



KSZTAŁTOWANIE ZIELENI NA PRZEJŚCIACH DLA ZWIERZĄT W KONTEKŚCIE ISTNIEJĄCYCH DOŚWIADCZEŃ I UREGULOWAŃ PRAWNYCH

DESIGNING GREENERY ON WILDLIFE CROSSINGS IN THE CONTEXT OF EXISTING EXPERIENCES AND REGULATIONS

Marcin Furtak

dr inż. arch.

Milena Mojecka

inż. arch. kraj.

Politechnika Krakowska
Wydział Architektury
Instytut Architektury Krajobrazu

STRESZCZENIE

Artykuł porusza problematykę aranżowania zieleni na przejściach dla zwierząt, rozważanej nie tylko jako istotny czynnik podnoszący parametry funkcjonalności ekoduktów, ale i w aspekcie kompozycyjnym – mającym bezpośredni wpływ na percepcję krajobrazu przez użytkowników drogi. Opierając się na obowiązujących aktach prawa krajowego, przeglądzie literatury przedmiotu oraz badaniach własnych istniejących obiektów, sformułowano wnioski będące podstawą do stosowania jako zestaw dobrych praktyk w procesie projektowym oraz przygotowano model aplikacyjny.

Słowa kluczowe: architektura krajobrazu, ekodukty, kładki, krajobraz drogi, mosty, przejścia dla zwierząt.

ABSTRACT

The article deals with the problem of arranging greenery on wildlife crossings, considered not only as a crucial factor raising parameters of the usability of ecoducts, but also in the composition aspect – having a direct influence on the perception of the landscape by users of the road. The established conclusions which are the basis for the application as a set of good practices in the design process were given based on acts being in force of the domestic law, the subject literature review and own examinations of existing facilities as well as an appliqué model was prepared.

Key words: ecoducts, bridges, footbridges, landscape architecture, road landscape, wildlife crossings.

1. WPROWADZENIE I PROBLEMATYKA PRZEJŚĆ DLA ZWIERZĄT

Artykuł pozostaje efektem prac badawczych autorów, które wykorzystano również w trakcie przygotowania inżynierskiej [6] rozprawy dyplomowej poświęconej projektowi przejścia dla zwierząt¹. Badania te rozszerzono, a następnie rozwijano ze szczególnym uwzględnieniem aspektów ekologicznych i krajobrazowych.

Kilkanaście lat temu rozpoczęto w Polsce prace mające na celu intensywny rozwój infrastruktury komunikacyjnej. Działania te, zgodnie z prognozowanym uzupełnieniem sieci drogowej, będą kontynuowane w latach przyszłych. Należy zauważyć, że pomimo pozytywnych skutków ekonomicznych i gospodarczych, wspomniane prace udoskonalające infrastrukturę prowadzą do nieodwracalnych przekształceń środowiskowych i ekologicznych. Ciągłość szlaków migracji zostaje przerwana, przemieszczanie się zwierząt na danym terenie zostaje zablokowane, skutkiem czego obszary siedliskowe ulegają fragmentacji i izolacji. Bezpośrednio wpływa to na zmniejszenie bioróżnorodności w obrębie danej populacji. Ponadto zwiększony ruch komunikacyjny zagraża bezpieczeństwu – jest przyczyną wypadków z udziałem dzikiej zwierzyny i kierowców. Biorąc pod uwagę powyższe, wydaje się oczywiste, że jednocześnie z planami budowy i modernizacji dróg powinny powstawać kompleksowe koncepcje sieci przejść dla zwierząt wraz z zagospodarowaniem tych przejść.

O ile w literaturze przedmiotu odnaleźć można wytyczne projektowania obiektów inżynierskich typu **ekodukt**, o tyle brak jest wypracowanych dobrych praktyk i rozwiązań kształtowania zieleni na przejściach dla zwierząt. Znacznie większy nacisk projektanci kładą na sam fakt budowy przejścia niż na jego formę i wyposażenie w odpowiednią zieleni. Autorzy uważają, że docelowo powinno się poświęcić więcej uwagi wypracowaniu modelu projektowania zieleni na przejściach dla zwierząt oraz zieleni w ich otoczeniu, z uwzględnieniem zieleni przydrożnej. Jest to istotne tym bardziej, że budowa przejść dla zwierząt pozwala niwelować negatywny wpływ rozwoju gospodarki na środowisko przyrodnicze. Pozostaje ona więc w zgodzie z ideą **zrównoważonego rozwoju**.

Bez względu na definicyjną i interpretacyjną różnorodność wspomnianego terminu faktem jest, że doktryna zrównoważonego rozwoju jest obowiązującym kierunkiem działań rozwojowych wszystkich państw w obrębie naszego kręgu kulturowego. Hasło to zawarte jest w Konstytucji RP (rozdział I, art. 5), aktach prawa krajowego oraz międzynarodowych zobowiązaniach. W uproszczeniu termin ten należy definiować jako zapewnienie przyszłym pokoleniom warunków do życia nie gorszych niż te, które sami zastaliśmy. Biorąc jednakże pod uwagę realia, trzeba zauważyć, że idea zrównoważonego rozwoju pozostaje bardzo często sloganem używanym jako narzędzie pozwalające na przeforsowanie inwestycji silnie ingerujących w środowisko przyrodnicze.

Jednocześnie należy zauważyć, że wypracowanie metod przeciwdziałania negatywnemu wpływowi rozwoju gospodarki na środowisko sukcesywnie zyskuje na popularności oraz pozostaje w polu zainteresowania coraz większego kręgu naukowców i specjalistów. Potwierdza to duża dynamika rozwoju dziedzin związanych z ekologią. Niestety, istnieją jednak obszary działalności człowieka rozwiązane w tym względzie w stopniu niewystarczającym. Jednym z tych obszarów jest inżynieria drogowa. Systematycznie zwiększające się zainteresowanie prawidłowym kształtowaniem zieleni na przejściach dla zwierząt stało się zatem przyczynkiem do sformułowania tezy do wytycznych projektowych konstruowania ekoduktów z uwzględnieniem aspektów przyrodniczych, krajobrazowych i ekologicznych.

¹ Dla potrzeb artykułu pojęcie przejście dla zwierząt rozumiane jest jako górne przejście dla zwierząt średnich i używane zamiennie z pojęciem ekoduktu.

2. OPIS BADAŃ

Przeprowadzone badania miały charakter poznawczy, analityczny oraz praktyczno-rozwojowy i aplikacyjny. Prace badawcze obejmowały analizę całokształtu zagadnień związanych z projektowaniem zieleni w powiązaniu z ukształtowaniem formy oraz konstrukcji obiektów mostowych. Po wykonaniu badań wstępnych, zawierających przegląd literatury przedmiotu, przegląd aktów prawnych, kwerendę materiałów archiwalnych i dokumentacji projektowej obiektów mostowych (pochodzącej głównie z zasobów Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad – GDDKiA), przystąpiono do prac *in situ*. Opierały się one na inwentaryzacji przyrodniczej i analizie widokowej wybudowanych przejść dla zwierząt. Dodatkowo przeanalizowano pod kątem zagospodarowania zielenią realizacje przejść dla zwierząt znajdujące się w obrębie Małopolski, Podkarpacia oraz Wielkopolski², w tym trzy z nich w sposób szczegółowy³. Po przeprowadzeniu etapu wstępnego opracowano model aplikacyjny, czyli algorytm prowadzenia badań przedprojektowych dla koncepcji nasadzeń na przejściach oraz schemat roślinności gotowy do zastosowania w praktyce. Jednocześnie analizując krajobrazowe zagadnienia projektowania przejść dla zwierząt w Polsce, zauważono, że podjęta problematyka pracy, pomimo kilkunastoletniej tradycji projektowania tego typu obiektów, pozostaje na marginesie spraw konstrukcyjnych, materiałowych i użytkowych, związanych z wznoszeniem omawianych obiektów

O oryginalności badań świadczy fakt, że po raz pierwszy przeprowadzono równolegle analizę literaturową, analizę uwarunkowań prawnych oraz analizę wybranych realizacji.

2.1. Opis literatury przedmiotu

Literatura dotycząca projektowania przejść dla zwierząt jest obszerna, jednak zagadnienia kształtowania zieleni pozostają najczęściej pomijane. Najistotniejsze dotychczasowe publikacje dotyczące tematyki ekoduktów sprowadzają najczęściej kwestię zieleni do dostosowania do okolicznych warunków siedliskowych, nakazują dobór gatunków rodzimych oraz strefowanie poszczególnych przestrzeni na otwarte, zakrzewione oraz zadrzewione. Tak też jest w przypadku pozycji pt. *Zwierzęta a drogi. Ochrona zwierząt przy drogach szybkiego ruchu* [5, s.10].

Fundamentalną pozycją polskojęzyczną podnoszącą tematykę projektowania zieleni na przejściach jest książka *Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach* [4]. Autorzy publikacji, obok lokalizacji, rozwiązań konstrukcyjnych, poziomu oddziaływania hałasu i oświetlenia oraz ewentualnego użytkowania przejść dla zwierząt przez ludzi, wskazują zagospodarowanie oraz harmonizację przejścia z otoczeniem jako podstawowy czynnik decydujący o ich skuteczności. Owa harmonizacja, czyli wkomponowanie przejścia w otoczenie ma być osiągnięta m.in. poprzez kształtowanie roślinności na obiekcie oraz roślinności naprowadzającej. Autorzy podają podstawowe wymogi zagospodarowania przejść, w tym: dotyczące miąższości gruntu, dostosowania roślinności do tej istniejącej w otoczeniu, wprowadzania nasadzeń służących stworzeniu warunków zabezpieczających przed światłem oraz hałasem, konieczności wprowadzenia roślinności stanowiących atrakcyjną bazą żerową [4, s. 46–49].

² Województwo małopolskie: autostrada A4, węzeł Szarów (Targowisko)–węzeł Brzesko, pododcinek węzeł Szarów–węzeł Bochnia, km 462 + 900, szerokość: 110,00 m (w niniejszym artykule jako przejście nr 1); autostrada A4, węzeł Szarów (Targowisko)–węzeł Brzesko, pododcinek węzeł Bochnia–węzeł Brzesko, km 477 + 775, szerokość: 40,00 m; autostrada A4, węzeł Brzesko–węzeł Wierzchosławice, km 493 ± 000, szerokość: 80,00 m; województwo podkarpackie: autostrada A4, węzeł Dębica Pustynia–węzeł Rzeszów Zachód, km 537 + 645, szerokość: 52,74 m (w niniejszym artykule jako: przejście nr 2); autostrada A4, węzeł Dębica Pustynia–węzeł Rzeszów Zachód, km 561 + 620, szerokość: 52,74 m; autostrada A4, węzeł Radymno–węzeł Korczowa, km 662 + 425, szerokość: 50,00 m; województwo wielkopolskie: autostrada A2, węzeł Września–węzeł Ślęgocin, km 212 + 600, szerokość: 27,00 m (w niniejszym artykule jako: przejście nr 3); autostrada A2, węzeł Września–węzeł Ślęgocin, km 222 + 515, szerokość: 27,00 m; autostrada A2, węzeł Września–węzeł Ślęgocin, km 224 + 300, szerokość: 27,00 m; autostrada A2, węzeł Trzciel–węzeł Nowy Tomyśl, km 95 + 650, szerokość: 53,00 m.

³ Analiza porównawcza realizacji przejść dla zwierząt w Polsce została omówiona w punkcie 2.3 niniejszego artykułu.

Uszczegółowienie tematyki zieleni na przejściach następuje w rozdziale XVIII noszącym tytuł *Roślinność na przejściach dla zwierząt*, gdzie zawarte są m.in. obszerne listy roślin polecanych do użycia, z uwzględnieniem ich cech [4, s. 228–232]. Warto podkreślić, że tematyka publikacji jest znacznie bardziej obszerna niż tylko dotycząca projektowania zieleni na przejściach. W związku z bogactwem informacji, pozycja ta stanowi swojego rodzaju elementarz ogólnie pojętego kształtowania przejść, przez co posłużyła autorom artykułu za silne zaplecze teoretyczne. Nie objęto w niej jednak rozważaniami aspektu krajobrazowego zieleni i jej percepcji z poziomu kierowcy – użytkownika drogi.

Przejściami dla zwierząt zajmuje się również powszechnie ceniona amerykańska książka *Ekologia dróg* [2] – przetłumaczona częściowo na język polski. Publikacja nie dotyczy bezpośrednio tematyki niniejszego referatu, jednak ze względu na zawarcie rozważań poruszających problematykę zagospodarowania roślinnością poboczy w kontekście jej postrzegania przez użytkowników drogi (rozdział I), w dużej mierze została wykorzystana do prac badawczych. Należy jednak pamiętać, że książka była napisana z perspektywy amerykańskich badaczy i niekoniecznie odpowiada polskim warunkom.

Pośrednio związane z metodą kształtowania zieleni na przejściach, jednak bardzo istotne dla rozważań było zagadnienie percepcji krajobrazu przydrożnego przez człowieka. W odniesieniu do tej problematyki posłużono się książką (zawierającą fragmenty dysertacji doktorskiej) pt. *Widok z drogi: krajobraz otwarty w percepcji dynamicznej* [1], w której autorka, Urszula Forczek-Brataniec, wyczerpująco omawia, jak krajobraz widziany z drogi – będący krajobrazem dynamicznym – postrzegany jest z poziomu poruszających się z dużą prędkością użytkowników dróg. Praca podaje również sposoby oraz możliwości kreacji krajobrazu przydrożnego, wynikających m.in. z uwarunkowań prawa krajowego, przytoczonych dobrych przykładów z zagranicy, czy zasad kompozycji oraz estetyki, czyli aspektów bardzo często pomijanych w publikacjach dotyczących kształtowania zieleni w pobliżu dróg.

Przytoczone powyżej ważniejsze pozycje wyczerpują zasób literaturowy dotyczący podejmowanej w artykule tematyki.

2.2. Stan uwarunkowań prawnych

Obiekty mostowe w postaci przejść dla zwierząt należy projektować na podstawie nie tylko literatury przedmiotu, ale również szeregu dokumentów normatywnych i aktów prawnych, wśród których ze względu na charakter publikacji należy wymienić w szczególności takie, które regulują problematykę kształtowania zieleni przy drodze oraz na przejściach dla zwierząt. Przepisy te nie podają wprost metody kształtowania zieleni. Często są one dość nieprecyzyjne i w kilku miejscach pozostawiają pole do swobodnej interpretacji.

Na początku 2013 r. powstało opracowane przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad zarządzenie w sprawie wprowadzenia *Wytycznych zakładania i utrzymania zieleni przydrożnej* [18]. Dokument podaje zasady projektowania zieleni na przejściach, dzieląc ją na zielen w strefie migracji, zielen w strefie przywabiania oraz zielen w strefie naprowadzająco-osłonowej [18, s. 15–16]. Dodatkowo *Zarządzenie...* zawiera także część skupiającą uwagę na samym spisie gatunkowym traw, drzew, krzewów i pnączy wraz z podaniem podstawowych cech poszczególnych gatunków [18, s. 74–75]. Te informacje stanowią prawdopodobnie bardzo przydatne narzędzie a może wręcz kompendium wiedzy dla projektantów, którzy nie znajdują pochodzenia, warunków siedliskowych czy cech roślin. W związku z tym opracowanie to jest prawdopodobnie mało użyteczne dla przyrodników, tj. dendrologów i ekologów, nie wspominając o architektach krajobrazu, którzy przy doborze gatunkowym korzystają nie tylko z własnej wiedzy i doświadczenia, ale dodatkowo kierują się zasadami kompozycji krajobrazu.

Oprócz przywołanego powyżej zarządzenia GDDKiA, które z definicji nie stanowi aktu prawnego, przestudiowano szereg ustaw i rozporządzeń. Nadrzędną rolę pełni Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych [15]. Dokument ten m.in. definiuje zielen

przydrożną (rozdział 1, art. 4, pkt 22) oraz drogę ekspresową (rozdział 1, art. 4, pkt 10), wskazuje Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad jako zarządcę dróg krajowych (rozdział 2, art. 19 ust. 2, pkt 1) oraz podaje zakres jego obowiązków, w tym *przeciwdziałanie niekorzystnym przeobrażeniom środowiska mogącym powstać lub powstającym w następstwie budowy lub utrzymania dróg* (rozdział 2, art. 20, pkt 13) oraz co bardzo ważne dla projektowanego obszaru – *utrzymywanie zieleni przydrożnej, w tym sadzenie i usuwanie drzew oraz krzewów* (rozdział 2, art. 20, pkt 16).

W świetle prawa zieleni regulowana jest także przez Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie [9]. Mówi ona o konieczności budowy przejść dla zwierząt dla dróg klasy A i S, w przypadku gdy szlaki migracji zwierząt zostały przerwane w skutek ich powstania (dział VII, rozdział 1, § 167, ust. 1). Wspomina też o ogólnym kierunku projektowania zieleni w pasie drogowym, podając zachowanie wymogów bezpieczeństwa użytkowników drogi jako priorytet, natomiast zadbanie o estetykę i funkcję jako kolejne cele oraz wskazując na klimat i glebę jako czynniki warunkujące dobór roślinności (dział VIII, rozdział 7, § 193). Rozporządzenie... reguluje minimalną szerokość pasa zieleni, czyli 3,0 m dla rzędu drzew, krzewów lub żywopłotu (dział III, rozdział XI, § 53, ust. 1) oraz podaje, że drzewo powinno być w odległości nie mniejszej niż 3,0 m od krawędzi jezdni (dział III, rozdział XI, § 53, ust. 3).

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody [13] wśród celów ochrony przyrody podaje w punktach 1, 2, 4 i 6 rozdziału I, art. 2, ust. 2: *utrzymywanie procesów ekologicznych i stabilności ekosystemów, zachowanie różnorodności biologicznej, zapewnienie ciągłości istnienia gatunków roślin, zwierząt i grzybów, wraz z ich siedliskami (...), utrzymywanie (...) siedlisk przyrodniczych (...)*. Co ważne ze względów projektowych, ustawa nie zabrania wprowadzania gatunków obcych do krajobrazu jeżeli nie jest to teren objęty formą ochrony przyrody lub las (rozdział VII, art. 120, ust. 1 w świetle ust. 4, pkt 2). Przepis ten powiązany jest z aktem pn. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym [8]. Istnieją również inne akty prawa, które celowo pominięto ze względu na to, że mogą dotyczyć projektowania w zieleni na przejściach jedynie w stopniu niewielkim lub pośrednim.

2.3. Analizy *in situ*

Do analizy szczegółowej wybrano trzy istniejące górne przejścia dla zwierząt mające różne szerokości oraz zrealizowane w różnych latach (Ryc. 1):

- przejście nr 1 – autostrada A4, węzeł Szarów (Targowisko)–węzeł Brzesko, pododcinek węzeł Szarów–Węzeł Bochnia, km 462 + 900, szerokość: 110,00 m,
- przejście nr 2 – autostrada A4, węzeł Dębica Pustynia–węzeł Rzeszów Zachód, km 537 + 645, szerokość: 52,74 m,
- przejście nr 3 – autostrada A2, węzeł Września–węzeł Sługocin, km 212 + 600, szerokość: 27,00 m.

Analizę oraz ocenę zagospodarowania przejść w kontekście zieleni przeprowadzono na podstawie wizji terenowych, które odbyto w okresie sierpień–październik 2014 r. Prace podsumowało przygotowanie zestawień zbiorczych. Ich elementy wykorzystano w tabeli (Tab. 1) zawierającej analizę porównawczą przejść pod kątem wybranych elementów roślinności.

Przejsie nr 1



Przejsie nr 2



Przejsie nr 3



Ryc. 1. Przejsia: nr 1, nr 2, nr 3. Od lewej strony: widok na przejcie dla zwierzt od strony uzytkownikw drogi, widok na przejcie dla zwierzt od strony migrujcej zwierzyny. Źródło: fot. M. Mojecka

Fig. 1. Ecoducts: No. 1, No. 2, No. 3. From the left side – view at wildlife crossing from the position of users of the road, view at wildlife crossing from the position animals. Source: photos by M. Mojecka

Tab. 1. Analiza porwawnicza przejci dla zwierzt pod ktem wybranych elementw roslinnooci – zestawienie zbiorcze. Źródło: M. Mojecka

Nr przejcia	1	2	3
Opis otoczenia	od pólnocy: bór sosnowy – Puszcza Niepołomicka, od południa: pola uprawne, odłogi, zadrzewienia śródpolne	od pólnocy: las brzo-zowo – sosnowy, pola uprawne i zadrzewienia śródpolne, od południa: las brzo-zowo – sosnowy	las – głównie drzewostan dębowy
Zaprojektowane gatunki drzew i krzewów	śliwa wiśniowa (<i>Prunus cerasifera</i> 'Pissardii')	brzoza brodawkowata (<i>Betula pendula</i>), leszczyna pospolita (<i>Corylus avellana</i>), wierzba szara (<i>Salix cinerea</i>)	czeremcha zwyczajna (<i>Prunus padus</i>), ognik szkarłatny (<i>Pyracantha coccinea</i>), dereń świdwa (<i>Cornus sanguinea</i>), głóg odgięto-działkowy (<i>Crataegus rhipidophylla</i>), klon jesionolistny (<i>Acer negundo</i>), oliwnik wąskolistny (<i>Elaeagnus angustifolia</i>), rokitnik zwyczajny (<i>Hippophae rhamnoides</i>), olsza czarna (<i>Alnus glutinosa</i>), wiśnia (<i>Prunus</i> sp.), różanecznik kosmaty (<i>Rhododendron hirsutum</i>), śliwa tarnina (<i>Prunus spinosa</i>), tawuła nibywierzbolistna (<i>Spiraea x pseudosalicifolia</i>), tawuła van Houtte'a (<i>Spiraea x vanhouttei</i>), robinia akacja

			(<i>Robinia pseudoacacia</i>)
Gęste, nieregularne nasadzenia wzdłuż ekranów przeciwołśnieniowych	nie	nie	nie
Nasadzenia pnączy na ekranach przeciwołśnieniowych oraz ogrodzeniach	nie	nie	nie
Wprowadzenie roślinności przywabiającej w strefie najść	nie	nie	tak, ale niewiele
Wprowadzenie roślinności przydrożnej – izolacyjnej	nie	nie	nie
Dostosowanie charakteru projektowanej roślinności do tej występującej w otoczeniu przejścia	nie	tak	tak
Ogólny stan zaprojektowanej zieleni	zły	bardzo zły	dobry
Ślady wkroczenia naturalnej sukcesji zieleni	nie	nie	tak
Widok z drogi – estetyka zieleni	zieleni projektowana niewidoczna (tylko w okolicy najść, bardzo młode sadzonki)	zieleni projektowana niewidoczna (tylko na przejściu, bardzo młode sadzonki)	zieleni projektowana śladowo widoczna (głównie występuje w strefie najść)
Najważniejsze zalecenia dotyczące zieleni	uzupełnić zgryzione sadzonki, zaprojektować nowe nasadzenia na przejściu, w strefie najść oraz wzdłuż drogi, zastosować rośliny pnące na ekranach przeciwołśnieniowych i ogrodzeniach ochronnych, usunąć opalikowanie, usunąć gatunki obcego pochodzenia	zaprojektować nowe nasadzenia na przejściu, w strefie najść oraz wzdłuż drogi, zastosować rośliny pnące na ekranach przeciwołśnieniowych i ogrodzeniach ochronnych	usunąć lub zasłonić betonowe donice pod ekranami przeciwołśnieniowymi, zaprojektować nowe nasadzenia – szczególnie na przejściu oraz wzdłuż drogi, zastosować rośliny pnące na ekranach przeciwołśnieniowych i ogrodzeniach ochronnych, usunąć gatunki obcego pochodzenia i inwazyjne

3. EFEKTY BADAŃ – WNIOSKI BADAWCZE

Problematyka projektowania przejść dla zwierząt jest nie tylko funkcją celu zrealizowania danej inwestycji, lecz zagadnieniem ogromnej wagi, pozwalającym na zniwelowanie wpływu gospodarki na środowisko. Tymczasem zauważono, że realizowane w Polsce przejścia dla zwierząt obarczone są licznymi wadami – szczególnie w zagospodarowaniu terenu i gospodarce zielenią. W tym aspekcie należy zadbać nie tylko o przyrodniczy, ale także estetyczny walor otoczenia obiektów mostowych – ważny z perspektywy użytkownika drogi.

Ze względu na czytelność i precyzyjność dyspozycji wynikających z badań, autorzy artykułu sformułowali wnioski w postaci punktów zgrupowanych w trzech kategoriach – analogicznie do toku prowadzonych badań.

3.1. Wnioski z analizy literatury

1) W polskiej literaturze pojawiają się zalecenia dotyczące projektowania zieleni na przejściach m.in. nakaz doboru gatunków rodzimych, stosowania roślinności o funkcjach izolacyjnych, osłonowych, naprowadzających⁴. Wytyczne te nie znajdują jednak zastosowania w projektach.

2) Kwerenda źródeł literaturowych wykazuje brak jasno sformułowanych czynników oraz kryteriów oceny skuteczności przejść dla zwierząt. Ich obecność pozwoliłaby na przeprowadzenie badań różnych rodzajów ekoduktów w kontekście ukształtowanej zieleni w sposób usystematyzowany oraz jednolity.

3) W literaturze przedmiotu istnieje bardzo mało przykładów nowych, udoskonalonych, popartych badaniami rozwiązań w kształtowaniu zieleni na przejściach dla zwierząt. Schematy projektowe poprawnie zaplanowanych i wyposażonych ekoduktów należy popularyzować, ponieważ liczba projektowanych przejść w Polsce rośnie.

3.2. Wnioski z analizy stanu prawnego

1) Obowiązujące w kraju prawo nie reguluje sposobu wykonywania nasadzeń na przejściach dla zwierząt.

2) W prawodawstwie polskim nie istnieje żaden dokument dotyczący zagadnień kształtowania zieleni na przejściach dla zwierząt oraz w ich pobliżu. Należy go wprowadzić. Unormowania prawne ze swej definicji byłyby wiążące dla projektantów przejść oraz ujednoliciłyby proces projektowania.

3.3. Wnioski z analizy *in situ*

1) Wszystkie trzy przeanalizowane w niniejszym artykule przejścia dla zwierząt charakteryzuje brak dopasowania do otoczenia. Mimo że obiekty znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie lasów, to ich powierzchnie stanowią głównie trawy z ewentualną roślinnością zielną lub pojedynczymi krzewami. Tymczasem wzdłuż ekranów przeciwołnieniowych powinny znajdować się gęste, nieregularne nasadzenia z krzewów i małych drzew. W otoczeniu przejścia nr 1 zastosowano nasadzenia z gatunków obcych dla polskiego krajobrazu – śliw wiśniowych w odmianie '*Pissardi*'. Na przejściu nr 3 występują natomiast nie tylko gatunki obcego pochodzenia, ale również inwazyjne⁵. Analiza istniejących realizacji przejść dla zwierząt wskazuje, że przed przystąpieniem do projektowania zieleni nie wykonano szerokiej studii wstępnych, obejmujących wizje terenowe, szereg analiz przyrodniczych (inwentaryzacja zieleni, rozpoznanie warunków siedliskowych, analizy gleby, geologii, warunków klimatycznych) oraz widokowych. Wprowadzenie powyższych elementów do procesu projektowania stanowiłoby silne zaplecze teoretyczne dla koncepcji kształtowania zieleni i pozwoliłoby uniknąć błędów w doborze roślinności pod względem gatunku, wysokości dorastania, pełnionych funkcji (roślinność przywabiająca, osłona).

2) Zaobserwowano brak pełniących funkcję maskującą pnączy na ekranach przeciwołnieniowych i ogrodzeniach⁶, brak (nr 1, nr 2) lub niewystarczającą ilość (nr 3) roślinności przywabiającej w strefie najści, brak pełniącej funkcję izolacyjną roślinności przydroż-

⁴ Zasady doboru gatunkowego najszerzej przedstawione są w pracy [4].

⁵ Brak zagospodarowania obszaru nasadzeniami o rodzimym składzie gatunkowym powoduje uruchomienie procesu sukcesji i wkraczanie bardzo groźnych dla bioróżnorodności gatunków obcych – inwazyjnych, takich jak robinia akacja i klon jesionolistny.

⁶ Na to, że obecność roślin pnących zmniejsza barierę behawioralną, a więc zwiększa parametr używalności przejść, zwraca uwagę Rafał Kurek [4, s. 226].

nej. Analiza istniejących przejść wskazuje, że podczas sporządzania projektu nasadzeń dla konkretnego przejścia nie wykorzystywano materiałów pozostających w dyspozycji lokalnego nadleśnictwa oraz myśliwych. Pozyskanie i interpretacja przywołanej dokumentacji pozwoliłyby dostosować projektowaną roślinność do naturalnych zachowań i preferencji konkretnych zwierząt, dla których ochrony dany obiekt jest wznoszony.

3) Analiza istniejących obiektów wskazuje, że wszystkie z nich są nieodpowiednio zagospodarowane zielenią, a przez to mniej użytkowane przez zwierzęta. Ze względu na duże znaczenie przyrodnicze oraz ważny aspekt ekonomiczny wznoszenia przejść dla zwierząt należy wyeliminować stwierdzone wady.

4) Analiza przejść dla zwierząt wskazuje na brak współpracy pomiędzy specjalistami z różnych branż – od inżynierów, poprzez architektów, architektów krajobrazu, botaników po ekologów. Widoczny jest przede wszystkim brak udziału przyrodników w procesie opracowywania koncepcji nasadzeń na przejściach dla zwierząt. Włączenie ich w to zadanie uniemożliwiłoby wprowadzenie nieprofesjonalnie wykonanych koncepcji oraz eliminowałoby błędy merytoryczne w kształtowaniu nasadzeń.

4. MODEL APLIKACYJNY

Niniejszy podrozdział prezentuje przykładowy model aplikacyjny przeprowadzenia prac przedprojektowych i projektowych dla kształtowania zieleni na przejściach dla zwierząt. Projektem objęto jeden wybrany obiekt mostowy. Budowlę zlokalizowano jest we wsi sołeckiej Wodzisław w powiecie jędrzejowskim w ciągu modernizowanej drogi ekspresowej S7 w km 598 + 100.

Metodyka pracy polegała na wykonaniu analizy materiałów wyjściowych oraz badań terenowych. Prace wstępne obejmowały kwerendę materiałów archiwalnych w postaci map historycznych, prywatnych fotografii oraz przekazów ustnych. Dokonano również pozyskania, przeglądu oraz interpretacji materiałów kartograficznych (mapy topograficzne, ortofotomapy, mapy tematyczne w zakresie wody, gleb, geologii, akustyki), zdjęć lotniczych oraz dokumentów planistycznych [7, 11], a także udostępnionej przez GDDKiA dokumentacji projektowej⁷ przejść dla zwierząt. Badania wstępne pośrednio obejmowały natomiast zapoznanie z dostępną polską i obcojęzyczną literaturą przedmiotu oraz związanymi z tematem opracowania obowiązującymi aktami prawnymi i normatywnymi. Dodatkowo przeanalizowano realizacje ekoduktów w Europie Zachodniej⁸. Powyżej opisane prace kameralne dały silne zaplecze teoretyczne dla późniejszych rozważań.

W ramach prac terenowych wykonano inwentaryzację: pomiarową, fotograficzną oraz przyrodniczą, obejmującą inwentaryzację dendrologiczną wraz rozpoznaniem siedliska roślinnego oraz badanie ścieżek przemieszczania zwierząt. W tym miejscu warto wspo-

⁷ Raport o oddziaływaniu planowanego przedsięwzięcia na środowisko pn. *Rozbudowa drogi ekspresowej S-7 Jędrzejów – granica województwa świętokrzyskiego i małopolskiego od km 583 + 632 (rzeczywisty początek opracowania – km 583 + 540) do km 603 + 460 – etap decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach wraz z szeregiem opinii i uzgodnień stanowiących załączniki do tego dokumentu; raport o oddziaływaniu planowanego przedsięwzięcia na środowisko pn. Budowa drogi ekspresowej S-7, odcinek Jędrzejów – granica województwa świętokrzyskiego – etap ponownej oceny; projekt architektoniczno-budowlany tom IX Zieleni; Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia z dnia 31 marca 2009 r. wydana przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Kielcach (znak: RDOŚ-26-WOO.I-6613/3-010/08/ml); postanowienie uzgadniające przedsięwzięcie pn. Budowa drogi ekspresowej S-7, odcinek Jędrzejów – granica województwa świętokrzyskiego z dnia 15 marca 2013 r. wydana przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Kielcach (znak: WOO-II.4242.88.2011.MW.21)*

⁸ Za wzorcowe przykłady posłużyły realizacje następujących przejść dla zwierząt: ekodukt 'De Woeste Hoeve' w ciągu drogi A50 w Holandii, na wysokości miejscowości Loenen; ekodukt 'De Borkeld' w ciągu drogi A1 (E30) w Holandii, na wysokości miejscowości Rijssen; ekodukt w ciągu drogi A1 (E30) w Holandii, na wysokości miejscowości Uddel; ekodukt w ciągu drogi A20 (E22) w Niemczech, na wysokości miejscowości Beidendorf; ekodukt w ciągu drogi B464 w Niemczech, na wysokości miejscowości Böblingen; ekodukt w ciągu drogi A36 (E54) we Francji, na wysokości miejscowości Ottmarsheim; ekodukt w ciągu drogi A7 w Szwajcarii, na wysokości miejscowości Wigoltingen.

nić, że większość informacji na temat występowania oraz zwyczajów migracyjnych zwierząt zebrano w trakcie konsultacji z lokalnym łowczym oraz pracownikami nadleśnictwa.

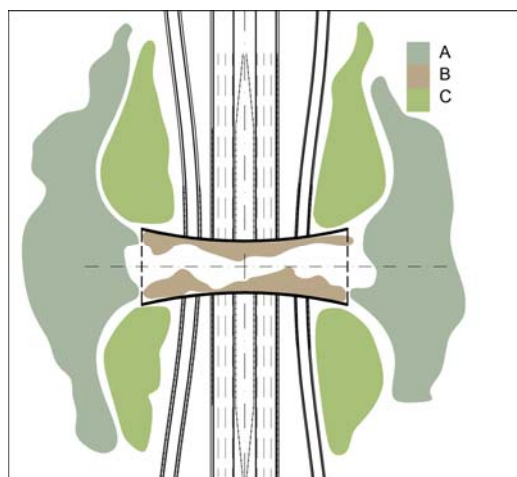
Przywołane studia przedprojektowe zaowocowały stworzeniem syntezy analiz. W ramach analizy uwarunkowań rozpoznano uwarunkowania: lokalizacyjne, prawne, historyczne, przestrzenne, drogowo–komunikacyjne, akustyczne oraz ekonomiczne. Analiza ta ukazała m.in. terenowe relacje elementów przyrody ożywionej i nieożywionej oraz ich wzajemne proporcje, zmiany, jakim ulegał teren opracowania na przestrzeni lat, czy jego ukształtowanie. W ramach analizy widokowej wskazano punkty, płaszczyzny oraz ciągi ekspozycji, osie widokowe oraz zbadane na podstawie szerokich fotografii panoramicznych dominanty, subdominanty oraz akcenty. Wymienione elementy pozwoliły na odczytanie osobliwej kompozycji oraz walorów krajobrazu. Dodatkowym narzędziem był wykonany na podstawie danych geodezyjnych cyfrowy model terenu – dla określenia percepcji obszaru opracowania z pozycji użytkowników drogi. Ostatnią grupę badań stanowiły analizy przyrodnicze. Określiły one zasoby przyrodnicze istniejącej w terenie flory oraz fauny, a także warunki siedliskowe dla nowoprojektowanej zieleni.

Wymienione powyżej syntezy analiz miały fundamentalne znaczenie m.in. dla wykonania schematów kształtowania roślinności na przejściu dla zwierząt. Pierwszy z nich wynika ze zrozumienia relacji między elementami przestrzennymi (analiza uwarunkowań) a zwyczajami zwierząt (analiza przyrodnicza) i jest to podział flory ze względu na funkcję (Ryc. 2). Wyróżniono roślinność przywabiającą, roślinność na obiekcie oraz roślinność przydrożną. Wszystkie trzy grupy ukształtowano zgodnie z zaleceniami wynikającymi z przeglądu literatury przedmiotu, aktów prawa oraz wskazówkami specjalisty w zakresie badania zachowań dzikiej zwierzyny, czyli przedstawicielem lokalnego koła łowieckiego. Zieleń dostosowano do siedliska oraz preferencji konkretnych gatunków zwierzyny, rozpoznanych dzięki analizie przyrodniczej. Dla zapobiegania zatrzymywaniu się zwierząt na przejściu zrezygnowano z projektowania na jego powierzchni gatunków chętnie przez niezgryzanych. Ze względu na ochronę powierzchni przejścia przed blaskiem reflektorów samochodowych oraz hałasem z drogi zastosowano gęste, nieregularne pasy roślinności wzdłuż krawędzi ekoduktu. Zaprojektowana roślinność jest częściowo zimozielona, a zatem pełni swe funkcje także poza sezonem wegetacyjnym. Co ważne, środek przejścia pozostał wolny. Otwarty widok na to, co dzieje się po drugiej stronie drogi zachęca zwierzynę do skorzystania z przejścia i pokonania dystansu. Odwrotnie niż w strefie przejścia, w strefie najść, czyli na wejściu i na wyjściu z ekoduktu zapewniono atrakcyjną bazę żerową dla zwierząt. Są to głównie drzewa i krzewy owocowe. Nasadzenia stanowiące plamy roślinności przywabiającej podlegają kontynuacji w formie roślinności przydrożnej – izolacyjnej.

Drugi zaproponowany schemat kształtowania roślinności wynikał z syntezy analiz widokowych. Przewidywał on podział roślinności ze względu na jej wysokość (Ryc. 3). Wyróżniono drzewa: wysokie, których jest najmniej (kilka procent), średnie (stanowiące kilkanaście procent ilości zaplanowanych sztuk) oraz małe wraz z krzewami (kilkadziesiąt procent). Na wirtualnych, nieregularnych liniach rozplanowano gatunki z grupy drzew najwyższych (powyżej 15 m), które następnie posadzono gatunkami dorastającymi do średniej wysokości, tj. o wysokości 10–15 m. Powstały układ uzupełniono małymi drzewami oraz krzewami. Na powierzchni użytkowej obiektu mostowego brak jest dużych drzew, które pojawiają się dopiero w pewnym oddaleniu od osi drogi. Zabieg ten miał na celu zniwelowanie wysokości przejścia dla zwierząt w odbiorze użytkowników drogi (Ryc. 4, 6) i dzikiej zwierzyny (Ryc. 5). Dodatkowo różnorodność w wysokości poszczególnych roślin oraz ich rozmieszczeniu przestrzennym znacząco wpływa na zachowanie naturalnej formy otaczającego krajobrazu. Powstałe wielorzędowe nasadzenia są doskonałą barierą dla zanieczyszczeń powietrza oraz buforem akustycznym. Wielogatunkowość zastosowanych roślin warunkuje stabilność biologiczną, zapewnia pokarm zwierzętom niezależnie od pory roku oraz stanowi naturalną rezerwę w przypadku śmierci poszczególnych egzemplarzy roślin.

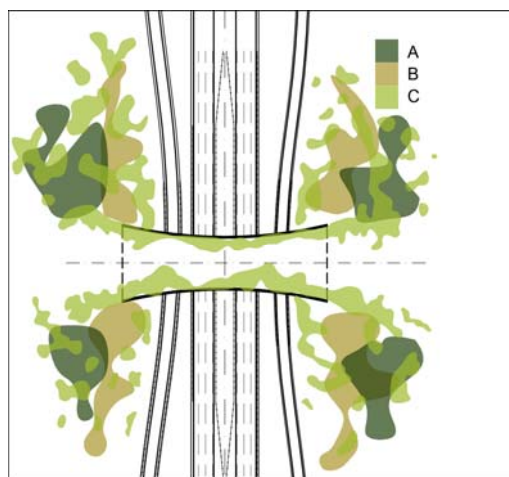
Ostateczny projekt nasadzeń (Ryc. 7) powstał jako synteza przytoczonych powyżej dwóch schematów kształtowania roślinności.

Opisany schemat działań można powielać dla wykonywania projektów zieleni na górnych przejściach dla zwierząt. Model zilustrowany w niniejszym artykule wykorzystano w pracy dyplomowej [6].



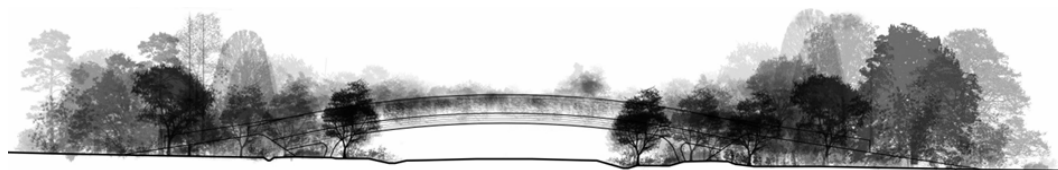
Ryc. 2. Schemat podziału roślinności ze względu na funkcję: A – przywabiająca, B – na obiekcie, C – przydrożna. Źródło: oprac. M. Mojecka

Fig. 2. Outline of the division of the flora on account of the function: A – luring, B – on the wildlife crossing, C – roadside. Source: M. Mojecka



Ryc. 3. Schemat podziału roślinności ze względu na wysokość: A – wysokie, B – średnie, C – małe oraz krzewy. Źródło: oprac. M. Mojecka

Fig. 3. Outline of the division of the flora on account of the height: A – high, B – middle, C – low. Source: M. Mojecka



Ryc. 4. Widok na przejście dla zwierząt od strony użytkowników drogi. Źródło: [6]

Fig. 4. View at wildlife crossing from the position of users of the road. Source: [6]



Ryc. 5. Widok na przejście dla zwierząt od strony migrującej zwierzyny. Źródło: [6]

Fig. 5. View at wildlife crossing from the position animals. Source: [6]



Ryc. 6. Perspektywa przejścia dla zwierząt wraz z zielenią z poziomu kierowcy. Źródło: [6]

Fig. 6. View at wildlife crossing and greenery from the position of the users of the road. Source: [6]



Ryc. 7. Widok z lotu ptaka. Źródło: [6]

Fig. 7. The bird's eye view. Source: [6]

DESIGNING GREENERY ON WILDLIFE CROSSINGS IN THE CONTEXT OF EXISTING EXPERIENCES AND REGULATIONS

1. INTRODUCTION AND WILDLIFE CROSSINGS ISSUES

The article remains the effect of the research works conducted as a part of preparing the graduation thesis [6] devoted to the project of the wildlife crossing⁹. In the next phase of the conducted examinations the subject of shaping greenery was extended.

Several years ago works being aimed at the intense development of the road infrastructure were begun in Poland. Supplementing the road network is forecast to be continued in the next years. It is worth noting, that in spite of the positive economic effects, road works lead to some irreparable environmental and ecological transformations. The continuity of the ways of migration is broken, the relocation of animals on the given area is blocked and as a result the habitat areas are fragmented and isolated. It has got a direct impact on reducing the biodiversity within the population. Moreover, the increased traffic is threatening the safety – cause of accidents with the participation of the wild animals and users of the road. That being so, it seems to be obvious that simultaneously with plans of roads programme, the concepts of networks of wildlife crossings and theirs developing should come into existence.

⁹ For needs of the article the term wildlife crossing is understood as the upper passage for averages animals and used interchangeably with the term ecoduct.

There are some guidelines provided for designing ecoducts, but it has been noticed that there is a lack of well-developed practices and solutions for shaping greenery on this kind of objects. Much more important for designers is the fact of the wildlife crossing coming into being than equipping it with the greenery and the form of an object. Ultimately it is necessary to devote more attention to developing the model of designing greenery on wildlife crossings and the greenery in their surroundings, including roadside greenery. It is really essential because ecoducts allow to equalize the negative influence of economic growth on the natural environment. So it remains in accordance with the idea of the **sustainable development**.

Regardless of the definitional diversity of this term, the fact is that it remains the current direction of action. It is contained in the Polish Constitution (chapter I, art. 5), the acts of domestic law, and the international obligations. To put it simply, this term should be defined as providing not worse conditions to live in for the future generations than we presently have. Taking into account the situation in Poland, the idea of the sustainable development is very often used only as a slogan allowing to force investments which strongly interfere in the natural environment.

Nevertheless, one should notice that developing methods of preventing the negative influence of the economic development on the environment is successively more and more popular and moreover it trespasses the field of interest of still increasing amount of scientists and specialists showing a sign of great dynamics of the development of this field. However, there are some issues that are unsolved or solved on the insufficient level. The systematically increasing interest for designing the greenery on the wildlife crossing in a correct way is a crucial issue of this article and it becomes an incentive to propose theses for the design guidelines.

2. DESCRIPTION OF TEST

Conducted research had theoretical, analytical and practical-developmental and appliqué character. Research works included analysis of issues concerning designing greenery in connection with forming the form and structure of bridge objects. Some preliminary work, containing the subject literature review, review of legal documents, the query archival materials and the project documentation of bridge structures (coming mainly from the General Director for National Roads and Motorways resources) was followed by working in situ. They were based on inventory of nature and view analysis of existing wildlife crossings. In addition, existing wildlife crossings in Małopolska, Podkarpackie and Wielkopolska¹⁰ were analysed in the context of greenery development. Three of them were examined in the detailed way¹¹.

After carrying out some initial investigations, appliqué model was drawn up. It is the algorithm of carrying out pre-design research for preparing the concept of flora on passages and scheme of the flora which is ready for the practical implementation. Whereas analysing the situation in Poland, it has been noticed that taken issues, in spite of ten or twenty

¹⁰ Małopolska Province: A4 motorway, Szarów junction (Targowisko)–Brzesko junction, subsection Szarów junction–Bochnia junction, km 462 + 900, width: 110,00 m (in this article as Passage No. 1); A4 motorway, Szarów junction (Targowisko)–Brzesko junction, subsection Bochnia junction–Brzesko junction, km 477 + 775, width: 40,00 m; A4 motorway, Brzesko junction–Wierchosławice junction, km 493 ± 000, width: 80,00 m; Podkarpackie Province: A4 motorway, Dębica Pustynia junction–Rzeszów Zachód junction, km 537 + 645, width: 52,74 m (in this article as: Passage No. 2); A4 motorway, Dębica Pustynia junction–Rzeszów Zachód junction, km 561 + 620, width: 52,74 m; A4 motorway, Radymno junction–Korcowa junction, km 662 + 425, width: 50,00 m; Wielkopolska Province: A2 motorway, Września junction–Sługocin junction, km 212 + 600, width: 27,00 m (in this article as: Passage No. 3); A2 motorway, Września junction–Sługocin junction, km 224 + 300, width: 27,00 m; A2 motorway, Trzciel junction–Nowy Tomyśl junction, km 95 + 650, width: 53,00 m.

¹¹ The comparative analysis of the existing wildlife crossings in Poland is discussed in the 2.3 point of this article.

years tradition of planning wildlife crossings, remain on the margin of structural, material and functional matters, associated with putting discussed objects up.

The evidence for the originality of the research is the fact that for the first time literature analysis, analysis of legal conditions and analysis of existing examples of wildlife crossings were carried parallel.

2.1. Subject literature description

The literature concerning wildlife crossings designing is rich, however the issues of shaping the greenery often remain omitted. The most significant current publications concerning the discussed subject very often bring the issue of greenery down to adaptations to local habitat conditions, which demand the selection of indigenous species and zoning of individual spaces as free of shrubs and trees, shrub-covered areas and tree-covered areas. This situation is well-presented in the book *Zwierzęta a drogi. Ochrona zwierząt przy drogach szybkiego ruchu* (translating to English: *Animals of the road. Protection of animals by dual carriageways*) [5, p.10].

The fundamental Polish language position concerning designing the greenery on wildlife crossing is the book entitled *Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach* (translating to English: *The Guide of the designing wildlife crossings and actions limiting the mortality of the fauna by roads*) [4]. The authors of the publication point out the location, structural solutions, noise emission level, the illumination, harmonization passageways and the possible usage of the wildlife crossings by people as the basic factors that decide about their effectiveness. The harmonization, integrating the passage into surroundings, is achieved by shaping the flora on the bridge and shaping the guiding flora. The authors shows the essential requirements of developing passages, including thicknesses of ground, adaptation of trees and shrubs to the existing ones in the surroundings, implementing species protecting against the light and noise, the need to implement the flora having function of an attractive food base [4, p. 46–49]. The subject matter is specified in the chapter XVIII entitled *Greenery on the wildlife crossings*, where the extended lists of recommended for usage plants are included, also considering their characteristics [4, p. 228–232]. Worth mentioning is that the subject matter of the publication is much more extensive than only designing greenery on passages. In relation to the richness of information, the book can be treated like the ABC of broadly defined problem of shaping wildlife crossings, thus giving the authors of the article solid theoretical backgrounds. However, it does not contain deliberations concerning landscape aspect of the greenery and its perception from the point of view of a driver – the user of the road. Another book concerning wildlife crossings is a widely regarded American publication partly translated into Polish and originally entitled *Road ecology. Science and Solutions* [2]. It does not touch directly the subject matter of this article, but because of the fact that it contains deliberations of the issues developing shoulders with the greenery and their perceiving by the people (chapter I), it was largely used to do much research works. Let us not forget that the book was written from a perspective of American researchers and does not necessarily meet the Polish conditions.

The issue of the perception of the roadside landscape was not directly connected with the method of shaping the greenery on passages, but still very essential for deliberations. In the reference to these issues the book containing fragments of the doctoral dissertation entitled *Widok z drogi: krajobraz otwarty w percepcji dynamicznej* [1] (in English: *The View from the road: an opened landscape in the dynamic perception*) was used, in which the author – Urszula Forczek-Brataniec exhaustively discusses how the dynamic landscape seen from the way, is perceived from the point of view of road users moving with a high speed rate. What's more, the book also shows the ways and possibilities of shaping the roadside landscape, resulting from conditions of the domestic law, quoting best examples from the foreign countries or the principles of the composition and aesthetics,

highlighting the aspects that are very often omitted in the publications concerning shaping the roadside greenery.

Mentioned above important positions cover the literature resources on the concerned subject in this article.

2.2. Legal conditions description

Besides the subject literature, wildlife crossings designs should be based on the row of the prescriptive documents and legislations, amongst which, on account of the character of the publication, it is needed to mention particularly this which regulate issues of shaping the roadside greenery and the greenery on passageways for animals. Regulations do not give direct methods of shaping the greenery. Often they are quite inexact and in a few places left to free interpretation.

At the beginning of 2013 the document entitled Guidelines of establishing and keeping roadside greenery [18] was produced by the General Director for National Roads and Motorways. It gives principles of designing the greenery on ecoducts, dividing it into the greenery in the zone of migration, the greenery in the zone of decoying and the greenery in the zone guiding and protective [18, p. 15–16]. Additionally Guidelines... also contains the part focusing on the list of species of grasses, trees, bushes and climbing plants giving basic features of various species [18, p. 74–75]. This information is probably a very useful tool (maybe even a compendium) for designers who do not know the origin, the habitat conditions or the features of some plants. In connection with it, the document is probably not very useful for naturalists, dendrologists or environmentalists, let alone the landscape architects who select species of plants not only thanks to their own knowledge and experience, but also taking into account the principles of the composition of the landscape.

Apart from the quoted document which by definition does not constitute the legal document, a row of acts and regulations was studied. Among them the superior role has got Act from 21st March 1985 about public roads [15]. It defines roadside greenery (chapter 1, art. 4, pt 22) and express road (chapter 1, art. 4, pt 10), appoints the General Director for National Roads and Motorways as the administrator of national roads (chapter 2, art. 19 sec. 2, pt 1) and gives the scope of his duties, including *preventing unprofitable transformations of the environment being able to come into existence or coming into existence as a result of building or keeping the roads* (chapter 2, art. 20, pt 13) and what is very important for the designed area – *keeping roadside greenery, including planting and removing trees and bushes* (chapter 2, art. 20, pt 16).

In the light of law, the greenery is also regulated by The Regulation of the Minister of Transport and the Sea Economy from 2nd March 1999 on technical conditions, for which they should to be examined on public roads and situating them [9]. It says about the need of building wildlife crossings for roads having A or S class, when the ways of the migration of animals were stopped as the effect of their coming into (section VII, chapter 1, § 167, sec. 1). It also mentions the general direction of designing the greenery in a landtake, reconditioning preserving requirements of the safety of users of the road as the priority, however taking care of aesthetics and its function as its subsequent aims and pointing at the climate and the soil as determinants for selection of the flora (section VIII, chapter 7, § 193). The Regulation... regulates the minimum width of the lane of green, so 3,0 m for the row of trees, bushes or the hedge (section III, chapter XI, § 53, sec. 1) and says that the tree should be in the distance not smaller than 3,0 m from the edge of the road (section III, chapter XI, § 53, sec. 3).

Act from 16th April 2004 about the conservation of nature [13] amongst destinations of the conservation of nature gives in points 1, 2, 4 and 6 of chapter I, art. 2, sec. 2: *keeping ecological processes and stabilities of ecosystems, the biodiversity conservation, providing the continuity of existence of species like plants, animals and mushrooms, with their*

settlements (...), holding (...) of natural habitats (...). What is important about the design considerations, the act does not forbid implementing the foreign species to the landscape if it is not the area with a form of the conservation of nature or forest (chapter VII, art. 120, sec. 1 in the light of sec. 4, pt 2). This regulation is connected with the document entitled The Regulation of the Minister of Environment from 9th September 2011 concerning the list of plants and animals of foreign species, which in case of freeing to do the natural environment can threaten native kinds or natural [8].

There are also other regulations which were omitted because of the fact that they concern the designing of the greenery of ecoducts only in a negligible amount or in an indirect way.

2.3. In situ analysis

For a detailed analysis of the selected three existing upper passages for animals having different widths and implemented in different years (Fig. 1):

- passage No. 1 – A4 motorway, Szarów junction (Targowisko)–Brzesko junction, subsection Szarów junction–Bochnia junction, km 462 + 900, width: 110,00 m,
- passage No. 2 – A4 motorway, Dębica Pustynia junction–Rzeszów Zachód junction, km 537 + 645, width: 52,74 m,
- passage No. 3 – A2 motorway, Września junction–Sługocin junction, km 212 + 600, width: 27,00 m.

Analysis and evaluation in the context of development of wildlife crossings was based on field works, which were held over the August-October 2014. Work summed produce summary totals. Components used in the table (Tab.1), contains a comparative analysis go for selected elements of vegetation.

Tab. 1. Comparative analysis of the wildlife crossings paying special attention to selected elements of vegetation. Source: M. Mojecka

Passage number	1	2	3
Description of the environment	from the north: pine forest – Niepołomice Forest, from the south: farmlands, fallow lands, tree-covered areas among farmlands	from the north: birch – pine forest, farmlands, tree-covered areas among farmlands, from the south; birch – pine forest	forest – mainly oak
Designed species of trees and shrubs	cherry plum (<i>Prunus cerasifera</i> 'Pissardii')	silver birch (<i>Betula pendula</i>), common hazel (<i>Corylus avellana</i>), grey willow (<i>Salix cinerea</i>)	bird cherry (<i>Prunus padus</i>), ghostlight scarlet (<i>Pyracantha coccinea</i>), common dogwood (<i>Cornus sanguinea</i>), hawthorn (<i>Crataegus rhipidophylla</i>), boxelder maple (<i>Acer negundo</i>), oleaster (<i>Elaeagnus angustifolia</i>), common sea-buckthorn (<i>Hippophae rhamnoides</i>), common alder (<i>Alnus glutinosa</i>), cherry (<i>Prunus sp.</i>), hairy alpenrose (<i>Rhododendron hirsutum</i>), blackthorn (<i>Prunus spinosa</i>), spirea (<i>Spiraea x pseudosalicifolia</i>), spirea van Houtte'a (<i>Spiraea x vanhouttei</i>), black locust (<i>Robinia pseudoacacia</i>)

Dense, irregular plantings along the anti-glare screens	no	no	no
Plantings of vines on the fences and anti-glare screens	no	no	no
Planting the luring vegetation in the come across area	no	no	yes, but not much
Insertion of roadside vegetation – insulation	no	no	no
Adaptation of the proposed plants to that occurring in the environment of transition	no	yes	yes
The overall condition of the designed green	bad	very bad	good
Signs of natural succession	no	no	no
View from the road – aesthetics of greenery	designed greenery – invisible (only in the area to come across, very young seedlings)	designed greenery – invisible (only in the area to come across, very young seedlings)	designed greenery – marginally visible (mainly occurs in the area to come across)
The most important recommendations for greenery	supplement bitten seedlings, design new plantings at the transition zone and come across along the way, use the vines on anti-glare screens and protective fences, remove stakes, remove the species of foreign origin	design new plantings at the transition zone and come across along the way, use the vines on anti-glare screens and protective fences	remove or cover the concrete planters under anti-glare screens, design new plantings – especially at the transition and along the way, use the vines on anti-glare screens and protective fences, remove the species of foreign origin and the invasive species

3. RESEARCH EFFECTS – CONCLUSIONS

The problem of animal crossings design is not only a function to execute the investments, but the issue of paramount importance, allowing to smooth the impact of the economy on the environment. Meanwhile, it was noticed that implemented in Poland ecoducts are the subject to a number of drawbacks – especially in land development and green economy. In this aspect, care must be taken not only natural, but also the aesthetic value of bridges – important from the position of users of the road.

Because of the clarity and precision of the disposal resulting from the research, the authors of the article formulated proposals in the form of points, grouped in three categories – similar to the course of study.

3.1. Conclusions of the analysis of literature

1) In Polish literature there are recommendations for the design of greenery on wildlife crossings including the selection of native species, the use of vegetation on the functions of insulation, shielding, guiding¹². These guidelines do not, however, be used in projects.

2) Query of literature sources reveals a lack of clearly formulated factors and criteria for evaluating the effectiveness of wildlife crossings. Their presence would allow for the

¹² Principles of the species selection most widely are presented in [4].

study of different types of ecoducts shaped in the context of greenery in a systematic and uniform way.

3) In the literature, there is a trace amount of examples of new, improved, evidence-based solutions for shaping the greenery on wildlife crossings. Design schemes of properly planned and equipped ecoducts should be popularized as the number of designed passages in Poland is growing.

3.2. Conclusions from the legal status analysis

1) The applicable law in the country does not regulate how to perform plantings on animal crossings.

2) The Polish legislation, there is no document on the issues shaping the greenery on animal crossings and in their vicinity. Must be entered. Legal regulations by definition would be binding for designers to go and would standardize design process.

3.3. Conclusions of the *in situ* analysis

1) All three wildlife crossings analyzed in this article are characterized by a lack of adaptation to the environment. Although the objects are in the immediate vicinity of forests, their surfaces are mainly grass with a possible single herbaceous vegetation or shrubs. Meanwhile, along the anti-glare screens should be dense, irregular plantings of shrubs and small trees. Surrounding of passage No. 1 was made of plantings of foreign species for the Polish landscape – cherry plum trees in a variation of 'Pissardii'. The passage No. 3 contains not only species of foreign origin, but also invasive¹³. Analysis of existing animal crossings indicates that before stepping to the greenery design, there was no extensive preliminary studies, including field vision, analysis of natural environment (greenery inventory, identification of habitat conditions, soil, geology and climate conditions), and view analysis. The implementations of these elements into the design process would constitute the strong theoretical background for the concept of shaping the greenery and could let avoid making mistakes in the selection of vegetation in terms of species, height, growing up, their functions (luring and curtain vegetation).

2) There was observed the lack of masking vines on anti-glare screens and fences¹⁴, none (No. 1, No. 2) or insufficient (No. 3) amount of luring vegetation in the entrance zone, lack of insulation roadside vegetation. Analysis of the existing passages indicates that during the drafting of plantings for a particular passage, materials remaining in the instruction of the local Forestry Commission and hunters were not used. Acquisition and interpretation of the documentation would let adapt the designed flora to natural behaviour and preferences of particular animals, for the protection of which the given object is built.

3) Analysis of the existing facilities indicates that all of them are poorly developed with greenery, and therefore they are less used by the animals. Because of the great natural significance and important economic aspect of creating the wildlife crossings, identified defects must be eliminated.

4) Analysis of animal crossings indicates a lack of cooperation between specialists from various industries – from engineers, by architects, landscape architects, botanists, ecologists. Visible is primarily non-participation of naturalists in the development of planting concept on animal crossings. Including them in this task would prevent implementation of

¹³ The lack of developing area with the native species leads to starting the process of natural the succession and entering of the foreign species which are very dangerous to the biodiversity, so as black locust and boxelder maple.

¹⁴ To the fact that the presence of climbing plants is making the behavioral barrier smaller, and so powoduje increasing of the usability parameter notes R. Kurek [4, p. 226].

unprofessionally made concepts and would eliminate the factual errors in the formation of plantings.

4. APPLIQUÉ MODEL

This section presents an example appliqué model of carrying out pre-design and design works for the development of greenery on wildlife crossings. The project covers one selected bridge. The building is located in the town of Wodzisław along the modernized road S7 at km 598 + 100 kilometre.

Methodology consists in the analysis of the starting materials and field studies. The preliminary work included the query archival materials in the form of historical maps, private photographs and oral history. It was also made to obtain, a review and interpretation of cartographic materials (topographic maps, orthophotomaps, thematic maps for water, soils, geology, acoustics), aerial photographs and planning documents [7, 11] as well as animal crossings documentation, provided by GDDKiA¹⁵. The preliminary studies included indirect acquaintance with Polish and foreign language available literature on the subject and connected with the topic applicable laws and normative. In addition, projects of some Western Europe ecoducts were analyzed¹⁶. Described above chamber works gave a strong theoretical background for later discussion.

As part of the fieldwork the measuring inventory, the photographic inventory, the natural inventory, including dendrological and diagnosis of plant habitats and studying tracks of the animals movement were carried out. At this point it is worth mentioning that most of the information about the occurrence and migration habits of animals was taken from the consultation with the local huntsman and other Forestry employees.

Referred studies resulted in the creation the synthesis of analysis. The analysis of conditions diagnosed conditions such as: location, legal, historical, spatial, road communication, sounding and economical. This analysis showed, among the others, field relationships between elements of animate and inanimate nature and their relative proportions, changes in land development over the years and landform features. The view analysis indicated lookout points, planes and sequences of exposure, view axes and examined on the basis of wide panoramic photos dominants, subdominants and accents. These elements have allowed to read the peculiar composition and landscape values. An additional tool was made on the basis of survey data digital terrain model – to determine the perception of development area from the position of the road users. The last group of the research consisted environmental analysis. They have defined the natural resources of the existing flora and fauna and habitat conditions for the newly designed greenery in the area.

¹⁵ The Report on the influence of the planned undertaking on the environment entitled *Rozbudowa drogi ekspresowej S-7 Jędrzejów – granica województwa świętokrzyskiego i małopolskiego od km 583 + 632 (rzeczywisty początek opracowania – km 583 + 540) do km 603 + 460* – stage of the decision on environmental conditioning with the row of the opinions and arrangements being enclosures to this document; the report on the influence of the planned undertaking on the environment entitled *Budowa drogi ekspresowej S-7, odcinek Jędrzejów – granica województwa świętokrzyskiego* – re-decision stage; architectural – construction project tom IX Green; *Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia z dnia 31 marca 2009 r.* issued by Regional Director of Environmental Protection in Kielce (sign: RDOŚ-26-WOO.I-6613/3-010/08/ml); the decision agreeing on the undertaking entitled *Budowa drogi ekspresowej S-7, odcinek Jędrzejów – granica województwa świętokrzyskiego* z dnia 15 marca 2013 r. issued by Regional Director of Environmental Protection in Kielce (sign: WOO-II.4242.88.2011.MW.21).

¹⁶ Some well-designed in author's opinion existing wildlife crossings: ecoduct 'De Woeste Hoeve' along the road A50 in Netherlands, next to Loenen town; ecoduct 'De Borkeld' along the road A1 (E30) in Netherlands, next to Rijssen town; ecoduct along roads A1 (E30) in Netherlands, next to Uddel town; ecoduct along the road A20 (E22) in Germany, next to Beidendorf town; ecoduct along the road A36 (E54) in France, next to Ottmarsheim town; ecoduct along the road A7 in Switzerland, next to Wigoltingen town.

Mentioned above analysis of synthesis had fundamental importance, among the others, for the implementation of the vegetation shaping schemes on animal crossings. The first of them results from the understanding of the relationship of spatial elements (analysis of conditions) and the habits of animals (environmental analysis), and is a division of flora due to the function (Fig. 2). Vegetation was divided into: a luring vegetation, object vegetation, and roadside vegetation. All three groups were formed in accordance with the recommendations arising from the review of literature, legislation and specialist guidance in behavioral studies of wildlife, which is the local representative of the hunting association. Greenery was adapted to the habitat and wildlife specific preferences, which were identified by analyzing the nature. In order to prevent the retention of animals on passages, the design of species eaten by them willingly on its surface was abandoned. While for the protection of the surface of the wildlife crossing from the glare of car headlights and the noise from the road were used dense, irregular stripes of vegetation along the edge of ecoduct. Designed vegetation partly is evergreen, and therefore has its functions outside the growing season. Importantly, a center of the passage remains free. Opened view on what is happening on the other side of the road encourages wild animals to take advantage of the transition and overcome the distance. In contrast to the transition zone, at the entry and exit of the ecoduct there is provided a food area, attractive to animals. These are mostly trees and shrubs. Plantings being patches of the luring vegetation are subject to the continuation in the form of roadside vegetation – insulation.

The second proposed forming vegetation scheme resulted from the synthesis of view analysis. It provided the division of vegetation due to its height (Fig. 3). Trees were divided into: high, which are the least (a few percent), medium (representing more than ten percent the number of planned units) and small trees and shrubs (several tens of percent). On the virtual irregular lines, were laid out species of the highest trees (more than 15 m), which then planted with species growing up to medium height, with a height of 10 – 15 m. The arrangement was supplemented with small trees and shrubs. On the usable area of a bridge structure, there is no large trees, which appear only at some distance from the axis of the road. This action was designed to level the altitude of the wildlife crossing in the perception of road users (Fig. 4, 6) as well as animals (Fig. 5). In addition, a variety in the height of individual plants and their spatial distribution has a significant influence for keeping the natural form of the surrounding landscape. Created multi-row plantings are a great air pollutants barrier and sound buffer also. Multi-species of used vegetation determines the stability of biological products, provides food for animals, regardless of the season and is a natural reserve in case of death of individual specimens of plants.

The final design of plantings (Fig. 7) was created as a synthesis of quoted above two forming vegetation schemes.

Described actions scheme may be reproduced for the projects of greenery on the upper passages for animals. The model illustrated in this article was used in the thesis [6].

BIBLIOGRAPHY

- [1] Forczek-Brataniec U., *Widok z drogi. Krajobraz w percepcji dynamicznej*, Katowice, Elamed 2008, ISBN 978-83-925162-3-1.
- [2] Forman, R. T. T. i in., *Road Ecology: Science and Solutions*, Island Press 2003, przeł. M. Babicz i in., *Ekologia dróg*, Kraków, Związek Stowarzyszeń 'Polska Zielona Sieć', 2009, ISBN 978-83-62403-00-4.
- [3] *Katalog drogowych urządzeń ochrony środowiska*. Załącznik do zarządzenia nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych i Autostrad z dnia 19 kwietnia 2002 r., Warszawa, GDDKiA, 2002.
- [4] Kurek R.T., *Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach*, Warszawa, Pracownia na Rzecz Wszystkich Istot, 2010, ISBN 978-83-61453-16-1.
- [5] Kurek R.T., *Zwierzęta a drogi. Ochrona zwierząt przy drogach szybkiego ruchu*, Bystra, Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, 2010.
- [6] Mojecka M., praca dyplomowa inżynierska pt. *Projekt przejścia dla zwierząt w miejscowości Wodzisław w ciągu drogi ekspresowej S7 w km 598 + 100*, promotor: dr inż. arch. Marcin Furtak, Instytut Architektury Krajobrazu, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska, Kraków 2014.
- [7] *Projekt miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy Wodzisław w granicach administracyjnych sołectw: Wodzisław, Laskowa, Łany, Mieronice i Świątniki*, Kielce 2013.
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym. *DzU* z 2011 r., nr 210, poz. 1260.
- [9] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. *DzU* z 1999 r., nr 43, poz. 430.
- [10] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko. *DzU* z 2004 r., nr 257, poz. 2573.
- [11] *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Wodzisław wraz ze Zmianą nr 1 do zmiany Studium...*, uchwała nr X/46/2011 Rady Gminy Wodzisław z dnia 20 lipca 2011 r., Kielce 2011.
- [12] Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie. Tekst jedn.: *DzU* z 2004 r., nr 75, poz. 493.
- [13] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Tekst jedn.: *DzU* z 2004 r., nr 92, poz. 880.
- [14] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. Tekst jedn.: *DzU* z 2001 r., nr 62, poz. 627.
- [15] Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych. Tekst jedn.: *DzU* z 1985 r., nr 14, poz. 60.
- [16] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane. Tekst jedn.: *DzU* z 1994 r., nr 89, poz. 414.
- [17] Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych. Tekst jedn.: *DzU* z 1995 r., nr 16, poz. 78.
- [18] Zarządzenie nr 10 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 15 lutego 2013 r. w sprawie wprowadzenia *Wytycznych zakładania i utrzymania zieleni przydrożnej*.

O AUTORACH

Dr inż. arch. Marcin Furtak pracuje w Instytucie Architektury Krajobrazu Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej. Przedmiotem jego zainteresowania są zagadnienia dotyczące dziedzictwa kulturowego, modernizmu, a także tematyka związana z samowystarczalnością energetyczną współczesnej architektury. Poza pracą naukową jest auto-

rem kilkudziesięciu realizacji z zakresu architektury mieszkaniowej i użyteczności publicznej.

Inż. arch. kraj. Milena Mojecka jest absolwentką studiów inżynierskich na kierunku architektura krajobrazu (Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej). Obecnie kontynuuje studia na stopniu magisterskim.

AUTHOR'S NOTE

PhD Marcin Furtak works in Institute of Landscape Architecture of Department of Architecture of Cracow University of Technology. His main interests are related to cultural heritage, modernism and self-sufficient architecture. Except his university duties he is an author of several dozen of residential and public architecture.

Milena Mojecka graduated from Cracow University of Technology with her Science Bachelor's degree in Landscape Architecture (Faculty of Architecture). At present she is continuing her education at Master studies.

Kontakt | Contact: mfurtak@pk.edu.pl, milenamojecka@gmail.com