

**Tabela 8.7.** Przykładowy zbiór danych po standaryzacji.  
**Table 8.7.** Standardized data – part of data.

Wyszególnienie Index	2	3	4	5	6	7	8	9	...	10	11	12
infrastruktura techniczna utility infrastructure [km]	odległość od dróg distance from roads [km]	warunki hydrogeologiczne hydrogeological conditions [m]	ceny gruntów land prices [zł/m <sup>2</sup> ]	odległość od cieków wodnych distance from watercourses [km]	zanieczyszczenie powietrza – SO <sub>2</sub> air pollution – SO <sub>2</sub> [% <sub>nomny</sub> ]	zanieczyszczenie powietrza-pyły air pollution-dusts [% <sub>nomny</sub> ]	zanieczyszczenie wód water pollution [mgSO <sub>4</sub> /l]	...	odległość od terenów mieszkalniowych distance from residential areas [km]	odległość od terenów cewnych ekologicznie distance from the ecological areas [km]	odległość od terenów rolnych distance from agricultural areas [km]	
1	0.835	0.629	0.500	0.143	0.385	0.000	0.000	0.000	.....	0.115	0.541	0.610
Obiekt 1 Object 1	0.777	0.598	0.500	0.143	0.421	0.000	0.000	0.000	.....	0.138	0.548	0.713
powierzchnia area	0.719	0.568	0.500	0.143	0.456	0.000	0.000	0.000	.....	0.161	0.556	0.724
4 ha	0.636	0.537	0.500	0.143	0.482	0.000	0.000	0.000	.....	0.184	0.563	0.734
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	0.719	0.568	0.500	0.143	0.446	0.000	0.000	0.000	.....	0.161	0.556	0.724
	0.777	0.598	0.500	0.143	0.421	0.000	0.000	0.000	.....	0.138	0.548	0.713
Obiekt 2 Object 2	0.959	0.559	1.000	0.571	0.769	0.000	0.051	0.444	.....	0.181	0.857	0.956
powierzchnia area	0.901	0.528	1.000	0.571	0.805	0.000	0.051	0.444	.....	0.207	0.849	0.966
5 ha	0.843	0.498	1.000	0.571	0.841	0.000	0.051	0.444	.....	0.230	0.842	0.976
	0.785	0.467	1.000	0.571	0.877	0.000	0.051	0.444	.....	0.253	0.834	0.987
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	0.843	0.498	1.000	0.571	0.928	0.000	0.051	0.444	.....	0.207	0.805	0.979
	0.901	0.528	1.000	0.571	0.897	0.000	0.051	0.444	.....	0.184	0.813	0.969

Wyszczególnienie Index	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	infrastruktura utility infrastructure [km]	odległość od dróg distance from roads [km]	warunki hydrogeologiczne hydrogeological conditions [m]	ceny gruntów land prices [zł/m <sup>2</sup> ]	odległość od cieków wodnych distance from watercourses [km]	zanieczyszczenie powietrza – SO <sub>2</sub> air pollution – SO <sub>2</sub> [%normy]	zanieczyszczenie powietrza-pyły air pollution-dusts [%normy]	zanieczyszczenie wód water pollution [mgSO <sub>4</sub> /l]	odległość od terenów mieszkalniowych distance from residential areas [km]	odległość od terenów cewnych ekologicznie distance from the ecological areas [km]	odległość od terenów rolnych distance from agricultural areas [km]
1	0.810	0.476	0.750	0.571	0.846	0.000	0.000	0.000	0.872	0.974	0.485
Obiekt 3 Object 3 powierzchnia area	0.868	0.445	0.750	0.571	0.882	0.000	0.000	0.000	0.895	0.982	0.496
	0.810	0.415	0.750	0.571	0.918	0.000	0.000	0.000	0.918	0.989	0.506
	0.694	0.406	0.750	0.571	0.821	0.000	0.000	0.000	0.921	0.996	0.515
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3 ha	0.818	0.467	0.750	0.571	0.626	0.000	0.000	0.000	0.954	0.985	0.507
	0.760	0.437	0.750	0.571	0.662	0.000	0.000	0.000	0.977	0.993	0.518
	0.702	0.406	0.750	0.571	0.697	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.528
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Obiekt 4 Object 4 powierzchnia area	0.132	0.345	0.375	0.714	0.051	0.400	0.000	0.000	0.237	0.321	0.485
	0.074	0.314	0.375	0.714	0.087	0.400	0.000	0.000	0.260	0.329	0.496
	0.017	0.284	0.375	0.714	0.123	0.400	0.000	0.000	0.283	0.336	0.506
4 ha	0.008	0.301	0.375	0.714	0.128	0.400	0.000	0.000	0.296	0.337	0.500
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	0.116	0.323	0.375	0.714	0.097	0.400	0.000	0.000	0.260	0.330	0.481

Wyszczególnienie Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		infrastruktura techniczna utility infrastructure [km]	odległość od dróg distance from roads [km]	warunki hydrogeologiczne hydrogeological conditions [m]	ceny gruntów land prices [zł/m <sup>2</sup> ]	odległość od cieków wodnych distance from watercourses [km]	zanieczyszczenie powietrza – SO <sub>2</sub> air pollution – SO <sub>2</sub> [%normy]	zanieczyszczenie powietrza-pyły air pollution-dusts [%normy]	zanieczyszczenie wód water pollution [mgSO <sub>4</sub> /l]	... .....	odległość od terenów mieszkalowych distance from residential areas [km]	odległość od terenów cewnych ekologicznie distance from the ecological areas [km]	odległość od terenów rolnych distance from agricultural areas [km]
Obiekt 5 Object 5 powierzchnia area 5 ha	0.992	0.520	0.375	0.714	0.497	0.600	0.051	0.444	.....	0.099	0.107	0.296	
	0.934	0.489	0.375	0.714	0.533	0.600	0.051	0.444	.....	0.122	0.115	0.306	
	0.876	0.459	0.375	0.714	0.569	0.600	0.051	0.444	.....	0.145	0.122	0.316	
	0.818	0.428	0.375	0.714	0.605	0.600	0.051	0.444	.....	0.168	0.130	0.326	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	0.868	0.472	0.375	0.714	0.600	0.600	0.051	0.444	.....	0.158	0.123	0.318	
	0.926	0.502	0.375	0.714	0.564	0.600	0.051	0.444	.....	0.135	0.116	0.307	
	0.983	0.533	0.375	0.714	0.528	0.600	0.051	0.444	.....	0.112	0.108	0.297	
	0.917	0.541	0.500	0.143	0.256	0.400	0.000	0.000	0.000	.....	0.345	0.215	0.588
	0.860	0.511	0.500	0.143	0.292	0.400	0.000	0.000	0.000	.....	0.368	0.223	0.599
0.802	0.480	0.500	0.143	0.328	0.400	0.000	0.000	0.000	.....	0.391	0.230	0.609	
0.744	0.450	0.500	0.143	0.328	0.400	0.000	0.000	0.000	.....	0.414	0.238	0.619	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
0.793	0.467	0.500	0.143	0.282	0.400	0.000	0.000	0.000	.....	0.398	0.228	0.610	
0.851	0.498	0.500	0.143	0.246	0.400	0.000	0.000	0.000	.....	0.375	0.221	0.600	
0.909	0.528	0.500	0.143	0.210	0.400	0.000	0.000	0.000	.....	0.352	0.213	0.590	

Wyszczególnienie Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		infrastruktura techniczna [km]	odległość od dróg [km]	warunki hydrogeologiczne [m]	ceny gruntów land prices [zł/m <sup>2</sup> ]	odległość od cieków wodnych distance from watercourses [km]	zanieczyszczenie powietrza – SO <sub>2</sub> [%normy]	zanieczyszczenie powietrza-pyły air pollution-dusts [%normy]	zanieczyszczenie wód water pollution [mgSO <sub>4</sub> /l]	... [km]	odległość od terenów mieszaniowych distance from residential areas [km]	odległość od terenów cennych ekologicznie distance from the ecological areas [km]	odległość od terenów rolnych distance from agricultural areas [km]
Obiekt 7 Object 7 powierzchnia area 3 ha	0.711	0.017	0.375	0.000	0.385	0.500	0.051	0.000	.....	0.115	0.321	0.735	
	0.769	0.048	0.375	0.000	0.349	0.500	0.051	0.000	.....	0.138	0.329	0.725	
	0.826	0.079	0.375	0.000	0.313	0.500	0.051	0.000	.....	0.161	0.336	0.715	
	0.884	0.109	0.375	0.000	0.277	0.500	0.051	0.000	.....	0.184	0.344	0.704	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	0.826	0.061	0.375	0.000	0.323	0.500	0.051	0.000	.....	0.164	0.336	0.718	
	0.769	0.031	0.375	0.000	0.359	0.500	0.051	0.000	.....	0.141	0.329	0.728	
	0.711	0.000	0.375	0.000	0.395	0.500	0.051	0.000	.....	0.118	0.321	0.738	

Dla prezentowanego materiału przeprowadzone zostały obliczenia wstępnej analizy dokładności wyznaczenia położenia punktów węzłowych siatki kwadratów, według założeń teoretycznych przedstawionych w rozdziale 4. Wyniki obliczeń dla prezentowanych siedmiu obiektów wykazały, że błąd średni wyznaczenia dokładności współrzędnych punktów w węzłowych siatki  $m_f$  obliczony według wzoru 5.24, kształtuje się na poziomie od 0,8 m do 1,4 m (tabela 8.8). Jest to dokładność, którą gwarantują materiały kartograficzne w skali nie mniejszej niż 1:10 000. Wobec tego, baza danych obiektów topograficznych BDOT\_010k, może stanowić źródło informacji do wyznaczenia wartości parametrów decydujących o przydatności terenu do realizacji założonego zadania.

**Tabela 8.8.** Wyniki wstępnej analizy dokładności współrzędnych punktów węzłowych siatki kwadratów.

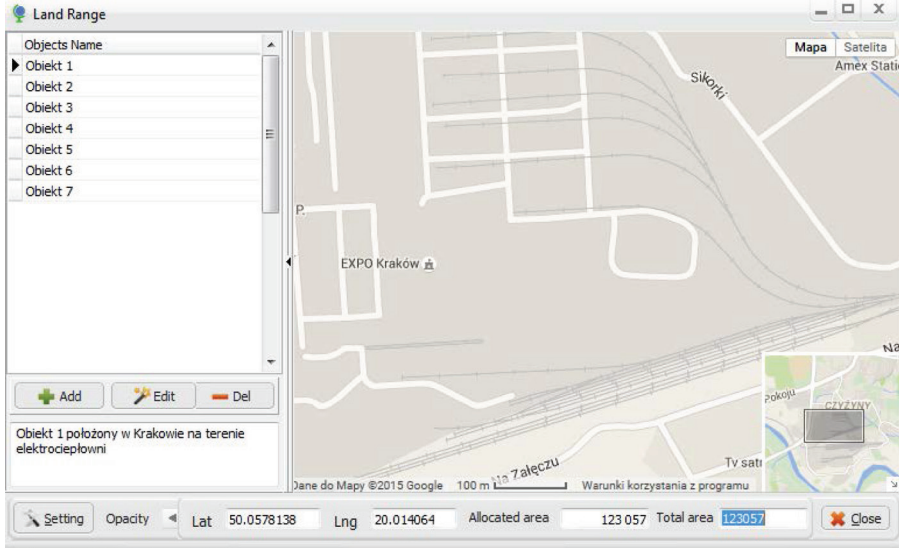
**Table 8.8.** Results of a preliminary analysis of the accuracy the coordinates grid nodes.

Obiekt Object	Błąd średni kwadratowy – $m_f$ Mean square error – $m_f$ [m]
1	1,3
2	0,8
3	1,1
4	1,4
5	0,8
6	1,2
7	1,4

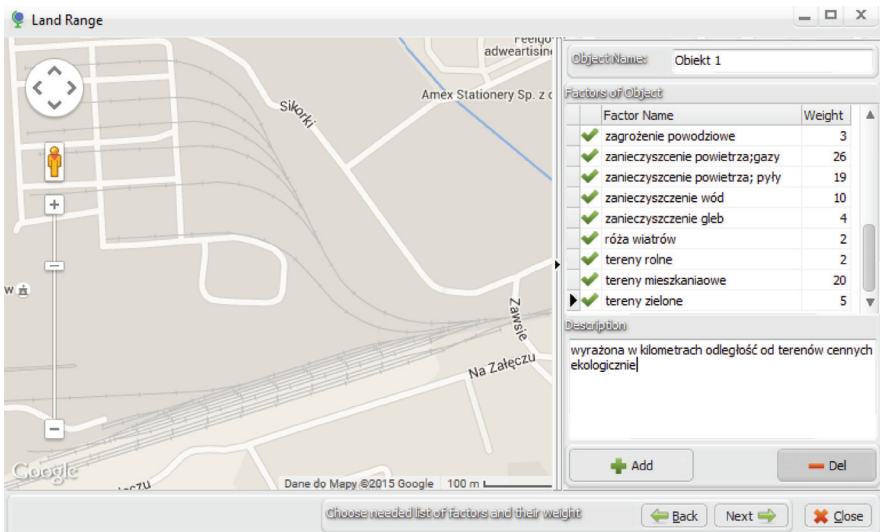
#### 8.4. Analiza badań własnych

Wartości parametrów po standaryzacji zostały zastosowane do wizualizacji przestrzennego rozmieszczenia czynników, decydujących o możliwości wykorzystania badanego obszaru do lokalizacji zakładu utylizacji odpadów komunalnych. Aplikacja LandRange daje wynik końcowy w postaci pokrycia badanego obszaru maską barw, której intensywność zależy od wartości wszystkich parametrów. W obliczeniach uwzględniane są także wagi poszczególnych parametrów. Wagi wyznaczono przy wykorzystaniu analitycznego procesu hierarchicznego. Ważną zaletą aplikacji jest możliwość porównania wyników analizy pomiędzy obiektami. Wyniki analiz dla poszczególnych obiektów objętych badaniem pokazano na rysunkach od 8.3 – 8.20.

Na rysunku 8.3 pokazano przybliżoną lokalizację obiektu pierwszego, którym jest teren elektrociepłowni Łęg.

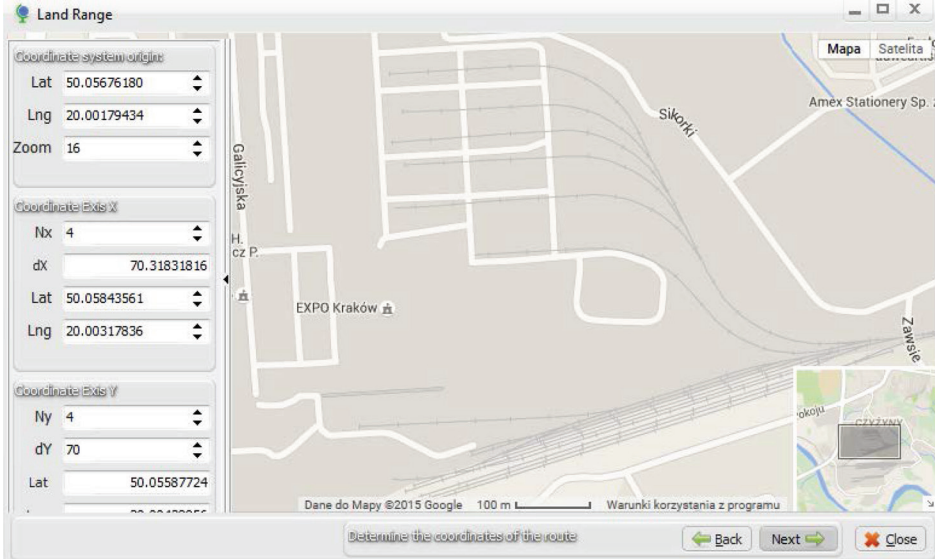


Rysunek 8.3. Wybór obiektu.  
Figure 8.3. Object selection.



Rysunek 8.4. Wykaz parametrów i ich wag.  
Figure 8.4. List of factors and their weight.

Następnie należy wprowadzić wszystkie parametry z krótką ich charakterystyką oraz wagi (Rysunek 8.4). Aby wyniki mogły być porównywalne ze sobą, zarówno liczba i rodzaj parametrów oraz ich wagi, powinny pozostać niezmiennie w całej analizie.

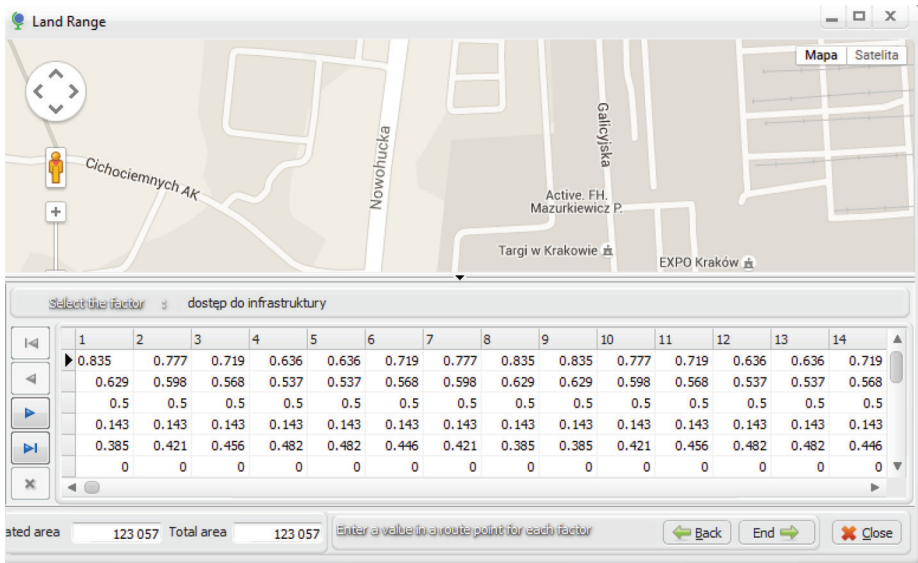


**Rysunek 8.5.** Lokalizacja obiektu 1.  
**Figure 8.5.** Location of the object 1.

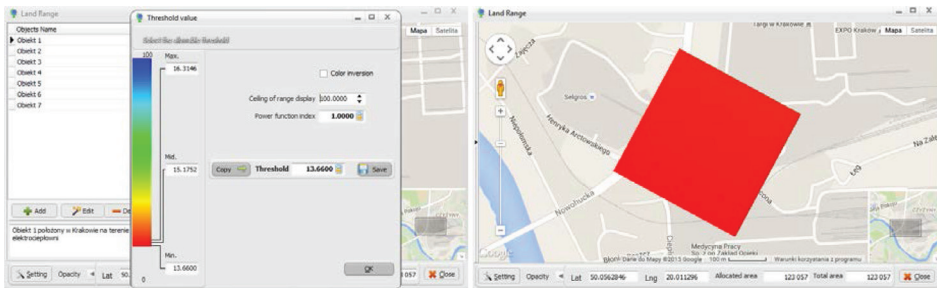
Następny etap to wskazanie obszaru, dla obiektu 1 zlokalizowanego w Krakowie na terenie elektrociepłowni Łęg. Jest to teren, na którym zlokalizowane są 4 punkty pomiarowe względem osi  $x$  oraz osi  $y$ , natomiast długość boku figury podstawowej wynosi 70 m (Rysunek 8.5). Liczba punktów pomiarowych wynika z wielkości zadanego obszaru, która w tym przypadku wynosi  $4ha$ .

Dla tak zdefiniowanego obszaru, liczba punktów pomiarowych wynosi 16. Każdemu punktowi przyporządkowana jest znormalizowana wartość poszczególnych parametrów (Rysunek 8.6).

Na rysunku 8.7 pokazano wyniki obliczeń dla obiektu 1, dla którego współczynnik przydatności terenu wyrażony za pomocą ważonych wartości parametrów, zawiera się w przedziale od 13,66 do 16,31, podczas gdy wartość maksymalna wynosi 100. W tej sytuacji przedmiotowa lokalizacja charakteryzuje się najniższą przydatnością do założonego celu.



Rysunek 8.6. Wartości parametrów – Obiekt 1.  
 Figure 8.6. The factors values – Object 1.

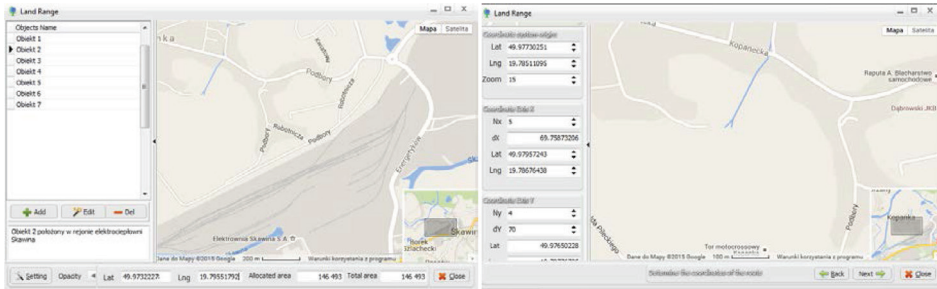


Rysunek 8.7. Wizualizacja wyników – Obiekt 1.  
 Figure 8.7. Results visualization – Object 1.

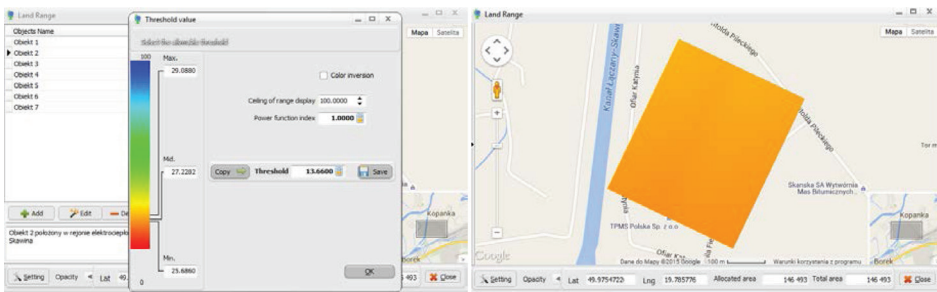
Obiekt 2 położony jest na terenie elektrociepłowni Skawina. Na obszarze tym wskazano 20 punktów pomiarowych (Rysunek 8.8).

Współczynnik przydatności terenu dla tego obszaru zawiera się w przedziale od 25,68 do 29,08 (Rysunek 8.9). Lokalizacja ta uzyskała wyższy współczynnik przydatności niż obiekt 1.



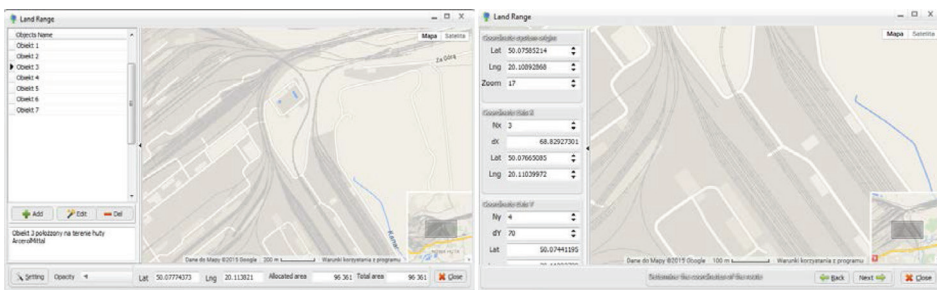


**Rysunek 8.8.** Wybór obiektu – lokalizacja obiektu 2.  
**Figure 8.8.** Object selection – location of the object 2.



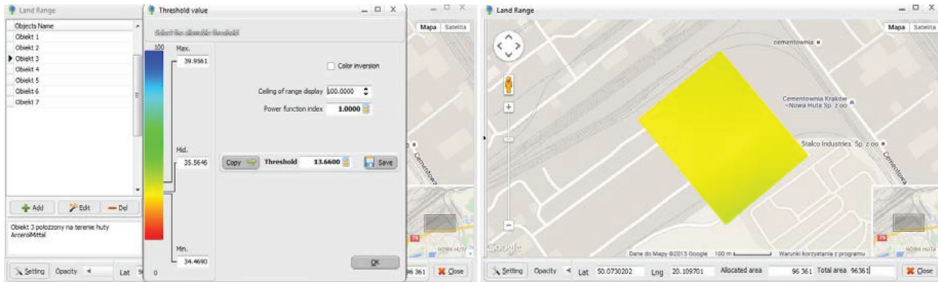
**Rysunek 8.9.** Wizualizacja wyników – Obiekt 2.  
**Figure 8.9.** Results visualization – Object 2.

Obiekt 3 usytuowany jest na terenie huty ArcelorMittal w Krakowie (Rysunek 8.10).



**Rysunek 8.10.** Wybór obiektu – lokalizacja obiektu 3.  
**Figure 8.10.** Object selection – location of the object 3.

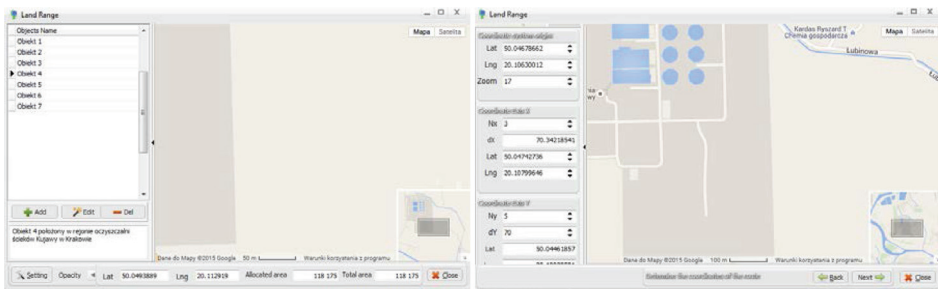
Na obszarze tym zaprojektowano 12 punktów pomiarowych. Uzyskany wynik w postaci współczynnika przydatności terenu do założonego celu zawarty jest w przedziale od 34,46 do 39,96 (Rysunek 8.11).



Rysunek 8.11. Wizualizacja wyników – Obiekt 3.

Figure 8.11. Results visualization – Object 3.

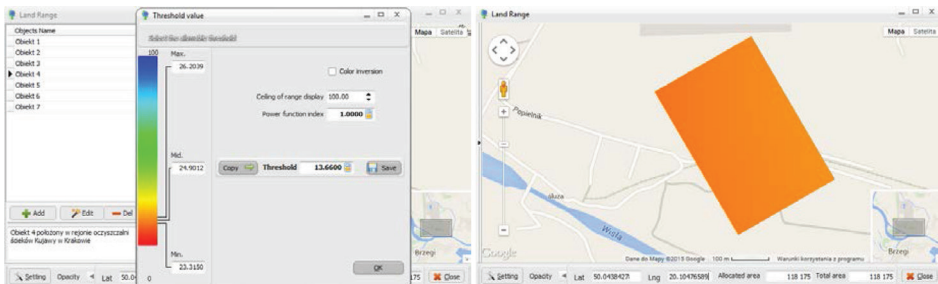
Obiekt 4 to rejon oczyszczalni ścieków Kujawy w Krakowie (Rysunek 8.12).



Rysunek 8.12. Wybór obiektu – lokalizacja obiektu 4.

Figure 8.12. Object selection – location of the object 4.

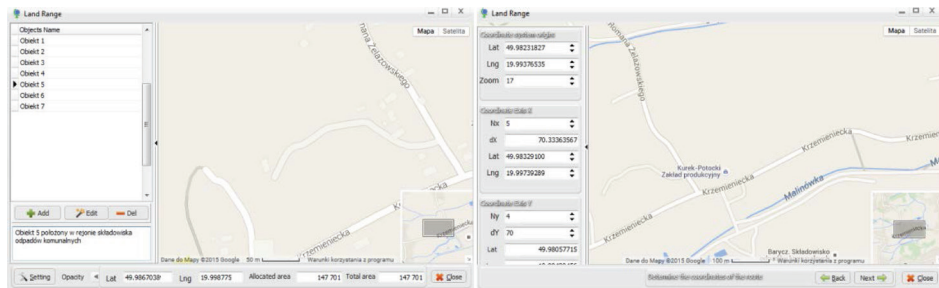
Liczba punktów pomiarowych wynosi w tym przypadku 15, a wyniki obliczeń zawarte są w przedziale od 23,31 do 26,20 (Rysunek 8.13).



Rysunek 8.13. Wizualizacja wyników – Obiekt 4.

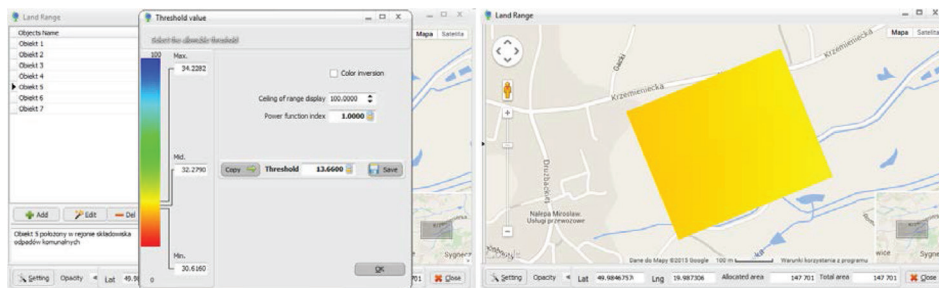
Figure 8.13. Results visualization – Object 4.

Obiekt 5 to rejon składowiska odpadów komunalnych Barycz w Krakowie (Rysunek 8.14).

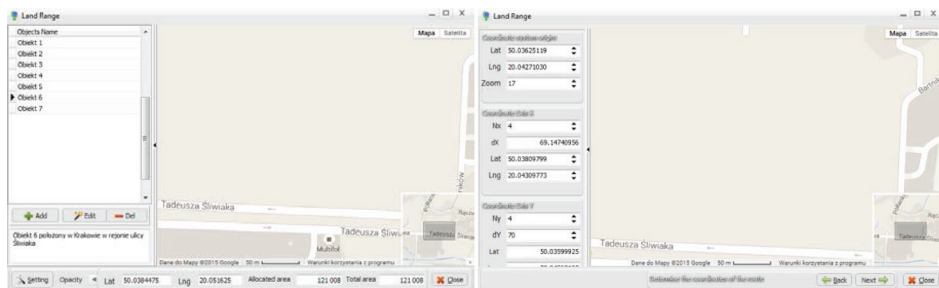


**Rysunek 8.14.** Wybór obiektu – lokalizacja obiektu 5.  
**Figure 8.14.** Object selection – location of the object 5.

Na obszarze tym pomiary zostały przeprowadzone w 20 punktach. Współczynnik przydatności terenu zawiera się w przedziale od 30,61 do 34,22 (Rysunek 8.15).



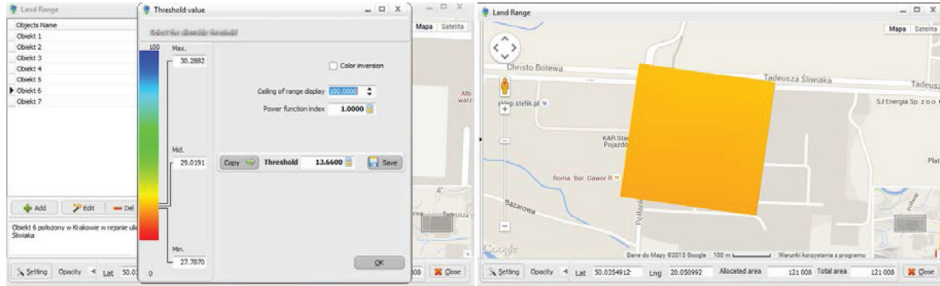
**Rysunek 8.15.** Wizualizacja wyników – Obiekt 5.  
**Figure 8.15.** Results visualization – Object 5.



**Rysunek 8.16.** Wybór obiektu – lokalizacja obiektu 6.  
**Figure 8.16.** Object selection – location of the object 6.

Obiekt 6 to obszar położony w rejonie Krakowskich Zakładów Garbarskich w Krakowie (Rysunek 8.16).

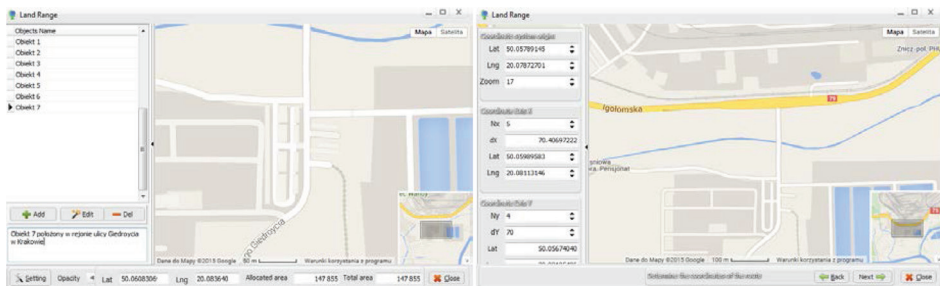
Liczba punktów pomiarowych w tym obszarze wynosi 16, a wyniki należą do przedziału od 27,78 do 30,28 (Rysunek 8.17).



Rysunek 8.17. Wizualizacja wyników – Obiekt 6.

Figure 8.17. Results visualization – Object 6.

Obiekt 7 to rejon ul. Giedroycia w Krakowie. Na terenie tym znajdowało się 20 punktów pomiarowych (Rysunek 8.18).

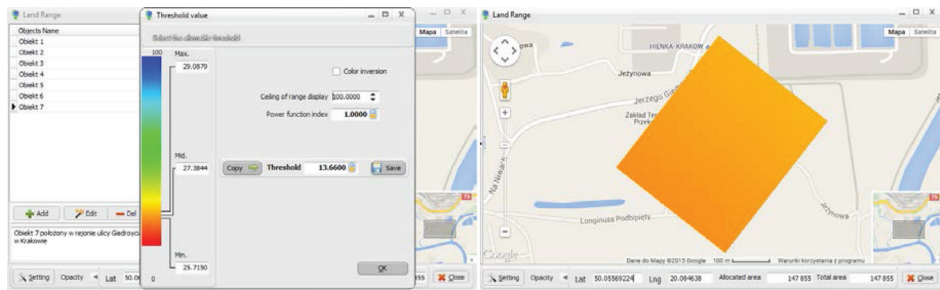


Rysunek 8.18. Wybór obiektu – lokalizacja obiektu 7.

Figure 8.18. Object selection – location of the object 7.

Wyniki w postaci wartości współczynnika przydatności terenu wynoszą od 25,71 do 29,08 (Rysunek 8.19).

Jak wynika z przeprowadzonych obliczeń i analiz, lokalizacja zakładu termicznego przekształcania odpadów komunalnych w rejonie huty ArcelorMittal w Krakowie została określona jako lokalizacja o najwyższym stopniu przydatności.



**Rysunek 8.19.** Wizualizacja wyników – Obiekt 7.  
**Figure 8.19.** Results visualization – Object 7.

Przedstawione w niniejszym rozdziale wykorzystanie opracowanej metody, udowodniło jej praktyczne zastosowanie przy wyborze, optymalnej lokalizacji zakładu termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Jest to drugi sposób praktycznego wykorzystania metody (pierwszy wskazano w rozdziale 7), który został przetestowany na obiekcie rzeczywistym. Badaniem objęto siedem różnych obszarów, wskazanych przez inwestora, jako potencjalne lokalizacje, zakładu termicznego przekształcania odpadów komunalnych w Krakowie. Wszystkie obiekty zostały scharakteryzowane tymi samymi parametrami oraz wartości tych parametrów zostały znormalizowane według tych samych zasad, przez co uzyskano porównywalne wyniki. Ustalając te same skrajne wartości skali barw, wizualizacja wyniku daje jednoznaczny obraz przydatności poszczególnych obszarów do realizacji zadania. Ten sposób wykorzystania aplikacji daje możliwość porównania kilku różnych obiektów, co jest tożsame z wyborem lokalizacji optymalnej.

## 9. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Praca zawiera oryginalne dotąd niepublikowane, rozwiązanie własne autora dotyczące opracowania metodyki optymalnego wyboru lokalizacji inwestycji celu publicznego w gospodarce nieruchomościami wraz z autorską aplikacją LandRannge, opracowaną w środowisku Delphi. Opracowana metodyka uwzględnia w swoich założeniach metodę obliczenia liczby punktów węzłowych siatki kwadratów założonej na obszarze objętym analizą wraz ze wstępną analizą dokładności wyznaczenia współrzędnych tych punktów.

Jako oryginalne rozwiązania własne autora można wyróżnić następujące zagadnienia:

- Opracowanie metodyki optymalnego wyboru lokalizacji obiektów inwestycyjnych opartej na metodzie całkowania powierzchniowego, gdzie funkcja podcałkowa określa powierzchnię utworzoną przez wartości parametrów w punktach węzłowych siatki kwadratów, a granice całkowania są określone przez współrzędne  $(x,y)$ .
- Zaproponowanie sposobu zebrania danych niezbędnych w procesie analizy, w systemie siatki kwadratów założonej na obszarze objętym badaniem. W każdym punkcie węzłowym siatki, określono wartości parametrów wchodzące w zakres kryteriów charakteryzujących warunki konieczne dla realizacji danej inwestycji oraz skutków jej realizacji na środowisko.
- Opracowanie metody obliczenia optymalnej długości boku siatki kwadratów oraz na tej podstawie liczby i gęstości punktów węzłowych. Przeprowadzone badania wykazały, że wykonanie pomiarów w punktach węzłowych rozmieszczonych na badanym obszarze w odległościach, co 70 m, daje możliwość uzyskania wyniku z błędem poniżej 3 %. Dla tej dokładności gęstość punktów węzłowych wynosi 4 punkty na 1 ha powierzchni objętej badaniem. Zwiększenie długości boku kwadratu spowoduje obniżenie dokładności uzyskanego wyniku; i tak dla boków o długościach 100 m, 116 m i 134 m maksymalny błąd wyniesie odpowiednio 5 %, 7 % i 10 %.
- Przeprowadzenie wstępnej analizy dokładności wyznaczenia współrzędnych punktów węzłowych siatki kwadratów. Obszar objęty analizą został podzielony siatką kwadratów na mniejsze jednostki badawcze. W celu sprawdzenia wymaganej, a zarazem wystarczającej dokładności pomiarów współrzędnych punktów węzłowych, przeprowadzono wstępną analizę dokładności. Danymi wyjściowymi były: obszar objęty pomiarem pokryty siatką kwadratów; bok siatki oraz wartość funkcji w węzłach siatki. Wartość funkcji pomiędzy węzłami interpolowano stosując wielomian drugiego stopnia. Błąd średni wyznaczenia

współrzędnych punktów węzłowych  $m_p$ , obliczony według wzoru 5.24, kształtuje się na poziomie od 0,8 m do 1,4 m. Jest to dokładność, którą gwarantują materiały kartograficzne w skali nie mniejszej niż 1:10 000. Wobec tego, baza danych obiektów topograficznych BDO-T\_010k, dostępna w ramach systemu IIP może stanowić źródło informacji w zakresie wartości parametrów decydujących o przydatności terenu do realizacji wskazanego zadania inwestycyjnego w gospodarce nieruchomościami.

- Wykorzystanie analitycznego procesu hierarchicznego, do obliczenia wag poszczególnych parametrów. Metoda AHP jest rozwiązaniem systemowym stosowanym w analizie decyzyjnej w sytuacjach, gdy prowadzone badania uwzględniają wiele parametrów przedstawionych w systemie hierarchicznym, a ich charakter jest zarówno ilościowy jak i jakościowy.
- Opracowanie aplikacji LandRange w środowisku Delphi, umożliwiającej wizualizację obszarów inwestycyjnych objętych badaniem. Algorytm realizuje zadanie metodą interpolacji dwuliniowej. Jako bazę referencyjną wykorzystano ogólnodostępny serwis GoogleMaps. Aplikacja pokazuje wynik analizy na zaznaczonym w serwisie GoogleMaps obszarze objętym badaniem, w postaci wskazania przestrzennego rozmieszczenia terenów o różnym stopniu przydatności do realizacji danej inwestycji. Przydatność terenu jest wizualizowana skalą barw. Zmienność skali barw następuje według autorskiego algorytmu (Rysunek 6.3). Aplikacja wykorzystując metodę ekstrapolacji, prognozuje przydatność terenu poza założonym obszarem objętym analizą, w pasie o szerokości jednego boku wewnętrznej siatki interpolacyjnej.
- Opracowana aplikacja może służyć do wyznaczenia na jednym obszarze objętym badaniem, terenów o różnym stopniu przydatności do realizacji wskazanej inwestycji, co zostało pokazane na obiekcie symulowanym. Uzyskanie podobnych wyników badań przeprowadzonych w różnych wariantach potwierdziło poprawność działania opracowanej autorskiej aplikacji.
- Drugi sposób praktycznego zastosowania aplikacji został przetestowany na obiektach rzeczywistych. Badaniem objęto siedem różnych obszarów, przeznaczonych do tego samego celu, jakim była lokalizacja zakładu termicznego przekształcania odpadów komunalnych w Krakowie. Wszystkie obiekty zostały scharakteryzowane tymi samymi parametrami. Wartości parametrów znormalizowano według jednolitych zasad. Jest to warunek konieczny porównywalności uzyskanych wyników. Ustalając identyczne zakresy skali barw, wizualizacja obszarów inwestycyjnych dała jednoznaczny obraz przydatności

poszczególnych terenów do realizacji zadania. Ten sposób wykorzystania aplikacji daje możliwość porównania kilku obszarów i pozwala wskazać lokalizację optymalną.

- Opracowana aplikacja umożliwia wyłączenie z analizy terenów, których przydatność została określona na poziomie niższym niż wskazany przez decydenta.
- Opracowana metoda obliczeniowa oraz aplikacja LandRange wizualizująca obszary inwestycyjne, umożliwia wykorzystanie danych zarówno ilościowych jak i jakościowych. Dane mogą pochodzić z różnych źródeł; cyfrowych bądź analogowych zbiorów danych lub mogą być wynikiem innych analiz i obliczeń.

Opracowana metodyka optymalnego wyboru lokalizacji inwestycji celu publicznego w gospodarce nieruchomościami wraz z opracowaną przez autora aplikacją LandRange, została przetestowana na obiekcie modelowym oraz na obiektach rzeczywistych, wykazując poprawność działania i użyteczność, co wskazuje, że może zostać zaimplementowana do praktycznego wykorzystania.

Przewiduje się, iż dalsze prace związane z niniejszą problematyką powinny być ukierunkowane na procesy automatyzacji pozyskiwania danych z różnych źródeł oraz prognozowania ocen przydatności terenu na potrzeby realizacji inwestycji celu publicznego, poza obszarem analizy.



## LITERATURA

- Adamczewski, Z. (2011). *Elementy modelowania matematycznego w wycenie nieruchomości*. Warszawa: PW.
- Athawale, V. M., Chakraborty, S. (2011). *A comparative study on the ranking performance of some multi-criteria decision-making methods for industrial robot selection*. International Journal of Industrial Engineering Computations, 2, 831–850.
- Bieda, A., Bydłosz, J., Dawid, L., Dawidowicz, A., Głanowska, A., Góźdz, K., Przewięźlikowska, A., Stupen, M., Ratatula, R., Żróbek, R. (2015). *Kierunki rozwoju katastru nieruchomości*. Monografia. Bieda A. (red.), Rzeszów: WSIE.
- Bacior, S., Bieda, A., Kwartnik-Pruc, A., Mika, M., Pęska, A., Siejka, M., Trembecka, A., Wróbel, A. (2015). *Rola danych geodezyjnych w wybranych procesach gospodarki nieruchomościami*. Monografia. Kwartnik-Pruc A. (red.), Rzeszów: WSIE.
- Dyrektywa 60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/RDW\_231000\_pl.pdf, (dostęp 20.05.2014).
- Dyrektywa 11/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 marca 1997r. zmieniającej dyrektywę w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne. Pozyskano z <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:31997L0011>, (dostęp 20.05.2014).
- Eastman, J. R. (2001). *Guide to GIS and Image Processing*. Idrisi Manual Version 32.20.
- Ersoy, H., Bulut, F. (2009). *Spatial and multi-criteria decision analyses based methodology for landfill site selection in growing urban regions*. Waste Management and Research, 27(5), 489–500.
- Figueira, J., Greco, S., Ehrgott, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. New York: Springer-Verlag.
- Gajda, J. B. (2001). *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*. Warszawa: C.H. Beck.
- García-Cascales, S. M., Lamata, M. T. (2012). *On Rank Reversal and TOPSIS Method*. Mathematical and Computer Modelling, 56, 123-132.
- Generowicz, A., Kraszewski, A. (2008). *Analiza wielokryterialna lokalizacji zakładu termicznego przekształcania odpadów komunalnych w Krakowie*. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, 7, 73-88.
- Generowicz, A. (2013). *Wartościowanie ocen ekologicznych systemów technologii w gospodarce odpadami i ich wykorzystanie w analizie decyzyjnej*. Monografia 421. Kraków: PK.
- Głazewski, A. (2006). *Modele rzeczywistości geograficznej a modele danych przestrzennych*. Polski Przegląd Kartograficzny, 38(3), 217-225.
- Gotlib, D. (2013). *Ogólna koncepcja, cel budowy i zakres informacyjny BDOT10k i BDOO*. W: Olszewski R., Gotlib D. (red.), *Rola bazy danych obiektów topograficznych w tworzeniu infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce*. (51-73). Warszawa: GUGiK.

- Greco, S., Matarazzo, B., Słowiński, R. (2001). *Rough Sets Theory for Multicriteria Decision Analysis*. European Journal of Operational Research, 129, 1-47.
- Hamalainen, R. P., Lindstedt, M. R., Sinkko, K., (2000). *Multiattribute risk analysis in nuclear emergency management*. Risk Analysis An International Journal, 20(4), 455–467.
- Hejmanowska, B. (2005). *Wpływ jakości danych na ryzyko procesów decyzyjnych wspieranych analizami GIS*. Monografia 141. Kraków: AGH.
- Hildebrand, F. B. (1987). *Introduction to numerical analysis*. Seccod edition. New York: Dover Publications, Inc.
- Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision-making: Methods and Applications*. New York: Springer.
- Hycner, R., Trembecka, A. (1997). *Równoważenie danych przestrzennych w systemach katastralnych miasta Krakowa*. Zeszyty Naukowe AGH. Geodezja, 3, 25-37.
- Hycner, R., Berliński, Z., Smus, A. (2003). *Gospodarka nieruchomościami*. Katowice: Gall.
- Jadidi, O., Hong, T. S., Firouzi, F., Yusuff, R. M. (2008). *An Optimal Grey Based Approach Based on TOPSIS Concept for Supplier Selection Problem*. International Journal of Management Science and Engineering Management, 4(2), 104-117.
- Judin, D. B., Glosztejn, E. G. (1961). *Metody programowania liniowego*. Warszawa: PWN.
- Joerin, F., Musy, A. (2000). *Land management with GIS and multicriteria analysis*. International Transactions in Operational Research, 7, 67–78.
- Kalichman, I. L. (1971). *Algebra liniowa i programowanie*. Warszawa: PWN.
- Khamehchiyan, M., Reza-Nikoudel, M., Boroumandi, M. (2011). *Identification of hazardous waste landfill site: a case study from Zanjan province*. Environmental Earth Science, 64, 1763–1776. DOI 10.1007/s12665-011-1023-y.
- Konwencja w sprawie ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego z dnia 16 listopada 1972 r. Generalna Organizacja Narodów Zjednoczonych dla Wychowania, Nauki i Kultury (Dz.U.Nr 32 poz. 190). Pozyskano z [http://www.unesco.pl/fileadmin/user\\_upload/pdf/Konwencja\\_o\\_ochronie\\_swiatowego\\_dziedzictwa.pdf](http://www.unesco.pl/fileadmin/user_upload/pdf/Konwencja_o_ochronie_swiatowego_dziedzictwa.pdf), (dostęp 15.06.2015).
- Krysicki, W., Włodarski, L. (1983). *Analiza matematyczna w zadaniach, cz. II*. Warszawa: PWN.
- Leja, F. (1959). *Rachunek różniczkowy i całkowity*. Warszawa: PWN.
- Litwin, U., Piasek, Z., Siejka, M., Surowiec, G. (2009). *Aspekty przestrzenne w badaniach rynku nieruchomości w obszarach zurbanizowanych na przykładzie miasta Krakowa*. W: Litwin U. (red.), *Sztuka oceny i interpretacji przestrzeni*. (9-61). Publikacja dofinansowana przez MNiSW w ramach projektu badawczego nr 12010106/2009. Kraków: PAN.
- Luenberger, D. G. (1974). *Teoria optymalizacji*. Warszawa: PWN.
- Łuczak, A., Wysocki, F. (2010). *Wykorzystanie rozmytych metod AHP i TOPSIS do porządkowania liniowego obiektów*. Taksonomia. Klasyfikacja i analiza danych. Teoria i zastosowania, 17, 334-343.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria group decision analyses*. New York: Wiley.
- Makowski, A. (2005a). *Spór o mapę. Wprowadzenie do pojęcia mapy*. [W:] Pawlak W., Spallek W.A. (red.), *Co zwie się koncepcją mapy? Główne problemy współczesnej kartografii*. (65-72). Wrocław: UW.

- Makowski, A. (2005b). *Pojęcie mapy*. W: Makowski A. (red.), System informacji topograficznej kraju. Warszawa: PW, 42-48.
- Mardle, S., Pascoe, S., Herrero, I. (2004). *Management objective importance in fisheries: an evaluation using the analytic hierarchy process (AHP)*. Environmental Management, 33(1), 1–11.
- Marinoni, O. (2004). *Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS*. Computers and Geosciences, 30, 637–646.
- Marmol, M., Buczek, A. (2013). *Tworzenie i aktualizacja BDOT10k – źródła danych geometrycznych i opisowych*. W: Olszewski R., Gotlib D. (red.), Rola bazy danych obiektów topograficznych w tworzeniu infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce. (74-83). Warszawa: GUGiK.
- Medyńska-Gulij, B. (2011). *Kartografia i geowizualizacja*. Warszawa: PWN.
- Mika, M., Siejka, M. (2012). *Wpływ geograficznych i historycznych uwarunkowań na identyfikację granic nieruchomości na przykładzie katastru austriackiego*. Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum, 11(4), 65-74.
- Obwieszczenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Dz.U. z 2015, poz. 542.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/ D20150542%20(1).pdf, (dostęp 16.06.2015).
- Oleniacz, R., Pilch, M. (2008). *Ocena wpływu planowanego zakładu termicznego przekształcania odpadów komunalnych na jakość powietrza w Krakowie*. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, 9, 19-28.
- Ossadnik, W., Lange, O. (1999). *AHP – based evaluation of AHP – software*. European Journal of Operational Research, 188, 578-588.
- Petts, J. (2000). *Municipal waste management: Inequities and the role of deliberation*. Risk Analysis An International Journal, 20 (6), 821–832.
- Piasek, Z., Siejka, M. (2003). *Aplikacja AHP do wyceny gruntów w strefach przybrzeżnych zbiorników retencyjnych. Teorie, badania symulowane i eksperymentalne*. Monografia 292. Kraków: PK.
- Rao, R. V. (2007). *Decision making in the manufacturing environment using graph theory and fuzzy multiple attribute decision making methods*. London: Springer-Verlag.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrecke, P. C., Kimerling, A. J., Guptil, S.C. (1995). *Elements of Cartography*. New York: Wiley.
- Roszkowska, E., Brzostowski, J. (2014). *Wybrane własności procedury SAW w kontekście wspomagania negocjacji*. W: Trzaskalik T. (red.), Modelowanie Preferencji a Ryzyko. (108-126). Katowice: UE.
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 29 listopada 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Dz.U. z 2013 poz. 1551 z późn.zm.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/ D20131551%20(4).pdf, (dostęp 11.12.2014).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnie geograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz.

- U. z 2011 r. Nr 279, poz. 1642z późn.zm.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/D20111642-03.pdf, (dostęp 20.06.2015).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. Nr 123 poz. 1397 z późn. zm.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/D20101397%20(2).pdf, (dostęp 10.06.2015).
- Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1205/2008 z 2008 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie metadanych. Pozyskano z [http://www.radaip.gov.pl/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/26466/1265\\_rozporzadzenie\\_komisji\\_1205\\_2008.pdf](http://www.radaip.gov.pl/_data/assets/pdf_file/0006/26466/1265_rozporzadzenie_komisji_1205_2008.pdf), (dostęp 20.06.2015).
- Saaty, T. L. (1977). *A scaling method for priorities in hierarchical structures*. Journal of Mathematical Psychology, 15(3), 234-281.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytical Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, International Book Company.
- Saaty, T. L. (2000). *Fundamentals of decision making and priority theory with the AHP*. Pittsburg: RWS.
- Saaty, T. L., Vargas, L. (2006). *The Analytic Hierarchy Process: Wash Criteria Should not be Ignored*. International Journal of Management and Decision Making, 7, 2/3, 180-188.
- Sadowski, T. M. (2003). *Delphi. Praktyczny kurs*. Gliwice: Helion.
- Salo, A., Hämmäläinen, R. P. (2012). *Multicriteria Decision Analysis in Group Decision Processes*. W: Kilgour D. M., Eden C. (red.), Handbook of Group Decision and Negotiation. (269-284). Dordrecht: Springer.
- Siejka, M. (2010a). *Punktowa ocena czynników wpływających na wartość gruntów rolnych zajętych pod drogi publiczne*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 6, 67-74.
- Siejka, M. (2010b). *Próba zastosowania metody AHP do oceny wpływu zmiany cech nieruchomości gruntowych na ich wartość*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 12, 93-101.
- Siejka, M., Ślusarski, M. (2012). *Próba oceny informacji geoportalowych na przykładzie wybranych miast*. Czasopismo Techniczne PK, 23, 2-Ś, 227-236.
- Sirikijpanichkul, A., Ferreira, L. (2005). *Multi-Objective Evaluation of Intermodal Freight Terminal Location Decisions*. Referat przedstawiony na proceedings of the 27th Conference of Australian Institute of Transport Research (CAITR), Queensland University of Technology, 7-9 December 2005.
- Stadnicki, J. (2006). *Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji*. Warszawa: WNT.
- Ustawa o infrastrukturze informacji przestrzennej z dnia 4 marca 2010r. (Dz.U.Nr 76, poz. 489 z późn.zm.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/D20100489Lj.pdf, (dostęp 10.06.2015).
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003r. (tekst jednolity z 2015r. poz. 199 z późn.zm.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/D20030717Lj%20(1).pdf, (dostęp 10.06.2015).

- Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001r. (tekst jednolity z 2013r. poz. 1232 z późn.zm.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/D20131232Lj.pdf, (dostęp 10.06.2015).
- Ustawa o gospodarce nieruchomościami z dnia 21 sierpnia 1997r. (tekst jednolity z 2015r. poz. 782 z późn. zm.). Pozyskano z file:///C:/Users/User/Downloads/D19970741Lj.pdf, (dostęp 10.06.2015).
- Voogd, H. (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. London: Pion.
- Wilkowski, W., Budzyński, T., Sobolewska-Mikulska, K., Pułeczka, A. (2006). *Współczesne problemy katastru i gospodarki nieruchomościami*. Warszawa: PW.
- Woś, A. (1995). *Ekonomika odnawialnych zasobów naturalnych*. Warszawa: PWN.
- Wu, Z., Chen, Y. (2007). *The Maximizing Deviation Method for Group Multiple Attribute Decision Making under Linguistic Environment*. Fuzzy Sets and Systems, 158(14), 1608-1617.
- Wysocki, F. (2010). *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*. Poznań: UP.
- Yoxas, G., Samara, T., Sargologou, L., Stournaras, G. (2011). *Multiple criteria analysis for selecting suitable sites for construction of sanitary landfill based on hydrogeological data; Case study of Kea Island (Aegean Sea, Hellas)*. Advances in the Research of Aquatic Environment, 2, 97-104. DOI 10.1007/978-3-642-24076-8.
- Zelenovic'-Vasiljevic', T., Srdjevic', Z., Bajc'etic', R., Vojinovic'-Miloradov, M. (2012). *GIS and the Analytic Hierarchy Process for Regional Landfill Site Selection in Transitional Countries: A Case Study From Serbia*. Environmental Management, 49, 445–458. DOI 10.1007/s00267-011-9792-3.
- Bielecka, E. (2010). *Zasady oceny danych przestrzennych oraz ich zastosowanie do oceny jakości danych gromadzonych w TBD*. Roczniki Geomatyki, VIII, 4(40), 53-66.
- Bose, P., Chakrabarti, R. (2003). *Application of optimized Multi-Criteria Decision-Making in an environmental impact assessment study*. Civil Engineering and Environmental Systems, 20, 31–48.
- Carver, S. J. (1991). *Integrating Multi-Criteria Evaluation with Geographical Information Systems*. International Journal of Geographical Information System, 5(3), 321-339.
- Cymerman, R., Fiedorowicz-Kozłowska, E., Kurowska, K., Marcinkowska, I., Nowak-Rzasa, M., Szczepańska, A., Tyszko, L. (2000). *Wycena nieruchomości a ochrona środowiska*. Cymerman R. (red.), Seria: Nieruchomości, 7. Olsztyn: Edukatera.
- Dyrektywa 98/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy. Pozyskano z <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030>, (dostęp 10.06.2014).

Dyrektywa 2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE). Pozyskano z <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:pl:PDF>, (dostęp 10.06.2014).

Dyrektywa 35/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 maja 2003r. przewidującej udział społeczeństwa w odniesieniu do sporządzania niektórych planów i programów w zakresie środowiska oraz zmieniającej w odniesieniu do udziału społeczeństwa i dostępu do wymiaru sprawiedliwości dyrektywy Rady 85/337/EWG i 96/61/WE. Pozyskano z <file:///C:/Users/User/Downloads/679057ae4e856cdee73a8e9fc006144a.pdf>, (dostęp 20.05.2014).

### *Streszczenie*

Zadaniem gospodarki nieruchomościami jest takie podejmowanie decyzji inwestycyjnych, aby sukcesywnie realizować zasadę zrównoważonego rozwoju. Decyzje dotyczące lokalizacji inwestycji celu publicznego, mają duży wpływ na rozwój gospodarczy regionu. Powinny być podejmowane na podstawie wcześniej opracowanej i przyjętej strategii zdefiniowanej w sposób sformalizowany. Problemy decyzyjne można rozwiązywać, korzystając z teorii optymalizacji.

W pierwszej części pracy przeprowadzono interpretację pojęcia optymalizacja, jako podejścia do rozwiązania problemu dotyczącego lokalizacji obiektów inwestycyjnych celu publicznego. Każdy zakładany efekt, można wyrazić przez zależność funkcyjną. Znalezienie wartości zmiennych decyzyjnych, dla których funkcja osiąga minimum lub maksimum w zbiorze dopuszczalnych rozwiązań jest optymalnym wariantem projektu inwestycyjnego. Tak postawione problemy dotyczą również zadań realizowanych w gospodarce nieruchomościami. Właściwa lokalizacja inwestycji zapewni zrównoważone gospodarowanie zasobami środowiska dając jednocześnie korzyści dla gospodarki i społeczeństwa. Do działań w tym zakresie zobowiązuje nas także członkostwo w Unii Europejskiej. Polska, jako pełnoprawny członek UE, wdraża zasady obowiązujące w państwach członkowskich. W dziedzinie gospodarki nieruchomościami wyróżnia się między innymi wytyczne zarządzania terenami. Z przepisów UE wynika, że zrównoważone gospodarowanie zasobami środowiska ma swoje odzwierciedlenie w gospodarce nieruchomościami w trzech aspektach: ochrony środowiska, zanieczyszczenia środowiska oraz rekultywacji gruntów. Opracowanie metodyki optymalnego wyboru lokalizacji inwestycji celu publicznego jest jednym z działań prowadzących do realizacji przepisów UE w zakresie zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska.

W rozdziale drugim wskazano rodzaje inwestycji celu publicznego w gospodarce nieruchomościami w odniesieniu do zapisów ustawy o gospodarce nieruchomościami. W aspekcie wymienionych przepisów gospodarowanie nieruchomościami zdefiniowano, jako zespół działań prawnych, technicznych i ekonomicznych zmierzających do uzyskania optymalnego stanu nieruchomości. Wymaga to integracji gospodarki nieruchomościami z systemami: planowania przestrzennego, katastralnymi, ksiąg wieczystych, a także infrastrukturą danych przestrzennych.

Rozdział trzeci obejmuje interpretację i ocenę metod wielokryterialnych stosowanych w przestrzennej analizie decyzyjnej. Wykonany przegląd literatury przedmiotu, wskazuje na nieznaczące jeszcze wykorzystanie tych metod w Polsce. W świecie metody wielokryterialne są już szeroko stosowane w rozwiązywaniu zadań inżynierskich i coraz częściej

w gospodarce nieruchomościami przy wyborze lokalizacji inwestycji celu publicznego takich jak: lotniska, miejsca składowania odpadów komunalnych, zakłady przemysłowe, itp. Przeprowadzona ocena metod wykorzystywanych dotychczas, wykazała ich ograniczone możliwości łączenia cech ilościowych i jakościowych. W przypadku wskazania lokalizacji obiektu inwestycyjnego, organ podejmujący decyzję powinien mieć możliwość optymalnego usytuowania obiektu w danej miejscowości. Optymalna lokalizacji to podanie współrzędnych obszaru charakteryzującego się najlepszymi warunkami w aspekcie rozpatrywanych kryteriów. Z tego powodu podjęto próbę opracowania metodyki optymalnego wyboru lokalizacji inwestycji celu publicznego. Analizy matematyczne oraz wykonane badania i ich wyniki przedstawiono w kolejnych rozdziałach pracy. Opracowany model oparto na metodzie całkowania powierzchniowego. Funkcja podcałkowa określa powierzchnię utworzoną przez wartości kryteriów w punktach węzłowych siatki kwadratów. Dane do realizacji zadania pochodziły z dostępnych i obecnie coraz bardziej powszechnych systemów informacji przestrzennej. Model optymalnej lokalizacji inwestycji celu publicznego, uwzględnia w swoim algorytmie metodę analitycznego procesu hierarchicznego. Numeryczna wizualizacja obszarów optymalnych do lokalizacji obiektów inwestycyjnych opracowana została w środowisku Delphi.

Metodyka optymalnego wyboru lokalizacji inwestycji celu publicznego w gospodarce nieruchomościami wraz z opracowaną przez autora nakładką aplikacyjną LandRange, została przetestowana na obiektach modelowych i rzeczywistych.

**Słowa kluczowe:** gospodarka nieruchomościami, inwestycje celu publicznego, optymalizacja, lokalizacja, Delphi



### **Summary**

*The purpose of the land management is such investment decision making, to gradually implement the principle of sustainable development. Decisions concerning the locations of public investments have a major impact on the economic development of the region. They should be taken on the basis of previously developed and adopted strategy defined in a formalized way. Decision-making problems can be solved with the use of the optimization theory.*

*In the first part of the work the interpretation of the optimization concept as an approach to solve the problem of location of objects of public purpose investments was carried out. Every anticipated effect can be expressed by a functional relationship. Finding the values of decision variables, for which the function reaches a maximum or minimum in the set of feasible solutions is the optimal variant of the investment project. So raised problems also apply to the tasks performed in land management. Proper location of the investments provides a sustainable management of the environment resources giving benefits for the economy and society. To actions in this area we are also obliged by the membership in the European Union. Poland, as a full member of the EU, implements the rules which are in force in the Member States. In the field of real estate management among others land management guidelines are mentioned. From the EU rules follows that the sustainable management of environmental resources is reflected in the land management in three aspects: environment protection, environment pollution and land reclamation. Development of the methodology of the optimal site selection of public investments is one of the activities leading to the implementation of EU rules in the sustainable management of environmental resources.*

*In the second chapter the types of public investments in the real estate management were indicated in relation to the provisions of the Law on Real Estate Management. In terms of mentioned provisions the property management was defined, as a set of legal, technical and economic actions aiming to achieve an optimum condition of the property. This requires the integration of property management with spatial planning, cadastral and land register systems, and also the spatial data infrastructure.*

*The third chapter includes the interpretation and evaluation of the multi-criteria decision making methods, used in the spatial decision analysis. Performed review of the professional literature indicates yet slight use of these methods in Poland. In the world multi-criteria methods are now widely used in solving the engineering problems and increasingly in land management when choosing the location of investments of public purposes such as: airports, municipal wastes, industrial plants, etc. The assessment of the methods used so far, showed their limited possibilities for combining*

*quantitative and qualitative characteristics. In the case of the location of investment object specification, decision-making authority should be able to optimize the location of the object in the given locality. The optimum location is to provide the coordinates of the area characterized by the best conditions in terms of the concerned criteria. For this reason, an attempt was made to develop a methodology for the optimal choice of location of public investments. Mathematical analysis and research carried out and their results are presented in the following chapters of the work. The developed model is based on the method of surface integration. The integrand determines the surface formed by the criteria values in the nodes of the squares grid. Data to achieve this objective came from available and increasingly common spatial information systems. Model of the optimal location of a public investment, includes in its algorithm the method of analytical hierarchical process. Numerical visualization of areas optimal to location of investment projects was developed in Delphi environment.*

*Methods of optimal location selection of public purpose investments in land management together with the developed by the author LandRange application overlay, has been tested on models and real objects.*

**Key words:** *land management, public purpose investments, optimization, location, Delphi*

Dr inż. Monika Siejka  
Katedra Geodezji  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
Ul. Balicka 253 a, 30-149 Kraków  
Tel. 48 12 4515, [rmwiech@cyf-kr.edu.pl](mailto:rmwiech@cyf-kr.edu.pl)



## ***INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH***

Czasopismo naukowe wydawane przez Komisję Technicznej Infrastruktury Wsi Polskiej Akademii Nauk Oddział w Krakowie. Ma charakter ogólnokrajowy i jest otwarte na Autorów z całego świata. Wydawane jest w języku polskim i angielskim. Zgłaszane do publikacji artykuły winny być oryginalnym osiągnięciem Autora, dotychczas niepublikowane, poświęcone problemom technologicznym, projektowym, ekonomicznym lub teoretycznym z tytułowego zakresu czasopisma. Przyjmujemy manuskrypty, w objętości do 10 str. pisma komputerowego (Times New Roman, 12, odstęp 1,5) napisane w języku polskim lub angielskim. Autorów spoza Polski prosimy o nadsyłanie manuskryptów w języku angielskim. Każdy artykuł winien być zaopatrzonej w wyczerpujące streszczenie ze słowami kluczowymi (w języku manuskryptu) do 3000 znaków (jedna strona), wraz z załączonym tłumaczeniem angielskim. Drukujemy również w kolorze, w przypadku istotnej konieczności (fotografie, skomplikowane rysunki, mapy). Manuskrypt, w dwóch egzemplarzach należy przesłać pocztą na adres Redakcji, dołączając tekst na dyskietce lub CD, z oddzielnymi ilustracjami.

## ***INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS***

Scientific journal published by the Commission of Technical Infrastructure of Polish Rural Areas of the Academy of Letters-Krakow Branch. It is a nation wide journal, which accepts contributions from Authors from all over the world. It is published in Polish and English. Submitted contributions should be original scientific papers, so far unpublished, dealing with technological, design, economic or theoretical issues within the scope of the journal.

Submitted manuscripts should not exceed 10 typewritten pages (Times New Roman, font 12, 1.5 line spacing). The Authors from abroad may submit their papers in English. Each article must have a summary and keywords of not more than 3000 characters (one page). Color reproductions are possible only in special cases (photographs, complicated figures or maps). The manuscripts, in duplicate, should be sent by post to the editorial office. Electronic version on a diskette or CD with illustrations provided separately should accompany the hard copies.

## ***INFARSTRUKTUR UND ÖKOLOGIE DES LÄNDLICHEN RAUMS***

Die neue Forschungszeitschrift der Kommission der Technischen Infrastruktur an der Polnischen Wissenschaftsakademie, Abteilung in Krakau, hat ein nationaler Charakter und publiziert gern die Arbeiten von Autoren aus Polen sowie auch aus der ganze Welt. Die Forschungszeitschrift wird in Polnisch und Englisch verlegt.

Die vorgelegten Artikel sollen Originalarbeiten sein und dürfen nicht gleichzeitig an anderer Stelle zur Publikation eingereicht werden. Die Forschungsarbeiten sollen den Technologischen, Wirtschaftlichen. Planungs – sowie auch den theoretischen Problemen gewidmet sein, die eng der Titelbereich der Zeitschrift behandeln. Zugesandte Manuskripte sollen mit dem Umfang von höchstens 10 Druckseiten (Times New Roman, Schriftgrosse: 12 pt, Zeilenabstand: 1.5-fach) sein. Für die Autor/innen ausserhalb Polens wird es zugelassen die Manuskripten in Englisch zuschicken.

Dem Text wird im Manuskript eine Zusammenfassung mit den Schlussworten vorangestellt, die eine Länge von 3000 Zeichen (1 Druckseite) nicht übersteigen sollte.

Nach Bedarf drucken wir auch in Farbe (Aufnahmen, Karten, komplizierte Bilden).

Die zwei ausgedruckte Exemplare eines Manuskripts mit der Diskettenversion (die Abbildungen getrennt) bitte zur Redaktion senden.

*KOMITET REDAKCYJNY – EDITORIAL BOARD*

Redaktor naczelny - *Jerzy Gruszczyński*  
[jerzy.gruszczyński@ur.krakow.pl](mailto:jerzy.gruszczyński@ur.krakow.pl), [jerzygruszczyński@gmail.com](mailto:jerzygruszczyński@gmail.com)

Zastępca Redaktora naczelnego - *Anna Krakowiak-Bal*  
[anna.krakowiak-bal@ur.krakow.pl](mailto:anna.krakowiak-bal@ur.krakow.pl)

Redaktor statystyczny - *Stanisław Węglarczyk*  
[sweglar@pk.edu.pl](mailto:sweglar@pk.edu.pl)

Redaktor językowy polski – *Urszula Czernikowska*  
[ulaczernikowska@gazeta.pl](mailto:ulaczernikowska@gazeta.pl)

Redaktor językowy angielski – *Frederic Widlak*  
[fwidlak@wsb-nlu.edu.pl](mailto:fwidlak@wsb-nlu.edu.pl)

*REDAKTORZY TEMATYCZNI [DZIAŁOWI]:*

- infrastruktura techniczna – *Jacek Salamon*; [jacek.salamon@ur.krakow.pl](mailto:jacek.salamon@ur.krakow.pl)
  - inżynieria wodna – *Jan Pawelek*; [rmpawele@cyf-kr.edu.pl](mailto:rmpawele@cyf-kr.edu.pl)
  - ekologia – *Stanisław Krzanowski*; [rmkrzano@cyf-kr.edu.pl](mailto:rmkrzano@cyf-kr.edu.pl)
  - meteorologia i klimatologia – *Jacek Żarski*; [zarski@utp.edu.pl](mailto:zarski@utp.edu.pl)
  - melioracje i nawodnienia – *Roman Rolbiecki*; [rolbr@utp.edu.pl](mailto:rolbr@utp.edu.pl)
- rozwój obszarów wiejskich – *Krzysztof Gawroński*; [krzysztof.gawronski@ur.krakow.pl](mailto:krzysztof.gawronski@ur.krakow.pl)
  - geodezja i kataster – *Karol Noga*; [rmknoga@cyf-kr.edu.pl](mailto:rmknoga@cyf-kr.edu.pl)
- gospodarka regionalna i planowanie przestrzenne – *Andrzej Woźniak*; [wozniakn@uek.krakow.pl](mailto:wozniakn@uek.krakow.pl)
- redakcja angielska – *Stanisław Węglarczyk* (kier.), *Stanisław Rolbiecki*; [rolbs@utp.edu.pl](mailto:rolbs@utp.edu.pl)

Sekretarz Redakcji – *Mateusz Malinowski*  
[mateusz.malinowski@ur.krakow.pl](mailto:mateusz.malinowski@ur.krakow.pl)

Webmaster – *Jakub Sikora*  
[jakub.sikora@ur.krakow.pl](mailto:jakub.sikora@ur.krakow.pl), [editor@infraeco.pl](mailto:editor@infraeco.pl)

*WYDAWCA – EDITOR*

Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi Polskiej Akademii Nauk, Oddz. w Krakowie  
Stowarzyszenie Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, ul. św. Jana 28, 31-018 Kraków

*ADRES REDAKCJI – EDITORIAL OFFICE ADDRESS*

Redakcja IiETW, Balicka 116B, Pawilon E, PL-30-149 Kraków  
Telefon: 48 12 662 46 59, 48 12 662 46 55, Fax: 48 12 662 46 60  
[www.infraeco.pl](http://www.infraeco.pl)

ISSN 1732-5587

© Copyright by:

Stowarzyszenie Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich w Krakowie  
Balicka 116B, 30-149 Kraków

Korekta, skład komputerowy: *Redakcja*  
Projekt okładki: *Monika Wojtaszek-Dziadusz*

Druk, oprawa:  
*NOVA SANDEC – Wydawnictwo i Drukarnia*  
*Lwowska 143, 33-300 Nowy Sącz, Tel. 18 441 02 88*

## PROCEDURA WYDAWNICZA I WYMOGI AUTORSKIE

Zgłoszony do publikacji artykuł, winien być oryginalnym opracowaniem Autora(-ów), z tytułowego zakresu czasopisma, poświęconym problematyce badawczej, projektowej, konstrukcyjnej, koncepcyjnej, metodycznej, teoretycznej. Zgłoszony tekst nie może być wcześniej publikowany, nie jest złożony do druku w innym wydawnictwie oraz nie narusza praw autorskich, interesów prawnych i materialnych innych osób, w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. Nr 24, poz. 83).

Zgłoszony artykuł winien mieć charakter naukowy i winien zawierać: wstęp z opisem problemu, metodykę badań, opis badań, wyniki i ich opis, wnioski.

Objętość artykułu nie może przekraczać 10 stron pisma komputerowego (Times New Roman, 11 p., z odstępem między wierszami 1,5 i marginesami po 2,5 cm każdy).

Wymogi dotyczące szczegółów, takich jak: układ strony tytułowej, streszczeń, rysunków i ich opisów, tabel i ich tytułów, spisu i sposobu podawania cytowanej literatury (zgodnie z APA) i inne, są szczegółowo omówione na **stronie internetowej czasopisma**.

Rysunki i tabele, tworzące w sposób integralny objętość artykułu, winny być wklejone w tekst. Minimalna wymagana rozdzielczość plików formatu JPEG, TIFF – to 600 dpi. Z zasady, ilustracje drukowane są w kolorze, jeżeli w kolorze zostały dostarczone. Czcionka opisowa, siatki na wykresach oraz cyfry i litery, winny być wyłącznie w kolorze czarnym. W tekście nie należy stosować przypisów.

Artykuł w wersji papierowej, w dwóch jednobrzmiących egzemplarzach z dołączonym zapisem na CD, pozbawiony danych personalnych Autora (-ów), winien być przesłany do Redakcji czasopisma na adres: ul. Balicka 116B, pawilon E, 30-149 Kraków. Przesyłka winna zawierać ponadto zaklejoną kopertę, ze szczegółowymi danymi personalnymi Autora (-ów), nazwą zakładu pracy, adresami telefonami, emailami.

Przysłane do redakcji egzemplarze, po zakodowaniu, są kierowane do dwóch niezależnych recenzentów, również zakodowanych. Lista roczna zaangażowanych recenzentów jest publikowana w ostatnim w roku numerze czasopisma.

Po otrzymaniu recenzji następuje kwalifikacja artykułów do druku. Dwie pozytywne recenzje automatycznie kwalifikują artykuł do druku. W przypadku jednej negatywnej recenzji, redakcja podejmuje decyzję o dalszym postępowaniu z artykułem po wewnętrznej opinii redaktora działowego, albo kieruje artykuł do trzeciego recenzenta, którego opinia decyduje o dalszym losie artykułu.

Pozytywnie zakwalifikowane artykuły, wraz z recenzjami, wracają do Autorów, którzy w czasie 10-ciu dni winni zwrócić do redakcji, poprawione zgodnie z duchem i zaleceniami Recenzentów, artykuły, w jednym papierowym egzemplarzu, z obowiązkowym CD.

W tym czasie Autorzy otrzymują Fakturę VAT do uregulowania należności za wydawnictwo.

Informujemy, iż wydajemy również czasopismo w języku angielskim, do którego serdecznie zapraszamy. Redakcja wydaje również monografie naukowe.

Informujemy, iż Redakcja podejmuje wysiłki całkowitego postępowania *on line*, co może nastąpić w najbliższym roku.