



Załącznik 2 do Pisma konsultacyjnego wg §§ 8, 9a UVPG

Wyciąg z załącznika 1 – Sprawozdanie objaśniające – do dokumentacji wniosku do procedury ustalania planu

Rozdział 3.6 – Porównanie głównych wariantów – Wybór linii

Wersja polska

Strona tytułowa, całkowicie zaktualizowana wersja, 03.06.2016

Sporządził:

Femern
Sund ≈ Bælt

Landesbetrieb
Straßenbau und Verkehr
Schleswig-Holstein
Niederlassung Lübeck



Kopenhaga, dnia 03.06.2016
Femern A/S

Lubeka, dnia 03.06.2016
LBV-SH, Niederlassung Lübeck

podpisał Claus Dynesen

podpisał Torsten Conradt

Wyłączną odpowiedzialność za treść publikacji ponosi jej autor. Unia Europejska nie odpowiada za ewentualne wykorzystanie informacji zawartych w takiej publikacji.



Współfinansowane przez Unię Europejską
Transeuropejska sieć transportowa (TEN-T)

Strona 2/24

Spis treści

3.6. Porównanie głównych wariantów – wybór linii	8
3.6.1. Rozważane warianty	8
3.6.2. Opis trasy w głównym wariantcie tunelu zanurzonego	8
3.6.3. Opis trasy w głównym wariantcie tunelu drążonego	10
3.6.4. Opis trasy w głównym wariantcie mostu wantowego	10
3.6.5. Rozważenie wariantu głównego, wyłonienie preferowanego rozwiązania	11
3.6.5.1. Procedura metodyczna	11
3.6.5.2. Kategoria Oddziaływanie na środowisko	12
3.6.5.3. Kategoria Zagospodarowanie przestrzenne	15
3.6.5.4. Kategoria Komunikacja	15
3.6.5.5. Kategoria Budownictwo miejskie	16
3.6.5.6. Kategoria Struktura agrarna	17
3.6.5.7. Kategoria Technologia budowlana FBQ	18
3.6.5.8. Kategoria Koszty/ekonomiczność	20
3.6.6. Ocena podsumowująca wszystkich kategorii	22

Spis ilustracji

Rys. 3.8: Główne warianty tunelu zanurzonego i drążonego – położenie9

Rys. 3.9: Główny wariant mostu wantungo – położenie..... 10

Spis tabel

Tab. 3.4: Długości odcinków wariantu głównego	11
Tab. 3.5: Klasyfikacja w kategorii Oddziaływanie na środowisko	14
Tab. 3.6: Klasyfikacja w kategorii Zagospodarowanie przestrzenne	15
Tab. 3.7: Klasyfikacja w kategorii Komunikacja	16
Tab. 3.8: Klasyfikacja w kategorii Budownictwo miejskie	17
Tab. 3.9: Klasyfikacja w kategorii Struktura agrarna.....	18
Tab. 3.10: Klasyfikacja w kategorii Technologia budowlana	20
Tab. 3.11: Zestawienie kosztów wariantów głównych (podstawa ceny 2016)	20
Tab. 3.12: Klasyfikacja w kategorii Koszty	21
Tab. 3.13: Przegląd rankingów w poszczególnych ocenach	22
Tab. 3.14: Ocena łączna	23

Spis skrótów

AS	Miejsce połączenia
B	Oznaczenie dróg krajowych
B - E - E	Most między punktami cumowniczymi →F-E oraz →L-E
E	Oznaczenie dróg europejskich
FBQ	Stale połączenie przez cieśninę Belt Fehmarn
F-E	Względnie bezkonfliktowy korytarz / punkt cumowniczy Fehmarn-East
F-H	Punkt cumowniczy port promowy Fehmarn
F-NW	Względnie bezkonfliktowy korytarz / punkt cumowniczy Fehmarn-Nearwest
F-W	Względnie bezkonfliktowy korytarz / punkt cumowniczy Fehmarn-West
itd.	i tak dalej
K	Oznaczenie dróg powiatowych
km	kilometry
LBV-SH	Krajowy Zakład Budowy Dróg i Transportu Szlezwika-Holsztynu (Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein)
L-E	Względnie bezkonfliktowy korytarz / punkt cumowniczy Lolland-East
L-H	Punkt cumowniczy port promowy Lolland
L-ME	Punkt cumowniczy Lolland-Mideast
L-W	Względnie bezkonfliktowy korytarz / punkt cumowniczy Lolland-West
m	metry
m.in.	między innymi
mln	miliony
NHN	Średni poziom morza (Normalhöhennull)
np.	na przykład
ok.	około
por.	porównaj
Roz.	Rozdział
Rys.	Rysunek
T _A - E - ME	Tunel zanurzony między punktami cumowniczymi →F-E oraz →L-ME
Tab.	Tabela
T _B - E - ME	Tunel drażony między punktami cumowniczymi →F-E oraz →L-ME

TBM	Maszyna drążąca
tzn.	to znaczy
UE	Unia Europejska
UVPG	Ustawa o ocenie oddziaływania na środowisko
UVS	Ocena oddziaływania na środowisko

3.6. Porównanie głównych wariantów – wybór linii

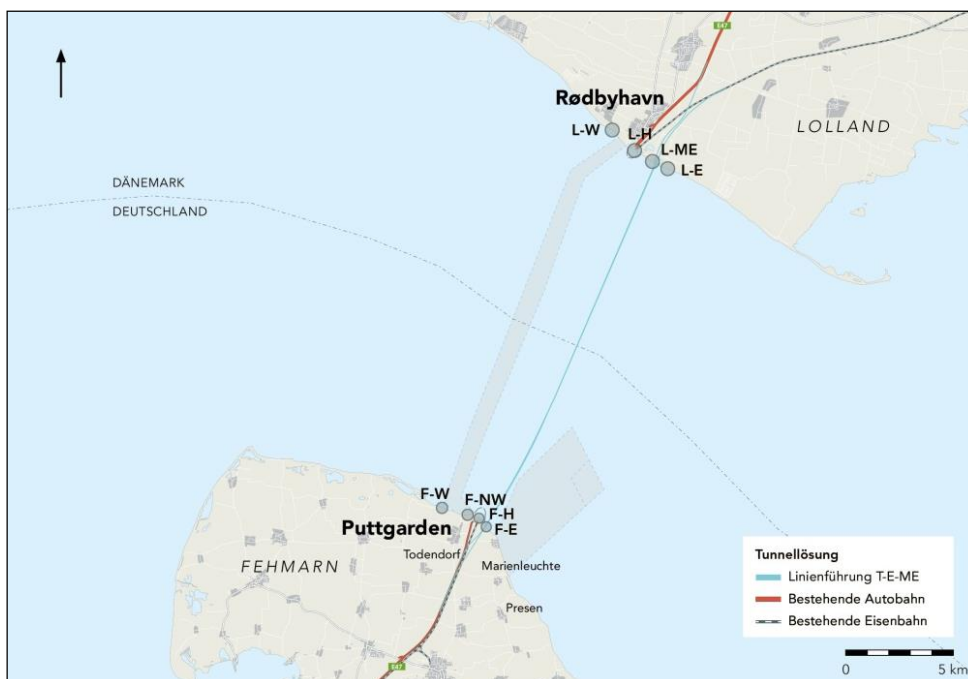
3.6.1. Rozważane warianty

Wynik w rozdziale 3.4 to połączenia liniowe, które najlepiej nadają się do rozwiązań tunelowych i mostowych. Ze względu na różne oddziaływanie na środowisko zarówno rozwiązanie przewidujące tunel zanurzony, jak i drażony jest oceniane w oparciu o porównanie wariantów głównych. Most wiszący i wantowy nie różnią się od siebie znacząco pod względem oddziaływania na środowisko, jeśli uwzględnia się długie mosty nabrzeżne. Dlatego w porównaniu wariantów głównych wystarczy wziąć pod uwagę jedynie rozwiązanie, które jest korzystniejsze z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia, czyli most wantowy. W związku z tym w porównaniu głównych wariantów są brane pod uwagę trzy rozwiązania:

- | | | |
|----|-----------------|---------------------------|
| 1. | Tunel zanurzony | (T _A – E – ME) |
| 2. | Tunel drażony | (T _B – E – ME) |
| 3. | Most wantowy | (B – E – E) |

3.6.2. Opis trasy w głównym wariantcie tunelu zanurzonego

Główny wariant tunelu zanurzonego ma swój początek na wyspie Fehmarn, na północny zachód od miejscowości Bannesdorf. Wychodzi od istniejącej instalacji drogowej B 207/toru. Odcinek kolejowy zostanie poprowadzony lekko na wschód i będzie przebiegał prostoliniowo po wybrzeżu Bałtyku, sięgając wybrzeża na wschód od portu promowego. Nowe połączenie autostradowe (E 47) będzie na początku lekko na zachód, aby zyskać miejsce na nowe AS Puttgarden. Dalej skręca lekkim łukiem w prawo, na południe od dawnej stacji manewrowej przecina obecne tory kolejowe i od zachodu zbliża się do nowej trasy kolejowej. Właściwy tunel zaczyna się mniej więcej na wysokości obecnego wybrzeża i biegnie w linii prostej do duńskiego wybrzeża. Do brzegu dociera około 1 km na wschód od Rødbyhavn. Trasa kolejowa na wyspie Lolland biegnie po lekkim łuku w prawo i po około 5 km dociera do istniejącej trasy kolejowej Rødby – Sakskøbing. E 47 nadal zachowuje swój prosty kształt na wyspie Lolland i na wysokości południowego krańca miejscowości Rødby powraca do obecnego biegu E 47. Główny wariant tunelu zanurzonego jest przedstawiony na Rys. 3.8.



Rys. 3.8: Główne warianty tunelu zanurzonego i drążonego – położenie

DÄNEMARK	DANIA
DEUTSCHLAND	NIEMCY
Tunnellösung	Rozwiązanie z tunelem
Linienführung	Przebieg linii
Bestehende Autobahn	Instniejąca autostrada
Bestehende Eisenbahn	Instniejąca linia kolejowa

Trasy kolejowe na wyspie Fehmarn i Lolland biegają blisko lądu, z wyjątkiem tras korytowych prowadzących do tunelu. E 47 także w przeważającej części przebiega blisko lądu. Wyjątkiem są, podobnie jak w przypadku torów, trasy korytowe oraz przejście E 47 nad torami na południe od stacji manewrowej. Niweleta tunelu w cieśninie Belt Fehmarn przebiega zgodnie z dnem morza.

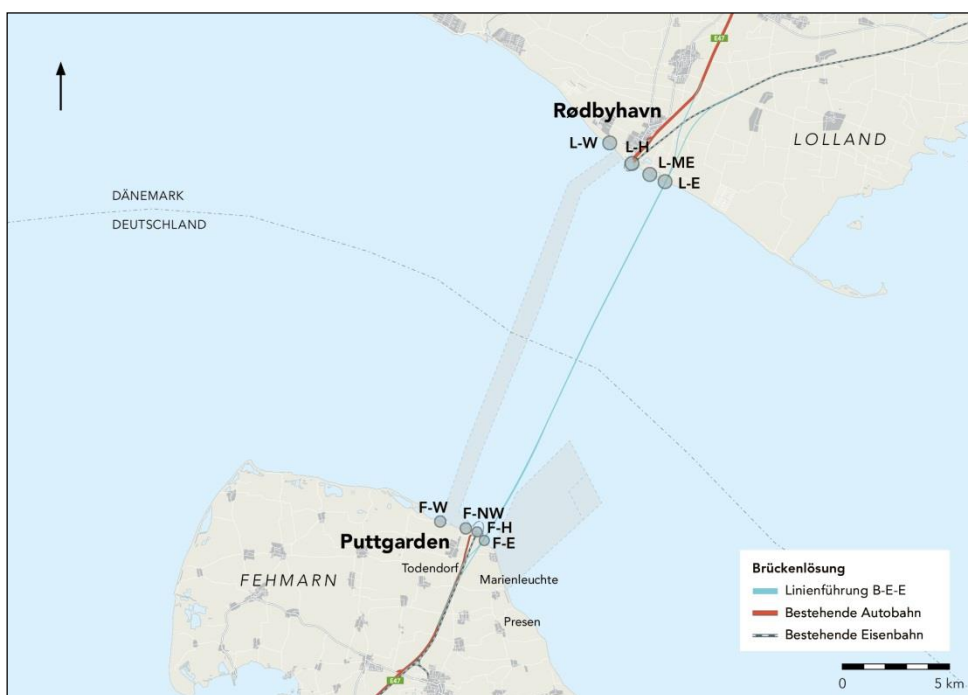
Na wyspie Fehmarn i Lolland podporządkowane sieci należy dostosować do nowych warunków ramowych. W przypadku wyspy Fehmarn dotyczy to przede wszystkim budowy nowego AS Puttgarden, poprowadzenie K 49 oraz podłączenia portu promowego do drogi od strony K 49. Na wyspie Lolland przerwane drogi zostaną przywrócone do pierwotnego stanu i zbuduje stację poboru myta.

3.6.3. Opis trasy w głównym wariantcie tunelu drążonego

Główny wariant tunelu drążonego przebiega podobnie do zanurzonego. Tory trasy kolejowej są przesunięte nieco bardziej na wschód, ponieważ ze względu na trzy osobne szlaki tunel drążony zajmuje większą powierzchnię niż tunel zanurzony. Wyraźne różnice w porównaniu z głównym wariantem tunelu zanurzonego są widoczne w przebiegu niwelety. Ze względu na konieczność przykrycia tunel drążony jest położony około 20 m niżej niż główny wariant tunelu zanurzonego. Dlatego wloty do tunelu na wyspie Fehmarn oraz Lolland wchodzą bardziej w głąb lądu. W związku z tym tunel drążony jest znacznie dłuższy od tunelu zanurzonego (por. Tab. 3.4).

3.6.4. Opis trasy w głównym wariantcie mostu wantungo

Na wyspie Fehmarn połączenie liniowe głównego wariantu mostu wantungo jest prawie identyczne z głównym wariantem tunelu zanurzonego. Ze względu na wysunięcie punktu cumowniczego na wyspie Lolland bardziej na wschód połączenia liniowe są tam, w porównaniu z tunelem zanurzonym, bardziej przesunięte na wschód.



Rys. 3.9: Główny wariant mostu wantungo – położenie

DÄNEMARK	DANIA
DEUTSCHLAND	NIEMCY
Brückenlösung	Rozwiązanie z mostem
Linienführung	Przebieg linii
Bestehende Autobahn	Instniejąca autostrada
Bestehende Eisenbahn	Instniejąca linia kolejowa

Długości tras

Długości tras wszystkich trzech wariantów głównych są zestawione w Tab. 3.4. Należy uwzględnić także fakt, iż punkty początkowe lub końcowe po stronie lądu nie są w pełni zgodne z planami. Punkt końcowy drogi głównego wariantu tunelu zanurzonego na wyspie Lolland jest przesunięty o około 1 km na północ w porównaniu z głównym wariantem mostu wantowego. Punkt końcowy drogi w przypadku tunelu drążonego jest natomiast przesunięty o kolejne 250 m dalej na północ, niż punkt końcowy tunelu zanurzonego. Różnica wynika z tego, że tunel drążony wychodzi ze znacznie większej głębokości niż tunel zanurzony. Z budowlanego i technicznego punktu widzenia punkty początkowe i końcowe drogi mogą być identyczne. W głównym wariantcie tunelu drążonego dłuższe połączenie kolejowe jest jednak podyktowane aspektami technicznymi połączenia liniowego, wcześniejszym odłączeniem i późniejszym połączeniem z istniejącymi torami, z uwzględnieniem konieczności zmiany systemu pomiędzy duńskim a niemieckim.

Tab. 3.4: Długości odcinków wariantu głównego

Wariant główny	Droga komunikacyjna	Po stronie lądowej wyspy Fehmarn	Konstrukcja Belt Fehmarn	Po stronie lądowej wyspy Lolland	Suma ³⁾
		[km]	[km]	[km]	[km]
Tunel zanurzony	Droga	3,7	18,1 ¹⁾	6,3	28,2
	Tory	3,4	18,1 ¹⁾	5,2	26,7
Tunel drążony	Droga	2,9	19,6 ¹⁾	5,6	28,1
	Tory	3,1	21,2 ¹⁾	4,3	28,6
Most wantowy	Droga	4,2	17,6 ²⁾	5,1	26,9
	Tory	4,2	17,6 ²⁾	5,1	26,9

1) Wraz z odcinkami tunelu o konstrukcji otwartej

2) Od przyczółka do przyczółka

3) Całkowite długości wariantów głównych różnią się, gdyż na etapie ich planowania ze względu na różne techniczne warunki krańcowe punkty końcowe tras nie są identyczne.

3.6.5. Rozważenie wariantu głównego, wyłonienie preferowanego rozwiązania

3.6.5.1. Procedura metodyczna

Mając na celu wyłonienie z trzech wariantów głównych preferowanego rozwiązania, warianty te są porównywane i oceniane w siedmiu przedstawionych poniżej kategoriach:

- Oddziaływanie na środowisko
- Zagospodarowanie przestrzenne
- Komunikacja

- Budownictwo miejskie
- Struktura agrarna
- Technologia budowlana
- Koszty/ekonomiczność

Każda kategoria oceny obejmuje kilka kryteriów. Dla poszczególnych kryteriów są definiowane cele i oceniana jest ich realizacja. Oceny według poszczególnych kryteriów w każdej kategorii są argumentowane werbalnie, prowadząc do ogólnej klasyfikacji. Na tej podstawie w każdej kategorii definiuje się ranking wariantów głównych. Wynik ogólny wariantów głównych, czyli preferowane rozwiązanie, wyłania się z popartej werbalną argumentacją klasyfikacji we wszystkich kategoriach.

Znaczenie rankingu:

- Wariant z pozycją 1 w rankingu w porównaniu z dwoma innymi wariantami stanowi najbardziej odpowiednie rozwiązanie.
- Wariant z pozycją 2 w rankingu także jest odpowiedni i mieści się pomiędzy wariantem najlepszym pod względem przystosowania a jeszcze nadającym się wariantem.
- Wariant z pozycją 3 w rankingu w porównaniu z dwoma pozostałymi wariantami stanowi rozwiązanie, które (jeszcze) się nadaje, ale jest obciążone licznymi wadami niż pozostałe dwa warianty.

Podczas kompleksowej oceny należy pamiętać, że skala rankingu z zasady nie pozwala na wyrażanie różnic w ocenie pomiędzy poszczególnymi kategoriami ilościowo. Nawet jeśli różnice pomiędzy rankingami w poszczególnych kategoriach mogą być rzeczywiście duże, z zasady wolno je opisywać wyłącznie jakościowo. W przypadku przyznania pierwszej pozycji w rankingu dwóm wariantom, trzeci wariant główny otrzymuje miejsce 3.

3.6.5.2. Kategoria Oddziaływanie na środowisko

Zasadniczym celem jest wyeliminowanie lub minimalizacja negatywnych oddziaływań FBQ na środowisko. Ocena jest przeprowadzana według chronionych zasobów zgodnie z ustawą o ocenie oddziaływania na środowisko (UVPG) (ludzie łącznie wraz z ich zdrowiem, zwierzęta, rośliny oraz różnorodność biologiczna, ziemia, woda, klimat, powietrze, krajobraz, dobra kultury oraz inne dobra materialne). Szczegółowa prezentacja znajduje się w Ocenie oddziaływania na środowisko (por. załącznik 15 dokumentacji wniosku do procedury ustalania planu) w Ogólnie Zrozumiałym Podsumowaniu (załącznik 1 do niniejszego Sprawozdania Objasniającego). Ze względu na wyjątkowość sytuacji w obszarze morskim chronione zasoby podzielono, wyróżniając morskie zasoby częściowo chronione.

Ocena szacunkowa – strona lądowa wyspy Fehmarn

Trzy warianty główne na wyspie Fehmarn mają niemal identyczne połączenie liniowe, w związku z czym tylko nieznacznie różnią się pod względem oddziaływania, zarówno jakościowego, jak i ilościowego.

W przypadku takich zasobów chronionych, jak ziemia, woda, zwierzęta, rośliny, klimat/powietrze most zajmuje miejsce 1 w rankingu częściej, niż pozostałe dwa warianty (tunel zanurzony: ziemia, krajobraz, dobra kultury oraz inne dobra materialne; tunel drążony: ludzie/zdrowie ludzkie, różnorodność biologiczna). Natomiast tunel zanurzony nie zajmuje miejsca 3 w rankingu w przypadku żadnego zasobu chronionego, przeciwnie do dwóch pozostałych wariantów (most: ludzie/zdrowie ludzkie, różnorodność biologiczna, krajobraz; tunel drążony: ziemia, zwierzęta, rośliny, dobra kultury oraz inne dobra materialne, klimat/powietrze). Ponadto tunel zanurzony zajmuje miejsce 2 w przypadku takich zasobów chronionych, jak ludzie/ludzkie zdrowie, woda, zwierzęta, rośliny, różnorodność biologiczna, klimat/powietrze (most: dobra kultury oraz inne dobra materialne; tunel drążony: woda, krajobraz). Dlatego w aspekcie zasobów chronionych warianty główne w postaci tunelu zanurzonego i mostu wantowego są ogólnie sklasyfikowane w sposób identyczny. Nieznaczna przewaga wariantu głównego tunelu drążonego względem takich zasobów chronionych, jak ludzie i różnorodność biologiczna nie równoważy negatywnej oceny w przypadku takich zasobów chronionych, jak ziemia, zwierzęta i rośliny, dobra kultury oraz inne dobra materialne, a także powietrze/klimat. Dlatego w ocenie ogólnej wariant główny tunelu drążonego zajmuje zaledwie miejsce 3, podczas gdy tunel zanurzony i most wantowy są ex aequo na miejscu 1 w rankingu.

Ocena szacunkowa – obszar morski

Istotne dla ogólnej oceny są długotrwałe i wykraczające poza granice oddziaływania wariantu głównego w postaci mostu wantowego na wymianę wody w Bałtyku (hydrografię) oraz jego długofalowy wpływ na migrację ptaków o znaczeniu międzynarodowym. W porównaniu z tymczasowymi zakłóceniami ze strony tunelu zanurzonego i drążonego (utrata siedlisk, zawiesiny i osady), o negatywnym oddziaływaniu na takie zasoby chronione/częściowo chronione, jak woda, fauna planktoniczna, fauna bentosowa, flora bentosowa oraz ryby, długotrwałe zakłócenia powodowane przez most są bardziej negatywne. W decydującym stopniu przyczyniają się one do tego, że wariant główny w postaci mostu wantowego – z uwzględnieniem wszelkich kompleksowych oddziaływań na środowisko w obszarze morskim – zajmuje miejsce 3 w rankingu.

W bezpośrednim porównaniu tunelu zanurzonego i drążonego wygrywa wariant główny w postaci tunelu drążonego. Brak konieczności wykopu w dnie morskim odczuwalnie redukuje determinowane budową negatywne oddziaływania w obszarze morskim. Dlatego tunel drążony w obszarze morskim plasuje się na pierwszym miejscu. Tunel zanurzony zajmuje miejsce 2 w rankingu.

Ocena szacunkowa – strona lądowa wyspy Lolland

Duńska ocena oddziaływania na środowisko (VVM) wypada jednoznacznie. Zgodnie z nią most wantowy we wszystkich przypadkach dotyczących środowiska stanowi najkorzystniejszy wariant główny lub co najmniej równorzędny z tunelem zanurzonym i drążonym. Klasyfikacja ta opiera się przede wszystkim na najmniejszej powierzchni, zajmowanej podczas budowy i eksploatacji. Z kolei to wpływa wyraźnie na zmniejszenie ingerencji w krajobraz wybrzeża. W bezpośrednim porównaniu tunelu zanurzonego i drążonego wyłaniają się zalety wariantu głównego w postaci tunelu drążonego (miejsce 2). Jego budowa trwa wprawdzie dłużej od tunelu zanurzonego, ale negatywnie ocenia się zajmowanie większych powierzchni podczas budowy tunelu zanurzonego, co wynika przede wszystkim z produkcji elementów tunelu w rejonie wybrzeża (miejsce 3).

Klasyfikacja ogólna w kategorii Oddziaływanie na środowisko

Różnice w oddziaływaniu pomiędzy wariantami głównymi często są jedynie nieznaczne. W klasyfikacji ogólnej należy uwzględnić fakt, iż długość odcinka trasy w obszarze morskim stanowi niemal dwukrotność sumy odcinków na wyspie Fehmarn i Lolland. Zasięg poszczególnych oddziaływań na środowisko w obszarze morskim (zwłaszcza w zakresie hydrografii, migracji ptaków) może mocno przekraczać strefę oddziaływania lądowych odcinków trasy. Dlatego w porównaniu z obszarami lądowymi o charakterze rolnym dla oceny ogólnej oddziaływania inwestycji na środowisko istotniejsze są oddziaływania na obszar morski. Ranking w trzech ocenianych obszarach oraz końcowa ocena ogólna są przedstawione w Tab. 3.5.

Tab. 3.5: Klasyfikacja w kategorii Oddziaływanie na środowisko

Oceniany obszar	Ranking wariantów głównych		
	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantowy
Strona lądowa wyspy Fehmarn	1	3	1
Obszar morski	2	1	3
Strona lądowa wyspy Lolland	3	2	1
Klasyfikacja ogólna	2	1	3

Powyższe przyczyny powodują, że mimo korzystnej klasyfikacji na wyspie Fehmarn i Lolland wariant podstawowy w postaci mostu wantowego ogólnie z punktu widzenia ochrony środowiska jest najmniej korzystnym wariantem. Szczególne znaczenie dla owej klasyfikacji mają długotrwałe i wykraczające poza granice negatywne oddziaływania na wymianę wody w Bałtyku (hydrografię) oraz ich długofalowy wpływ na migrację ptaków o międzynarodowym znaczeniu.

Wariant główny w postaci tunelu zanurzonego na wyspie Fehmarn wypada w klasyfikacji lepiej od tunelu drążonego. Różnice są jednak bardzo nieznaczne, a niektóre występują jedynie w okresie budowy. W obszarze morskim, a także na wyspie Lolland wariant główny w postaci tunelu drążonego oceniono lepiej. Różnice w oddziaływaniu obu wariantów na wyspie Lolland są większe, aniżeli wynika z rankingu. Zajęcie powierzchni w okresie budowy na produkcję elementów tunelu szczególnie odbija się na farmie wiatrowej Syltholm. Negatywne oddziaływania wariantu głównego w postaci tunelu zanurzonego na wyspie Lolland są w sumie większe od zalet tego rozwiązania na wyspie Fehmarn. Ponieważ tunel zanurzony jest negatywnie oceniany także w obszarze morskim, ogólnie korzystnie wypada tunel drążony, w związku z czym w kategorii Oddziaływanie na środowisko zajmuje miejsce 1 w rankingu. Na miejscu 2 plasuje się wariant główny tunelu zanurzonego.

3.6.5.3. Kategoria Zagospodarowanie przestrzenne

Kategoria Zagospodarowanie przestrzenne obejmuje ocenę takich kryteriów, jak „Dostępność” oraz „Bodźce ekonomiczne”.

Ze względu na bardzo podobne połączenie liniowe oraz identyczne punkty połączenia z podporządkowanymi sieciami kolejowymi i drogowymi wpływ wszystkich trzech wariantów głównych na zagospodarowanie przestrzenne jest taki sam; w równym stopniu poprawiają one obecną sytuację. Dlatego wszystkie trzy warianty główne zajmują miejsce 1 w rankingu.

Tab. 3.6: Klasyfikacja w kategorii Zagospodarowanie przestrzenne

	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantowy
Klasyfikacja ogólna	1	1	1

3.6.5.4. Kategoria Komunikacja

Kategoria Komunikacja obejmuje ocenę takich kryteriów, jak „Sprawność komunikacyjna FBQ”, „Bezpieczeństwo ruchu na FBQ” oraz „Bezpieczeństwo żeglugi z uwzględnieniem - FBQ”.

Sprawność komunikacyjna trzech wariantów głównych jest uzależniona od ich połączenia z siecią. W przypadku wszystkich trzech wariantów jest ono praktycznie identyczne, co oznacza, że sprawność komunikacyjna jest taka sama i pozytywna (m.in. krótsze czasy przejazdu, wznowienie kolejowego transportu towarowego).

Warianty główne różnią się pod względem wymogów technicznych oraz możliwości w razie wypadków. Zarówno tunel zanurzony, jak i drążony posiada dostępne „strefy bezpieczeństwa”, które mają duże znaczenie w razie wypadków powodujących pożar. Wszystkie trzy warianty główne zawsze spełniają obowiązujące standardy bezpieczeństwa.

Dlatego zapewniają maksymalne bezpieczeństwo i stwarzają dobre warunki / warunki - krańcowe do efektywnych akcji ewakuacyjnych i ratunkowych. W tym aspekcie, mimo różnych zalet i wad, trzy warianty główne zostały razem sklasyfikowane na tym samym poziomie.

Jednak pod względem bezpieczeństwa ruchu indywidualnego pojazdów mechanicznych obydwa warianty tunelowe wyprzedzają nieco rozwiązanie mostowe. Niepożądane czynniki atmosferyczne (np. gołoledź, burza, ulewy i mgła), które mogą obniżyć bezpieczeństwo ruchu w tunelu są bez znaczenia. Pod względem bezpieczeństwa żeglugi warianty tunelowe po fazie budowy są neutralne, czyli nie wpływają na nią ani pozytywnie, ani negatywnie. Natomiast w przypadku wariantu głównego w postaci mostu wantowego pozostaje resztkowe ryzyko kolizji statków z pylonami i filarami mostu. Przeprowadzone w tym zakresie badania pokazują jednak, że jest ono znikome. Uszkodzenia mostu wskutek kolizji ze statkami, które pociągnęłyby za sobą zakłócenia komunikacyjne czy znaczne koszty naprawy, są rzadkością. Ryzyko dłuższego (trzy miesiące) zakłócenia ruchu jest bardzo znikome.

Generalne wykluczenie ryzyka kolizji ze statkami oraz zależności od warunków pogodowych w wariantach głównych w postaci tunelu zanurzonego i drążonego sprawia, że w kategorii Komunikacja wypadają one nieco lepiej w porównaniu z mostem wantowym. Pomiędzy tunelem zanurzonym a drążonym nie ma znaczących różnic w zakresie sprawności. Dlatego obydwa te warianty zajmują miejsce 1 w rankingu.

Tab. 3.7: Klasyfikacja w kategorii Komunikacja

	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantowy
Klasyfikacja ogólna	1	1	3

3.6.5.5. Kategoria Budownictwo miejskie

W ocenie brane są pod uwagę takie kryteria, jak „Odseparowanie od miejscowości” oraz „Ograniczenia potencjału rozwojowego miejscowości”. Determinowane ruchem oraz czynnikami wizualnymi niedogodności przedsięwzięcia nie są uwzględniane w kategorii Budownictwo miejskie, ponieważ ocenia się je, analizując wpływ na środowisko dobra chronione człowiek, krajobraz, por. Ocena oddziaływania na środowisko, załącznik 15 do dokumentacji wniosku do procedury ustalania planu).

Wszystkie trzy warianty są bardzo zbliżone pod względem połączeń liniowych, połączeń z podporządkowaną siecią oraz lokalizacją względem stref mieszkalnych. Przez przyłączenie nowych tras do obecnej głównej osi komunikacyjnej negatywne wpływy na wyspie Fehmarn w kategorii Budownictwo miejskie ulegają minimalizacji. Ponadto FBQ zarówno na wyspie Fehmarn, jak i Lolland przebiega w większości przez obszary rolnicze, nie ingerując bezpośrednio w miejscowości. Jedynie na wyspie Lolland inwestycja ingeruje w pojedyncze zagrody. Drogi przecinane przez warianty główne na wyspie Fehmarn i Lolland zostaną przywrócone do pierwotnego stanu. Inwestycja nie spowoduje podziałów miejscowości. Nie

dojdzie również do ograniczenia ich potencjału rozwojowego. Na wyspie Fehmarn oraz Lolland nie występują negatywne oddziaływania na budownictwo miejskie.

Znaczące, trwale zróżnicowane wpływy pomiędzy wariantami głównymi w obydwu kryteriach nie występują ani na wyspie Fehmarn, ani na Lolland. Dlatego w kategorii Budownictwo miejskie warianty główne sklasyfikowano jako równorzędne.

Tab.3.8: Klasyfikacja w kategorii Budownictwo miejskie

	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantungowy
Klasyfikacja ogólna	1	1	1

3.6.5.6. Kategoria Struktura agrarna

W kategorii Struktura agrarna ocenia się związane z instalacją oraz budową starty rolnych obszarów użytkowych.

Na wyspie Fehmarn i Lolland wszystkie trzy warianty przebiegają przez obszary rolnicze. Ponieważ trzy warianty główne prawie nie różnią się pod względem połączeń liniowych, ich wpływ na strukturę agrarną jest jedynie nieznacznie zróżnicowany. Wariant główny tunelu drążonego wypada tu nieco bardziej niekorzystnie. Ze względu na poprowadzenie dróg komunikacyjnych w trzech tunelach i wcześniejsze zanurzenie rozwiązanie to zajmuje więcej rolnych obszarów użytkowych. Niewielkie różnice pod względem zajmowanych obszarów rolniczych pomiędzy tunelem zanurzonym a mostem występują w strefie przejściowej do konstrukcji połączenia. Nie mają one jednak wpływu na ocenę.

Wszystkie trzy warianty główne wymagają przeznaczenia znacznych powierzchni pod place budowy. W przypadku tunelu zanurzonego i mostu wantungowego większość zajmowanych powierzchni jest zlokalizowana po stronie duńskiej. Na wyspie Lolland elementy tunelu zanurzonego będą produkowane w bezpośrednim pobliżu wybrzeża. Produkcja elementów mostu będzie realizowana w istniejącej fabryce w Danii, co zredukuje powierzchnie zajmowane podczas budowy. Niezbędne powierzchnie, podobnie jak w przypadku tunelu zanurzonego, są zlokalizowane w bezpośrednim pobliżu wybrzeża. Również potrzebna na czas drążenia tunelu fabryka tubingów oraz instalacja separacyjna może znajdować się blisko wybrzeża. W związku z tym na wyspie Lolland oddziaływanie na strukturę agrarną jest jedynie nieznaczne, a w przypadku wszystkich wariantów głównych porównywalnie negatywne.

Natomiast na wyspie Fehmarn sytuacja wygląda inaczej. Powierzchnie zajmowane podczas budowy dla wariantów głównych w postaci tunelu zanurzonego i mostu wantungowego znajdują się w pobliżu wybrzeża i ze względu na istnienie zakładów produkcyjnych w Danii rozwiązania te zajmują mniej obszarów rolniczych. Natomiast tunel drążony wymaga postawienia również na wyspie Fehmarn zakładu produkującego tubingi oraz instalacji separacyjnej. Potrzebna

w okresie budowy powierzchnia na ten cel rozciąga się mniej więcej po latarnię morską i jest obecnie obszarem rolniczym. Wymagana na czas budowy powierzchnia stanowi wielokrotność powierzchni, potrzebnej w przypadku wariantów głównych w postaci tunelu zanurzonego i mostu wantowego. Przez wiele lat budowy będzie ona wyłączona z użytkowania rolniczego.

Dla klasyfikacji wariantów głównych w kategorii Struktura agrarna istotne są przede wszystkim ich oddziaływania na wyspie Fehmarn. Ze względu na wyraźnie większe powierzchnie zajmowane w okresie budowy, która ponadto trwa 1,5 roku dłużej, wariant główny w postaci tunelu drążonego jest mniej korzystny od tunelu zanurzonego i mostu wantowego. Pomiędzy tymi ostatnimi nie dostrzeżono różnic, które byłyby istotne dla oceny.

Tab.3.9: Klasyfikacja w kategorii Struktura agrarna

	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantowy
Klasyfikacja ogólna	1	3	1

3.6.5.7. Kategoria Technologia budowlana FBQ

Ocena obejmuje techniczną przydatność technologii budowlanej na podstawie takich kryteriów, jak „Ryzyko technologiczne” oraz „Ponowne wykorzystanie oraz transport urobku”.

Trzy technologie budowlane – tunel zanurzony, drążony i most wantowy – są metodami sprawdzonymi i przetestowanymi w dziedzinie infrastruktury komunikacyjnej. Są one opisane w załączniku 18, w rozdziale 3.5 „Określenie odpowiednich systemów budowlanych”. Szczególnym wyzwaniem w przypadku FBQ jest znaczna długość połączenia oraz złożoność geologiczna w cieśninie Bełt Fehmarn. Wynikające z tego trudności i ryzyka są przedstawione szczegółowo w załączniku 18. Rozdziały 6.7.2 (tunel zanurzony), 6.7.3 (tunel drążony) i 6.7.4 (most wantowy) zawierają szczegółowy opis i ocenę trudności oraz ryzyka, a w tym miejscu podsumowane zostały tylko najważniejsze wyniki.

Ze względu na uwarunkowane procesem budowy głębokie poprowadzenie niwelety tunelu drążonego jest on o ok. 3,6 km (tory) lub 2 km (droga) dłuższy od konstrukcji wariantów głównych w postaci mostu wantowego i tunelu zanurzonego. Już same te zwiększone długości podnoszą w przypadku technologii tunelu drążonego ryzyko wystąpienia awarii technicznych i opóźnienia realizacji budowy w porównaniu z technologiami tunelu zanurzonego i mostu wantowego. Ponadto należy wziąć pod uwagę, że konserwacja i naprawy maszyn drążących (TBM) muszą odbywać się pod ziemią. Ze względu na dłuższy czas budowy czynności konserwacyjne muszą być wykonywane częściej i są one znacznie bardziej skomplikowane niż w przypadku maszyn używanych w technologiach tunelu zanurzonego i mostu wantowego, które są łatwo dostępne.

Tunel zanurzony wymaga wykonania wykopu w dnie morskim, w którym zostaną zanurzone i połączone ze sobą prefabrykowane na lądzie (suchy dok) elementy tunelu. Podczas wykonywania wykopu oraz podstaw filarów mostu wantowego złożoność geologiczna dna morza może utrudniać prace. Jednak utrudnienia te są znacznie mniej problematyczne, niż w przypadku budowy tunelu drążonego, ponieważ umieszczone także pod wodą wykopy są dostępne od góry. W przypadku tunelu drążonego nie występuje porównywalna swobodna dostępność budowy. Silne zróżnicowanie gruntu w obszarze tras stanowi w przypadku tunelu drążonego istotne ryzyko. W niestabilnym środowisku można bowiem trafić m.in. na duże skały/eratyki. Rozbicie i transport dużych skał/eratyków jest bardzo trudnym i kosztownym zadaniem. Ponadto silne właściwości abrazyjne gleby wymagają częstej konserwacji tarczy skrawającej maszyny drążącej (TBM). Konserwacja, w dużej mierze z powodu panowania wysokich ciśnień do 6 barów, jest bardzo kosztowna i może być wykonywana wyłącznie przez specjalistów.

Ponadto konieczne jest skonstruowanie i wyprodukowanie sześciu nowych maszyn TBM. Już sama ich średnica wewnętrzna, która w przypadku tunelu kolejowego wynosi 15,2 m, generuje wyjątkowe wymogi technologiczne w zakresie konstrukcji i produkcji maszyn TBM. Może to spowodować opóźnienia, wzrost kosztów i nieprzewidywalne sytuacje w całym projekcie.

W przypadku wariantu głównego w postaci mostu wantowego szczególnym wyzwaniem jest budowa filarów i przede wszystkim bardzo duże rozpiętości mostu głównego. Dużym ryzykiem technologicznym obarczone jest również podniesienie prefabrykowanych elementów mostowych o długości 200 m. Ważą one około 8000 t, trzeba je podnieść na wysokość do 70 m powyżej średniego poziomu morza i zamontować. Wymagałoby to najpierw zaprojektowania odpowiednich narzędzi do podnoszenia.

W wariantcie głównym z tunelem zanurzonym wysokie wymagania wynikają z wielkości elementów tunelu podczas transportowania (zanurzania), z koniecznej dokładności osadzenia oraz z samego procesu zanurzania. Również ta metoda jest obciążona ryzykiem. Jednak z uwagi na duże doświadczenie w stosowaniu tej technologii budowy nabyte podczas budowy innych obiektów tunelowych uważa się, że ryzyka te są łatwiejsze do opanowania niż ryzyka związane z dwoma pozostałymi technologiami.

Powstający podczas drążenia tunelu urobek jest wymieszany z potrzebną do wydobywania suspensją wsporczą i transportową. Nie stanowi to wprawdzie ryzyka technologicznego, ale jest to niekorzystna sytuacja, ponieważ ponowne umieszczenie urobku wymaga oddzielenia obydwu powyższych suspensji. Materiał do ponownego zasypiania musi być najpierw dostarczony przez wykonany tunel do instalacji separacyjnej, tam poddany skomplikowanemu procesowi separacji, po czym przetransportowany z powrotem na miejsce docelowe. Ponad połowa przetworzonego w ten sposób na wyspie Fehmarn materiału wraca na wyspę Lolland. Dalszy transport wymaga załadunku na statki. W odróżnieniu od tego bardzo skomplikowanego procesu transportu urobku w przypadku tunelu zanurzonego oraz mostu wantowego jest znacznie prostszy. Urobek jest ładowany bezpośrednio w miejscu wykopu na barki i transportowany na miejsce docelowe.

Największe ryzyko technologiczne i najbardziej skomplikowany transport materiału występuje w przypadku wariantu głównego w postaci tunelu drążonego. W związku z tym rozwiązanie to jest znacznie mniej korzystne pod względem technologicznym od pozostałych głównych wariantów z tunelem zanurzonym i mostem wantungim. Ze względu na montaż elementów na bardzo dużych wysokościach, skomplikowane podstawy pod filary i bardzo dużą rozpiętość mostu głównego wariant główny w postaci mostu wantungiego wykazuje większe ryzyko technologiczne od tunelu zanurzonego. Dlatego w kategorii Technologia budowlana jest on sklasyfikowany korzystniej niż most wantungi.

Tab. 3.10: Klasyfikacja w kategorii Technologia budowlana

	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantungi
Klasyfikacja ogólna	1	3	2

3.6.5.8. Kategoria Koszty/ekonomiczność

Kategoria Koszty/ekonomiczność obejmuje ocenę zarówno kosztów inwestycji, jak również bieżących kosztów eksploatacji, konserwacji i napraw (utrzymania). Ekonomiczność konstrukcji jest bezpośrednio powiązana z wysokością kosztów. Im niższe koszty łączne inwestycji, tym większa jest jej ekonomiczność.

Każdy z trzech wariantów głównych szczegółowo zaplanowano z uwzględnieniem niezbędnego wyposażenia technicznego oraz połączeń z podporządkowaną siecią. Niniejsza dokumentacja planistyczna pozwala na ustalenie kosztów przypadających na poszczególne warianty. Koszty budowy są dokładniej opisane podane w załączniku 18, w rozdziale 6.8 „Kategoria Koszty/ekonomiczność” z rozbiem na główne grupy wg „Instrukcji kalkulacji kosztów budowy dróg (AKS 85)”. W grupie głównej 8 zawierają one koszty działań kompensacyjnych i rekompensat. Uzyskane koszty eksploatacji i utrzymania opierają się na wartościach empirycznych uzyskanych w istniejących urządzeniach infrastruktury komunikacyjnej. W Tab.3.11 podane jest zestawienie kosztów wariantów głównych.

Tab. 3.11: Zestawienie kosztów wariantów głównych (podstawa ceny 2016)

Składnik kosztów	Koszty [mln €] wariantów głównych (tunel zanurzony = 100)		
	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantungi
Koszty inwestycji	6075	8273 (+36%)	6160 (+1%)
Koszty eksploatacji i utrzymania przez 30 lat	2211	2727 (+23%)	1815 (-18%)
Koszty łączne przez 30 lat	8286	11000 (+33%)	7975 (-4%)

Tunel drążony jest pod względem kosztów inwestycji zdecydowanie najdroższym wariantem głównym. O około 36% przekraczają one koszty inwestycji wariantów głównych w postaci tunelu zanurzonego i mostu wawowego. Istotne przyczyny tego stanu rzeczy są podane poniżej. Konieczne jest wyprodukowanie sześciu maszyn TBM, zaprojektowanych specjalnie do tego zadania. Tunel drążony jest położony głębiej od tunelu zanurzonego. W związku z tym jego początek i koniec są wyraźnie wysunięte dalej. W porównaniu z tunelem zanurzonym i mostem wawowym generuje to dłuższe odcinki estakadowe i tunelowe. Ponadto należy pamiętać, że każdy z trzech szlaków tunelu wymaga niezależnego, pełnego wyposażenia technicznego oraz portalu przy każdej z rur tunelowych. W przypadku tunelu zanurzonego wystarczy wspólny portal w jednym budynku. Efekty synergistyczne, jak ma to miejsce w przypadku ułożonych bezpośrednio obok siebie lub piętrowo dróg komunikacyjnych w tunelu zanurzonym oraz na moście wawowym, nie występują w przypadku tunelu drążonego.

Koszty inwestycji wariantów głównych w postaci tunelu zanurzonego i mostu wawowego różnią się jedynie o 85 mln € (ok. 1%). Ta bardzo nieznaczna różnica nie wystarcza, aby można było jednoznacznie dokonać różnicy klasyfikacji tych dwóch wersji.

Roczne koszty eksploatacji i utrzymania wariantu głównego w postaci tunelu drążonego są znacznie wyższe niż w pozostałych dwóch wariantach. Ze względu na trzy oddzielne szlaki tunelu drążonego wymaga on zastosowania większej ilości instalacji technicznych, które generują odpowiednie koszty eksploatacji i utrzymania. Koszty eksploatacyjne i utrzymania tunelu drążonego są o około 23% wyższe w stosunku do tunelu zanurzonego, a o około 50% w porównaniu z mostem wawowym. W bezpośrednim porównaniu kosztów utrzymania mostu wawowego i tunelu zanurzonego wygrywa rozwiązanie mostowe. Pod względem wyszczególnionych w Tab.3.11 kosztów łącznych przewaga ta ulega relatywizacji.

Z porównania rozwiązań technicznych w przypadku tunelu zanurzonego, drążonego oraz mostu wawowego w kategorii Koszty/ekonomiczność wynika, że tunel drążony należy ocenić wyraźnie gorzej, zarówno jeśli chodzi o koszty inwestycji, jak i o koszty eksploatacji oraz utrzymania, niż tunel zanurzony i most wawowy. Różnice kosztów między wariantem z tunelem zanurzonym a mostem wawowym wynikają przede wszystkim z różnych kosztów eksploatacji i utrzymania. Nie można ich stawiać na równi z kosztami inwestycji, ponieważ w kwotach bezwzględnych są one znacznie niższe. Korzyść wariantu z mostem wawowym po stronie kosztów wynosi w sumie zaledwie 4%. Biorąc pod uwagę większe ryzyko technologiczne tego wariantu głównego (por. rozdział 3.6.5.7) i związane z tym potencjalne zwiększenie kosztów budowy, warianty z tunelem zanurzonym i mostem wawowym należy ocenić tak samo pod kątem kosztów/ekonomiczności.

Tab. 3.12: Klasyfikacja w kategorii Koszty

	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wawowy
Klasyfikacja ogólna	1	3	1

3.6.6. Ocena podsumowująca wszystkich kategorii

W Tab.3.13 są przedstawione rankingi w opisanych wcześniej kategoriach.

Tab. 3.13: Przegląd rankingów w poszczególnych ocenach

Kategoria	Ranking wariantu głównego [-]		
	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantowy
Oddziaływanie na środowisko	2	1	3
Zagospodarowanie przestrzenne	1	1	1
Komunikacja	1	1	3
Budownictwo miejskie	1	1	1
Struktura agrarna	1	3	1
Technologia budowlana	1	3	2
Koszty/ekonomiczność	1	3	1

W podsumowaniu oddziaływania na środowisko wariant główny w postaci tunelu drążonego z jego nieznacznymi wpływami w obszarze morskim wypada najkorzystniej, podczas gdy na drugiej pozycji plasuje się tunel zanurzony. Most wantowy sklasyfikowano najniżej m.in. ze względu na skutki hydrograficzne oraz negatywny wpływ na migracje ptaków i nietoperzy.

W kategoriach Zagospodarowanie przestrzenne i Budownictwo miejskie wszystkie trzy warianty główne oceniono jako równorzędne. Dlatego obie kategorie nie mają decydującego wpływu na klasyfikację ogólną.

Brak możliwości wykluczenia ryzyka kolizji statków morskich z filarami mostu oraz potencjalne wpływy czynników atmosferycznych na ruch sprawiają, że w kategorii Komunikacja most wantowy jest oceniany mniej korzystnie. Różnica względem dwóch pozostałych wariantów jest jednak tylko nieznaczna.

Różnica ocen tunelu zanurzonego oraz mostu wantowego w kategorii Struktura agrarna nie jest decydująca. Ze względu na zajmowanie większych powierzchni wariant główny w postaci tunelu drążonego jawi się, jako najmniej korzystne rozwiązanie.

Wyraźne różnice widać w kategoriach Technologia budowlana oraz Koszty/ekonomiczność. Z uwagi na znacznie większe ryzyko w zakresie technologii budowlanej oraz wyższe o około 36% koszty wariant główny w postaci tunelu drążonego oceniono zdecydowanie gorzej niż pozostałe dwa warianty główne. W kategorii Technologia budowlana most wantowy oceniono na rozwiązanie bardziej ryzykowne od tunelu zanurzonego, m.in. ze względu na montaż

bardzo dużych elementów mostu na dużych wysokościach. Dlatego tunel zanurzony w kategorii Technologia budowlana oceniono wyżej niż most wantowy. Natomiast w kategorii Koszty/ekonomiczność nie ma różnic pomiędzy tunelem zanurzonym a mostem wantowym.

Oceniane w kategorii Komunikacja i Struktura agrarna różnice wpływu są jedynie nieznaczne. Ogólnie jednak wariant główny w postaci tunelu zanurzonego jest rozwiązaniem najkorzystniejszym, gdyż w obu kategoriach zajął pierwsze miejsce. Natomiast tunel drążony oraz most wantowy oceniono po jednym razie jako rozwiązanie gorsze.

Ostatecznie dla klasyfikacji ogólnej istotne są kategorie Oddziaływanie na środowisko, Technologia budowlana oraz Koszty/ekonomiczność, pokazujące wyraźniej różnice w oddziaływaniu. W opozycji do zalet wariantu głównego w postaci tunelu drążonego w kategorii Oddziaływanie na środowisko stoją znaczące wady w takich kategoriach, jak Technologia budowlana oraz Koszty/ekonomiczność. Wady mają poważniejsze skutki od zalet w odniesieniu do środowiska. Klasyfikacja ta uwzględnia fakt, iż z punktu widzenia ochrony środowiska warianty główne w postaci tunelu zanurzonego i mostu wantowego również są możliwe do zrealizowania. Dlatego po podsumowaniu wszystkich oddziaływań tunel drążony uznano za najmniej odpowiednie rozwiązanie.

W bezpośrednim porównaniu tunelu zanurzonego i mostu wantowego w kategoriach Zagospodarowanie przestrzenne, Budownictwo miejskie, Struktura agrarna oraz Koszty/ekonomiczność nie zaobserwowano istotnych dla oceny różnic. We wszystkich pozostałych kategoriach (Oddziaływanie na środowisko, Komunikacja i Technologia budowlana) widoczne są zalety wariantu głównego w postaci tunelu zanurzonego. Patrząc globalnie, tunel zanurzony należy więc ocenić wyżej niż most wantowy. Końcowa ocena ogólna po ocenie łącznej wariantów głównych z uwzględnieniem wszystkich kategorii jest przedstawiona w Tab.3.14.

Tab.3.14: Ocena łączna

	Tunel zanurzony	Tunel drążony	Most wantowy
Klasyfikacja ogólna	1	3	2

Wariantem konstrukcji na preferowanej trasie T – E – ME, podlegającym dalszej obserwacji jest tunel zanurzony.

W ramach pierwszej zmiany projektu wykonano nowe plany, aktualizacje i dalsze opracowania, a także dokonano związanego z tym uściślenia dotyczącego całego projektu (por. załącznik 18, rozdział 6.9). Reasumując, nowe plany, aktualizacje i dalsze opracowania nie powodują różnic w takich kategoriach, jak oddziaływanie na środowisko, zagospodarowanie przestrzenne, komunikacja, urbanistyka, struktura agrarna, technologia wykonania, a także ekonomiczność/koszty inwestycji, i nie prowadzą w związku z tym do

zmian w ocenie całościowej porównania wariantów podstawowych lub nie mają wpływu na wybrany przebieg preferowanej trasy.