

Ochrona dziko żyjącej fauny oraz korytarzy migracyjnych wzdłuż magistralnej linii kolejowej: przykład działań na linii E20 w Polsce (odcinek Rzepin-granica państwa)

Rafał T. Kurek

Zakład Taksonomii Roślin, Instytut Biologii Środowiska, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, 61-614 Poznań, ul. Umultowska 89.

Streszczenie. Praca dotyczy problemu ochrony zwierząt dziko żyjących w rejonie linii kolejowej E20 na obszarze Puszczy Rzepińskiej (Polska zachodnia). Linia kolejowa E20 jest częścią II paneuropejskiego korytarza transportowego (relacji: Moskwa-Berlin-Paryż) i stanowi najważniejsze połączenie kolejowe wschodniej i zachodniej Europy. Oceniono wpływ modernizacji 15 kilometrowego odcinka magistrali kolejowej na krajobraz i faunę oraz zaproponowano odpowiednie środki łagodzące jej oddziaływanie na żyjące tam i przemieszczające się zwierzęta, takie jak: jeleń (*Cervus elaphus*), sarna (*Capreolus capreolus*), dzik (*Sus scrofa*), lis (*Vulpes vulpes*), jenot (*Nyctereutes procyonoides*), borsuk (*Meles meles*), norka amerykańska (*Mustela vison*), kuna leśna (*Martes martes*), zając (*Lepus europeus*). W ramach tych działań zaproponowano lokalizację i parametry techniczne 3 przejść dla dużych ssaków leśnych, 7 przejść dla ssaków średnich i małych oraz budowę ogrodzenia ochronnego z siatki na całym leśnym odcinku linii.

Słowa kluczowe: magistrala kolejowa, ssaki, korytarze migracji, efekt bariery, środki łagodzące, przejścia dla zwierząt, ogrodzenia ochronne

1. Wstęp

Współczesna infrastruktura komunikacyjna – drogi szybkiego ruchu oraz magistralne linie kolejowe, oddziałują wszechstronnie na przyrodę terenów z nimi sąsiadujących. Intensywność, skala i ekologiczne znaczenie tego oddziaływania wynikają bezpośrednio z lokalizacji inwestycji, rozwiązań konstrukcyjnych oraz natężenia ruchu pojazdów. Negatywny wpływ linii kolejowych obejmuje przede wszystkim przerywanie ciągłości korytarzy migracyjnych (ekologicznych), uniemożliwienie lub utrudnianie przemieszczania się zwierząt w poprzek linii kolejowej oraz śmiertelność zwierząt w wyniku wypadków z pociągami.

Najpoważniejsze ekologiczne konsekwencje rozwoju infrastruktury kolejowej to uniemożliwienie swobodnego przemieszczania się zwierząt, czyli powstanie zjawiska bariery ekologicznej. W przypadku infrastruktury kolejowej efekt barierowy jest warunkowany głównie przez:

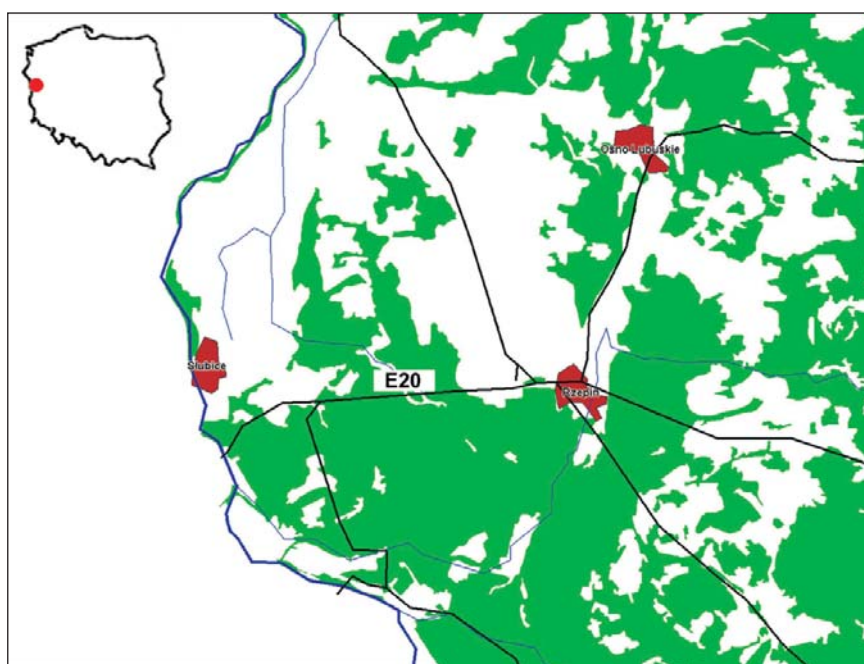
- sztuczne modyfikacje morfologii terenu (prowadzenie torowisk na nasypach i w wykopach);
- wprowadzanie ogrodzeń ochronnych;
- obecność obiektów infrastruktury pochodzenia antropogenicznego (torowisko, trakcja elektryczna, urządzenia sterowania);
- usuwanie roślinności z obszaru torowisk i wymiana gruntów;
- emisje hałasu i emisje świetlne.

Stosowane obecnie metody ochrony dzikich zwierząt w zasięgu linii kolejowych są podobne, jak w przypadku dróg i można je podzielić na 3 zasadnicze typy: (i) zapobieganie konfliktom prze-

biegu nowej linii z lokalizacją miejsc siedliskowych i korytarzy migracyjnych przez odpowiednie planowanie przebiegu; (ii) minimalizacja skutków fragmentacji środowiska i efektów oddziaływania barier ekologicznych przez budowę przejść dla zwierząt; (iii) zmniejszanie śmiertelności zwierząt na drogach i liniach kolejowych przez budowę ogrodzeń ochronnych, stosowanie aktywnych i pasywnych odstraszaczy.

2. Obszar badań

Linia kolejowa E20 jest częścią II paneuropejskiego korytarza transportowego (relacji: Moskwa-Berlin-Paryż) i stanowi najważniejsze połączenie kolejowe wschodniej i zachodniej Europy. Polski odcinek linii E20 został w większości zmodernizowany z dostosowaniem do ruchu szybkich pociągów pasażerskich. Przedmiotem analiz był 15-kilometrowy odcinek tej linii przebiegający prawie w całości przez zwarty kompleks leśny Puszczy Rzepińskiej, pomiędzy miejscowościami Rzepin a Kunowice (przejście graniczne do Niemiec) (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań

3. Metody badań

Analizy przyrodnicze prowadzone były w dwóch zasadniczych etapach: (i) waloryzacja krajobrazu pod kątem przydatności do potrzeb migracji fauny; (ii) określenie lokalizacji obszarów konfliktowych na przebiegu linii kolejowej.

3.1. Waloryzacja krajobrazu

Inwentaryzację i waloryzację obszaru przylegającego do linii kolejowej wykonano w pasie szerokości 1 km pod kątem jego przydatności dla migracji fauny. Teren podzielono na powierzchnie wielkości 100 x 100 metrów, dla których określono następujące cechy:

- obecność leśnej formacji roślinnej > 75%
- stopień zwarcia drzewostanu > 60%

- drzewostan wielowarstwowy
- drzewostan wielogatunkowy
- brak bezleśnych luk > 100 m
- brak terenów zabudowanych
- brak dróg publicznie dostępnych
- brak infrastruktury związanej z obsługą linii kolejowej
- brak ponadnormatywnych emisji świetlnych i akustycznych (źródła spoza ruchu kolejowego)
- obecność naturalnych cieków i zbiorników wodnych
- obecność cieków wodnych o długości > 500 m
- obecność zagłębień terenu o długości > 500 m nie związanych bezpośrednio z ciekami wodnymi
- teren pagórkowaty o znacznych deniwelacjach.

Dla każdej powierzchni przyznawano 1 punkt za obecność danej cechy lub 0 punktów za jej brak. Maksymalna liczba punktów wynosiła 13 zaś minimalna 0. Obszary o największej liczbie punktów uznano za posiadające najlepsze cechy krajobrazu dla spełniania funkcji migracyjnych fauny w analizowanym obszarze.

3.2. Określenie lokalizacji obszarów konfliktowych

Obszary o najlepszych cechach krajobrazowych poddano dalszej weryfikacji pod kątem szczegółowej lokalizacji obszarów konfliktowych. W tym celu wykorzystano następujące dane:

- przebieg leśnych korytarzy migracyjnych fauny o znaczeniu ponadlokalnym (regionalnym, krajowym, międzynarodowym)
- przebieg lokalnych szlaków migracyjnych fauny
- skład gatunkowy i rozmieszczenie fauny w analizowanym obszarze
- topografię terenu sąsiadującego z torowiskiem (w szczególności nasypy wyższe od 6 m i wykopy głębsze niż 4 m)
- zidentyfikowane obszary kolizji ze zwierzętami.

Weryfikację i ocenę przeprowadzono w sposób jakościowy wykorzystując analizą wielokryterialną z zastosowaniem wnioskowania eksperckiego, wybierając w efekcie obszary o najkorzystniejszych cechach.

4. Wyniki

4.1. Fauna – skład gatunkowy, rozmieszczenie

Na badanym obszarze występują następujące gatunki ssaków: jeleń (*Cervus elaphus*), sarna (*Capreolus capreolus*), dzik (*Sus scrofa*), lis (*Vulpes vulpes*), jenot (*Nyctereutes procyonoides*), borsuk (*Meles meles*), norka amerykańska (*Mustela vison*), kuna leśna (*Martes martes*), zając (*Lepus europeus*).

Najwyższe zagęszczenie populacji kopytnych występuje w obszarach położonych na północ od linii kolejowej i znacząco spada w miarę zbliżania się do linii infrastruktury, osiągając minimum po południowej stronie torowiska.

4.2. Korytarze migracyjne

Obszar Puszczy Rzepińskiej uwzględniony został w polskiej koncepcji sieci ekologicznej ECONET, w której ma status obszaru węzłowego o znaczeniu krajowym (Liro 1998). Analizowany fragment Puszczy Rzepińskiej został też włączony do systemu korytarzy ekologicznych sieci Natura

2000 (Jędrzejewski i in. 2005). Posiada status korytarza o znaczeniu krajowym i pełni kluczową funkcję w łączności regionalnej sieci, w tym szczególnie dla następujących obszarów projektowanych jako ostoje sieci: Ujście Warty, Łęgi Słubickie, Ujście Ilanki i Dolina Pliszki. Korytarz ekologiczny, którego fragment stanowi Puszcza Rzepińska pełni również ważną rolę dla spójności sieci Natura 2000 w wymiarze międzynarodowym – stanowi uzupełnienie dla głównego korytarza łączącego ostoje północnej Polski z lasami Brandenburgii.

4.3. Wpływ linii kolejowej E20 na populacje dziko żyjących zwierząt w Puszczy Rzepińskiej

Negatywne oddziaływanie linii kolejowej obejmuje:

- przecięcie ciągłości korytarza migracyjnego o znaczeniu krajowym na odcinku: przejazd kolejowy w miejscowości Gajec-stacja kolejowa oraz w miejscowości Kunowice – szczególnie zagrożone gatunki to: jeleń i dzik;
- przecięcie ciągłości lokalnych szlaków migracyjnych dla dużych i średnich ssaków leśnych na trzech odcinkach – szczególnie zagrożone gatunki to: dzik, jeleń, sarna, borsuk, lis;
- śmiertelność osobników wynosząca u niektórych gatunków do kilkunastu procent liczebności całkowitej lokalnych populacji – szczególnie zagrożone gatunki: dzik, jeleń, sarna, borsuk, lis.

Spodziewane długofalowe skutki ekologiczne funkcjonowania linii kolejowej E20 na analizowanym odcinku w warunkach utrzymania lub wzrostu obecnego poziomu ruchu pociągów:

- genetyczna izolacja populacji kopytnych bytujących po północnej i południowej stronie torów kolejowych;
- poważne utrudnienie możliwości migracji o dużym zasięgu, szczególnie dla gatunków rzadkich i chronionych – wilk, łoś;
- stopniowy spadek liczebności jelenia i dzika w pasie 500 m po północnej i południowej stronie torów;
- stopniowy spadek liczebności jelenia w całym fragmencie kompleksu leśnego po południowej stronie torów;
- gwałtowny wzrost wypadkowości z udziałem jelenia i dzika w okresie późnej jesieni i wiosny oraz z udziałem jelenia, dzika, sarny, lisa w okresie śnieżnych zim.

4.4. Działania służące minimalizacji negatywnego wpływu linii kolejowej E20 na populacje dziko żyjących zwierząt

Optymalne działania minimalizujące negatywne oddziaływanie linii kolejowej E20 na odcinku Rzepin-Kunowice to:

- budowa 3 przejść spełniających wymogi dużych ssaków leśnych, w tym: 2 przejścia górne w postaci zielonych mostów oraz 1 przejście dolne w postaci wiaduktu w nasypie;
- budowa 7 przejść spełniających wymogi ssaków średnich i małych zrealizowane jako zmodyfikowane ogrodzenia ochronne na wybranych odcinkach (przejścia po powierzchni torów);
- budowa ogrodzenia ochronnego z siatki na całym leśnym odcinku linii.

4.4.1. Lokalizacja obiektów

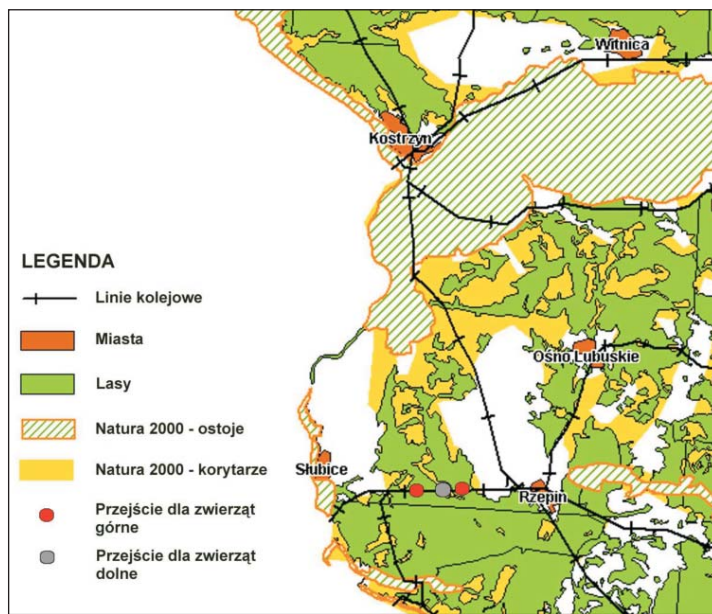
Lokalizacja konstrukcji została ustalona jako optymalna wypadkowa 2 grup czynników:

- przyrodniczej waloryzacji obszarów siedliskowych przecinanych przez linię kolejową oraz przebiegu korytarzy migracyjnych fauny o znaczeniu międzynarodowym, krajowym, regionalnym i szlaków migracyjnych o znaczeniu lokalnym;
- stopnia kolizji z istniejącą infrastrukturą – szczególnie z siecią trakcyjną i urządzeniami sterowania ruchem.

Jednoczesne uwzględnienie wyżej wymienionych czynników doprowadziło do wyznaczenia lokalizacji spełniających optymalnie potrzeby ekologiczne i odznaczających się możliwe najmniejszym poziomem kolizji z istniejącą infrastrukturą. Nie ma możliwości całkowitego uniknięcia kolizji, gdyż większość obiektów kolizyjnych ma charakter liniowy i przebiega na całej długości analizowanego odcinka linii kolejowej.

Przejścia dla zwierząt powinny mieć następującą lokalizację (rys. 2, 3 i 4):

- przejście górne (zielony most I) – 466,778 km
- przejście górne (zielony most II) – 470,199 km
- przejście dolne (wiadukt w nasypie) – 467,241 km.



Rys. 2. Lokalizacja planowanych przejść dla zwierząt oraz rozmieszczenie sieci Natura 2000



Rys. 3. Usytuowanie przejścia górnego na 466,778 km (Fot. R. Kurek)

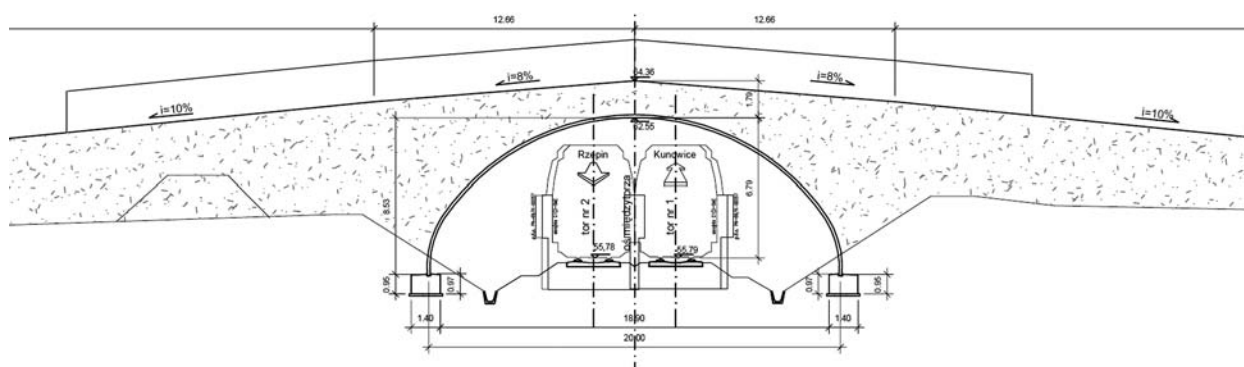


Rys. 4. Miejsce lokalizacji przejścia górnego na 470,199 km (Fot. R. Kurek)

4.4.2. Parametry techniczne i cechy konstrukcyjne obiektów

Przejścia górne (rys. 5):

- przejście w postaci wiaduktu nad torami, położonego pomiędzy słupami trakcji, nad linią głównego zasilania;
- szerokość efektywna przejścia w najwęższym miejscu – 40 m;
- powierzchnia przejścia rozszerzająca się płynnie, lekko w kierunku najść;
- maksymalny kąt nachylenia powierzchni przejścia oraz kąt nachylenia powierzchni na najściach – 10%;
- odtworzenie naturalnego pokrycia terenu na powierzchni przejścia i na najściach – minimum 80 cm warstwa ziemi w tym 50 cm gleby urodzajnej;
- kształtowanie trawiastej pokrywy roślinnej na powierzchni przejścia z kępami krzewów i wyższych bylin, dopuszczenie możliwości naturalnej dyspersji gatunków;
- zastosowanie ogrodzeń ochronnych na zewnętrznych krawędziach przejścia – ogrodzenia połączone z całym systemem ogrodzeń;
- zastosowanie osłon akustycznych i antyolśnieniowych w postaci lekkiej konstrukcji drewnianej.



Rys. 5. Przekrój poprzeczny (wzdłuż osi obiektu) planowanych przejść górnych

Przejście dolne:

- przejście w postaci wiaduktu pod torami w zasięgu nasypu;
- wysokość efektywna przejścia – 5 m;
- szerokość efektywna przejścia – 20 m;
- konstrukcja 1-przęsłowa;
- zachowanie cieku wodnego (strumienia) w niezmiennym przebiegu i niezmiennym fizjonomii koryta pod powierzchnią i w okolicy przejścia;
- zachowanie lub odtworzenie naturalnego pokrycia terenu pod przejściem - co najmniej 80 cm warstwa ziemi w tym 50 cm urodzajnej gleby;
- kształtowanie trawiastej pokrywy roślinnej pod powierzchnią przejścia z pojedynczymi większymi bylinami i krzewami, dopuszczenie naturalnej dyspersji gatunków;
- połączenie wejść z systemem ogrodzeń ochronnych.

4.4.3. Ogrodzenia ochronne

Projektowane ogrodzenia ochronne posiadają następujące cechy i parametry (rys. 6):

- wysokość nominalna – 240 cm;
- siatka musi posiadać zmienną wielkość oczek – zmniejszającą się ku dołowi;
- siatka musi być zakopana pod powierzchnię ziemi na głębokość 30 cm;

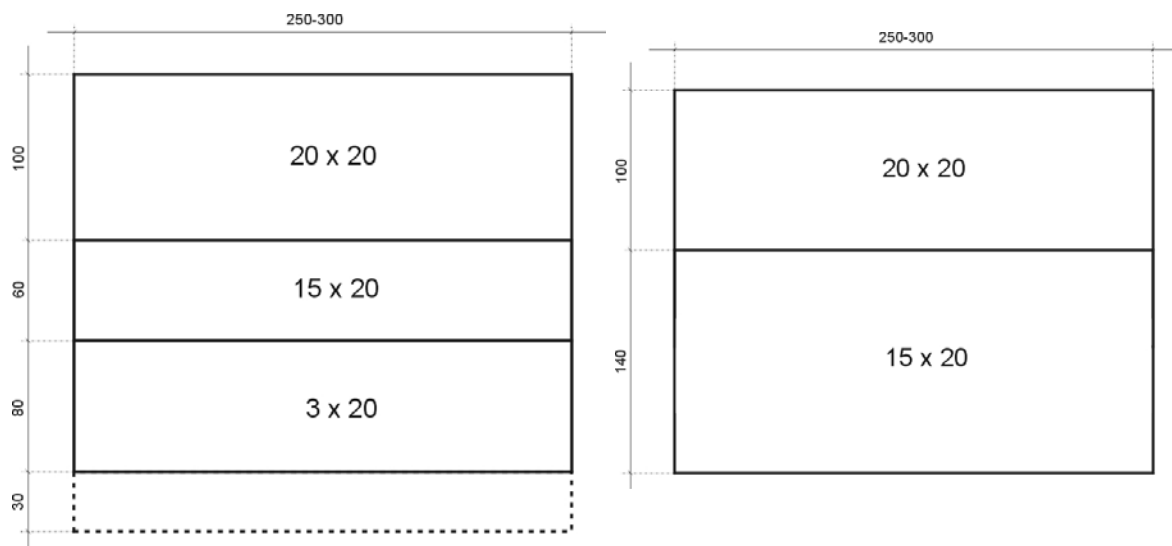
- wykonanie solidnego fundamentowania słupów zapewniających możliwość silnego naciągu siatki oraz zapewniających stabilność pionową konstrukcji – zaleca się, by dopuszczalne odchylenia od pionu nie przekraczały 1 cm;
- rozstaw słupów nie powinien przekraczać 300 cm;
- ogrodzenie powinno być prowadzone wzdłuż linii prostych ew. z łagodnymi łukami o promieniu nie przekraczającym 15°.

Ze względu na potrzeby migracji średnich i małych ssaków (głównie gryzonie i zające), płazów, gadów i bezkręgowców, które nie będą mogły być w pełni zaspokojone przez budowę wiaduktów dla dużych ssaków, proponuje się modyfikację zasadniczego typu (opisanego powyżej) ogrodzeń ochronnych, na wybranych odcinkach linii (rys. 6). Modyfikacje te będą spełniały funkcje przejść po powierzchni torów.

Modyfikacje te zapewnią możliwość w miarę swobodnego przekraczania ogrodzeń przez ww. grupy zwierząt. Ze względu na małe wymiary ciała, zwierzęta te nie stanowią żadnego zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego w przypadku kolizji. Śmiertelność ww. grup zwierząt w warunkach przewidywanego natężenia ruchu pociągów powinna być bardzo niska.

Istotne różnice parametrów ogrodzeń zmodyfikowanych w stosunku do zasadniczego typu:

- dolna krawędź siatki położona na poziomie gruntu – bez zakopywania pod powierzchnię;
- powiększona wielkość oczek siatki w dolnej części ogrodzenia.



Rys. 6. Schemat modułów ogrodzeń: zasadniczego (po lewej) i zmodyfikowanego (po prawej) do potrzeb migracji małych ssaków

4.5. Kolizje z istniejącą infrastrukturą

Budowa przejść dla zwierząt przy liniach kolejowych w postaci przejść górnych wiąże się z szeregiem kolizji z istniejącą infrastrukturą związaną z obsługą ruchu kolejowego. Kolizje te wpływają w istotny sposób na dobór parametrów i cech konstrukcyjnych planowanych przejść. Kolizje dotyczą w szczególności:

- sieci trakcyjnej – odległość pomiędzy słupami trakcji wymusza ograniczoną szerokość maksymalną przejść górnych; wysokość zawieszenia drutów napięciowych oraz linonośnych wymaga dostosowania skrajni przejść górnych, co wiąże się ze znaczną wysokością powierzchni przejść i dużym wyniesieniem ponad otaczający teren;
- ruchu pociągów – budowa przejść odbywa się zwykle bez wstrzymywania planowanego ruchu pociągów, co wymusza odpowiednie, bezkolizyjne prowadzenie prac montażowych i wybór takiego rozwiązania konstrukcyjnego, które będzie możliwe do montażu z terenu sąsiadującego z torowiskiem;

- odwodnień liniowych torowisk – rozpiętość projektowanych przejść górnych musi zostać zwiększona tak, by uwzględniać przejście ponad rowami odwodnień.

Dodatkowym utrudnieniem przy projektowaniu przejść dla zwierząt jest konieczność zachowania bezpiecznych odległości od poszczególnych składowych infrastruktury kolejowej, co jest regulowane szczegółowymi przepisami o warunkach skrajni przy liniach kolejowych.

W trakcie projektowania przejść dla zwierząt na omawianym odcinku linii E20 przeprowadzono analizy przyrodniczo-budowlane dla różnych typów konstrukcyjnych przejść uwzględniając uwarunkowania ekologiczne, techniczne i finansowe. Analizy wykazały, że optymalnym rozwiązaniem będzie budowa przejść górnych („zielonych mostów”) o szerokości minimalnej 40 m, o konstrukcji stalowej, z blach wysoko profilowanych. Montaż konstrukcji będzie odbywał się w warunkach prowadzenia ruchu pociągów (z wyłączeniem zasilania i wprowadzeniem trakcji spalinowej) poprzez nasuwanie kolejnych warstw płaszcza stalowego z obszaru położonego poza torowiskiem.

Budowa dolnych przejść dla zwierząt w nasypach kolejowych pozbawiona jest kolizji wyżej opisanych i stanowi tym samym najlepsze rozwiązanie konstrukcyjne dla linii, które są nowo budowane lub poddawane gruntownej przebudowie. Istotne jest rozpoczęcie realizacji takich przejść na odpowiednio wczesnym etapie, kiedy przebudowywane są nasypy i obszar podtorza, przed etapem montażu infrastruktury ruchu kolejowego. W przypadku planowania przejść dolnych przy istniejących liniach kolejowych, które nie będą przebudowywane i na których prowadzony będzie ruch pociągów należy liczyć się z ogromnymi utrudnieniami, które wymagają dodatkowych czynności technologicznych i znacząco podnoszą koszty realizacji obiektów. Budowa planowanego przejścia dolnego przy linii kolejowej E20 wymagałaby całkowitej rozbiórki nasypu w miejscu lokalizacji obiektu, rozbiórki sieci trakcyjnej i pozostałych instalacji sterowania ruchem, całkowitego zatrzymania ruchu pociągów na obu torach na okres kilkunastu tygodni lub prowadzenia ruchu pociągów po jednym torze z zastosowaniem odpowiednich, skomplikowanych zabezpieczeń. Szacowany, łączny koszt budowy takiego przejścia wraz z kosztami usuwania kolizji, spowodował, że zastosowanie takiego typu konstrukcji uznano za niemożliwe aktualnie do realizacji.

Literatura

- Canters K.A., Piepers A.A.G. & Hendriks-Heersma D. (Eds.) (1997). *Habitat Fragmentation & Infrastructure. Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering*, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, the Netherlands. Directorate-General for Public Works and Water Management, Delft.
- Iuell L., Bekker G. J., Cuperus R., Dufek J., Fry G., Hicks C., Hlavac V., Keller V. B., Rosell C., Sangwine T., Torslov N., Wandall B., & le Maire (Eds.). (2003). *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. KKNV Publishers.
- Jędrzejewski W. et al. (2005). *Projekt korytarzy ekologicznych łączących Europejską Sieć Natura 2000 w Polsce*. Opracowanie na zlecenie Ministerstwa Środowiska. Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża.
- Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R., Stachura K. & Zawadzka B. (2006). *Zwierzęta a drogi. Metody ograniczania negatywnego wpływu dróg na populacje dziko żyjących zwierząt*. Wydanie II. Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża.
- Pfister H.P., Keller V., Reck H. & Georgii B. (Eds.) (1997). *Bio-oekologische Wirksamkeit von Gruenbruecken ueber Verkehrswege. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik*, Heft 756. Bundesministerium für Verkehr, Bonn.
- Voelk F., Glitzner I. & Woess M. (2001). *Kostenreduktion bei Gruenbruecken durch deren rationellen Einsatz. Kriterien, Indikatore, Mindeststandards*. Strassenforschung, Heft 513, Bundesministerium fuer Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.