Wielowariantowa koncepcja rozbudowy łącznika Aglomeracji Jeleniogórskiej z drogą ekspresową S3 w Bolkowie – Studium Korytarzowe dla drogi stanowiącej element Trasy Sudeckiej

TOM I

ANALIZA WIELOKRYTERIALNA ROZPATRYWANYCH WARIANTÓW

WROCŁAW, KWIECIEŃ 2019

OPRACOWANIE

Instytut Rozwoju Terytorialnego
ul. J. Wł. Dawida 1a
50-527 Wrocław

DYREKTOR

Maciej Zathey

Z-CA DYREKTORA

Magdalena Belof
Przemysław Malczewski

ZESPÓŁ AUTORSKI

Jan Blachowski
Marzenna Halicka-Borucka
Katarzyna Lisiewicz
Marzena Pasak
Jakub Rosowski
Ilona Szarapo
Małgorzata Wolańska
Dariusz Zięba

I. WIELOKRYTERIALNA OCENA WARIANTÓW Z WYKORZYSTANIEM METODYKI HIERARCHICZNEJ ANALIZY PROCESU DECYZYJNEGO 4

I.1. Ustalenie kryteriów oceny 4

I.2. Ocena punktowa (porównawcza) wariantów 5

I.3. Obliczenie wag kryteriów 7

I.4. Obliczenie ważonej punktacji kryteriów 10

II. PODSUMOWANIE 12

Spis rysunków w tekście:

Rys. 1. Metodyka oceny najbardziej korzystnego wariantu projektowanego łącznika drogowego 4

Rys. 2. Ranking wariantów na podstawie wyników oceny porównawczej (punktowej) 7

Rys. 3. Ranking wariantów na podstawie wyników oceny porównawczej (ważonej) 11

Spis tabel w tekście:

Tab. 1. Kryteria i podkryteria oceny przebiegu wariantów projektowanego łącznika 4

Tab. 2. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria środowiskowe 5

Tab. 3. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria społeczne 5

Tab. 4. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria ekonomiczne 6

Tab. 5. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria funkcjonalno-techniczne 6

Tab. 6. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na cztery grupy kryteriów 6

Tab. 7. Zastosowana skala ocen 7

Tab. 8. Wagi grup kryteriów 8

Tab. 9. Wagi podkryteriów środowiskowych 9

Tab. 10. Wagi podkryteriów społecznych 9

Tab. 11. Wagi podkryteriów ekonomicznych 9

Tab. 12. Wagi podkryteriów funkcjonalno-technicznych 10

Tab. 13. Ważona ocena porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) 11

Tab. 14. Sumaryczna ważona ocena porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) . 11

Tab. 15. Ranking najwyżej punktowanych wariantów w każdej z grup kryteriów 11

I. WIELOKRYTERIALNA OCENA WARIANTÓW Z WYKORZYSTANIEM METODYKI HIERARCHICZNEJ ANALIZY PROCESU DECYZYJNEGO

W celu określenia optymalnego, z punktu widzenia różnych celów i interesów, przebiegu projektowanych wariantów łącznika drogowego aglomeracja jeleniogórska – droga ekspresowa S3 posłużono się analizą punktową (porównawczą) a następnie metodyką hierarchicznej analizy procesu decyzyjnego (ang. Analytical Hierarchy Process, AHP). Metodyka analizy obejmowała następujące etapy (rys. 1):

1. IDENTYFIKACJA KRYTERIÓW I PODKRYTERIÓW OCENY

⇩

2. ANALIZA PORÓWNAWCZA (PUNKTOWA) WARIANTÓW W KAŻDEJ Z GRUP KRYTERIÓW

⇩

3. WYZNACZENIE WAG (ISTOTNOŚCI) KRYTERIÓW I PODKRYTERIÓW Z UŻYCIEM AHP

⇩

4. WAŻONA I ŁĄCZNA OCENA WARIANTÓW W KAŻDEJ Z GRUP KRYTERIÓW

Rys. 1. Metodyka oceny najbardziej korzystnego wariantu projektowanego łącznika drogowego

I.1. Ustalenie kryteriów oceny

W wyniku prac grupy specjalistów reprezentujących różne obszary i specjalizacje, tj. planowanie przestrzenne (regionalne i lokalne), infrastrukturę techniczną i komunikacyjną, ochronę przyrody, geologię, administrację, dziedzictwo kulturowe zidentyfikowano cztery podstawowe grupy kryteriów oceny optymalnego przebiegu projektowanej drogi oraz istotne podkryteria w poszczególnych grupach kryteriów. Przedstawiono je w tabeli 1.

Tab. 1. Kryteria i podkryteria oceny przebiegu wariantów projektowanego łącznika

Kryteria środowiskowe	Kryteria społeczne
– Oddziaływanie na krajobraz, – Oddziaływanie na gleby wysokiej jakości, – Oddziaływanie na wody powierzchniowe, – Oddziaływanie na wody podziemne, – Oddziaływanie na obszary ochrony przyrody (w tym Natura 2000), – Oddziaływanie na korytarze ekologiczne – oddziaływanie bezpośrednie, – Oddziaływanie na siedliska przyrodnicze, – Oddziaływanie na złoża kopalin.	– Oddziaływanie akustyczne, – Czas oraz koszt podróży, – Oddziaływanie na ludzi, – Oddziaływanie na zasoby dziedzictwa kulturowego, – Oddziaływanie na tereny zagospodarowane istniejące, – Oddziaływanie na tereny zagospodarowane planowane (suikzp), – Oddziaływanie na obszary uzdrowisk.
Kryteria ekonomiczne	**Kryteria funkcjonalno-techniczne**
– Szacowany koszt budowy, – Koszty obiektów inżynierskich, – Wskaźnik ENPV, – Wskaźnik EIRR.	– Długość odcinków klasy G, – Długość obiektów inżynierskich, – Różnica całkowita niwelety, – Liczba skrzyżowań/ węzłów drogowych, – Liczba konfliktów z istniejącą infrastrukturą techniczną, – Dostępność do chodników oraz dróg rowerowych, – Długość odcinków wykorzystanych, – Oddziaływanie sieciowe.

I.2. Ocena punktowa (porównawcza) wariantów

W kroku drugim zespoły ds. zasobów naturalnych i kulturowych oraz infrastruktury dokonały oceny punktowej trzech wariantów w każdym z wyznaczonych podkryteriów. Zastosowano skalę punktową od 1 do 3, gdzie 1 oznaczało wariant o relatywnie najgorszych parametrach dla danego kryterium, a 3 wariant charakteryzujący się najlepszymi parametrami w danym kryterium. Wyniki oceny punktowej (porównawczej) przedstawiają tabele 2 do 6. Szczegółowy opis wyników analizy i oceny wariantów ze względu na kryteria środowiskowe i społeczne zawiera TOM E opracowania.

Tab. 2. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria środowiskowe

Kryteria środowiskowe	**W1**	**W2**	**W3**
Oddziaływanie na krajobraz	1	1	3
Oddziaływanie na gleby wysokiej jakości	1	2	3
Oddziaływanie na wody powierzchniowe	1	3	2
Oddziaływanie na wody podziemne	2	3	1
Oddziaływanie na obszary ochrony przyrody (w tym Natura 2000)	2	1	3
Oddziaływanie na korytarze ekologiczne – oddziaływanie bezpośrednie	2	2	1
Oddziaływanie na siedliska przyrodnicze	1	1	1
Oddziaływanie na złoża kopalin	3	3	1
SUMA	**13**	**16**	**15**
Ranking (kryteria środowiskowe)	**III**	**I**	**II**

Tab. 3. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria społeczne

Kryteria społeczne	**W1**	**W2**	**W3**
Oddziaływanie akustyczne	1	3	2
Czas oraz koszt podróży	2	3	2
Oddziaływanie na ludzi	1	3	2
Oddziaływanie na zasoby dziedzictwa kulturowego	1	2	3
Oddziaływanie na tereny zagospodarowane istniejące	2	1	3
Oddziaływanie na tereny zagospodarowane planowane (SUiKZP)	2	3	1
Oddziaływanie na obszary uzdrowisk	3	3	1
SUMA	**12**	**18**	**14**
Ranking (kryteria społeczne)	**III**	**I**	**II**

Użyte poniżej podkryteria są elementem oraz wynikiem przeprowadzonej „Analizy kosztów i korzyści" zawartej w TOMIE H opracowania. Do porównania wariantów w ramach kryterium ekonomicznego użyto dwóch wskaźników efektywności ekonomicznej EIRR (im wyższy, tym inwestycja ma większe szanse realizacji) oraz ENPV (spodziewany zysk lub strata netto poprzez dyskontowanie wszelkich przyszłych korzyści lub strat w stosunku do ich aktualnej wartości). Ponadto uwzględniono podkryteria kosztowe z podziałem na całkowity koszt budowy łączników oraz samych obiektów inżynierskich. Wariant najwyżej punktowany charakteryzował się najwyższymi wartościami wskaźników ekonomicznych oraz najniższymi kosztami realizacji.

Tab. 4. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria ekonomiczne

Kryteria ekonomiczne	**W1**	**W2**	**W3**
Szacowany koszt budowy	2	3	1
Koszty obiektów inżynierskich	1	2	3
Wskaźnik ENPV	2	3	1
Wskaźnik EIRR	2	3	1
SUMA	**7**	**11**	**6**
Ranking (kryteria ekonomiczne)	**II**	**I**	**III**

Podgórski charakter projektowanej drogi wymusił odcinkowe obniżenie klasy technicznej oraz projektowanie wielu nowych obiektów inżynierskich. W podkryteriach funkcjonalno-technicznych im mniejsza była łączna długość odcinków o klasie technicznej G i suma długości obiektów inżynierskich tym wyższa była ocena punktowa danego wariantu. Planowana droga powinna charakteryzować się małą różnicą niwelety, niewielką liczbą skrzyżowań, brakiem konfliktów z infrastrukturą techniczną oraz oddaleniem od terenów zabudowanych (co wiąże się z brakiem konieczności budowy chodników i dróg rowerowych). W związku z powyższym, w podkryteriach 2 do 6 przyznawano wyższą ocenę wariantom minimalizującym powyższe parametry. Im większa długość odcinków wykorzystanych tym wariant został wyżej ocieniony. W podkryterium dotyczącym oddziaływań sieciowych najwyżej punktowane były warianty najmocniej odciążające drogi krajowe, które obecnie są obciążone największym ruchem.

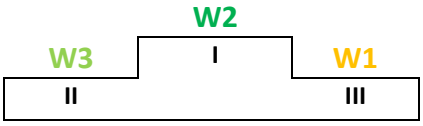
Tab. 5. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na kryteria funkcjonalno-techniczne

Kryteria funkcjonalno-techniczne	**W1**	**W2**	**W3**
Długość odcinków klasy G	3	3	3
Długość obiektów inżynierskich	1	2	3
Różnica całkowita niwelety	1	2	3
Liczba skrzyżowań/ węzłów drogowych	2	3	1
Liczba konfliktów z istniejącą infrastrukturą techniczną	2	3	1
Dostępność do chodników oraz dróg rowerowych	3	1	2
Długość odcinków wykorzystanych	3	2	1
Oddziaływanie sieciowe	2	3	1
SUMA	**17**	**19**	**15**
Ranking (kryteria funkcjonalno-techniczne)	**II**	**I**	**III**

Tab. 6. Analiza porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania) ze względu na cztery grupy kryteriów

	W1	**W2**	**W3**
SUMA (wszystkie kryteria)	49	64	50
Ranking (wszystkie kryteria)	**III**	**I**	**II**

Przy równej wadze wszystkich kryteriów i podkryteriów oceny przebiegu projektowanego łącznika drogowego najwyższą ocenę punktową otrzymał wariant W2 (64 punkty). Kolejny jest wariant W3, który otrzymał o 14 punktów mniej. Najgorzej wypadł wariant W1 z 49 punktami (Rys. 2).



Rys. 2. Ranking wariantów na podstawie wyników oceny porównawczej (punktowej)

Rozpatrując oddzielnie poszczególne grupy kryteriów punktacja wariantów jest następująca. W grupie kryteriów środowiskowych najwyższą notę uzyskał wariant W2 otrzymując 16 punktów, przy czym wariant W3 otrzymał ocenę porównywalną (15 punktów) (Tab. 2).
W grupie kryteriów społecznych najwięcej punktów również otrzymał wariant W2 (18). Pozostałe warianty uzyskały kolejno 12 (W1) oraz 14 (W3) punktów (Tab. 3).
W grupie kryteriów ekonomicznych najwięcej punktów uzyskał wariant W2 (11), następnie W1 (7 punktów) i W3 (6 punktów).
W grupie kryteriów funkcjonalno-technicznych najlepiej wypadł ponownie wariant W2 (19 punktów), a najgorzej W3 (15 punktów).
We wszystkich rozpatrywanych grupach kryteriów najlepiej oceniony został wariant W2.
W dalszej części oceny punktowe zostały wykorzystane do ważonej oceny wariantów z uwzględnieniem istotności (wagi) poszczególnych kryteriów i podkryteriów.

I.3. Obliczenie wag kryteriów

W kolejnym etapie cztery zespoły reprezentujące obszary: ochrony zasobów naturalnych i kulturowych, infrastruktury, polityki przestrzennej oraz analiz strategicznych zostały poproszone o porównanie kryteriów oraz podkryteriów parami zgodnie z metodyką hierarchicznej analizy procesu decyzyjnego AHP (ang. Analytic Hierarchy Process) opracowaną przez Saaty'ego (1987, 1990). Metoda jest stosowana do otrzymania skali porównawczej na podstawie porównania parami analizowanych kryteriów. Porównania mogą wywodzić się z rzeczywistych pomiarów lub skali ocen odzwierciedlających preferencje. Preferencje określane są za pomocą ocen względnych wyrażanych przez wartości liczbowe, zazwyczaj od 1 do 9 gdzie 1 oznacza, że porównywane kryteria są równoważne a 9 oznacza, że pierwszy z porównywanych elementów „a" jest zdecydowanie preferowany względem drugiego elementu „b".

Tab. 7. Zastosowana skala ocen

Wartość	Ocena elementu „a" względem „b"
9	„a" jest ekstremalnie preferowane
7	„a" jest bardzo silnie preferowane
5	„a" jest silnie preferowane
3	„a" jest słabo preferowane
1	„a" jest równoważne z „b"
Stosowano także wartości pośrednie (2, 4, 6, 8) oraz wartości odwrotne, np. 1/9 – „b" jest ekstremalnie preferowane względem „a".	

Na podstawie tych ocen tworzone są macierze preferencji konstruowane z uwzględnieniem następujących zasad, dany element macierzy jest równoważny względem samego siebie tj. równy 1 oraz wartość oceny elementu „a" względem elementu „b" jest odwrotnością oceny elementu „b" względem elementu „a".

Stąd, struktura macierzy porównań jest następująca (1).

$$M = \begin{bmatrix} a_{11} = 1 & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{2n} \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} = 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Wartości macierzy znormalizowanej oraz wektory wag obliczane są ze wzorów, odpowiednio (2) i (3):

$$w_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \quad (2)$$

$$w_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \, a_{ij} \quad (3)$$

Gdzie (4),

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_{ij}}{n} \quad (4)$$

W badaniu wykonano także test stopnia spójności uzyskanych wag w celu sprawdzenia spójności ocen ekspertów. Polega on na obliczeniu współczynnika spójności (CR), który wskazuje prawdopodobieństwo, że wartości macierzy zostały losowo wygenerowane. Według Saaty'ego (1980), macierz, dla której ten współczynnik jest większy niż 0,10 powinna zostać ewaluowana ponownie.

Współczynnik spójności (CR) jest obliczany w następujący sposób:

- obliczenie wektora własnego oraz maks. wartości własnej dla macierzy M,
- obliczenie indeksu spójności (CI) zgodnie z formułą (5),

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (5)$$

Gdzie,

- λ_{max} to maksymalna wartość własna macierzy porównań
- n to liczba rozpatrywanych kryteriów.

Współczynnik spójności obliczamy z równania (6)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

Gdzie RI to indeks losowy, którego wartość zależy od liczby rozpatrywanych kryteriów n

Otrzymane w wyżej opisany sposób wagi reprezentujące istotność kryteriów przedstawiają się następująco (Tab. 8).

Tab. 8. Wagi grup kryteriów

Kryterium	Waga	Ranga
Środowiskowe	0,275	II
Społeczne	0,475	I
Ekonomiczne	0,118	IV
Funkcjonalno-techniczne	0,132	III

Współczynnik spójności macierzy porównań wyniósł 0,049 (< 0,10) a konsensus ekspertów 85%.

W grupie kryteriów środowiskowych obliczone wagi podkryteriów przedstawiają się następująco (Tab. 9).

Tab. 9. Wagi podkryteriów środowiskowych

Kryteria środowiskowe	Waga	Ranga
Oddziaływanie na krajobraz	0,072	VI
Oddziaływanie na gleby wysokiej jakości	0,044	VII
Oddziaływanie na wody powierzchniowe	0,078	V
Oddziaływanie na wody podziemne	0,125	IV
Oddziaływanie na obszary ochrony przyrody (w tym Natura 2000)	0,220	II
Oddziaływanie na korytarze ekologiczne – oddziaływanie bezpośrednie	0,154	III
Oddziaływanie na siedliska przyrodnicze	0,277	I
Oddziaływanie na złoża kopalin	0,030	VIII

W grupie kryteriów społecznych obliczone wagi podkryteriów przedstawiają się następująco (Tab. 10).

Tab. 10. Wagi podkryteriów społecznych

Kryteria społeczne	Waga	Ranga
Oddziaływanie akustyczne	0,215	II
Czas oraz koszt podróży	0,073	VI
Oddziaływanie na ludzi	0,393	I
Oddziaływanie na zasoby dziedzictwa kulturowego	0,086	V
Oddziaływanie na tereny zagospodarowane istniejące	0,091	IV
Oddziaływania tereny zagospodarowane planowane (suikzp)	0,027	VII
Oddziaływanie na obszary uzdrowisk	0,115	III

W grupie kryteriów ekonomicznych obliczone wagi podkryteriów przedstawiają się następująco (Tab. 11).

Tab. 11. Wagi podkryteriów ekonomicznych

Kryteria ekonomiczne	Waga	Ranga
Szacowany koszt budowy	0,200	IV
Koszty obiektów inżynierskich	0,233	III
Wskaźnik ENPV	0,277	II
Wskaźnik EIRR	0,290	I

W grupie kryteriów funkcjonalno-technicznych obliczone wagi podkryteriów przedstawiają się następująco (Tab. 12).

Tab. 12. Wagi podkryteriów funkcjonalno-technicznych

Kryteria funkcjonalno-techniczne	Waga	Ranga
Długość odcinków klasy G	0,084	IV
Długość obiektów inżynierskich	0,061	VI
Różnica całkowita niwelety	0,048	VII
Liczba skrzyżowań/ węzłów drogowych	0,172	III
Liczba konfliktów z istniejącą infrastrukturą techniczną	0,045	VIII
Dostępność do chodników oraz dróg rowerowych	0,065	V
Długość odcinków wykorzystanych	0,194	II
Oddziaływanie sieciowe	0,331	I

W ważonej ocenie punktowej optymalnego przebiegu wariantów projektowanego łącznika drogowego największe znaczenie mają kryteria społeczne (waga 47,5%) oraz środowiskowe (waga 27,5%). Kryteria ekonomiczne i funkcjonalno-techniczne mają mniejsze znaczenie z wagami odpowiednio 11,8% i 13,2%.

W grupie kryteriów środowiskowych największe znaczenie mają oddziaływania łącznika na siedliska przyrodnicze (waga 27,7%) obszary ochrony przyrody (waga 22,0%) oraz na korytarze ekologiczne (waga 15,4%). W tej grupie kryteriów najmniej istotne są oddziaływania na udokumentowane złoża kopalin (waga 3,0%) oraz gleby wysokiej jakości (waga 4,4%).

W grupie kryteriów społecznych najistotniejsze w ważonej ocenie punktowej są kryteria oddziaływania na ludzi i oddziaływania akustycznego, odpowiednio z wagami 39,3% i 21,5% a także oddziaływania na uzdrowiska (waga 11,5%). Najmniej ważne jest kryterium oddziaływania na tereny planowane pod zabudowę w SUiKZP gmin (waga 2,7%).

Kryteria ekonomicznie mają relatywnie zbliżone wagi. Najważniejszy dla oceny końcowej jest wskaźnik EIRR z wagą 29%, a relatywnie najmniej istotny szacowany koszt budowy z wagą 20%.

Wśród kryteriów funkcjonalno-technicznych największe znaczenie uzyskały oddziaływania sieciowe projektowanego łącznika (waga 33,1%), a także długość odcinków wykorzystanych (istniejących) z wagą 19,4% oraz liczba skrzyżowań i węzłów drogowych z wagą 17,2%. Najmniej istotne są liczba konfliktów z istniejącą infrastrukturą techniczną (waga 4,5%) oraz różnica całkowita niwelety (waga 4,8%).

I.4. Obliczenie ważonej punktacji kryteriów

Następnie dokonano obliczenia ważonej punktacji (S) w każdej z grup kryteriów, według wzoru (7)

$$S = \sum_{i=1}^{n} c_i \times w_i \qquad (7)$$

Gdzie *c* to nazwa kryterium a *w* to jego waga.

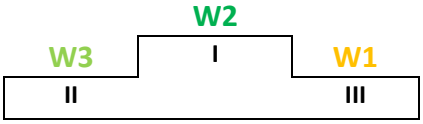
Wyniki ważonej oceny punktowej dla każdej grupy kryteriów oraz sumarycznie przedstawiono w tabelach 13 oraz 14 oraz graficznie na rys. 3.

Tab. 13. Ważona ocena porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania)

Kryterium	**W1**	**W2**	**W3**
Środowiskowe	0,429	0,458	0,481
Społeczne	0,675	1,298	0,967
Ekonomiczne	0,209	0,327	0,173
Funkcjonalno-techniczne	0,295	0,339	0,192

Tab. 14. Sumaryczna ważona ocena porównawcza (punktowa) wariantów (dla etapu użytkowania)

Kryterium	**W1**	**W2**	**W3**
Ważona punktacja	1,607	2,421	1,812
Ranking	**III**	**I**	**II**



Rys. 3. Ranking wariantów na podstawie wyników oceny porównawczej (ważonej)

Ranking wariantów w każdej grupie kryteriów przedstawia się następująco (Tab. 15).

Tab. 15. Ranking najwyżej punktowanych wariantów w każdej z grup kryteriów

Pozycja	**Środowiskowe**	**Społeczne**	**Ekonomiczne**	**Funkcjonalno-przestrzenne**
I	W3	W2	W2	W2
II	W2	W3	W1	W1
III	W1	W1	W3	W3

Najwyższą sumaryczną ważoną ocenę punktową uzyskał wariant W2 – 2,421 punktów na 3 punkty możliwe do otrzymania (Tab. 14). Wariant ten był również najwyżej oceniony w grupie kryteriów społecznych, ekonomicznych i funkcjonalno-technicznych (Tab. 13). W grupie kryteriów środowiskowych zajął natomiast 2 miejsce podczas gdy w przypadku prostej oceny punktowej także w tej grupie kryteriów został sklasyfikowany na pierwszej pozycji.

Na drugiej pozycji pod względem łącznej ważonej oceny punktowej został sklasyfikowany wariant W3 z 1,812 punktów na 3 punkty możliwe (Tab. 14). Wariant ten został najwyżej oceniony w grupie kryteriów środowiskowych oraz na drugiej pozycji w grupie kryteriów społecznych (poprzednio 3 pozycja). Wypadł on najgorzej w kategorii kryteriów ekonomicznych i funkcjonalno-technicznych.

Trzecie i ostatnie miejsce pod względem uzyskanej sumarycznej liczby punktów zajął wariant W1 (1,607 punktów). Jego ocena jest o ponad 66% niższa niż dla najlepszego wariantu W2. Wariant ten uzyskał najniższą punktację w grupie kryteriów środowiskowych i społecznych, które miały największe znaczenie podczas analizy wielokryterialnej. W grupie kryteriów ekonomicznych oraz funkcjonalno-przestrzennych uzyskał drugie miejsce.

II. PODSUMOWANIE

W badaniu posłużono się metodyką porównawczej oceny punktowej oraz hierarchicznej analizy procesu decyzyjnego (AHP). Ta ostatnia pozwoliła na określenie istotności (wag) kryteriów wytypowanych do analizy optymalnego przebiegu wariantów projektowanego łącznika i zobiektywizowanie oceny punktowej poszczególnych wariantów.

W analizie brano pod uwagę cztery grupy kryteriów: środowiskowe, społeczne, ekonomiczne i funkcjonalno-techniczne. Największy wpływ na końcową ocenę wariantów miały kryteria społeczne (47,5%) i środowiskowe (27,5%). Wśród kryteriów środowiskowych najistotniejsze są oddziaływania przebiegu łącznika na siedliska przyrodnicze (waga 27,7%) obszary ochrony przyrody (waga 22,0%) oraz na korytarze ekologiczne (waga 15,4%). W grupie kryteriów społecznych najistotniejsze w ważonej ocenie punktowej są kryteria bezpieczeństwa (waga 39,3%), jakości życia mieszkańców (21,5%) oraz oddziaływania na uzdrowiska (waga 11,5%). Z kolei wśród kryteriów funkcjonalno-technicznych największe znaczenie mają oddziaływania sieciowe projektowanego łącznika (waga 33,1%). Kryteria ekonomiczne charakteryzują się najbardziej zrównoważonymi wagami, od 20% do 29%.

W przypadku równoważnej oceny punktowej wariantów przebiegu projektowanego łącznika **największą liczbę punktów uzyskał wariant W2 (64 punkty).** Kolejne warianty W3 i W1 otrzymały odpowiednio o 14 i 15 punktów mniej. Wariant W2 jest najwyżej oceniany we wszystkich grupach kryteriów. Jego punktacja wynosiła kolejno: 16 na 24 punkty w kryteriach środowiskowych, 18 na 21 punktów w kryteriach społecznych, 11 na 12 punktów w kryteriach ekonomicznych oraz 19 na 24 możliwe do zdobycia punkty w kryteriach funkcjonalno-technicznych. Wariant W3 zajmował drugą pozycję w grupie kryteriów środowiskowych (15 punktów) i społecznych (14 punktów). Wariant W1 był wysoko punktowany w grupie kryteriów ekonomicznych (7 punktów i 2 miejsce) oraz funkcjonalno-technicznych (17 punktów i 2 miejsce).

Uwzględniając obliczone wagi kryteriów klasyfikacja wariantów nie zmieniła się istotnie. **Największą liczbę punktów uzyskał wariant W2, który otrzymał 2,421 punktów na 3 punkty możliwe**. Także w tym przypadku jest najwyżej oceniony w grupie kryteriów społecznych, ekonomicznych i funkcjonalno-technicznych. W grupie kryteriów środowiskowych zajął 2 miejsce.

Drugie miejsce pod względem liczby punktów tak jak w ocenie równoważnej zajął wariant W3 (1,812 punktów na 3 możliwe), a trzecie wariant W1 (1,607 punktów).

Należy dodać, iż w przypadku wariantu W2 pomimo uzyskanej najwyższej łącznej ważonej oceny punktowej na dalszym etapie prac powinno się dokonać korekty jego przebiegu ze względu na przecięcie granic rezerwatu Buki Sudeckie (vide TOM E opracowania). Ponadto, ze względu na zbliżony przebieg wariantów projektowanej drogi zaleca się wykorzystanie ich najmniej konfliktowych odcinków do opracowania ostatecznego wariantu przebiegu drogi.