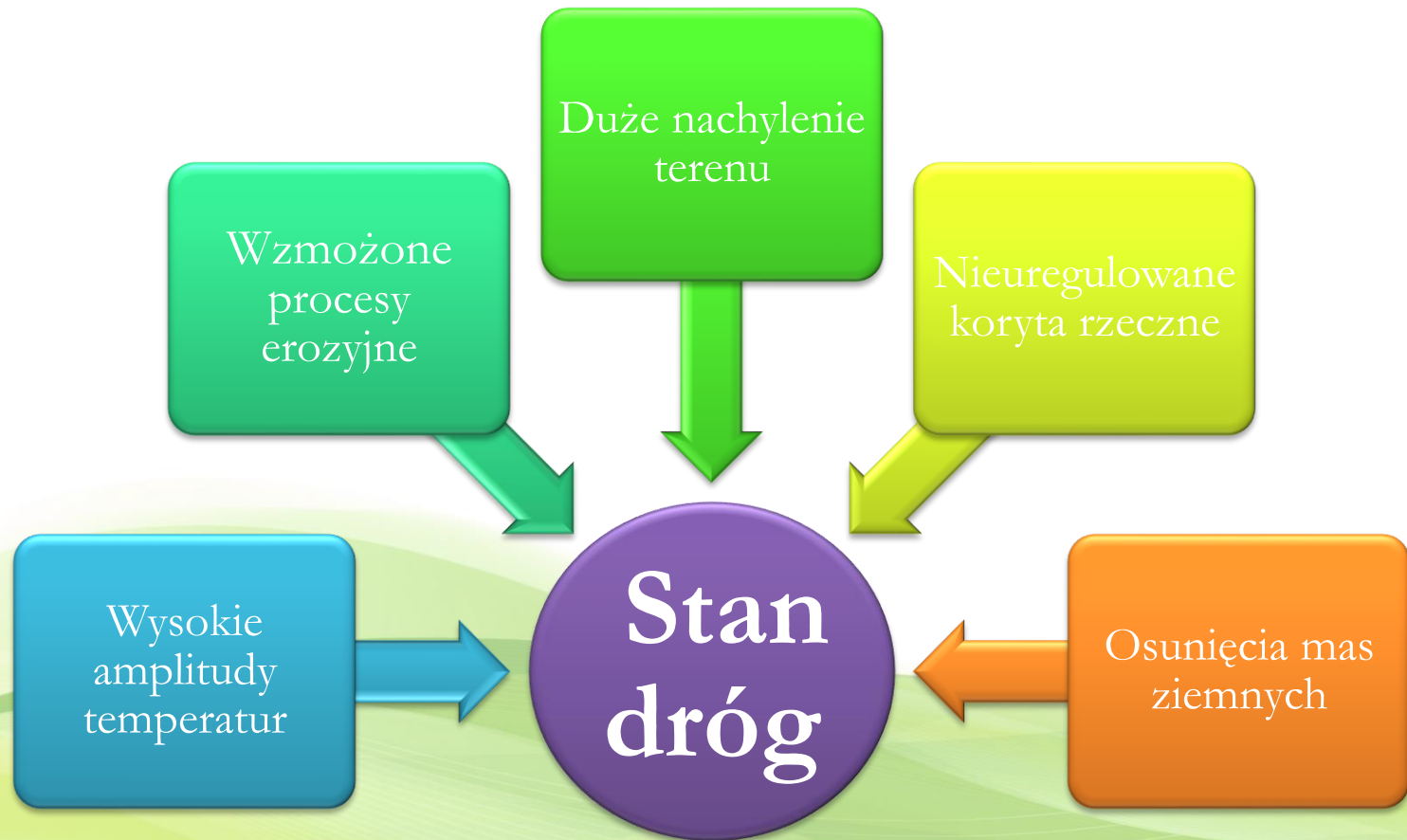


Fot. J. Kidoń

Koszty budowy i remontów dróg pokrywane są ze środków własnych, subwencji i programów rządowych, europejskich, środków PROW i innych.

NIK w 2022 r. stwierdziła, że pomoc z PROW na drogi i targowiska była udzielana prawidłowo, ale środków było zdecydowanie za mało, a w wielu postępowaniach nie brano pod uwagę stanu technicznego drogi lub bezpieczeństwa ruchu.

Drogi gminne



Rys. 1. Czynniki wpływające na zły stan techniczny dróg wiejskich na terenach górskich


Cel pracy



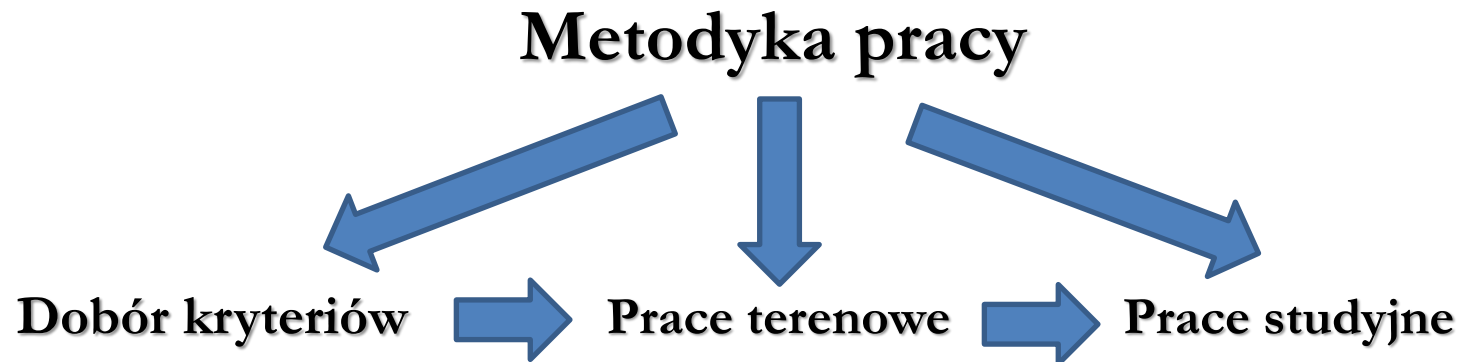
Głównym celem pracy był dobór puli kryteriów optymalizacyjnych dla procesu planowania kolejności modernizacji infrastruktury drogowej w gminach wiejskich oraz weryfikacja przyjętej metody na przykładzie gminy Lipnica Wielka (woj. małopolskie).

Cel pracy zrealizowano z wykorzystaniem wielokryterialnej analizy AHP.

W celu weryfikacji zaproponowanej metody oraz kryteriów wykonano szczegółową inwentaryzację dróg gminnych w trzech wybranych sołectwach gminy Lipnica Wielka (Centrum, Skoczyki i Przywarówka).



Metodyka pracy



- dobór kryteriów
- ocena samorządowców
- uśrednienie wyników
- nadanie wag kryteriom

- inwentaryzacja dróg z wykorzystaniem technologii GPS

- opracowanie kart dróg gminnych
- wykorzystanie metody AHP w celu wskazania kolejności modernizacji kolejnych odcinków dróg w analizowanej gminie – weryfikacja metody

Metoda AHP

Poziom 1

CEL GŁÓWNY – opracowanie technologii

Poziom 2

Czynnik główny 1
(kryterium 1)

Czynnik główny 2
(kryterium 2)

Czynnik główny k
(kryterium k)

Poziom 3

Czynnik cząstkowy 1
(subkryterium 1)

Czynnik cząstkowy 1
(subkryterium 1)

Czynnik cząstkowy 1
(subkryterium 1)

Poziom n-ty

Czynnik cząstkowy n
(subkryterium n)

Czynnik cząstkowy n
(subkryterium n)

Czynnik cząstkowy n
(subkryterium n)

Warianty
decyzyjne

Wariant decyzyjny 1

Wariant decyzyjny 2

Wariant decyzyjny m-ty

Metoda AHP



Ocena liczbowa	Ocena werbalna wariant a^i w porównaniu z wariantem a^j względem rozpatrywanego kryterium jest preferowany
9	ekstremalnie (ogromna przewaga wariantu a^i nad wariantem a^j)
8	bardzo silnie do ekstremalnie (decydent waha się pomiędzy istotnie większą przewagą i ogromną przewagą)
7	bardzo silnie (istotna przewaga wariantu a^i nad wariantem a^j)
6	silnie do bardzo silnie (decydent waha się pomiędzy dużą przewagą i istotnie większą przewagą)
5	silnie (duża przewaga wariantu a^i nad wariantem a^j)
4	umiarkowanie do silnie (decydent waha się pomiędzy niewielką przewagą i dużą przewagą)
3	umiarkowanie (niewielka przewaga wariantu a^i nad wariantem a^j)
2	równoważnie do umiarkowanie (decydent waha się pomiędzy równoważnością i niewielką przewagą wariantu a^i nad wariantem a^j)
1	równoważne (porównywalne warianty decyzyjne lub kryteria są równoważne)

Metoda AHP – kryteria optymalizacyjne

Tabela 1.

Dobre kryteria do oceny AHP

Oznaczenie	Kryteria oceny optymalizacyjnej
K1	Długość drogi (m)
K2	Szerokość drogi (m)
K3	Udział nawierzchni utwardzonej (%)
K4	Udział nawierzchni nieutwardzonej (%)
K5	Liczba gospodarstw domowych zlokalizowanych przy drodze (szt.)
K6	Udział zniszczonej nawierzchni drogi (%)
K7	Udział rowów i odwodnień w całkowitej długości drogi (%)

Metoda AHP – wycena kryteriów

Tabela 2.

Waloryzacja kryteriów optymalizacyjnych (wyniki uśrednione)

Oznaczenie	Kryterium	Waga [%]
K6	Udział zniszczonej nawierzchni drogi (%)	29,3
K5	Liczba gospodarstw domowych zlokalizowanych przy drodze (szt.)	22,7
K7	Udział rowów i odwodnień w całkowitej długości drogi (%)	20,6
K3	Udział nawierzchni utwardzonej (%)	10,2
K1	Długość drogi (m)	7,4
K2	Szerokość drogi (m)	6,2
K4	Udział nawierzchni nieutwardzonej (%)	3,5

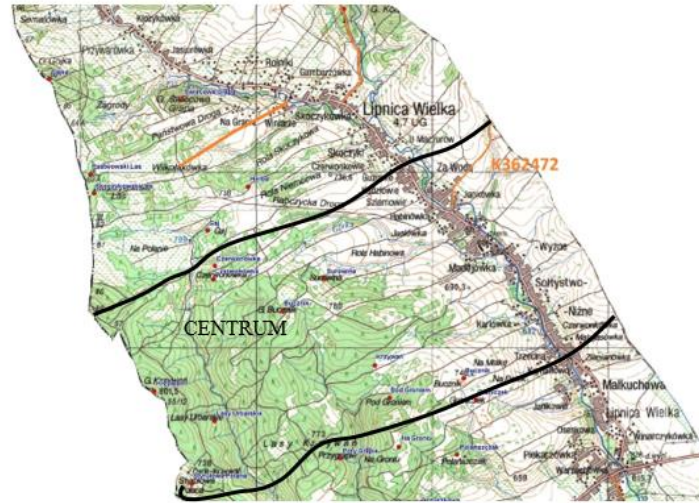
$\lambda = 7,11$ C.R. = 0,018 C.I. = 0,014

Weryfikacja metody



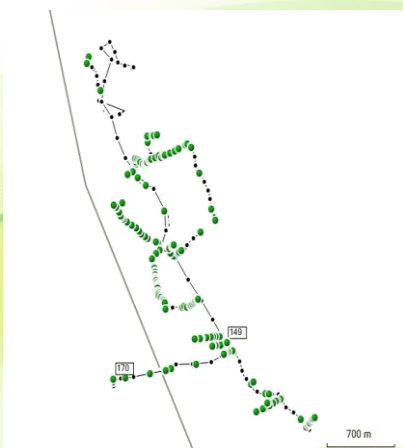
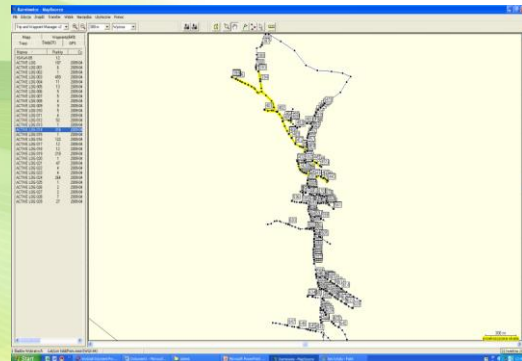
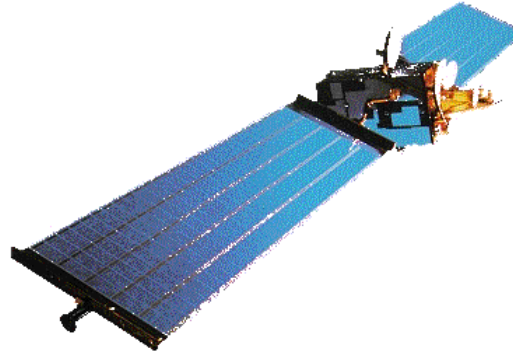
Rys 2. Widok na Babią Górę z Lipnicy Wielkiej
Fot. J. Kidoń

Weryfikacja metody



Rys 3. Sołectwa Skoczynki, Centrum, Przywarówka
Źródło: Urząd Gminy Lipnica Wielka

Weryfikacja metody



Weryfikacja metody – inwentaryzacja

Tabela 3.

Fragment karty inwentaryzacyjnej

Numer punktu zapisany w GPS	Zjazd	Nawierzchnia	Szerokość	Chodnik	Znaki	Uwagi
005		MB	5,0	brak		Przepust Ø300 mm
006	ZP	MB	6,5		Tablica informacyjna	
007		MB				Zniszczona lewa część asfaltu (pow. zniszczeń 10m ²)
008	ZL	GŻ	7,0			Zmiana nawierzchni i szerokości
009		GŻ				Zniszczenie nawierzchni drogi o pow. 1,5m ² , początek rowu odwadniającego
010		GŻ				Początek rowu odwadniającego

Weryfikacja metody – dokumentacja fotograficzna



Wyniki



W wyniku przeprowadzonych badań terenowych zinwentaryzowano 65 dróg o całkowitej długości 22,75 km. Najdłuższa droga posiadała 1360 m, zaś najkrótsza 27 m.

Największy udział nawierzchni utwardzonej został odnotowany w sołectwie Skoczyki, gdzie ponad połowa dróg posiada nawierzchnię bitumiczną (53,78%). Najmniejszy udział nawierzchni utwardzonej odnotowano w sołectwie Przywarówka (18,94%). W tym samym sołectwie znajduje się największa liczba gospodarstw domowych położonych wzdłuż jednej drogi (25 gospodarstw).

Największym problemem infrastruktury drogowej w analizowanej gminie jest udział rowów i odwodnień liniowych przy drogach, który w żadnym z sołectw nie przekraczał 5% długość tych dróg.

Wyniki

Tabela 4.

Parametry techniczne dróg w analizowanych sołectwach

Sołectwo	Wartość	Długość drogi [m]	Szerokość drogi [m]	Udział nawierzchni utwardzonych	Udział nawierzchni nieutwardzonych	Liczba gospodarstwa domowych	Powierzchnia zniszczeń w nawierzchni	Stan rowów i odwodnień
Przywarówka	\bar{x}	405,93	4,13	18,94	81,06	4,81	3,07	2,19
	maxS _i	1360,00	10,00	100,00	100,00	25,00	18,20	4,52
	minS _i	28,00	2,50	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Skoczyki	\bar{x}	270,00	4,64	53,78	46,22	6,33	0,60	1,89
	maxS _i	465,00	5,52	100,00	0	14,00	2,50	3,27
	minS _i	61,00	3,12	0,00	100,00	1,00	0,00	0,00
Centrum	\bar{x}	322,76	5,13	28,74	71,26	5,31	2,56	2,28
	maxS _i	1161,00	11,80	100,00	0,00	21,00	20,00	4,10
	minS _i	27,00	2,50	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
	\bar{x}	350,00	4,65	28,14	71,86	5,24	2,50	2,18

Wyniki

Tabela 5.

Ocena AHP analizowanych dróg (sołectwo Przywarówka)

Oznaczenie drogi	Długość drogi	Szerokość drogi	Udział nawierzchni utwardzonych	Udział nawierzchni nieutwardzonych	Liczba gospodarstw domowych	Powierzchnia ubytków w nawierzchni	Stan rowów i odwodnień
P1 (002-004)	0,026	0,027	0,000	0,000	0,008	0,014	0,017
P2 (005-033)	0,052	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017
P3 (005-033)	0,052	0,030	0,000	0,000	0,015	0,000	0,017
P4 (34-51)	0,095	0,027	0,000	0,000	0,008	0,024	0,017
P5 (52-55)	0,015	0,045	0,000	0,000	0,015	0,000	0,034
P7 (57-73)	0,074	0,067	0,108	0,108	0,077	0,092	0,051
P8 (77-79)	0,003	0,037	0,000	0,000	0,008	0,000	0,034
P9 (80-124)	0,077	0,027	0,012	0,012	0,193	0,181	0,034
P10 (125-129)	0,027	0,072	0,000	0,000	0,023	0,051	0,034
P11 (130-132)	0,006	0,022	0,196	0,196	0,023	0,036	0,051

Wyniki



Tabela 6.

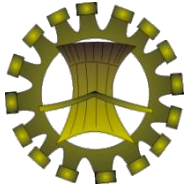
Kolejność modernizacji dróg w analizowanych sołectwach

Lp.	Oznaczenie drogi	Waga końcowa	Pozycja w rankingu
1	P13 (149-170)	0,0528	1
2	C25 (343-365)	0,0508	2
3	P9 (80-124)	0,0505	3
4	C27 (373-406)	0,0402	4
5	P7 (57-73)	0,0330	5
6	C2 (215-227)	0,0291	6
7	P14 (228-255)	0,0291	6
8	C27 (407-442)	0,0289	8
9	P22 (144-163)	0,0271	9
10	C29 (260-269)	0,0255	10
11	S3 (155-177)	0,0230	11
12	C18 (137-147)	0,0226	12

Wnioski



1. Przeprowadzone analizy i badania wykazały przydatność metody AHP w procesie decyzyjnym, jakim jest planowanie kolejności modernizacji dróg w gminie wiejskiej.
2. Wykonana optymalizacja procesu modernizacji infrastruktury dróg metodą AHP w gminie Lipnica Wielka w sołectwach Skoczyki, Centrum i Przywarówka pozwoliła na opracowanie kolejności modernizacji dróg.
3. Kryteria optymalizacyjne mogą być poszerzone o kolejne składowe (np. bezpieczeństwo ruchu).
4. Podstawą do korzystania z zaproponowanej metody jest posiadanie kompletnej inwentaryzacji infrastruktury drogowej w gminie.



Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki
Katedra Inżynierii Bioprocusów, Energetyki i Automatykacji

Dziękuję za uwagę

Wykorzystanie wielokryterialnej analizy AHP
w planowaniu modernizacji
infrastruktury drogowej na obszarach wiejskich

Mateusz Malinowski, Janusz Kidoń