



Rafał T. Kurek

# Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach



**Autor**

mgr Rafał T. Kurek

**Współpraca merytoryczna**

prof. dr hab. Włodzimierz Jędrzejewski

dr inż. Janusz Bohatkiewicz

dr Marek Sołtysiak

mgr Iwona Kukowka

mgr Radosław Ślusarczyk

mgr Krzysztof Okrasiński

**Weryfikacja merytoryczna**

Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska:

Departament Ocen Oddziaływania na Środowisko

Departament Obszarów Natura 2000

**Redakcja i korekta**

mgr Iwona Kukowka

mgr Grzegorz Bożek

**Autorzy zdjęć**

Rafał T. Kurek – Fot. 1–55, 58–60, 62–160 i 165

Daniel Maranda – Fot. 56–57, 61, 161–164

Krzysztof Czechowski – Fot. 166

**Autor ilustracji (Ryc. 1–73)**

Rafał T. Kurek

**Autorzy rysunków technicznych (Rysunek 1–20)**

mgr inż. Łukasz Kobiałka – EKKOM Sp. z o.o.

mgr inż. Adrian Kaczorek – EKKOM Sp. z o.o.

© Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot

ul. Jasna 17, 43-360 Bystra

[www.pracownia.org.pl](http://www.pracownia.org.pl)

ISBN 978-83-61453-16-1



Dofinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu priorytetowego Wspieranie systemu ocen oddziaływania na środowisko i obszarów Natura 2000

Wsparcie udzielone przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię poprzez dofinansowanie ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego, a także budżetu Rzeczypospolitej Polskiej w ramach Funduszu dla Organizacji Pozarządowych



Publikacja dofinansowana ze środków European Nature Heritage Fund Euronatur

**EURONATUR**

**Poradnik projektowania przejść dla zwierząt  
i działań ograniczających śmiertelność  
fauny przy drogach**

## Spis treści

I. Funkcje ekologiczne i znaczenie przyrodnicze przejść dla zwierząt	6
II. Planowanie przejść dla zwierząt i działań minimalizujących ich śmiertelność na poszczególnych etapach decyzji administracyjnych dla dróg	7
III. Wyznaczanie lokalizacji przejść dla zwierząt	10
IV. Zagęszczenie przejść dla zwierząt	21
V. Typy i rodzaje przejść dla zwierząt wraz z charakterystyką – minimalne i zalecane parametry, podział w oparciu o kryteria techniczne i przyrodnicze	23
VI. Przydatność przejść dla różnych gatunków/grup zwierząt oraz ich funkcje ekologiczne i znaczenie w minimalizowaniu barierowego oddziaływania dróg	41
VII. Czynniki decydujące o skuteczności przejść dla zwierząt	46
VIII. Projektowanie przejść dla zwierząt – rozwiązania optymalne	54
IX. Projektowanie otoczenia przejść dla zwierząt i obiektów towarzyszących – rozwiązania optymalne	124
X. Projektowanie konstrukcji przejść dla przeszkód równoległych (dwie drogi równoległe lub droga i równoległa linia kolejowa) – rozwiązania optymalne	131
XI. Projektowanie i budowa przejść dla zwierząt oraz ich otoczenia i obiektów towarzyszących – typowe i istotne błędy	138
XII. Typy i rodzaje ogrodzeń ochronnych wraz z charakterystyką – minimalne i zalecane parametry, podział w oparciu o kryteria techniczne i przyrodnicze	168
XIII. Projektowanie ogrodzeń ochronnych – rozwiązania optymalne	173
XIV. Projektowanie i budowa ogrodzeń ochronnych – typowe i istotne błędy	191
XV. Pozostałe metody ograniczania liczby kolizji i śmiertelności zwierząt	196
XVI. Ekran akustyczny i przeciwoślnościowe	200
XVII. Obiekty odwodnieniowe i przebudowa cieków wodnych	216
XVIII. Roślinność na przejściach dla zwierząt	226
XIX. Wytyczne w zakresie bieżącej kontroli technicznej i utrzymania przejść dla zwierząt	233
XX. Projektowanie przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność zwierząt przy liniach kolejowych	236
XXI. Nazewnictwo przejść dla zwierząt	250



# Wstęp

Budowa przejść dla zwierząt jest od wielu lat najważniejszą i powszechnie stosowaną metodą minimalizacji negatywnego oddziaływania dróg na dziką faunę. Duże znaczenie przyrodnicze, a także znaczące koszty budowy przejść powodują, że należy dołożyć wszelkich starań, by powstające obiekty posiadały możliwie najwyższą skuteczność. Na każdym etapie planowania, projektowania, a także budowy i utrzymania przejść należy uwzględnić specyfikę tych obiektów w stosunku do innych budowli inżynierskich, wynikającą z wymagań i preferencji poszczególnych gatunków zwierząt, dla których są przeznaczone. Kilkunastoletnie doświadczenia z budowy przejść dla zwierząt w Polsce wskazują jednoznacznie, że są to obiekty trudne do realizacji. Istniejące przejścia w większości wykonane zostały z błędami i posiadają niekorzystne rozwiązania w zakresie lokalizacji, parametrów i cech konstrukcyjnych, wynikające głównie z braku dostępu do odpowiedniej wiedzy specjalistycznej oraz braku skutecznego wdrażania doświadczeń i „dobrych praktyk” zagranicznych.

Intencją autorów było, aby publikacja niniejsza stała się przydatnym i wartościowym narzędziem dla wszystkich podmiotów i instytucji uczestniczących zarówno w opracowaniu dokumentacji środowiskowej i projektowej, jak i wydających decyzje administracyjne konieczne do realizacji inwestycji drogowych. Publikacja ma na celu również wypełnienie luki w wiedzy na temat projektowania przejść i przełożenia wymagań przyrodniczych na praktyczne rozwiązania projektowe. Autorzy wykorzystali najlepszą dostępną wiedzę, wynikającą z wieloletnich badań i doświadczeń europejskich, określając zakres merytoryczny publikacji i przedstawiając propozycje optymalnych rozwiązań. Mamy nadzieję, że publikacja będzie pomocnym źródłem informacji w planowaniu i projektowaniu przejść oraz przyczyni się do prowadzenia konstruktywnego dialogu pomiędzy przyrodnikami, inżynierami, organami administracji publicznej oraz służb ochrony przyrody, owocując wdrażaniem najlepszych dla środowiska rozwiązań.

Niniejsza publikacja została przygotowana w ramach projektu „Ochrona obszarów siedliskowych i korytarzy ekologicznych dzikiej fauny przy drogach szybkiego ruchu w Polsce”, realizowanego przez Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot ze środków Funduszu dla Organizacji Pozarządowych, we współpracy i pod patronatem Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska.

## Wyjaśnienie użytych symboli i pojęć

OOS – ocena oddziaływania na środowisko

ROŚ I – raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko w ramach postępowania o wydanie DŚU

ROŚ II – raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko w ramach ponownej oceny oddziaływania na środowisko (przed wydaniem PnB lub ZRID)

DŚU – decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach

PnB – pozwolenie na budowę

ZRID – zezwolenie na realizację inwestycji drogowej

MOP – miejsce obsługi podróżnych

SPO/PPO – stacja poboru opłat/plac poboru opłat

OUA/ODU – obwód utrzymania autostrady/drogi

współczynnik względnej ciasnoty – określany dla przejść dolnych jako zależność: szerokość x wysokość / długość

szerokość przejścia dolnego – w przypadku obiektów mostowych parametr określa szerokość powierzchni przejścia z punktu widzenia zwierząt

# I. Funkcje ekologiczne i znaczenie przyrodnicze przejść dla zwierząt

Jedną z najpoważniejszych ekologicznych konsekwencji rozwoju infrastruktury drogowej jest ograniczenie swobodnego przemieszczania się organizmów w przestrzeni krajobrazowej poprzez tworzenie barier ekologicznych. W wyniku oddziaływań barierowych dochodzi do szeregu negatywnych skutków środowiskowych, z których większość wynika z trwałego podziału siedlisk na mniejsze fragmenty z utrudnionym kontaktem pomiędzy zamieszkującymi je osobnikami. Fragmentacja środowiska prowadzi do (Kurek 2007, Bohatkiewicz i in. 2008):

- izolacji populacji i terenów siedliskowych fauny,
- ograniczenia możliwości wykorzystywania arealów osobniczych zwierząt – poprzez zahamowanie migracji związanych ze zdobywaniem pożywienia, szukaniem bezpiecznego schronienia, dostępem do miejsc rozrodu,
- zahamowania lub ograniczania migracji i wędrówek dalekiego zasięgu oraz rozprzestrzeniania się gatunków i kolonizacji nowych siedlisk,
- ograniczenia przepływu genów i obniżenia zmienności genetycznej w ramach populacji,
- zamierania lokalnych populacji i w efekcie obniżenia różnorodności biologicznej obszarów przeciętych drogami.

Przejścia spełniają dwie podstawowe funkcje ekologiczne:

- a) stwarzają warunki umożliwiające bytowanie gatunków i osobników, których siedliska (areale osobnicze) przecina droga – zwierzęta mają możliwość swobodnego korzystania z całego arealu siedliskowego podzielonego przez drogę,
- b) umożliwiają migracje, wędrówki i dyspersję osobnikom przemieszczającym się na duże odległości – kluczowa funkcja przejść dla zwierząt, ważna szczególnie dla ochrony rzadkich gatunków o wysokich wymaganiach przestrzennych (np. duże ssaki drapieżne).

Specjalny rodzaj przejść to mosty krajobrazowe, których podstawowa funkcja polega na minimalizacji negatywnego oddziaływania sieci drogowej na integralność siedlisk fauny, poprzez utrzymanie kluczowych procesów populacyjnych związanych z wykorzystaniem przestrzeni przez gatunki oraz zachowanie spójności struktury roślinności w siedliskach.

W Polsce budowa odpowiedniej liczby, właściwie zlokalizowanych i zaprojektowanych przejść dla zwierząt będzie decydująca dla utrzymania i rozwoju populacji dużych ssaków o najwyższych wymaganiach siedliskowych, takich jak wilk, ryś, niedźwiedź, żubr i łoś. W przypadku większości wymienionych gatunków przejścia decydować będą także o rozwoju ich populacji w skali kontynentalnej, ponieważ istniejące i budowane w naszym kraju drogi kolidują z najlepiej zachowanymi w Europie siedliskami oraz przecinają paneuropejskie korytarze dyspersji ww. gatunków.

## II. Planowanie przejść dla zwierząt i działań minimalizujących ich śmiertelność na poszczególnych etapach decyzji administracyjnych dla dróg

### 1. Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach (DŚU) i raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko (ROŚ I) – dla przedsięwzięć wymagających procedury OOS

Tabela 1. Przedmiot i zakres zagadnień, które powinny zostać uwzględnione w raporcie o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko i decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.

Przedmiot analiz	Zakres analiz
I. Przejścia dla zwierząt	
Lokalizacja i minimalne parametry przejść dla zwierząt dużych, średnich i małych (w tym płazów) – obiekty samodzielne i zespolone	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wskazanie funkcji i przeznaczenia przejść oraz ich minimalnych parametrów</li> <li>– wskazanie typów i rozwiązań konstrukcyjnych przejść</li> <li>– wyznaczenie dokładnej lokalizacji przejść samodzielnych</li> <li>– wskazanie lokalizacji obiektów inżynierskich (mosty i wiadukty), które mogą/powinny spełniać funkcje przejść zespolonych dla dużych, średnich i małych zwierząt</li> <li>– wskazanie lokalizacji przepustów dla cieków naturalnych i rowów, które mogą/powinny spełniać funkcje przejść zespolonych dla małych zwierząt</li> <li>– w przypadku, gdy istnieje zagrożenie niedostosowania lokalizacji przejścia do niwelety drogi lub jego lokalizacji w niewłaściwym miejscu (np. ze względu na oświetlenie drogi, sąsiedztwo węzła itp.), a na etapie DŚU nie może to zostać zweryfikowane – dokładna lokalizacja przejścia powinna zostać wyznaczone na etapie ponownej oceny oddziaływania na środowisko</li> <li>– w przypadku zespolonych przejść dla zwierząt (z ciekami lub drogami), gdy na etapie DŚU nie jest znana ostateczna lokalizacja drogi lub cieku (np. w przypadku planowanego przełożenia przebiegu istniejącej drogi lub rowu) – dokładna lokalizacja przejścia powinna zostać wyznaczone na etapie ponownej oceny oddziaływania na środowisko</li> </ul>
Działania związane z minimalizacją bariery psychofizycznej – ekrany akustyczne i przeciwoślenniowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– określenie funkcji ekranów</li> <li>– określenie typu ekranów (ziemne, przegrodowe) oraz wskazanie materiałów konstrukcyjnych</li> <li>– wskazanie lokalizacji ekranów względem powierzchni przejścia i jego otoczenia</li> <li>– określenie minimalnej wysokości ekranów</li> <li>– przedstawienie wytycznych w zakresie kształtowania przebiegu ekranów, połączeń z ekranami akustycznymi projektowanymi z przyczyn pozaprzyrodniczych, połączeń z ogrodzeniami ochronnymi</li> <li>– przedstawienie wytycznych w zakresie rozwiązań projektowych, w szczególności: sposobu posadowienia konstrukcji, szczelności konstrukcji przy powierzchni gruntu, wykończenia zewnętrznego, trwałości konstrukcji, rozwiązań ułatwiających zagospodarowanie roślinnością osłonową (np. podpory dla pnączy przy ekranach przegrodowych)</li> </ul>

Ciąg dalszy tabeli 1

<p>Roślinność osłonowa i naprowadzająca</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wytyczne w zakresie kształtowania warunków glebowych na przejściu i w jego otoczeniu</li> <li>- określenie funkcji roślinności w kontekście faunistycznym i krajobrazowym</li> <li>- określenie wymagań odnośnie doboru gatunków do nasadzeń i siewu, w szczególności względem: warunków siedliskowych, flory potencjalnej roślinności naturalnej i roślinności rzeczywistej, znaczenia dla poszczególnych gatunków zwierząt, dla których przeznaczone jest przejście, pokroju i walorów osłonowych</li> <li>- określenie docelowej struktury (pionowej i poziomej) roślinności, w tym: szerokości i długości nasadzeń w formie pasów, powierzchni nasadzeń grupowych i kępowych, pokroju drzew i krzewów, rozmieszczenia powierzchni pokrytych roślinnością zielną</li> <li>- określenie miejsc wprowadzenia i dokładnej lokalizacji nasadzeń i siewu</li> <li>- określenie terminów sadzenia, formy zmieszania i więźby</li> <li>- określenie terminów i metody siewu</li> <li>- określenie wymagań względem formy (w tym wieku sadzonek i sposobu ich produkcji) i jakości materiału sadzeniowego</li> <li>- określenie zakresu i harmonogramu prac utrzymaniowych (kontrolnych i pielęgnacyjnych) wraz ze wskazaniem podmiotów odpowiedzialnych i nadzorujących</li> </ul>
<p>Projektowanie oraz zagospodarowanie powierzchni i otoczenia przejść (samodzielnych i zespolonych)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wytyczne w zakresie kształtowania pokrywy gruntowej i warunków glebowych na powierzchni przejść</li> <li>- wytyczne w zakresie kształtowania warunków wilgotnościowych na powierzchni przejść dla płazów</li> <li>- wytyczne w zakresie kształtowania miejsc ukrycia i mikrosiedlisk dla małych zwierząt – liczba (przybliżona) i sposób rozmieszczenia karp korzeniowych, stosów gałęzi/konarów, głazów etc.</li> <li>- wytyczne w zakresie lokalizacji oraz rozwiązań konstrukcyjnych obiektów odwodnieniowych na przejściu i w jego otoczeniu, w tym lokalizacji zbiorników ekologicznych i otwartych rowów w strefach dostępnych dla zwierząt</li> <li>- wytyczne w zakresie działań ograniczających niepożądane wykorzystanie przejść przez ludzi – w szczególności charakterystyka działań ograniczających niepożądane przejazdy</li> <li>- wytyczne w zakresie lokalizacji, parametrów ruchowych oraz nawierzchni dróg serwisowych/lokalnych położonych na przejściu (obiekty zespolonego) oraz w sąsiedztwie przejść samodzielnych</li> <li>- wytyczne w zakresie projektowania lokalizacji i przebiegu cieków wodnych w przypadku mostów i przepustów będących przejściami zespolonymi</li> <li>- wytyczne w zakresie warunków przebudowy/korekty koryt cieków oraz umacniania/ubezpieczania skarp koryta</li> <li>- wytyczne w zakresie lokalizacji schodów, balustrad, przejść technicznych na obiektach</li> </ul>
<p><b>II. Działania ograniczające liczbę kolizji i śmiertelność zwierząt</b></p>	
<p>Ogrodzenia ochronne i naprowadzające dla dużych, średnich i małych zwierząt – lokalizacja i parametry techniczne</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wskazanie dokładnej lokalizacji odcinków z ogrodzeniami dla dużych i średnich zwierząt w przypadku dróg, dla których ogrodzenia nie są obligatoryjne</li> <li>- wskazanie sposobów zabezpieczenia zakończeń ogrodzeń w przypadku wygradzania wybranych odcinków dróg</li> <li>- wskazanie dokładnych wymiarów ogrodzeń: wysokości nad powierzchnią gruntu, zalecanego i maksymalnego rozstawu słupów, zalecanej i maksymalnej wielkości oczek siatki</li> <li>- wskazanie potrzeby i głębokości zakopywania dolnej krawędzi siatki w gruncie</li> <li>- wskazanie dokładnej lokalizacji ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów</li> <li>- wytyczne w zakresie parametrów ogrodzeń dla płazów oraz preferowanych materiałów do ich budowy</li> </ul>
<p>Inne formy działań redukujących śmiertelność zwierząt</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyznaczenie odcinków dróg wymagających podjęcia innych form działań redukujących śmiertelność zwierząt – ograniczenie prędkości jazdy przez: znaki zakazu, fotoradary, urządzenia uspokajania ruchu etc.</li> </ul>

<p>Obiekty odwodnieniowe mogące stanowić potencjalne zagrożenie śmiertelności małych zwierząt (w szczególności płazów)</p>	<p>– szczegółowe wytyczne do projektowania obiektów odwodnieniowych stanowiących zagrożenie dla płazów, w tym: studzienek/niecek wpadowych, studni chłonnych i kanalizacyjnych, osadników i separatorów, zbiorników ekologicznych, otwartych rowów</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2. Pozwolenie na budowę (PnB) lub zezwolenie na realizację inwestycji drogowej (ZRID) – raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko przygotowywany na etapie ponownej oceny oddziaływania na środowisko (ROŚ II) – dotyczy inwestycji, dla których ponowna procedura OOS została nałożona w DŚU

Tabela 2. Przedmiot i zakres analizowanych zagadnień, które powinny zostać uwzględnione w raporcie o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko (ROŚ II) w ramach pozwolenia na budowę/zezwolenia na realizację inwestycji drogowej.

Przedmiot analiz	Zakres analiz
I. Przejścia dla zwierząt	
<p>Lokalizacja przejść dla zwierząt dużych, średnich i małych (w tym płazów) oraz rozwiązania projektowe na powierzchni przejść i w ich otoczeniu</p>	<p>– weryfikacja poprawności lokalizacji przejść względem oświetlonych odcinków dróg, węzłów, MOP, SPO itp.</p> <p>– weryfikacja rozwiązań konstrukcyjnych i projektowych pod kątem spełnienia wymagań DUŚ, ze szczególnym uwzględnieniem: sieci odwodnieniowej oraz przebudowy i umocnień koryt cieków, lokalizacji i konstrukcji ekranów, warunków glebowych dla rozwoju roślinności oraz struktury i doboru gatunków, zabezpieczeń przed niepożądaną penetracją ludzi, kształtowania miejsc schronienia i mikrosiedlisk dla małych zwierząt, nawierzchni dróg (serwisowych, dojazdowych) na powierzchni przejść i w strefach naprowadzania zwierząt</p>
II. Działania ograniczające liczbę kolizji i śmiertelność zwierząt	
<p>Ogrodzenia ochronne i naprowadzające dla dużych, średnich i małych zwierząt</p>	<p>– weryfikacja poprawności rozwiązań projektowych w zakresie parametrów ogrodzeń siatkowych dla dużych zwierząt oraz poprawności ich lokalizacji i przebiegu (szczególnie w kontekście skuteczności naprowadzania zwierząt do przejść)</p> <p>– weryfikacja poprawności lokalizacji ogrodzeń ochronnych i ochronno-naprowadzających dla małych zwierząt z uwzględnieniem zastosowanych rozwiązań projektowych i materiałów do ich budowy pod względem skuteczności ekologicznej, szczelności i trwałości konstrukcji, możliwych błędów wykonawczych oraz zakresu prac i problemów utrzymaniowych</p>
<p>Obiekty odwodnieniowe stanowiące potencjalne zagrożenie śmiertelności małych zwierząt (w szczególności płazów)</p>	<p>– weryfikacja rozwiązań projektowych pod kątem zagrożeń dla płazów, tj. uwzględnienie zabezpieczeń na 3 poziomach:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiednia, szczelna konstrukcja urządzeń zapobiegająca przedostawaniu się zwierząt</li> <li>• zastosowanie skutecznych ogrodzeń zewnętrznych</li> <li>• dodatkowe rozwiązania ułatwiające wychodzenie zwierząt z pułapek</li> </ul>

# III. Wyznaczanie lokalizacji przejść dla zwierząt

## 1. Uwarunkowania przyrodnicze

Proces ustalania lokalizacji przejść dla zwierząt zaleca się przeprowadzać w dwóch etapach:

– **etap I** – określenie lokalizacji obszarów konfliktowych przebiegu drogi z przebiegiem korytarzy ekologicznych (migracyjnych fauny) oraz z rozmieszczeniem terenów siedliskowych fauny.

Etap ten polega na przeprowadzeniu szeregu analiz kartograficznych uzupełnianych inwentaryzacjami i wizjami terenowymi. Identyfikacja konfliktów powinna odbywać się poprzez nałożenie warstwy mapy z przebiegiem drogi na warstwy z rozmieszczeniem siedlisk i przebiegiem korytarzy ekologicznych. Zaleca się określanie lokalizacji obszarów (odcinków) konfliktowych z dokładnością  $\leq 10$  m. Mniejsza dokładność powoduje problemy w precyzyjnym wyznaczeniu działań minimalizujących w kolejnych etapach procedury. Zalecana skala docelowych opracowań kartograficznych to 1:10 000 (minimum 1:25 000). Większość dostępnych obecnie w Polsce map przedstawiających przebieg korytarzy ekologicznych wykonanych jest w skali nieprzekraczającej 1:50 000 (np. Jędrzejewski i in. 2005). Istniejące opracowania są materiałem wyjściowym, na podstawie którego należy identyfikować korytarze o randze ponadlokalnej – kontynentalne (paneuropejskie), krajowe i regionalne. W przypadku korytarzy o znaczeniu lokalnym oraz dla potrzeb uszczegółowienia przebiegów korytarzy wyższej rangi konieczne jest przeprowadzenie dodatkowych badań i analiz. Szczegółowe analizy kartograficzno-teledetekcyjne oraz inwentaryzacje terenowe powinny prowadzić do wytyczenia dokładnych przebiegów korytarzy. Korytarze o znaczeniu lokalnym (oraz szlaki migracji sezonowych płazów) powinny zostać wytyczone od podstaw w drodze inwentaryzacji terenowych z uzupełniającą analizą kartograficzno-teledetekcyjną, najlepiej w skali 1:10 000. W skali lokalnej należy wykorzystać dane i informacje będące w posiadaniu administracji ochrony przyrody, organizacji pozarządowych, administracji leśnej i kół łowieckich.

Identyfikacja terenów siedliskowych następuje na podstawie wyników badań faunistycznych dotyczących stwierdzenia występowania danego gatunku wraz z określeniem miejsc lęgowych/miejsc stałego przebywania. Należy uwzględnić miejsca gniazdowania, miejsca rozrodu, odpoczynku, schronienia, obszary żerowania i polowania, które mieszczą się na terenach siedliskowych gatunków. Należy wykorzystać dane i informacje będące w posiadaniu administracji ochrony przyrody, organizacji pozarządowych, administracji leśnej i kół łowieckich – dotyczące występowania, rozmieszczenia i liczebności gatunków.

Delimitacja granic siedlisk następuje w oparciu o dane literaturowe dotyczące wielkości areałów osobniczych oraz dystansu migracji w granicach siedliska. W przypadku gatunków ptaków zasięg obszarów siedliskowych wyznacza się zwykle poprzez wykreślenie obszaru kołowego z miejscem gniazdowania w centrum o polu powierzchni odpowiadającym wielkości areału lub o promieniu równym zasięgowi cyklicznych migracji. W przypadku ssaków delimitację granic terenów siedliskowych należy przeprowadzić przez ogólną analizę przydatności obszaru jako siedliska dla danego gatunku – w oparciu o jego wymagania ekologiczne i wszelkie dostępne dane o zasięgach i kierunkach migracji. Należy wykreślić poligony odpowiadające wielkości areałów osobniczych danego gatunku.

– **etap II** – szczegółowe określenie lokalizacji projektowanych obiektów.

Na tym etapie należy uwzględnić uwarunkowania faunistyczne i topograficzne wynikające z analizy krajobrazu pod kątem możliwości przemieszczania się zwierząt.

W analizie zaleca się uwzględnienie:

- przebiegu lokalnych szlaków migracyjnych ssaków w zasięgu ich arealów osobniczych – przede wszystkim w odniesieniu do gatunków wykazujących wysoki konserwatyzm odnośnie przebiegu szlaków: kopytne (jeleń, dzik, sarna) i nietoperze,
- rzeźby terenu – odpowiednio duże deniwelacje sprzyjają optymalnemu wkomponowaniu obiektów w przestrzeń krajobrazową, np. preferowana lokalizacja przejść górnych w miejscach, gdzie droga przebiega w wykopach,
- obecności i rozmieszczenia naturalnych struktur przestrzennych sprzyjających migracjom fauny – niektóre struktury biotyczne (np. ciągi gęstych zakrzaczeń, śródleśne obszary łąk o liniowym przebiegu, obszary podmokłe w dolinach etc.) oraz abiotyczne (np. jary i wąwozy, wały ziemne etc.) powodują ukierunkowanie przemieszczania się zwierząt,
- układu sieci hydrograficznej – doliny oraz strefy brzegowe cieków a także brzegi zbiorników wodnych są często wykorzystywane i penetrowane przez zwierzęta, ukierunkowując ich przemieszczanie się,
- obecności barier i oddziaływań antropogenicznych – obecność dodatkowych (niezwiązanych z drogą) negatywnych oddziaływań powoduje wzmocnienie bariery psychofizycznej i spadek intensywności penetracji obszaru lokalizacji przejścia, np. negatywne oddziaływanie sąsiedztwa zabudowy mieszkalnej,
- aktualnego i planowanego sposobu zagospodarowania przestrzeni w obszarach sąsiadujących z przejściem – przede wszystkim aktualny stan oraz prognozowany rozwój zabudowy kubaturowej terenów mieszkaniowych, usługowych i przemysłowych; należy uwzględnić zapisy regionalnych oraz gminnych dokumentów i opracowań planistycznych – plany zagospodarowania przestrzennego, studia kierunków zagospodarowania przestrzennego.

Przy wyborze lokalizacji przejść dla zwierząt należy uwzględnić następujące, ogólne wytyczne:

- przejścia powinny być lokowane na przebiegu korytarzy ekologicznych (migracyjnych) oraz lokalnych szlaków migracyjnych gatunków kluczowych (najbardziej zagrożonych w wyniku realizacji inwestycji),
- przejścia powinny być lokowane na terenach siedliskowych, w miejscach o najwyższej penetracji zwierząt – zwykle w centralnej części siedliska,
- przejścia powinny być lokowane w miejscach o najlepszych cechach krajobrazu dla przemieszczania się zwierząt – etap II ustalania lokalizacji,
- w przypadku minimalizacji oddziaływań barierowych o charakterze skumulowanym (pochodzących z co najmniej dwóch równoległych inwestycji liniowych) należy uwzględnić uwarunkowania lokalizacji przejść dla wszystkich inwestycji przyczyniających się do powstania bariery ekologicznej,
- przejść dla zwierząt dużych i średnich nie należy lokalizować w zasięgu skrzyżowań bezkolizyjnych, oświetlonych odcinków dróg (w tym pasów wyłączeń i włączeń), parkingów, MOP, OUA/OUN i SPO/PPO oraz w sąsiedztwie ww. obiektów w odległości:
  - < 200 m – dla obszarów leśnych o zwartym drzewostanie,
  - < 500 m – dla obszarów bezleśnych.





Fot. 1. Przykład przejścia górnego o lokalizacji optymalnie dostosowanej do uwarunkowań przyrodniczych i topograficznych.



Fot. 2. Przykład przejścia dolnego (estakada) optymalnie wkomponowanego w przestrzeń krajobrazową.



## 2. Współpraca międzysektorowa w trakcie opracowywania dokumentacji

Ustalanie lokalizacji przejść dla zwierząt powinno odbywać się w drodze międzysektorowej współpracy – decyzje powinny być efektem konsultacji z udziałem wszystkich zainteresowanych grup. Szczególnie ważne jest zaangażowanie strony społecznej na możliwie wczesnym etapie planowania drogi – wówczas najłatwiej uwzględnić zgłaszane uwagi. Na mocy obowiązującego prawa właściwy udział społeczeństwa odbywa się w ramach procedury oceny oddziaływania na środowisko – przed wydaniem decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Jest to wartościowe narzędzie pozwalające na podnoszenie jakości wydawanych decyzji, dlatego należy prowadzić je w sposób umożliwiający uwzględnienie zgłaszanych uwag i wniosków bez jednoczesnego powodowania opóźnień w przygotowaniu inwestycji. Opóźnienia mogą pojawić się w przypadku gdy konsultacje będą prowadzone jedynie w toku proceduralnym (w ramach OOS) ze względu na:

- konieczność wprowadzania istotnych zmian w gotowej dokumentacji,
- konieczność wprowadzenia istotnych korekt w budżetach i planach finansowania inwestycji,
- brak odpowiednich środków finansowych na realizację dodatkowych obiektów związanych z minimalizacją wpływu na środowisko.

Wskazany jest też udział strony społecznej na etapie opracowywania dokumentacji – w formie pozaproceduralnych konsultacji pomiędzy biurami projektowymi/konsultingowymi i organizacjami pozarządowymi. Konsultacje takie zalecane są w Rozporządzeniu Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 05.11.2009 r., w ramach następujących studiów przygotowania dokumentacji projektowej (dla dróg krajowych):

- Studium Korytarzowe (SK),
- Studium Techniczno-Ekologiczno-Środowiskowe (STES),
- Koncepcja Programowa (KP).

Współpraca powinna obejmować zarówno przekazywanie danych i informacji przyrodniczych, jak i weryfikację analiz oddziaływań oraz planowanych działań minimalizujących/kompensujących skutki środowiskowe. Konsultacje pozaproceduralne zalecane są również w trakcie opracowywania dokumentacji projektowej – także w przypadku braku ponownej oceny oddziaływania na środowisko (brak sporządzenia ROS II).

Tabela 3. Zalecany zakres i forma udziału społecznego przy planowaniu/projektowaniu przejść dla zwierząt i innych działań związanych z ochroną fauny w ramach przygotowania dokumentacji projektowej dla dróg krajowych (w przypadku dróg wojewódzkich i lokalnych zastosowanie mają punkty 2 i 4).

Lp.	Etap projektowania/ etap decyzji administracyjnej	Forma i zakres konsultacji	Grupy kontaktowe
1.	Studium korytarzowe	Opinie i uwagi w zakresie: <ul style="list-style-type: none"> <li>– projektowanego przebiegu korytarzy drogowych w kontekście ich kolizyjności z siedliskami fauny i korytarzami ekologicznymi,</li> <li>– oceny stopnia konfliktowości poszczególnych korytarzy drogowych,</li> <li>– wskazania lokalizacji oraz ogólnych parametrów najważniejszych przejść dla zwierząt a także ogrodzeń ochronnych lub innych działań ograniczających śmiertelność fauny.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wykonawcy raportów OOS</li> <li>– wykonawcy dokumentacji projektowej</li> <li>– inwestorzy</li> <li>– naukowcy/ przyrodnicy</li> <li>– NGOs</li> </ul>
2.	Studium techniczno- -ekonomiczno- -środowiskowe/ Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach	Opinie, uwagi i wnioski w zakresie: <ul style="list-style-type: none"> <li>– oddziaływania wybranych przebiegów drogi na siedliska fauny i korytarze ekologiczne,</li> <li>– identyfikacji i charakterystyki oddziaływań na faunę i korytarze ekologiczne,</li> <li>– liczby, lokalizacji, parametrów i rozwiązań konstrukcyjnych przejść dla zwierząt oraz działań redukujących śmiertelność,</li> <li>– wymagań w zakresie projektowania przejść, zagospodarowania ich powierzchni i otoczenia, budowy ekranów i struktur naprowadzających,</li> <li>– wymagań odnośnie przedmiotu i zakresu monitoringu działań minimalizujących.</li> </ul>	
3.	Koncepcja programowa	Opinie i uwagi w zakresie: <ul style="list-style-type: none"> <li>– lokalizacji i szczegółowych parametrów przejść dla zwierząt (w tym obiektów zespolonych) oraz działań redukujących śmiertelność,</li> <li>– rozwiązań konstrukcyjnych i projektowych w zakresie sieci odwodnieniowej, ekranów, oświetlenia na powierzchni przejść i w ich otoczeniu,</li> <li>– rozwiązań projektowych przejść typu zespolonego.</li> </ul>	
4.	Projekt budowlany/ pozwolenie na budowę lub zezwolenie na realizację inwestycji drogowej	Opinie i uwagi w zakresie: <ul style="list-style-type: none"> <li>– szczegółowych rozwiązań konstrukcyjnych i projektowych przejść dla zwierząt oraz działań redukujących śmiertelność ze szczególnym uwzględnieniem projektowania powierzchni przejść i ich otoczenia w zakresie: wkomponowania w otoczenie, dostępności dla kluczowych gatunków zwierząt, skuteczności ekranowania emisji drogowych, barierowego oddziaływania sieci odwodnieniowej.</li> </ul>	

### 3. Podstawowe i kluczowe błędy popełniane na etapie ustalania lokalizacji przejść

#### 3.1. Błędy popełniane na etapie ustalania lokalizacji przejść – aspekty ekologiczne

a) lokalizacja przejść poza przebiegiem korytarzy ekologicznych i poza siedliskami gatunków:

– przejścia dla dużych zwierząt projektowane w obszarach polnych (Fot. 3).

Obiekty o największych wymiarach dostosowane są do wymagań dużych ssaków leśnych, które rzadko penetrują obszary polne położone w oddaleniu od lasów, a przez rozległe obszary polne zwykle nie przebiegają korytarze ekologiczne o istotnym znaczeniu dla gatunków leśnych. W związku z powyższym obiekty zaprojektowane dla jelenia w praktyce wykorzystywane są zazwyczaj przez sarnę i dziką do penetrowania żerowisk na polach uprawnych. Przy projektowaniu przejść w obszarach polnych należy więc rozważyć celowość udostępniania dla ssaków kopytnych obszarów upraw rolniczych pod kątem możliwych szkód gospodarczych i jednocześnie spodziewanych korzyści ekologicznych dla populacji.

– przepusty dla płazów poza szlakami migracji.

Przejścia specjalistyczne dla płazów (grupy przepustów połączone ogrodzeniami ochronno-naprowadzającymi) mają za zadanie zachowanie ciągłości szlaków sezonowych migracji umożliwiając przechodzenie bardzo dużej liczbie osobników w krótkim czasie. Ze względu na fakt, że zasięg przemieszczania płazów jest stosunkowo niewielki, dla osiągnięcia właściwej skuteczności przejść konieczna jest ich precyzyjna lokalizacja w obszarach kolizji ze szlakami migracyjnymi.

b) lokalizacja przejść w sąsiedztwie obszarów zabudowanych, np.:

– istniejącej zabudowy mieszkalnej, przemysłowo-usługowej, zabudowy związanej z obsługą i utrzymaniem dróg (MOP, OUA/OUN, PPO/SPO) (Fot. 4).

Obszary zabudowane związane są z aktywnością ludzi, emisją hałasu i sztucznego oświetlenia, co wpływa odstraszańco na większość leśnych gatunków zwierząt. W związku z powyższym niewskazane jest lokalizowanie przejść dla dużych i średnich zwierząt bliżej niż 500 m od granic obszarów zabudowy (istniejącej oraz planowanej w dokumentach i opracowaniach planistycznych). Odległość można zmniejszyć w przypadku zwartych kompleksów leśnych o dobrych właściwościach izolacyjnych lub sprzyjającej izolacji rzeźbie terenu.

c) lokalizacja przejść w sąsiedztwie węzłów i bezkolizyjnych skrzyżowań:

– węzły i skrzyżowania są źródłem emisji świetlnych oraz podwyższonych emisji związanych z ruchem pojazdów, co wpływa odstraszańco na zwierzęta.

W związku z powyższym niewskazane jest lokalizowanie przejść dla dużych i średnich zwierząt bliżej niż 500 m od zakończeń oświetlonych odcinków pasów włączeń/wyłączeń, wyjazdów, łącznic, pasów do skrętu. Odległość można zmniejszyć w przypadku zwartych kompleksów leśnych o dobrych właściwościach izolacyjnych lub sprzyjającej izolacji rzeźbie terenu. Przejścia (przepusty) dla małych zwierząt lokalizowane w obszarze węzłów muszą obejmować oprócz drogi głównej także łącznice, co powoduje niekorzystne wydłużenie obiektów i istotne trudności z zachowaniem akceptowalnych przez zwierzęta parametrów obiektu.

d) lokalizacja przejść w obszarach podlegających silnej penetracji przez ludzi (Fot. 3):

– wzmożona penetracja wpływa odstraszańco na zwierzęta.

Na etapie wyznaczania lokalizacji przejść należy uwzględnić wszelkie potencjalne formy aktywności i kierunki ruchu w otoczeniu przejść oraz oszacować ich natężenie, w szczególności:

– trasy dojazdów do pól i powierzchni leśnych,

- uprawianie rekreacji, w tym spacerów z psami, jazda na quadach, motocyklach,
- uprawianie wędkarstwa w sąsiedztwie mostów nad ciekami,
- pozyskiwanie runa leśnego – rozmieszczenie dogodnych powierzchni do zbiorów oraz parkowania pojazdów,
- dojazdy do zabudowań – przebieg najkrótszych tras dojazdów do zabudowań w sąsiedztwie przejść z uwzględnieniem możliwości wykorzystywania istniejących dróg serwisowych i gospodarczych,
- sąsiadujące drogi o znaczącym natężeniu ruchu – drogi równoległe do drogi głównej o natężeniu ruchu > 500 pojazdów/dobę.

e) lokalizacja przejść przy niekorzystnym przebiegu niwelety drogi (Fot. 3).

- niewłaściwe wkomponowanie w otoczenie przejść górnych.

Przejścia górne dla właściwej harmonizacji z otoczeniem powinny być lokalizowane w wykopach (przekopach), co wpływa korzystnie na ich skuteczność ekologiczną poprzez skrócenie i zmniejszenie nachylenia najść, mniejszą długość obiektów oraz lepszą (z perspektywy zwierząt) widoczność terenu położonego po drugiej stronie drogi. W terenach otwartych o rzeźbie płaskiej należy unikać lokalizacji przejść górnych przy niekorzystnym przebiegu niwelety drogi – w przypadku obiektów o priorytetowym znaczeniu dla fauny (zwłaszcza mosty krajobrazowe) rzędna powierzchni drogi powinna być obniżana (wykonywanie wykopów) w celu jej dostosowania do optymalnej lokalizacji przejść.

f) lokalizacja przejść zespolonych przy nieodpowiednich obiektach (ze względu na parametry, funkcje gospodarcze i lokalizację) (patrz: Tabela 4):

- wiadukty dla dróg asfaltowych (Fot. 6).

W przypadku lokalizacji dróg asfaltowych na powierzchni przejść zespolonych ich skuteczność zostaje znacznie ograniczona zwłaszcza w odniesieniu do wszystkich gatunków leśnych.

- przepusty hydrologiczne powiązane z innymi elementami sieci odwodnieniowej (np. połączone ze zbiornikami ekologicznymi, zakończone studzienką/niecką wpadową etc.); Obiekty sieci odwodnieniowej sąsiadujące z przepustami mogą utrudniać dojście zwierzętom do przejścia oraz powodować wysoką śmiertelność (zwłaszcza płazów),
- wiadukty górne dla dróg gospodarczych i dojazdowych;

Ze względu na zbyt małą szerokość mają bardzo ograniczone znaczenie dla zwierząt. W przypadku pozostawienia i właściwego zagospodarowania pasów dostępnych wyłącznie dla zwierząt mogą być wykorzystywane przez niektóre gatunki małych ssaków (w tym nietoperze).

- mosty w obszarach zabudowanych.

Obiekty mostowe nad ciekami zlokalizowane są często bezpośrednio w obszarach zabudowanych lub w ich bliskim sąsiedztwie, w związku z czym nawet duże obiekty będą miały ograniczone znaczenie dla zwierząt ze względu na odstrasżające oddziaływanie zabudowy, wzmożoną aktywność ludzi oraz przekształcenie siedlisk w strefach brzegowych.



Fot. 3. Przejście o parametrach dla dużych ssaków leśnych zlokalizowane w obszarach polnych, dodatkowo lokalizacja przy niekorzystnym przebiegu niwelety drogi oraz w bezpośrednim sąsiedztwie terenów zabudowy – autostrada A2.



Fot. 4. Przejście dla dużych zwierząt zlokalizowane nad oświetlonym odcinkiem drogi (sąsiedztwo MOP) – autostrada A1.



Fot. 5. Przejście dla małych zwierząt (przepust) zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie przejścia dolnego (zespolonego) dla średnich zwierząt – autostrada A1.



Fot. 6. Przykład obiektu, który nie powinien być projektowany jako przejście dolne zespolone – droga krajowa nr 17.



Tabela 4. Przydatność różnych typów obiektów inżynierskich do pełnienia funkcji zespolonych przejść dla zwierząt (++ bardzo przydatne i często wykorzystywane, + przydatne, +/- wykorzystywane wyłącznie w określonych warunkach, – nieprzydatne).

(Przyjęto założenie, że dany gatunek/grupa gatunków występuje w miejscu lokalizacji przejścia)

Lp.	Typ obiektu	Potencjalne znaczenie dla fauny				
		Duże ssaki	Średnie ssaki	Małe ssaki	Nietoperze	Płazy
1.	Mosty nad dużymi rzekami i szerokimi dolinami	++	++	++	++	++
2.	Mosty nad małymi rzekami, potokami, strumieniami, kanałami	+	++	++	++	++
3.	Przepusty dla rowów	-	-	+	+ <sup>1)</sup>	+
4.	Przejazdy gospodarcze pod drogami (dla dróg serwisowych, polnych, leśnych)	+/-	+	++	+ <sup>2)</sup>	+
5.	Przejazdy gospodarcze nad drogami (dla dróg serwisowych, polnych, leśnych)	-	+/-	+ <sup>3)</sup>	+ <sup>2)</sup>	+/-
6.	Wiadukty dolne dla dróg lokalnych asfaltowych	-	+/-	+/-	+ <sup>2)</sup>	-
7.	Wiadukty dolne kolejowe	+/-	+	+	+ <sup>2)</sup>	+/-
8.	Tunele drogowe (z zachowaniem ciągłości struktury roślinności na powierzchni)	++	++	++	++	++

Przypisy:

- 1) Dla niektórych gatunków – w zależności od behawioru (patrz: tab. 10).
- 2) Skuteczność zależy od obecności struktur naprowadzających (roślinność, ekrany).
- 3) Skuteczność zależy od sposobu zagospodarowania powierzchni.

g) lokalizacja przejść w sąsiedztwie wiaduktów dla dróg i linii kolejowych o dużym natężeniu ruchu:

– skumulowane oddziaływanie barierowe oraz podwyższone ryzyko śmiertelności.

Przejścia dla zwierząt (górne i dolne) nie powinny być lokalizowane bliżej niż 200 m od innych obiektów inżynierskich przeznaczonych dla dróg o natężeniu ruchu > 500 pojazdów/dobę oraz magistralnych linii kolejowych.

h) lokalizacja przejść dla małych zwierząt w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów większych (Fot. 5):

– praktycznie wszystkie małe zwierzęta mogą wykorzystywać przejścia przeznaczone dla pozostałych grup fauny.

Nie ma potrzeby budowania przepustów w sąsiedztwie przejść dolnych dużych i średnich, które powinny być dostosowane do wymagań mniejszych gatunków – poprzez wyposażenie w odpowiedni system ogrodzeń naprowadzających oraz właściwie zagospodarowaną powierzchnię i otoczenie.

### **3.2. Najważniejsze błędy popełniane na etapie ustalania lokalizacji przejść – aspekty projektowania inwestycji**

a) wyznaczanie lokalizacji przejść na podstawie zbyt małej liczby danych przyrodniczych – np. jedynie w oparciu o aktualny stan populacji gatunków (z pominięciem dynamiki populacji i potencjalnych zmian zasięgu i liczebności gatunku) lub przebieg lokalnych szlaków migracyjnych wybranych gatunków (z pominięciem przebiegu korytarzy ekologicznych o znaczeniu biocenotycznym),

b) wybór lokalizacji przejść typu zespolonego wyłącznie na podstawie parametrów (wymiarów) obiektów inżynierskich – brak uwzględnienia funkcji, dla której obiekt pierwotnie został zaprojektowany oraz sposobu zagospodarowania i barierowego oddziaływania otoczenia przejścia (patrz: Tabela 4),

c) uwzględnianie w opracowaniach środowiskowych (ROS I i ROS II) opinii pochodzących jedynie od nadleśnictw i kół łowieckich z pominięciem opinii przyrodników i specjalistów w zakresie ochrony fauny.



## IV. Zagęszczenie przejść dla zwierząt

Liczba i zagęszczenie przejść dla zwierząt muszą być indywidualnie dostosowywane do uwarunkowań przyrodniczych oraz zagrożeń wynikających z realizacji poszczególnych inwestycji. Zagęszczenie przejść warunkują w szczególności:

- wartość przyrodnicza obszaru – określana w oparciu o status ochrony prawnej,
- funkcja ekologiczna obszaru – określana na podstawie analizy znaczenia obszaru dla przemieszczania się zwierząt oraz znaczenia jako aktualnego i potencjalnego siedliska,
- gatunki zwierząt – uwzględnienie wielkości arealów siedliskowych, modelu użytkowania przestrzeni oraz dystansu i dynamiki przemieszczania się osobników,
- rzeźba terenu i uwarunkowania topograficzne – określające techniczne możliwości lokalizacji przejść.

W tabelach 5 i 6 przedstawione zostały przykładowe parametry zagęszczenia przejść dla przykładowo zidentyfikowanych kategorii obszarów przecinanych przez drogi z uwzględnieniem poszczególnych grup zwierząt. Podane wartości wynikają z analiz teoretycznych. W przypadku każdej inwestycji wartości zagęszczenia przejść należy indywidualnie ustalać uwzględniając istniejące uwarunkowania przyrodnicze i techniczne.

Tabela 5. Przykładowe odległości pomiędzy przejściami dla różnych grup zwierząt dla przykładowo zidentyfikowanych kategorii obszarów przecinanych przez drogi (źródło: Jędrzejewski i in. 2004, 2006) (autorzy przyjęli założenie, że przejścia dla większych zwierząt mogą służyć również gatunkom mniejszym).

Kategoria obszaru oraz struktura środowisk przecinanych przez drogę	Maksymalna odległość pomiędzy przejściami dla poszczególnych grup zwierząt				
	Ssaki o dużych arealach osobniczych i długich wędrówkach dobowych (żubr, łoś, jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź).	Ssaki o arealach średniej wielkości (sarna, dzik)	Ssaki średnie i małe, o mniejszych wymaganiach przestrzennych (borsuk, lis, kuna, łasica, gronostaj, drobne gryzonie, ssaki owadożerne)	Ssaki ziemnowodne (wydra, bóbr, tchórz)	Płazy
Korytarze migracyjne zwierząt o znaczeniu kontynentalnym lub krajowym	1–2 km	1 km	0,5 km	–	–
Tereny przyległe do parków narodowych i rezerwatów przyrody	2 km	1 km	0,5 km	–	W miejscach masowych migracji sezonowych co 50 m, w pozostałych co 100 m
Parki krajobrazowe, obszary sieci Natura 2000	2–3 km	1 km	0,5 km	–	jw.

**Ciąg dalszy tabeli 5**

Duże, ciągle kompleksy leśne	3 km	1 km	0,5 km	–	jw.
Tereny bagienne, okolice zbiorników i cieków wodnych	3 km	1 km	0,5 km	1 km	jw.
Mozaika polno-leśna	4–6 km	2–3 km	0,5 km	–	jw.
Duże obszary polne	–	3 km	1 km	–	jw.
Obszary zabudowane	–	–	1 km	–	jw.

Tabela 6. Przykładowe odległości pomiędzy przejściami dla zwierząt dla wybranych gatunków wynikające z analizy wielkości arealów osobniczych przy założeniu, że zwierzęta muszą mieć możliwość przekraczania drogi w zasięgu siedliska minimum w dwóch miejscach (źródło: Jędrzejewski i in. 2009).

Gatunek	Średnia wielkość obszarów siedliskowych samic (km <sup>2</sup> )	Odległość pomiędzy przejściami (km)
Jeleń	8	1,6
Sarna	1	0,6
Dzik	4	1,1
Lis	2,2	0,8
Borsuk	4	1,1
Kuna leśna	1,4	0,7
Łasica	0,1	0,2
Zając	0,7	0,5

## V. Typy i rodzaje przejść dla zwierząt wraz z charakterystyką – minimalne i zalecane parametry, podział w oparciu o kryteria techniczne i przyrodnicze

### 1. Przejścia samodzielne o funkcjach wyłącznie ekologicznych

#### 1.1. Przejścia krajobrazowe

##### 1.1.1. Przejście górne duże – most krajobrazowy (most ekologiczny) (Fot. 7)

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości szaty roślinnej, warunków mikroklimatycznych, siedlisk i korytarzy ekologicznych wszystkich grup zwierząt,
- b) wymiary minimalne – szerokość minimalna  $\geq 50$  m (zalecana  $\geq 60$  m); stosunek szerokości do długości  $\geq 0,8$ ,
- c) cechy szczególne:
  - szerokość przejścia zwiększająca się płynnie (lejkowato) w kierunku podstawy najść, w obu kierunkach – kształt podwójnej paraboli w rzucie pionowym,
  - maksymalne nachylenie powierzchni przejścia i nasypów najść – 15%,
  - konieczne jest lokalizowanie przejść na odcinkach drogi biegnących w naturalnych obniżeniach terenu lub wykopach.



Fot. 7. Przejście górne duże – most krajobrazowy Weierholz – droga B31neu (Niemcy).

### 1.1.2. Przejście górne duże – tunel drogowy (Fot. 8):

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości szaty roślinnej, warunków mikroklimatycznych, siedlisk i korytarzy ekologicznych wszystkich grup zwierząt,
- b) wymiary minimalne – długość minimalna (szerokość z punktu widzenia zwierząt)  $\geq 200$  m,
- c) cechy szczególne:
  - zachowanie naturalnej pokrywy roślinnej na powierzchni lub jej odtworzenie z kształtowaniem odpowiednich warunków siedliskowych.



Fot. 8. Tunel drogowy Hohentwiel spełniający funkcję przejścia krajobrazowego – autostrada A81 (Niemcy).

### 1.1.3. Przejście dolne duże – estakada (Fot. 9):

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości szaty roślinnej, warunków mikroklimatycznych, siedlisk i korytarzy ekologicznych wszystkich grup zwierząt,
- b) wymiary minimalne (w obszarze dostępnym dla zwierząt) – wysokość od powierzchni terenu  $\geq 5$  m (zalecana  $\geq 10$  m), długość przęsła (rozstaw podpór)  $> 15$  m,
- c) cechy szczególne:
  - zachowanie istniejącej roślinności pod estakadą, ewentualnie jej odtworzenie przez nowe nasadzenia z kształtowaniem odpowiednich warunków siedliskowych.



Fot. 9. Estakada spełniająca funkcje mostu krajobrazowego – autostrada A98 (Niemcy).

Tabela 7. Przykłady rozwiązań i parametrów mostów krajobrazowych w zależności od typu przecinanych przez drogę krajobrazów (źródło: FGSV 2008).

Typ krajobrazu	Typy siedlisk (przykłady)	Minimalne wymiary (szerokość) przejść górnych	Minimalne (zalecane) wymiary przejść dolnych – szerokość (d) i wysokość (h)	Wymagania odnośnie kształtowania powierzchni
Krajobrazy leśne oraz mozaikowe z dominującym udziałem lasów	Lasy liściaste i mieszane, bory, polany i śródleśne łąki zadrzewienia na granicy lasu, zadrzewienia śródpolne	50 m	d = 50 m h > 5 m (zalecana h > 10 m)	Pokrycie powierzchni przejścia gruntem o miąższości min. 1,00 m. Kształtowanie pokrywy roślinnej z udziałem drzew, krzewów i roślin zielnych. Zachowanie wąskiego, dobrze doświetlonego pasa (wyłącznie z roślinnością zielną) w środku przejścia dolnego oraz wzdłuż ekranów przejścia górnego. Połączenie roślinności z obszarami leśnymi i skupiskami zadrzewień w otoczeniu przejścia. Zastosowanie rozwiązań sprzyjających retencji wody. Niewskazana lokalizacja dróg gospodarczych.

Ciąg dalszy tabeli 7

<p>Krajobrazy z dużym udziałem zadrzewień oraz krajobrazy otwarte o szczególnej wartości przyrodniczej</p>	<p>Łąki, pastwiska, wrzosowiska, skupiska nieużytkowanej roślinności zielonej, zadrzewienia liściaste</p>	<p>50 m</p>	<p>d = 50 m h &gt; 5 m (zalecana) h &gt; 10 m</p>	<p>Pokrycie powierzchni przejścia gruntem o miąższości 0,30 – 1,00 m. Warunki glebowe oraz roślinność dostosowana do otoczenia przejścia. Zastosowanie rozwiązań sprzyjających retencji wody. System zadrzewień wzbogacony o pasy ziołorośli (oszyjki) połączony z zadrzewieniami w otoczeniu przejścia (z obu stron). Wprowadzenie na powierzchni przejścia szerokiego pasa roślinności łąkowej – ekstensywnie użytkowanej. Niewskazana lokalizacja dróg gospodarczych.</p>
<p>Krajobrazy naturalnych i półnaturalnych lasów, wchodzących w skład rozległych, niepodzielonych kompleksów leśnych</p>	<p>Grądy, dąbrowy, bory bagienne, buczyny – stanowiące element rozległej, funkcjonalnej sieci obszarów leśnych</p>	<p>130 m</p>	<p>d = 130 m h = 10 m</p>	<p>Pokrycie powierzchni przejścia gruntem o miąższości min. 1,00 m. Kształtowanie pokrywy roślinnej z udziałem drzew, krzewów i roślin zielnych – dostosowanej do roślinności w otoczeniu przejścia. Zachowanie wąskiego, dobrze doświetlonego pasa (wyłącznie z roślinnością zielną) w środku przejścia dolnego oraz wzdłuż ekranów przejścia górnego. Wprowadzenie skupisk martwego drewna (kłody, konary, gałęzie) na powierzchni przejścia. Zastosowanie rozwiązań sprzyjających retencji wody. Niewskazana lokalizacja dróg gospodarczych.</p>
<p>Obszary wodno-błotne</p>	<p>Zbliżone do naturalnych, okresowe i stałe zbiorniki i cieki wodne ze strefami brzegowymi, szuwary, torfowiska</p>	<p>–</p>	<p><u>Cieki wodne:</u> d = szerokość koryta cieku + 2,50 x szerokość koryta cieku (z każdej strony) – nie mniej niż 5 m. h ≥ 5 m (zalecana 10 m)</p> <p><u>Obszary podmokłe:</u> d ≥ 30 m h ≥ 5 m (zalecana 10 m)</p>	<p>Zaniechanie ingerencji w przebieg koryt cieków i stref brzegowych. Koryto cieku z naturalnym podłożem. Zachowanie naturalnego profilu glebowego na całej powierzchni przejścia. Niedopuszczalna lokalizacja dróg gospodarczych. Minimalna odległość podpór od brzegu – 10 m (dla dużych obiektów, wieloprzęstowych).</p>

## 1.2. Przejście po powierzchni drogi (Fot. 10)

a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych wszystkich grup zwierząt.

Skuteczność zależy znacząco od natężenia ruchu pojazdów – dopuszczalne jest stosowanie rozwiązania przy drogach o natężeniu ruchu < 10 000 pojazdów/dobę dla dużych i średnich zwierząt. W przypadku małych ssaków, płazów, gadów i bezkręgowców natężenie ruchu nie powinno przekraczać 500 pojazdów/dobę.



b) wymiary minimalne – minimalna szerokość przejścia 200 m (zalecana > 500 m);

c) cechy szczególne:

- przejścia dla zwierząt naziemnych:
  - na odcinku lokalizacji przejścia droga musi przebiegać na poziomie otaczającego ją terenu lub tylko nieznacznie różnić się poziomem niwelety względem otoczenia,
  - na odcinku przejścia droga nie może posiadać oświetlenia jezdni i barier ochronnych,
  - odcinek drogi z przejściem powinien posiadać trwałe ograniczenie prędkości jazdy lub być wyposażony w aktywne systemy ograniczania prędkości do 50 km/h (przynajmniej w godzinach nocnych); należy wykorzystywać działania egzekwujące przestrzeganie przepisów poprzez budowę fotoradarów, budowę progów spowalniających na jezdni etc.;
- przejścia dla nietoperzy (odcinki przelotów nad drogą):
  - na odcinku lokalizacji przejścia droga musi przebiegać na poziomie otaczającego ją terenu lub tylko nieznacznie różnić się poziomem niwelety względem otoczenia,
  - konieczne jest doprowadzenie zadrzewień naprowadzających do miejsca przekraczania drogi wraz z zastosowaniem odpowiednich działań minimalizujących kolizje z pojazdami – wysokie ekrany, ogrodzenia siatkowe, bramownice.



Fot. 10. Przykład przejścia po powierzchni drogi wykorzystywanego przez ssaki kopytne – droga krajowa nr 2.

### 1.3. Przejście górne dla dużych zwierząt (Fot. 11)

a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych wszystkich grup zwierząt ze szczególnym uwzględnieniem dużych ssaków kopytnych,

b) wymiary minimalne – szerokość minimalna  $\geq 35$  m (zalecana  $\geq 50$  m),

c) cechy szczególne:

- szerokość przejścia zwiększająca się płynnie (lejkowato) w kierunku podstawy najść, w obu kierunkach – kształt podwójnej paraboli w rzucie pionowym,
- maksymalne nachylenie powierzchni przejścia i nasypów najść – 15 %,
- stosunek szerokości do długości przejścia powinien mieć wartość > 0,8,
- zaleca się lokalizowanie przejść na odcinkach drogi biegnących w naturalnych obniżeniach terenu lub wykopach.



Fot. 11. Przejście górne dla dużych zwierząt – autostrada A4 (Niemcy).

#### 1.4. Przejście górne dla średnich zwierząt (Fot. 12)



Fot. 12. Przejście górne dla średnich zwierząt – autostrada A36 (Francja).

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych średnich i małych ssaków oraz płazów, gadów i bezkręgowców,
- b) wymiary minimalne – szerokość minimalna  $\geq 30$  m (zalecana  $\geq 40$  m),
- c) cechy szczególne:
  - szerokość przejścia zwiększająca się płynnie (lejkowato) w kierunku podstawy najść, w obu kierunkach – kształt podwójnej paraboli w rzucie pionowym,



- maksymalne nachylenie powierzchni przejścia i nasypów najść – 15%,
- zaleca się lokalizowanie przejść na odcinkach drogi biegnących w naturalnych obniżeniach terenu lub wykopach.

### 1.5. Przejście dolne dla dużych zwierząt (Fot. 13)

- przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych wszystkich grup zwierząt ze szczególnym uwzględnieniem dużych i średnich ssaków kopytnych,
- wymiary minimalne – szerokość (światło poziome)  $\geq 15$  m, wysokość (światło pionowe)  $\geq 3,5$  m (zalecana  $\geq 5,0$  m), współczynnik względnej ciasnoty  $\geq 1,5$ ,
- cechy szczególne:
  - w przypadku dróg dwujezdniowych zaleca się stosowanie doświetlenia powierzchni przejścia przez stosowanie otworów lub szczelin doświetleniowych w pasie rozdziału (jeśli pozwalają na to cechy konstrukcyjne obiektu) wyposażonych w transparentny ekran akustyczny na całym obwodzie.



Fot. 13. Przejście dolne dla dużych zwierząt – autostrada A1.

### 1.6. Przejście dolne dla średnich zwierząt (Fot. 14)

- przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych średnich i małych ssaków (w tym nietoperzy) oraz płazów, gadów i bezkręgowców,
- wymiary minimalne – szerokość (światło poziome)  $\geq 6$  m (zalecana  $\geq 10$  m), wysokość (światło pionowe)  $\geq 2,5$  m (zalecana  $\geq 3,5$  m), współczynnik względnej ciasnoty  $\geq 0,7$ ,
- cechy szczególne:
  - w przypadku dróg dwujezdniowych zaleca się stosowanie doświetlenia powierzchni przejścia przez stosowanie otworów lub szczelin doświetleniowych w pasie rozdziału (jeśli pozwalają na to cechy konstrukcyjne obiektu) wyposażonych w transparentny ekran akustyczny na całym obwodzie.



Fot. 14. Przejście dolne dla średnich zwierząt – autostrada A20 (Niemcy).

## 1.7. Przejścia dolne małe (Fot. 15)

### 1.7.1. Przejście dla małych ssaków:



Fot. 15. Przejście dolne dla małych zwierząt – droga krajowa nr 17.

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk małych ssaków (w tym nietoperzy) oraz dodatkowo płazów, gadów i bezkręgowców,
- b) wymiary minimalne – szerokość (światło poziome)  $\geq 1,5$  m (zalecana  $\geq 2,5$  m), wysokość (światło pionowe)  $\geq 1,0$  m (zalecana  $\geq 1,5$  m), współczynnik względnej ciasnoty  $\geq 0,07$ ,

c) cechy szczególne:

- pokrycie powierzchni gruntem,

#### 1.7.2. Przejście dla płazów (Fot. 16):

a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy migracyjnych płazów oraz dodatkowo małych ssaków, gadów i bezkręgowców,

b) wymiary minimalne:

- szerokość  $\geq 1,0$  m, wysokość  $\geq 0,75$  m – obiekty o długości do 20 m,
- szerokość  $\geq 1,5$  m, wysokość  $\geq 1,0$  m – obiekty od długości do 30 m,
- szerokość  $\geq 2,0$  m, wysokość  $\geq 1,5$  m – obiekty od długości do 50 m,
- szerokość  $\geq 3,5$  m, wysokość  $\geq 1,5$  m – obiekty od długości do 80 m,

c) cechy szczególne:

- przejścia lokalizowane na przebiegu szlaków sezonowych migracji powinny składać się z grupy przepustów, zlokalizowanych na całej szerokości szlaku, w odległości 30–100 m względem siebie,
- przepusty zintegrowane z systemem ogrodzeń ochronno-naprowadzających (wykonanych z betonu, płyt/siatek z tworzyw sztucznych lub blachy stalowej) z odgiętą górną krawędzią w kierunku otoczenia drogi, wysokość: 40–60 cm,
- pokrycie powierzchni gruntem (glebą) o dużych zdolnościach retencjonowania wody.



Fot. 16. Przejście dla płazów – droga powiatowa k. Kudowy.



## 2. Przejścia zespolone – łączące funkcje ekologiczne i gospodarcze

### 2.1. Przejście górne dla dużych i średnich zwierząt zespolone z drogą (Fot. 17)

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych dużych, średnich i małych ssaków,
- b) wymiary minimalne:
  - przejście dla dużych zwierząt – szerokość minimalna  $\geq 35$  m (zalecana  $\geq 50$  m), w tym strefa przeznaczona dla zwierząt  $\geq 2 \times 15$  m,
  - przejście dla średnich zwierząt – szerokość minimalna  $\geq 30$  m (zalecana  $\geq 40$  m), w tym strefa przeznaczona dla zwierząt  $\geq 2 \times 12$  m,
- c) cechy szczególne:
  - szerokość przejścia zwiększająca się płynnie (lejkowato) w kierunku podstawy najść, w obu kierunkach – kształt podwójnej paraboli w rzucie pionowym,
  - maksymalne nachylenie powierzchni przejścia i nasypów najść – 15%,
  - zaleca się lokalizowanie przejść na odcinkach drogi biegnących w naturalnych obniżeniach terenu lub wykopach,
  - droga zlokalizowana na powierzchni przejścia musi posiadać minimalne natężenie ruchu – drogi gospodarcze polne lub leśne,
  - drogi powinny być prowadzone wzdłuż linii prostej i lokalizowane w takim miejscu, by krawędź drogi była położona mniej więcej na  $\frac{1}{3}$  całkowitej szerokości przejścia lub przy krawędzi przejścia (drogi o wzmożonym ruchu wymagające izolowania od strefy przeznaczonej dla zwierząt),
  - nawierzchnia drogi powinna być gruntowa, dopuszczalne jest umacnianie nawierzchni kruszywami naturalnymi lub łamanymi – w sytuacjach koniecznych.



Fot. 17. Przejście górne dla średnich zwierząt zespolone z drogą gospodarczą – autostrada A20 (Niemcy).

## 2.2. Przejście dolne dla dużych i średnich zwierząt

### 2.2.1. Zespalone z drogą (Fot. 18):

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych dużych, średnich i małych ssaków,
- b) wymiary minimalne (strefy przeznaczonej dla zwierząt):
  - przejście dla dużych zwierząt – szerokość (światło poziome)  $\geq 2 \times 5$  m, wysokość (światło pionowe)  $\geq 3,5$  m (zalecana  $\geq 5,0$  m), współczynnik względnej ciasnoty  $\geq 1,5$ ,
  - przejście dla średnich zwierząt – szerokość (światło poziome)  $\geq 2 \times 3$  m, wysokość minimalna (światło pionowe)  $\geq 2,5$  m (zalecana  $\geq 3,5$  m), współczynnik względnej ciasnoty  $\geq 0,7$ ,
- c) cechy szczególne:
  - droga zlokalizowana na powierzchni przejścia musi posiadać minimalne natężenie ruchu, w przypadku przejść dużych nie może być wykorzystywana w sposób regularny – np. do jazdy do zabudowań; w przypadku przejść średnich droga może służyć co najwyżej jako dojazd do pojedynczych domostw w zabudowie rozproszonej,
  - nawierzchnia drogi powinna być gruntowa, dopuszczalne jest umacnianie nawierzchni kruszywami naturalnymi lub łamanymi – w sytuacjach koniecznych,
  - w przypadku dróg dwujezdniowych zaleca się stosowanie doświetlenia powierzchni przejścia przez stosowanie otworów lub szczelin doświetleniowych w pasie rozdziału, wyposażonych w transparentny ekran akustyczny na całym obwodzie.



Fot. 18. Przejście dolne dla dużych zwierząt zespalone z drogą leśną – droga ekspresowa S-3.

### 2.2.2. Zespalone z rzeką lub mniejszym ciekim (poszerzony most/estakada w poprzek doliny) (Fot. 19):

a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych wszystkich gatunków związanych z siecią hydrologiczną,

b) wymiary strefy przeznaczonej dla zwierząt:

– przejście o funkcjach krajobrazowych (most krajobrazowy),

Poszerzonym mostem należy objąć możliwie najszerzej światło doliny, włącznie z brzegami położonymi powyżej poziomu zalewania (powyżej wody wysokiej). W przypadku dolin rzecznych stanowiących ważne siedliska i korytarze ekologiczne oraz chronionych na mocy prawa zaleca się, aby szerokość stref brzegowych objętych mostem była równa (po każdej stronie cieku) min. 2,5-krotnej szerokości cieku zaś w przypadku małych cieków (o szerokości < 6 m), szerokość stref brzegowych pod mostem powinna wynosić min.  $2 \times 15$  m. W przypadku przecięcia siedlisk lasów nadrzecznych zalecana wysokość minimalna (światło pionowe)  $\geq 10$  m, a szerokość stref brzegowych  $\geq 2 \times 30$  m,

– przejście dla dużych zwierząt – szerokość minimalna (światło poziome)  $\geq 2 \times$  szerokość koryta rzeki, wysokość minimalna (światło pionowe)  $\geq 5$  m,

– przejście dla średnich zwierząt – szerokość minimalna (światło poziome)  $\geq 2 \times$  szerokość koryta rzeki, wysokość minimalna (światło pionowe)  $\geq 3,5$  m,

c) cechy szczególne:

– koryto cieku powinno pozostać w naturalnym przebiegu, wszelkie regulacje, zmiany przebiegu i umocnienia (ubezpieczenia) skarp należy prowadzić tylko w sytuacjach koniecznych wynikających z realnych zagrożeń dla konstrukcji mostu, z wykorzystaniem metod przyjaznych dla zwierząt – np. geosyntetyki pokryte gruntem, narzut kamienny,

– powierzchnia przeznaczona dla zwierząt powinna mieć zachowaną naturalną pokrywą roślinną lub odtworzoną wraz z kształtowaniem odpowiednich warunków siedliskowych,

– w przypadku dróg dwujezdniowych zaleca się stosowanie doświetlenia powierzchni przejścia przez stosowanie otworów lub szczelin doświetleniowych w pasie rozdziału, wyposażonych w transparentny ekran akustyczny na całym obwodzie.



Fot. 19. Przejście dolne dla średnich zwierząt pod poszerzonym mostem dla strumienia – droga ekspresowa S-3.

### 2.2.3. Zespolone z linią kolejową (Fot. 20):

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych średnich i małych ssaków;
- b) wymiary minimalne (strefy przeznaczonej dla zwierząt):
  - szerokość minimalna (światło poziome)  $\geq 2 \times 3$  m, wysokość minimalna (światło pionowe)  $\geq 3,5$  m;
- c) cechy szczególne:
  - linia kolejowa zlokalizowana na powierzchni przejścia powinna mieć możliwie najniższe natężenie ruchu pociągów – zalecane natężenie ruchu  $< 3$  poc./godz. i prędkość  $< 140$  km/h,
  - optymalnym rozwiązaniem jest lokalizacja linii kolejowej pod oddzielnym przęsłem i jej oddzielenie podporami od stref dostępnych dla zwierząt,
  - powierzchnia przeznaczona dla zwierząt powinna być pokryta gruntem rodzimym z możliwie najlepiej rozwiniętą pokrywą roślinną (w zakresie dopuszczalnym przez warunki siedliskowe oraz przepisy o warunkach technicznych).



Fot. 20. Przejście dolne dla średnich zwierząt zespolone z linią kolejową – droga krajowa nr 10.

## 2.3. Przejście dolne małe

### 2.3.1. Zespolone z ciekim (mosty o świetle pionowym $< 2,5$ m oraz przepusty) (Fot. 21):

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości korytarzy ekologicznych (szlaków migracyjnych) małych ssaków (w tym nietoperzy), płazów, gadów i bezkręgowców,
- b) wymiary strefy przeznaczonej dla zwierząt:
  - półki ziemne (gruntowe pasy terenu powyżej poziomu wody średniej) szerokość minimalna  $\geq 2 \times$  szerokość koryta ciek – nie mniej niż 1 m; wysokość minimalna (światło pionowe) od półki do spodu konstrukcji przepustu  $\geq 1,5$  m; w przypadku przejść dla wydry wymiary półek powinny być następujące (wg FGSV 2008):



- szerokość  $\geq 1,5$  m, wysokość  $\geq 1,5$  m – dla przepustów o długości 10–15 m,
- szerokość  $\geq 2,0$  m, wysokość  $\geq 1,5$  m (plus 0,05 m wysokości na każdy dodatkowy metr długości przepustu) – dla przepustów o długości  $> 15$  m,
- w przypadku kolizji z obszarami szczególnie cennymi dla wydry – półki powinny być projektowane obustronnie a ich szerokość należy zwiększyć (w stosunku do powyższych wymiarów) o 0,5 m,
- półki podwieszane (montowane do ścian obiektu) oraz betonowe wykonywane „na mokro” – szerokość minimalna  $\geq 40$  cm, wysokość minimalna (światło pionowe) od półki do spodu konstrukcji przepustu  $\geq 1$  m,

c) cechy szczególne:

- w przypadku cieków naturalnych koryto ciekę powinno pozostać w naturalnym przebiegu, wszelkie regulacje, zmiany przebiegu i umocnienia (ubezpieczenia) skarp należy prowadzić tylko w sytuacjach koniecznych wynikających z realnych zagrożeń dla konstrukcji,
- preferowane są przepusty o przekroju prostokątnym i eliptycznym, należy unikać przepustów rurowych o przekroju okrągłym – zwłaszcza o średnicy  $< 1,5$  m,
- półki (wszystkich typów) powinny być projektowane obustronnie; jednostronne suche półki mogą być projektowane w przypadku przejść dla wydry – poza ważnymi obszarami występowania gatunku,
- powierzchnia przeznaczona dla zwierząt powinna być pokryta gruntem – także w przypadku półek podwieszanych z wyłączeniem półek drewnianych,



Fot. 21. Przejście dolne dla małych zwierząt zespolone z cieką – niski most nad rzeką obejmujący strefy brzegowe powyżej poziomu wody – droga krajowa nr 7.

### 2.3.2. Zespolone z drogą (wiadukty górne i dolne o małej szerokości) (Fot. 22):

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości korytarzy ekologicznych (szlaków migracyjnych) małych ssaków (w tym nietoperzy),
- b) wymiary strefy przeznaczonej dla zwierząt – przejścia górne/dolne:
  - gruntowe pasy terenu wzdłuż drogi o szerokości minimalnej  $\geq 2 \times 1$  m – dla gatunków naziemnych,



- w przypadku nietoperzy brak szczególnych wymagań – wymiary zgodne z poza przyrodniczymi uwarunkowaniami projektowymi,

c) cechy szczególne:

- droga zlokalizowana na powierzchni przejścia powinna mieć małe natężenie ruchu – optymalnie < 500 pojazdów/dobę (ssaki naziemne) oraz < 2000 pojazdów/dobę (nietoperze),
- pasy przeznaczone dla zwierząt powinny być pokryte warstwą gruntu urodzajnego z odtworzoną roślinnością – w przypadku przejść dolnych w zakresie na jaki pozwalają warunki świetlne,
- w przypadku przejść dla nietoperzy należy zastosować struktury naprowadzające w postaci:
  - szpalerów drzew i krzewów wzdłuż krawędzi wiaduktów górnych – jeśli pozwalają na to uwarunkowania konstrukcyjne,
  - ekranów odbijających (najlepiej drewnianych) wzdłuż krawędzi wiaduktów górnych – w przypadku braku możliwości zastosowania nasadzeń,
  - szpalerów drzew i wysokich krzewów łączących przejście z układem zadrzewień (struktur ukierunkowujących przemieszczanie się nietoperzy) w jego otoczeniu,



Fot. 22. Przykład przejazdu gospodarczego, który może (po odpowiedniej adaptacji) spełniać funkcje przejścia zespolonego dla nietoperzy i niektórych małych ssaków naziemnych.

### 3. Pozostałe rodzaje przejść – rozwiązania stosowane w szczególnych sytuacjach

#### 3.1. Przejścia w koronach drzew

- a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości korytarzy ekologicznych (szlaków migracyjnych) ssaków wspinających się i prowadzących nadrzewny tryb życia – wiewiórka, kuna leśna i domowa, popielicowate,
- b) parametry i rozwiązania:
  - liny o grubości 4–10 cm,
  - chodnik (kładka) z 2 stalowych prętów z siatką pośrodku (o szerokości 20–30 cm),

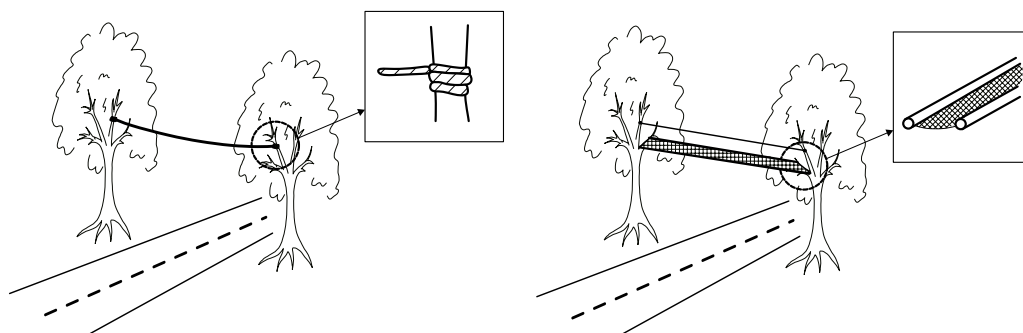
- adaptacja istniejących instalacji dla sygnalizacji drogowej przy autostradach przez zastosowanie drewnianych chodników, stworzenie schronień i miejsc ukrycia,

c) cechy szczególne:

- konstrukcja musi być dostatecznie napięta, by zwierzęta mogły swobodnie przejść,
- konieczne są zabezpieczenia przed atakiem ptaków drapieżnych – np. zastosowanie dodatkowej, cienkiej liny ponad przejściem,
- konieczne jest płynne i pewne połączenie z drzewami lub krzewami z obu stron drogi,
- konstrukcja musi być bezpieczna dla użytkowników drogi,

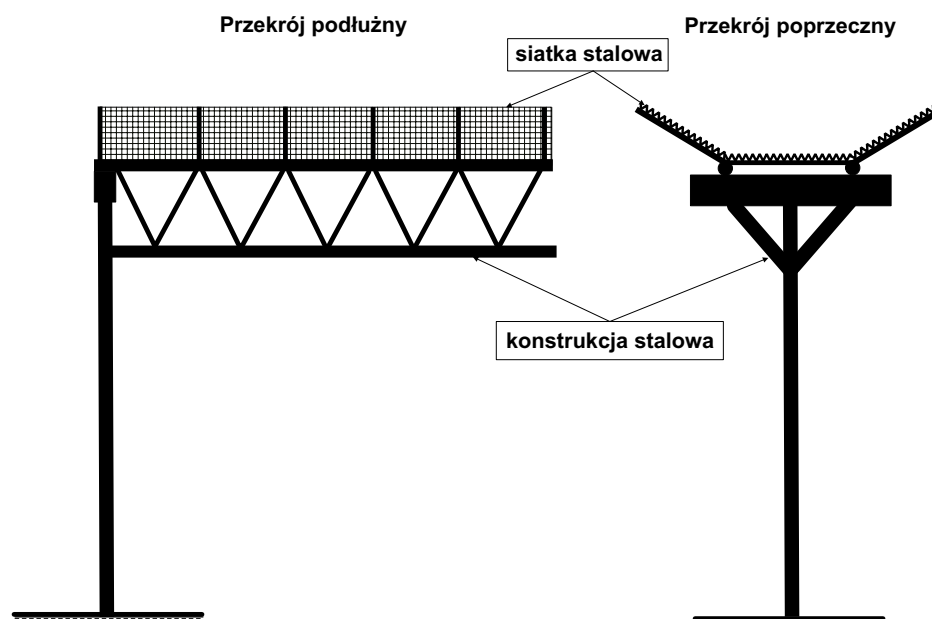
d) uwagi:

- obiekty tego typu stosowane są w kilku krajach jednak ich skuteczność nie została jeszcze w pełni potwierdzona – zwłaszcza w przypadku dróg szybkiego ruchu,



Ryc. 1. Schemat konstrukcji przejść w koronach drzew – wariant z wykorzystaniem liny (z lewej) i kładki ze stalowych prętów i siatki (z prawej) (na podstawie: Luell et al. 2005)

### 3.2. Przejścia nad drogami dla nietoperzy



Ryc. 2. Schemat konstrukcji stalowych bramownic dla nietoperzy wybudowanych przy drodze ekspresowej S-3 (opracowano na podstawie obserwacji terenowych).

a) przeznaczenie – zachowanie ciągłości (korytarzy ekologicznych) szlaków migracyjnych nietoperzy,

b) wymiary strefy przeznaczonej dla zwierząt:

- przejścia górne w postaci wiaduktów o szerokości 8–20 m (wg FGSV 2008),
- wąskie kładki o szerokości 3 m – obiekty z terenu Holandii (nowe rozwiązania, których skuteczność nie została jeszcze w pełni potwierdzona),
- bramownice – stalowe konstrukcje nad jezdniami z pasem siatki na górnej krawędzi (patrz: Ryc. 2).

c) cechy szczególne (zalecenia wg FGSV 2008):

– wiadukty i kładki:

- muszą być pokryte warstwą gruntu i gleby urodzajnej w celu możliwości rozwoju krzewów stanowiących element naprowadzający przy przelotach,
- na powierzchni przejść należy kształtować struktury naprowadzające w postaci – dwóch rzędów (szpalerów) drzew (wysokich krzewów) wzdłuż krawędzi obiektu lub jednego rzędu w centralnej części przejścia i ekranów przegrodowych na jego krawędziach (obustronnie); wysokość nasadzeń: 3–5 m; wysokość ekranów: 2–4 m,
- należy zaprojektować pasy pozbawione drzew i krzewów o szerokości min. 2 m, położone pomiędzy ekranami i/lub szpalerami nasadzeń,
- przejście oraz droga (w miejscu jego lokalizacji) nie mogą być oświetlone,
- dopuszczalne jest lokalizowanie dróg gospodarczych na powierzchni przejścia.

– bramownice:

- obiekty muszą być połączone z nasadzeniami naprowadzającymi,
- siatka na powierzchni konstrukcji powinna być zamocowana w sposób trwały i stabilny, wielkość oczek powinna być tak dobrana, by nie dochodziło do gromadzenia się pokładów śniegu; przy projektowaniu konstrukcji należy uwzględnić jej wpływ na bezpieczeństwo ruchu – m.in. zagrożenie powstawania sopli lodowych.

d) uwagi:

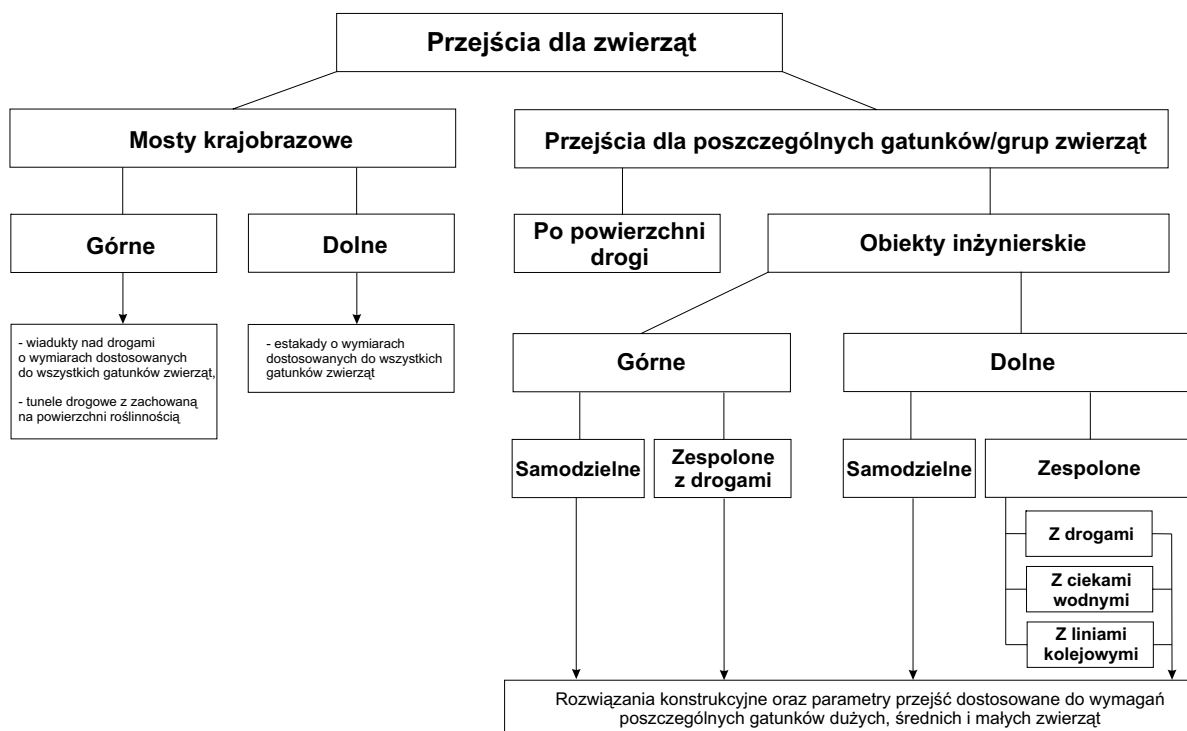
- w przypadku konieczności budowy przejść dla nietoperzy w postaci wiaduktów (np. brak innych typów przejść, z których mogą korzystać nietoperze) – należy zawsze rozważyć możliwość ich połączenia z przejazdami gospodarczymi.

Tabela 8. Podstawowe parametry wybranych przejść dla zwierząt: a – szerokość, h – wysokość, c – współczynnik względnej ciasnoty ( $c = \text{szerokość} \times \text{wysokość}/\text{długość}$ ). Parametry odnoszą się do przestrzeni dostępnej dla zwierząt (za: Jędrzejewski i in. 2004, 2006 – zmienione i uzupełnione).

Lp.	Rodzaj przejścia	Parametry przejść [m]			Najważniejsze gatunki zwierząt korzystające z przejść danego typu
		a	h	c	
1.	Przejścia po powierzchni drogi (odcinki drogi bez ogrodzeń)	> 200,0			Łoś, żubr, jeleń, dzik, sarna, wilk, ryś, niedźwiedź
2.	Mosty krajobrazowe	> 50,0			Łoś, żubr, jeleń, dzik, sarna, wilk, ryś, niedźwiedź
3.	Duże przejścia górne	> 35,0			Jeleń, dzik, sarna
4.	Przejścia pod estakadami	> 20,0	> 5,0		Łoś, żubr, jeleń, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź

Lp.	Rodzaj przejścia	Parametry przejść [m]			Najważniejsze gatunki zwierząt korzystające z przejść danego typu
		a	h	c	
5.	Przejścia pod poszerzonymi mostami (przy ciekach wodnych, zagłębieniach terenu)	Równa co najmniej podwójnej szerokości cieku	> 3,5 > 5,0		Jeleń, sarna, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź  Łoś, żubr, jeleń, wilk, ryś, niedźwiedź, sarna, dzik
6.	Przejścia dolne duże	> 15,0	> 3,5	>1,5	Jeleń, sarna, dzik, wilk, ryś, niedźwiedź, zając
7.	Przejścia dolne średnie	> 6,0	2,5–3,5	>0,7	Sarna, dzik
8.	Przejścia dolne małe	> 1,5	> 1,0	> 0,07	Borsuk, lis, kuna, łasica, wydra, gronostaj, tchórz, gryzanie, ssaki owadożerne, płazy
9.	Zmodyfikowane przepusty – zespolone przejścia dla małych zwierząt	> 2,0	> 1,5		Wydra, tchórz, łasica, gronostaj, gryzanie, płazy
10.	Przejścia dla płazów (na szlakach sezonowych migracji)	1,0	0,75		Płazy, gryzanie, łasica, gronostaj

Schemat 1. Podział przejść dla zwierząt w zależności od funkcji i rozwiązań konstrukcyjnych.



## VI. Przydatność przejść dla różnych gatunków/grup zwierząt oraz ich funkcje ekologiczne i znaczenie w minimalizowaniu barierowego oddziaływania dróg

Tabela 9. Przydatność poszczególnych typów przejść dla różnych gatunków i grup zwierząt – (++) bardzo przydatne i często wykorzystywane, + przydatne, +/- wykorzystywane wyłącznie w określonych warunkach, – nieprzydatne). (za: Jędrzejewski i in. 2004, 2006 – zmienione i uzupełnione).

(Przyjęto założenie, że dany gatunek/grupa gatunków występuje w miejscu lokalizacji przejścia)

Rodzaj przejścia	Korzystanie z przejść										
	Łoś	Jeleń	Sarna, dzik	Wilk, ryś, niedźwiedź	Borsuk, lis, zając	Drobne ssaki (gryzonie, owadożerne, łasicowate, pozostałe)	Wydra, bóbr	Nietoperze	Popielicowate	Płazy	Gady
Przejścia samodzielne (o funkcjach wyłącznie ekologicznych)											
Przejście po powierzchni drogi	++	++	++	+	+	+ <sup>1)</sup>	+	++ <sup>5)</sup>	-	+ <sup>1)</sup>	+ <sup>1)</sup>
Przejście górne duże – most krajobrazowy	++	++	++	++	++	++ <sup>2)</sup>	-	++ <sup>5)</sup>	++ <sup>11)</sup>	+ <sup>2)</sup>	++
Przejście górne duże – tunel	++	++	++	++	++	++	-	++ <sup>5)</sup>	++ <sup>11)</sup>	++	++
Przejście górne duże 35–80 m szerokości	+	++	++	++	++	+ <sup>2)</sup>	-	++ <sup>5)</sup>	++ <sup>11)</sup>	+ <sup>2)</sup>	++
Przejście górne średnie < 35 m szerokości	-	+/- <sup>3)</sup>	++	+/- <sup>3)</sup>	++	++ <sup>2)</sup>	-	++ <sup>5)</sup>	++ <sup>11)</sup>	+ <sup>2)</sup>	++
Przejście dolne duże – estakada > 5 m wysokości	++	++	++	++	++	++	++	++ <sup>5)</sup>	++ <sup>11)</sup>	++	++ <sup>12)</sup>
Przejście dolne duże – estakada/most > 3,5 m wysokości	+/- <sup>3)</sup>	+/- <sup>3)</sup>	++	++	++	++	++	++ <sup>5)</sup>	+/- <sup>11)</sup>	++	+ <sup>12)</sup>
Przejście dolne średnie – estakada/most > 2,5 m wysokości	-	-	++	+/- <sup>3)</sup>	++	++	++	++ <sup>5)</sup>	-	++	+/- <sup>12)</sup>
Przejście dolne małe	-	-	-	-	++	++	++ <sup>8)</sup>	+ <sup>6)</sup>	-	++	-
Przejście dla płazów	-	-	-	-	-	+	+/- <sup>9)</sup>	+/- <sup>7)</sup>	-	++	-
Przejścia zespolone (o funkcjach ekologicznych i gospodarczych)											
Przejście górne duże zespolone z drogą	+ <sup>4)</sup>	+ <sup>4)</sup>	++	+ <sup>4)</sup>	++	++	-	++ <sup>5)</sup>	+/- <sup>11)</sup>	+ <sup>4)</sup>	++ <sup>12)</sup>



Rodzaj przejścia	Korzystanie z przejść										
	Łoś	Jeleń	Sarna, dzik	Wilk, ryś, niedźwiedź	Borsuk, lis, zając	Drobne ssaki (gryzoni, owadożerne, łasicowate, pozostałe)	Wydra, bóbr	Nietoperze	Popielicowate	Płazy	Gady
Przejście górne średnie zespolone z drogą	-	+/- <sup>4)</sup>	++	-	++	++	-	++ <sup>5)</sup>	+/- <sup>11)</sup>	+ <sup>4)</sup>	++ <sup>12)</sup>
Przejście dolne duże zespolone z ciekim – most/estakada – o wysokości > 5 m	++	++	++	++	++	++	++	++ <sup>5)</sup>	++ <sup>11)</sup>	++	++ <sup>12)</sup>
Przejście dolne duże zespolone z ciekim – most/estakada – o wysokości > 3,5 m	+ <sup>3)</sup>	++	++	++	++	++	++	++ <sup>5)</sup>	+/- <sup>11)</sup>	++	+ <sup>12)</sup>
Przejście dolne średnie zespolone z ciekim – most/estakada – o wysokości > 2,5 m	-	+/- <sup>3)</sup>	++	+/- <sup>3)</sup>	++	++	++	++ <sup>5)</sup>	-	++	+/- <sup>12)</sup>
Przejście dolne duże zespolone z drogą	-	+/- <sup>4)</sup>	++	-	++	++	-	++ <sup>5)</sup>	-	+ <sup>4)</sup>	+/- <sup>12)</sup>
Przejście dolne średnie zespolone z drogą	-	-	++	-	++	++	-	++ <sup>5)</sup>	-	+ <sup>4)</sup>	+/- <sup>12)</sup>
Przejście dolne średnie zespolone z linią kolejową	-	-	+	-	+	+	-	++ <sup>5)</sup>	-	+	+/- <sup>12)</sup>
Przejście dolne małe zespolone z ciekim	-	-	-	-	++	++	++ <sup>10)</sup>	+ <sup>6)</sup>	-	++	-
Przejście górne/dolne małe zespolone z drogą	-	-	-	-	+ <sup>2) 4)</sup>	+ <sup>2) 4)</sup>	-	+ <sup>5)</sup>	-	+ <sup>2) 4)</sup>	-

Przypisy:

- 1) Zależy od natężenia ruchu pojazdów i szerokości drogi.
- 2) Wymagane ogrodzenia ochronno-naprowadzające.
- 3) Zależy od długości przejścia (z punktu widzenia ruchu zwierząt) – skuteczne dla obiektów krótkich.
- 4) Zależy od natężenia ruchu na drodze i rodzaju nawierzchni.
- 5) Zależy od obecności struktur naprowadzających (roślinność, ekrany).
- 6) Zależy od gatunku.
- 7) Zależy od gatunku, dotyczy obiektów o świetle min. 1 × 2 m.
- 8) Tylko dla wydry.
- 9) Tylko dla wydry, w zależności od lokalizacji i wymiarów.
- 10) W przypadku wydry – w zależności od wymiarów suchych pól, w przypadku bobra – w zależności od możliwości swobodnego przepływania w nurcie cieku.
- 11) W przypadku obecności ciągłych zadrzewień o wysokości dostosowanej do wymagań poszczególnych gatunków (1–8 m).
- 12) W zależności od stopnia usłonecznienia i obecności ciągłych pasów roślinności.

Tabela 10. Sposoby pokonywania dróg przez poszczególne gatunki nietoperzy (pierwsze 4 kolumny obejmują przeloty na różnym pułapie bez „pomocy” obiektów inżynierskich, pozostałe kolumny odnoszą się do wykorzystania obiektów o różnych wymiarach jako przejść) (źródło: Limpens i in. 2005).

Gatunek	Sposoby przelotu ponad drogą					Sposoby przelotu pod drogą						
	Wysoko ponad terenem	Przelot na wysokości korony drzew	Przelot nad roślinnością	Przelot nad roślinnością oraz ekranami	Przelot nad lub wzdłuż wiaduktu	Przepusty (1 × 2 m)	Mosty nad ciekami (h < 1)	Tunele (4 × 4 m)	Mosty nad ciekami (h > 2 m)	Tunele (6 × 6 m)	Pod wiaduktami (h > 6 m)	Mosty nad ciekami (h > 6 m)
Podkowiec mały ( <i>Rhinolophus hipposideros</i> )				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nocek orzęsiony ( <i>Myotis emarginatus</i> )				+	+		+	+	+	+	+	+
Nocek Natterera ( <i>Myotis nattereri</i> )				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nocek Bechsteina ( <i>Myotis bechsteinii</i> )				+	+		+	+	+	+	+	+
Gacki ( <i>Plecotus sp.</i> )				+	+		+	+	+	+	+	+
Podkowiec duży ( <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> )				+	+			+	+	+	+	+
Nocek duży ( <i>Myotis myotis</i> )			+	+	+				+	+	+	+
Nocek wąsatek ( <i>Myotis mystacinus</i> )			+	+	+			+	+	+	+	+
Nocek Brandta ( <i>Myotis brandtii</i> )			+	+	+			+	+	+	+	+
Mopek ( <i>Barbastella barbastellus</i> )			+	+	+			+	+	+	+	+
Nocek rudy ( <i>Myotis daubentonii</i> )			+	+		+	+	+	+	+	+	+
Nocek łydkowłosy ( <i>Myotis dasycneme</i> )			+	+		+	+	+	+	+	+	+
Karlik drobny ( <i>Pipistrellus pygmaeus</i> )		+	+	+	+			+	+	+	+	+
Karlik malutki ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )		+	+	+	+			+	+	+	+	+
Karlik większy ( <i>Pipistrellus nathusii</i> )		+	+	+	+			+	+	+	+	+

Ciąg dalszy tabeli 10

Mroczek poźlocisty ( <i>Eptesicus nilssoni</i> )	+	+	+	+	+					+	+	+
Mroczek posrebrzany ( <i>Vespertilio murinus</i> )	+	+	+	+	+					+	+	+
Mroczek późny ( <i>Eptesicus serotinus</i> )	+	+	+	+	+					+	+	+
Borowiec wielki ( <i>Nyctalus noctula</i> )	+	+	+	+	+					+	+	+

Tabela 11. Znaczenie poszczególnych typów przejść dla zwierząt w minimalizacji barierowego oddziaływania dróg (++ priorytetowe, + istotne, +/- uzupełniające, – małe/brak).

Rodzaj przejścia	Rodzaj kolizji				
	Korytarze ekologiczne i siedliska o znaczeniu europejskim, krajowym i regionalnym		Korytarze ekologiczne i siedliska o znaczeniu lokalnym		Szlaki migracyjne płazów
	Leśne	Wodno-błotne	Leśne	Wodno-błotne	
Przejścia samodzielne (o funkcjach wyłącznie ekologicznych)					
Przejście po powierzchni drogi <sup>1)</sup>	++	+	++	+	++ <sup>2)</sup>
Przejście górne duże – most krajobrazowy	++	-	++	-	+
Przejście górne duże – tunel	++	-	++	-	+
Przejście górne duże 35–80 m szerokości	++	-	++	-	+
Przejście górne średnie < 35 m szerokości	+/-	-	+	-	+
Przejście dolne duże – estakada > 5 m wysokości	++	++	++	++	+/-
Przejście dolne duże – estakada/most > 3,5 m wysokości	+	++	++	++	+
Przejście dolne średnie – estakada/most > 2,5 m wysokości	+/-	+	+	+	+
Przejście dolne małe	+/-	+/-	+/-	+/-	+
Przejście dla płazów	+/-	+/-	+/-	+/-	++
Przejścia zespolone (o funkcjach ekologicznych i gospodarczych)					
Przejście górne duże zespolone z drogą	+	-	++	-	+/-

Przejście górne średnie zespolone z drogą	+/-	-	+	-	+/-
Przejście dolne duże zespolone z drogą	+	+	++	+	+/-
Przejście dolne średnie zespolone z drogą	+/-	+	+	+	+/-
Przejście dolne duże zespolone z ciekim – most/estakada – o wysokości > 5 m	++	++	++	++	+
Przejście dolne duże zespolone z ciekim – most/estakada – o wysokości > 3,5 m	+	++	++	++	+
Przejście dolne średnie zespolone z ciekim – most/estakada – o wysokości > 2,5 m	+/-	+	+	+	+
Przejście dolne średnie zespolone z linią kolejową	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Przejście dolne małe zespolone z ciekim	+/-	+/-	+/-	+/-	+
Przejście dolne małe zespolone z drogą	-	-	+/-	+/-	+

## Przypisy:

- 1) Zależy od natężenia ruchu pojazdów i przebiegu drogi.
- 2) Dla dróg o natężeniu ruchu < 500 pojazdów/dobę.

# VII. Czynniki decydujące o skuteczności przejść dla zwierząt

## 1. Lokalizacja przejść

Odpowiednia lokalizacja przejść jest podstawowym warunkiem właściwego spełniania funkcji ekologicznych – nawet najlepsze przejścia pod względem konstrukcyjnym zlokalizowane poza obszarami ważnymi dla zwierząt nigdy nie osiągną odpowiedniej skuteczności ekologicznej. Szczegółowe uwarunkowania lokalizacji wraz z charakterystyką kluczowych trudności i typowych błędów przedstawione zostały w Rozdziale III.

## 2. Parametry i rozwiązania konstrukcyjne

Wymiary minimalne przejść powinny być dostosowane do wymagań poszczególnych gatunków, dla których przejścia zostały zaprojektowane. W przypadku obiektów o zbyt małych wymiarach ich skuteczność ekologiczna jest zwykle znacząco ograniczona, gdyż gatunki najbardziej wrażliwe (np. jeleń) w ogóle nie korzystają z takich przejść, a w przypadku gatunków mniej wymagających (np. sarna) korzystają jedynie pojedyncze osobniki z lokalnych populacji. Poszczególne gatunki i grupy gatunków posiadają preferencje związane z typem konstrukcyjnym przejść, co najbardziej widoczne jest w przypadku dużych i średnich ssaków kopytnych (dla których najskuteczniejsze są przejścia górne) oraz małych ssaków żyjących w norach (wykorzystujących głównie przejścia dolne). Minimalne i zalecane parametry przejść przedstawione zostały w Rozdziale V.

## 3. Zagospodarowanie powierzchni i harmonizacja z otoczeniem

Sposób zagospodarowania powierzchni przejść (i ich otoczenia) jest szczególnie istotny w przypadku małych ssaków roślinożernych, nietoperzy, gadów i bezkręgowców, dla których wszelkie nieciągłości preferowanych siedlisk i struktur ukierunkowujących przemieszczanie stanowią trudno przekraczalne bariery. W przypadku małych ssaków drapieżnych ważne jest stworzenie warunków osłonowych zapewniających tymczasowe miejsca ukrycia. Sposób zagospodarowania powierzchni powinien być zatem dostosowany w pierwszej kolejności do wymagań małych zwierząt (w tym bezkręgowców) – poprzez kształtowanie niskiej pokrywy roślinnej, wykładanie skupisk i pojedynczych gładów, karp korzeniowych, pni i stosów gałęzi etc. Dla gadów ważna jest obecność ciepłych, silnie usłonecznionych powierzchni oraz ciągłych pasów roślinności (szer.  $\geq 2$  m). Dla nietoperzy zagospodarowanie powierzchni powinno zapewniać ciągłość struktur kierunkowych, ułatwiających przemieszczanie, przedzielonych drogą – zwłaszcza szpalerów, pasów drzew i krzewów wysokich. Dla dużych i średnich ssaków sposób zagospodarowania powierzchni powinien zmierzać w kierunku stworzenia odpowiednich warunków osłonowo-izolacyjnych ograniczających poziom emisji fizyko-chemicznych na przejściu. W przypadku ssaków kopytnych (a także innych grup roślinożerców) zapewnienie atrakcyjnej bazy żerowej na przejściu i w jego sąsiedztwie (odpowiedni dobór roślinności) wpływa korzystnie na przyspieszenie adaptacji zwierząt do obiektów i osiągnięcie pożądanej skuteczności przejścia. Podobne efekty uzyskuje się lokalizując w sąsiedztwie przejść zbiorniki wody, stanowiące potencjalne wodopoje.



Harmonizacja z otoczeniem polega na minimalizacji efektu „obcego elementu” w krajobrazie i wpływa istotnie na intensywność wykorzystywania przejść przez duże i średnie ssaki kopytne, przyspieszając jednocześnie adaptację zwierząt do korzystania z przejścia.

Optymalne wkomponowanie przejścia w krajobraz i harmonizacja z otoczeniem obejmuje:

- a) dobór parametrów geometrycznych przejścia,
- b) zagospodarowanie powierzchni przejścia i obszarów najść/dojść, w tym kształtowanie roślinności,
- c) projektowanie i zagospodarowanie bezpośredniego otoczenia przejść (w tym przepustów dla małych zwierząt),
- d) kształtowanie struktur naprowadzających zwierzęta do przejścia.

**Ad a)** dobór parametrów geometrycznych przejścia:

- dostosowanie parametrów geometrycznych przejść górnych (nachylenia powierzchni i najść oraz kształtu i kąta rozwarcia najść) do warunków topograficznych, zapewniając możliwie najlepsze wkomponowanie w rzeźbę terenu oraz widoczność (dla zwierząt) obszaru położonego po drugiej stronie drogi (zwłaszcza drzew w obszarach leśnych),
- powierzchnia przejść górnych oraz powierzchnia nasypów najść na przejście powinny być nachylone pod kątem nieprzekraczającym 15%,
- w obszarze i sąsiedztwie przejść, po zewnętrznej stronie ogrodzeń nie powinny znajdować się skarpy o nachyleniu przekraczającym 15%,
- kształt przejścia górnego powinien być (w rzucie pionowym) paraboliczny, rozszerzający się płynnie od środka obiektu w kierunku podstawy nasypów najść.

**Ad b)** zagospodarowanie powierzchni przejścia i obszarów najść/dojść wymaga:

- utworzenia na powierzchni przejść warstwy gruntu o miąższości minimalnej:
  - dla traw, roślinności zielnej i bylin:  $\geq 0,3$  m, w tym minimum 0,1 m warstwy urodzajnej o dużej zawartości próchnicy,
  - dla krzewów:  $\geq 0,6$  m, w tym minimum 0,3 m warstwy urodzajnej o dużej zawartości próchnicy,
  - dla drzew:  $\geq 1$  m, w tym minimum 0,3 m warstwy urodzajnej o dużej zawartości próchnicy;
- pokrycia dna przepustów dla małych zwierząt warstwą gleby mineralnej o wyrównanej powierzchni,
- pokrycia dna przepustów dla płazów warstwą gleby o dużych zdolnościach retencjonowania wody opadowej (w tym gleby organiczne) o wyrównanej powierzchni,
- dostosowania charakteru i struktury roślinności do występującej w otoczeniu przejścia, z uwzględnieniem gatunków potencjalnej roślinności naturalnej i roślinności rzeczywistej,
- dopuszczenia i wspierania spontanicznej ekspansji i naturalnej sukcesji roślinności z ograniczeniem do minimum wszelkich zabiegów gospodarczych związanych z utrzymaniem roślinności,
- kształtowania trawiastej pokrywy roślinnej na powierzchni przejść górnych i pod powierzchnią przejść dolnych (w zasięgu strefy usłonecznionej) przez wysiew gatunków traw o średnim i wysokim pokroju; w przypadku przejść górnych zaleca się wprowadzenie wąskich (szer. ok. 2,5 m) pasów trawiastych (lub mieszanki traw i roślin motylkowych) wzdłuż ekranów, pomiędzy pasem pnączy i powierzchniami zakrzewionymi,

- wprowadzenia gęstych, rzędowych nasadzeń krzewów o nieregularnej linii wzdłuż ekranów przeciwośnieniowych i ogrodzeń (uwzględniając przebieg stwierdzonych i potencjalnych tras przelotu nietoperzy oraz zalecenie kształtowania wąskich pasów trawiastych),
- wprowadzenia nasadzeń rzędowych pnączy na ogrodzeniach ochronnych, na powierzchni przejścia i w obszarach najść,



Fot. 23. Przejście górne optymalnie zagospodarowane i połączone z otoczeniem – droga ekspresowa B33 (Niemcy).



Fot. 24. Optymalne zagospodarowanie powierzchni przejścia dolnego w rozległej dolinie potoku – autostrada A98 (Niemcy).

- wprowadzenia nasadzeń krzewów oraz bylin na powierzchni przejścia – pojedynczo i w grupach (po kilka sztuk),
- wprowadzenia nasadzeń krzewów i drzew w formie kępowej oraz w krótkich pasach, w obszarze nasypów najść (uwzględniając przebieg stwierdzonych i potencjalnych tras przelotu nietoperzy),
- rozmieszczenia na powierzchni przejścia oraz na nasypach najść karp korzeniowych (kilka/kilkanaście sztuk),
- rozmieszczenia na powierzchni przejść górnych oraz przy wylotach przejść dolnych większych głązów (kilka/kilkanaście sztuk), pojedynczo i w małych grupach,
- w przypadku, gdy przejścia mają być wykorzystywane przez gady należy uwzględnić konieczność kształtowania ciągłych pasów roślinności (szer.  $\geq 2$  m) z elementami dodatkowymi (głązy, kłody, karp, gałęzie) w miejscach najsilniej usłonecznionych.

Tabela 12. Wymagania odnośnie elementów struktury powierzchni przejść przeznaczonych dla wybranych gatunków ssaków (źródło: FGSV 2008 – wybór) (+ wymagane).

Gatunek	Roślinność o charakterze leśnym	Ziołorośla i krzewy	Wąskie pasy porośnięte roślinnością łąkową
Jeleń	+	+	+
Sarna		+	+
Dzik		+	
Żbik, kuna leśna	+	+	
Zając		+	+
Borsuk		+	

Tabela 13. Ważne elementy struktury powierzchni przejść przeznaczonych dla małych ssaków (źródło: FGSV 2008 – wybór) (++) optymalne, + suboptymalne).

Gatunek	Liniowe zakrzewienia, żywopłoty	Powierzchnie porośnięte wysokimi trawami	Powierzchnia pokryta warstwą próchnicy	Naturalne strefy brzegowe
Jeż	++		+	
Kret			++	+
Ryjówki ( <i>Sorex spp.</i> )	++		+	
Rzęsorki ( <i>Neomys spp.</i> )			+	++
Zębiełki ( <i>Crocidura spp.</i> )		+	+	
Wiewiórka	++			
Żołędniczka		++		++

Ciąg dalszy tabeli 13

Popielica Kozatka Orzesznica	++	+		
Badylarka	+	++	++	++
Myszy ( <i>Apodemus spp.</i> )	++	++	++	++
Chomik		++	++	
Nornica ruda	++	++	++	
Karczownik			++	++
Norniki ( <i>Microtus spp.</i> )			++	
Smużka		++	++	++

Tabela 14. Kształtowanie powierzchni przejść przeznaczonych dla gadów (źródło: FGSV 2008 – wybór).

Gatunek/grupa gatunków	Typ przejścia	Kształtowanie powierzchni
Jaszczurki (w tym padalec) i węże	1. Duże przejście dolne – most krajobrazowy. 2. Most poszerzony o dużym świetle pionowym. 3. Duże przejście górne oraz wiadukty górne z pasami roślinności.	Pasy roślinności o szerokości $\geq$ 2 m, silnie usłonecznione powierzchnie z mikrosiedliskami: głazy, martwe drewno, pokrywa roślinna
Padalec, węże	1. Most poszerzony.	Strefy brzegowe o szerokości $\geq$ 2 m, silnie usłonecznione powierzchnie, ciągła roślinność, mikrosiedliska: głazy, martwe drewno

**Ad c)** projektowanie i zagospodarowanie bezpośredniego otoczenia przejść (w tym przepustów dla małych zwierząt):

- w przypadku przejść dolnych należy tak projektować konstrukcje obiektów, by betonowe powierzchnie przyczółków były, w najwyższym stopniu, osłonięte warstwą gruntu (docelowo roślinnością osłonową); należy w maksymalnym stopniu ograniczyć projektowanie przejść technicznych, schodów, kładek, balustrad etc. położonych przy wylotach przejść dla zwierząt,
- w przypadku przejść dolnych skarpy oporowe i nasypy przy przyczółkach powinny łączyć się płynnie z krawędziami betonowej konstrukcji przyczółków, maksymalnie je osłaniając,
- ogrodzenia ochronne przy przejściach dolnych należy prowadzić przy podstawach nasypów i skarpy oporowych, łącząc je szczelnie z krawędziami przyczółków,
- w przypadku przepustów dla małych zwierząt, płazów i cieków wodnych, ogrodzenia muszą łączyć się w sposób szczelny z czołem przepustu (przepusty o świetle pionowym  $>$  2 m) lub przechodzić bezpośrednio ponad wlotem/wylotem przepustu,

- umacnianie stoków skarp oporowych i stromych nasypów (położonych w strefach dostępnych dla zwierząt) należy prowadzić z możliwie najszerszym wykorzystaniem metod biologicznych oraz geosyntetyków z docelowym wprowadzaniem pokrywy roślinnej; należy unikać betonowania skarp, w ostateczności można stosować ażurowe płyty betonowe o dużych oczkach umożliwiając (w ograniczonym stopniu) spontaniczny rozwój roślinności,
- umacnianie koryt wszelkich cieków wodnych oraz korekty ich przebiegu pod powierzchnią przejść dolnych oraz w promieniu 50 m od przejścia należy prowadzić tylko w sytuacjach koniecznych z wykorzystaniem metod naturalnych, w tym narzutów kamiennych (w obszarach wyżynnych i górskich); nie należy stosować materiałów betonowych w przypadku cieków naturalnych,
- wszelkie naziemne obiekty związane z siecią odwodnień i inną infrastrukturą powinny być położone w odległości co najmniej 50 m od krawędzi przejść dolnych i górnych; zbiorniki ekologiczne powinny być lokalizowane nie bliżej niż 100 m od zewnętrznych krawędzi przejść.

**Ad d)** kształtowanie struktur naprowadzających zwierzęta do przejścia:

- ogrodzenia ochronne wzdłuż drogi powinny łączyć się płynnie z ogrodzeniem na powierzchni przejść górnych,
- ogrodzenia ochronne wzdłuż drogi powinny posiadać płynne i szczelne połączenie ogrodzeń z wylotami przejść dolnych,
- zalecane jest wprowadzenie gęstych, rzędowych nasadzeń krzewów wzdłuż ogrodzeń (na długości 100 m, po 50 m w każdą stronę od osi obiektu), łączących się z nasadzeniami wzdłuż ekranów przeciwośluniowych na najściach i na powierzchni przejść górnych,
- zalecane jest wprowadzenie gęstych, rzędowych nasadzeń krzewów wzdłuż ogrodzeń (na długości 100 m, po 50 m w każdą stronę od osi obiektu) łączących się z czołem przejść dolnych;
- konieczne jest wprowadzenie struktur roślinności naprowadzającej, tj. nasadzenia drzew i krzewów w obszarze najści przejść górnych i dojść do przejść dolnych wykonane w taki sposób, by tworzyły ciągle lub przerywane pasy zorientowane pod kątem ostrym względem osi środkowej przejścia, ukierunkowując ruch zwierząt; należy uwzględnić gatunki stanowiące atrakcyjną bazę żerową w okresie owocowania,
- w przypadku konieczności dostosowania przejść (górnych i dolnych) do potrzeb przemieszczania się nietoperzy należy wprowadzić rzędowe nasadzenia (szpalery) drzew i wysokich krzewów na powierzchni przejść górnych oraz w otoczeniu przejść górnych i dolnych, łączące się z naturalnymi pasami zadrzewień w otoczeniu drogi i tworzące ciągły układ przestrzenny; długość i lokalizacja nasadzeń zależy od przebiegu lokalnych tras przemieszczania się nietoperzy; w przypadku braku możliwości wprowadzania nasadzeń drzew na powierzchni przejść górnych (np. obiekty z blachy falistej) alternatywnym rozwiązaniem może być zastosowanie podwyższonych ekranów przeciwośluniowych (wysokość 2–4 m) obsadzonych roślinnością lub wykonanie ekranów w postaci wałów ziemnych obsadzonych krzewami (o łącznej wysokości 3 – 5 m); w przypadku przejść dolnych (bez względu na wymiary) należy zawsze projektować ekrany przeciwośluniowe (zalecana wysokość 4 m).

#### 4. Poziom imisji

Poziom imisji związanych z ruchem pojazdów oraz sąsiedztwem obszarów zabudowanych wpływa istotnie na intensywność wykorzystywania przejść przez wszystkie grupy zwierząt (w szczególności duże i średnie ssaki). Negatywne oddziaływanie dotyczy przede wszystkim hałasu i sztucznego oświetlenia, które odstrasza i zniechęca zwierzęta do wykorzystywania obszarów sąsiadujących z przejściami – zjawisko bariery ekologicznej o charakterze psychofizycznym (behawioralnym). W celu ograniczenia poziomu imisji akustycznych i świetlnych zaleca się podejmowanie następujących działań:



a) przejścia górne:

- lokalizowanie obiektów w wykopach – naturalne lub sztuczne obniżenia rzędnej terenu w celu optymalnej lokalizacji przejścia,
- budowa obiektów ekranujących zlokalizowanych na powierzchni przejścia oraz w obszarach naprowadzania zwierząt w postaci ekranów akustycznych i przeciwośluszeniowych,
- zabudowa biologiczna – wprowadzanie nasadzeń roślinności osłonowo-izolacyjnej na powierzchni przejścia oraz w obszarach naprowadzania zwierząt; roślinność powinna być wprowadzana na każdym przejściu, także w przypadku zastosowania technicznych metod ekranowania,
- stosowanie zmodyfikowanych nawierzchni asfaltowych (np. z dodatkiem gumy) obniżających poziom hałasu opon na odcinkach drogi pod przejściem i w jego sąsiedztwie.

b) przejścia dolne (dla dużych i średnich zwierząt):

- budowa obiektów ekranujących zlokalizowanych powyżej przejścia (wzdłuż jezdni) oraz na odcinku co najmniej 50 m od jego krawędzi, w obu kierunkach, w postaci ekranów akustycznych i przeciwośluszeniowych,
- budowa przezroczystych ekranów akustycznych na powierzchni okien/szczelin doświetleniowych w przypadku dróg dwujezdniowych,
- zabudowa biologiczna – wprowadzanie nasadzeń roślinności osłonowo-izolacyjnej na powierzchni przejścia oraz w obszarach naprowadzania zwierząt; roślinność powinna być wprowadzana na każdym przejściu, także w przypadku zastosowania technicznych metod ekranowania,
- projektowanie szczelin dylatacyjnych, jeśli obiekt ich wymaga, w sposób ograniczający emisję hałasu (patrz. Rozdział X),
- stosowanie zmodyfikowanych nawierzchni asfaltowych (np. z dodatkiem gumy) obniżających poziom hałasu opon na odcinkach drogi nad przejściem i w jego sąsiedztwie.

## 5. Użytkowanie przez ludzi

Wykorzystywanie przejść dla zwierząt przez ludzi (do przechodzenia lub przejeżdżania na drugą stronę drogi) wpływa negatywnie w znaczący sposób na intensywność wykorzystywania przejść przez ssaki kopytne i drapieżne. Z tego względu wszystkie przejścia o funkcjach wyłącznie ekologicznych, a także strefy przeznaczone dla zwierząt na przejściach zespolonych, powinny być skutecznie zabezpieczone przed niepożądanym penetrowaniem przez ludzi. Zaleca się zastosowanie następujących rozwiązań:

- umieszczanie głazów, karp korzeniowych, stosów grubych gałęzi w poprzek możliwych stref przedostawania się ludzi,

Głazy i karpy powinny być częściowo zakopane i na tyle duże, aby istotnie utrudnić ich usunięcie. Powinny być rozmieszczone gęsto uniemożliwiając przejazdy samochodami i znacząco utrudniając przejazdy motocykli i quadów,

- wykonanie punktowych wykopów oraz wałów ziemnych utrudniających skutecznie ruch pojazdów w miejscach szczególnie zagrożonych przejazdami,
- wprowadzenie skupisk roślinności w zwartej i nieregularnej więźbie, wspieranie spontanicznej ekspansji i sukcesji naturalnej; wprowadzenie ciernistych gatunków krzewów.

Intensywność penetracji przejść przez ludzi zależy od bardzo wielu czynników (rozmieszczenia obszarów zabudowy, tradycyjnych i optymalnych tras dojazdów do domostw i pól, atrakcyjności turystyczno-rekreacyjnej terenu etc.). Dlatego należy zawsze oszacować zagrożenie penetracją (prognoza na etapie raportów OOS, weryfikacja w trakcie wykonywania monitoringu istniejących przejść) i do jego wielkości dostosować rodzaj i skalę działań zapobiegawczych.

Szczególną formą aktywności ludzi w sąsiedztwie przejść jest prowadzenie gospodarki łowieckiej. Dla skutecznego funkcjonowania obiektów konieczne jest zapewnienie zwierzętom spokoju poprzez wprowadzenie zakazu organizowania polowań (indywidualnych i zbiorowych) oraz budowy ambon myśliwskich w promieniu 300 m od granicy przejść.

# VIII. Projektowanie przejść dla zwierząt – rozwiązania optymalne

## 1. Przejścia po powierzchni drogi

### 1.1. Projektowanie powierzchni przejść dla zwierząt naziemnych

- a) przejścia powinny być projektowane przy drogach jednojezdniowych o natężeniu ruchu < 10 000 pojazdów/dobę (ssaki) oraz < 500 pojazdów/dobę (płazy) – na odcinkach nieoświetlonych, bez ogrodzeń i barier ochronnych,
- b) przejścia powinny być projektowane przy przebiegu drogi w poziomie otaczającego terenu – w przypadku deniwelacji > 2 m mogą wystąpić problemy z zachowaniem odpowiednich warunków bezpieczeństwa: ograniczona widoczność z perspektywy kierowcy i zwierzęcia oraz utrudnione warunki ucieczki zwierząt (zwłaszcza w przypadku ssaków kopytnych),
- c) na odcinku obejmującym przejście oraz na odcinku co najmniej 150 m od jego początku (dla obu kierunków jazdy) należy wprowadzić trwałe ograniczenie prędkości jazdy lub ograniczenia czasowe z aktywnymi systemami ostrzegania kierowców (czujniki ruchu zlokalizowane poza pasem drogowym uruchamiające znaki diodowe). Zaleca się ograniczenie prędkości do 50 km/h i należy dodatkowo zastosować działania egzekwujące przestrzeganie wprowadzonych ograniczeń poprzez budowę fotoradarów, progów spowalniających na jezdni, dodatkowe tablice informacyjne lub makiety ostrzegające kierowców (Fot. 25),



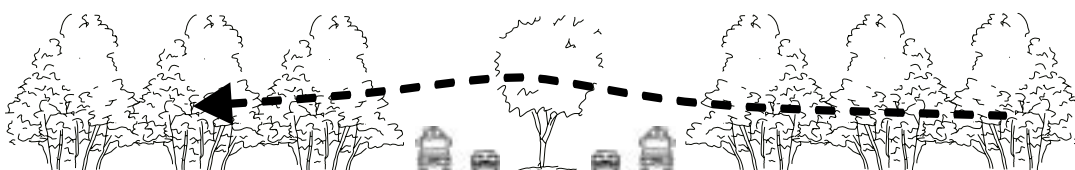
Fot. 25. Przejścia po powierzchni drogi wymagają wprowadzenie ograniczeń prędkości jazdy i zachęcania kierowców do ich przestrzegania – np. w postaci niestandardowych tablic ostrzegawczych.

- d) zagospodarowanie poboczy (wzdłuż odcinków dróg przeznaczonych do przemieszczania się zwierząt) w sposób poprawiający widoczność z perspektywy kierowcy i zwierzęcia oraz zniechęcający zwierzęta do trwałego przebywania w bezpośrednim sąsiedztwie jezdni poprzez:

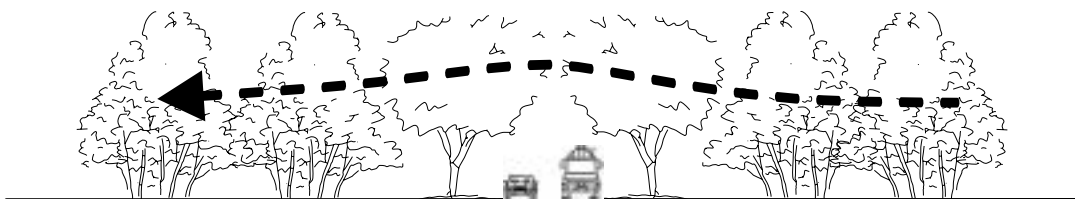
- usuwanie podszytów (drzew i krzewów) w pasie 3 – 10 m od krawędzi jezdni wszędzie gdzie pozwalają na to warunki topograficzne i brak ku temu przeciwwskazań przyrodniczych,
- w przypadku wprowadzania roślinności osłonowo-izolacyjnej na poboczach należy unikać gatunków drzew i krzewów stanowiących atrakcyjną bazę żerową dla ssaków kopytnych oraz ptaków śpiewających.

## 1.2. Projektowanie przejść dla nietoperzy (stref przelotów nad drogą)

- przejścia powinny być projektowane przy przebiegu drogi w poziomie zbliżonym do otaczającego terenu lub w wykopie (optymalnie  $> 3$  m) – w przypadku znaczących deniwelacji (nasypy  $> 1$  m) wskazane jest skierowanie przelotów (poprzez odpowiednie nasadzenia naprowadzające) do istniejących obiektów inżynierskich,
- droga w miejscu lokalizacji przejścia nie może posiadać oświetlenia jezdni,
- obszar przejścia musi posiadać odpowiednio ukształtowaną roślinność naprowadzającą i ułatwiającą przekraczanie drogi w postaci:
  - zwartych koron drzew tworzących rodzaj zadaszenia (patrz: Ryc. 3) nad drogami jednojezdniowymi – w przypadku starych dróg przebiegających przez obszary zadrzewione,
  - szpalerów drzew i krzewów lub ekranów przegrodowych o wysokości  $\geq 4$  m – równoległych do drogi, naprowadzających do wyznaczonego miejsca przelotu nad drogą (na szlaku tradycyjnych migracji),
- w celu zapobiegania przelotom na niskich pułapach w obszarze przejścia i unikania kolizji z pojazdami należy:
  - w przypadku, gdy droga przebiega w poziomie otaczającego terenu lub na niskim nasypie (w miejscach wyznaczonych przelotów) konieczne jest wprowadzenie nasadzeń lub zastosowanie ekranów przegrodowych (ew. ogrodzeń z gęstej siatki) o wysokości 4–5 m,
  - w przypadku dróg 2-jezdniowych należy wprowadzić (zachować) wysokie drzewa w pasie rozdziału jezdni (patrz: Ryc. 4) lub zastosować ekran przegrodowy o wysokości  $\geq 4$  m.



Ryc. 3. Przejście dla nietoperzy w koronach drzew nad drogą jednojezdniową.

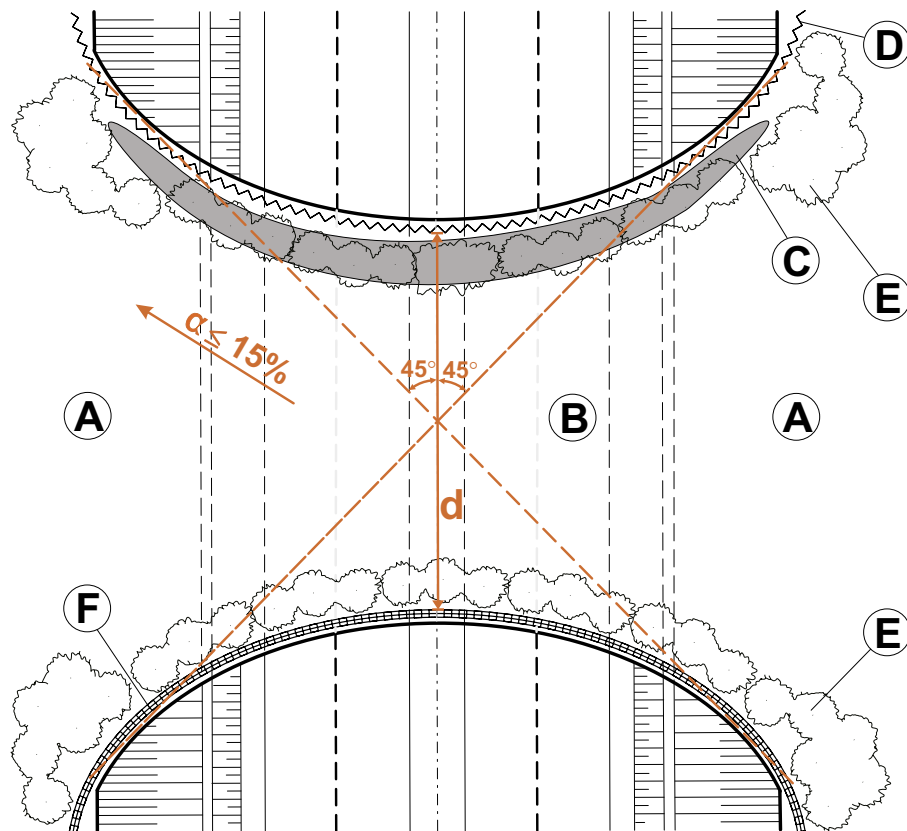


Ryc. 4. Przejście dla nietoperzy w koronach drzew nad drogą dwujezdniową.

## 2. Przejścia górne samodzielne dla dużych i średnich zwierząt

### 2.1. Schemat obiektu (rzut pionowy) – Ryc. 5

- A – najścia – nasypy ziemne łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,
- B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji wiaduktu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,
- C – wał ziemny osłonowo-izolacyjny – ekran akustyczny i przeciwośnieniowy w formie nasypu ziemnego,
- D – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi (stosowane na przejściach w przypadku braku szczelnych ekranów przeciwośnieniowych/akustycznych),
- E – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierząt do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,
- F – wariant I: ekran przeciwośnieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parkanów/płotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia,  
– wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia,
- d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),
- $\alpha$  – kąt rozszerzania powierzchni przejścia i najść.



Ryc. 5. Schemat górnego przejścia dla zwierząt.

## 2.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 26–28)



Fot. 26. Przejście górne dla dużych zwierząt przy drodze B31neu (Niemcy) – konstrukcja żelbetowa, łukowa.



Fot. 27. Przejście górne dla dużych zwierząt przy autostradzie A4 – konstrukcja żelbetowa, płytowo-belkowa.

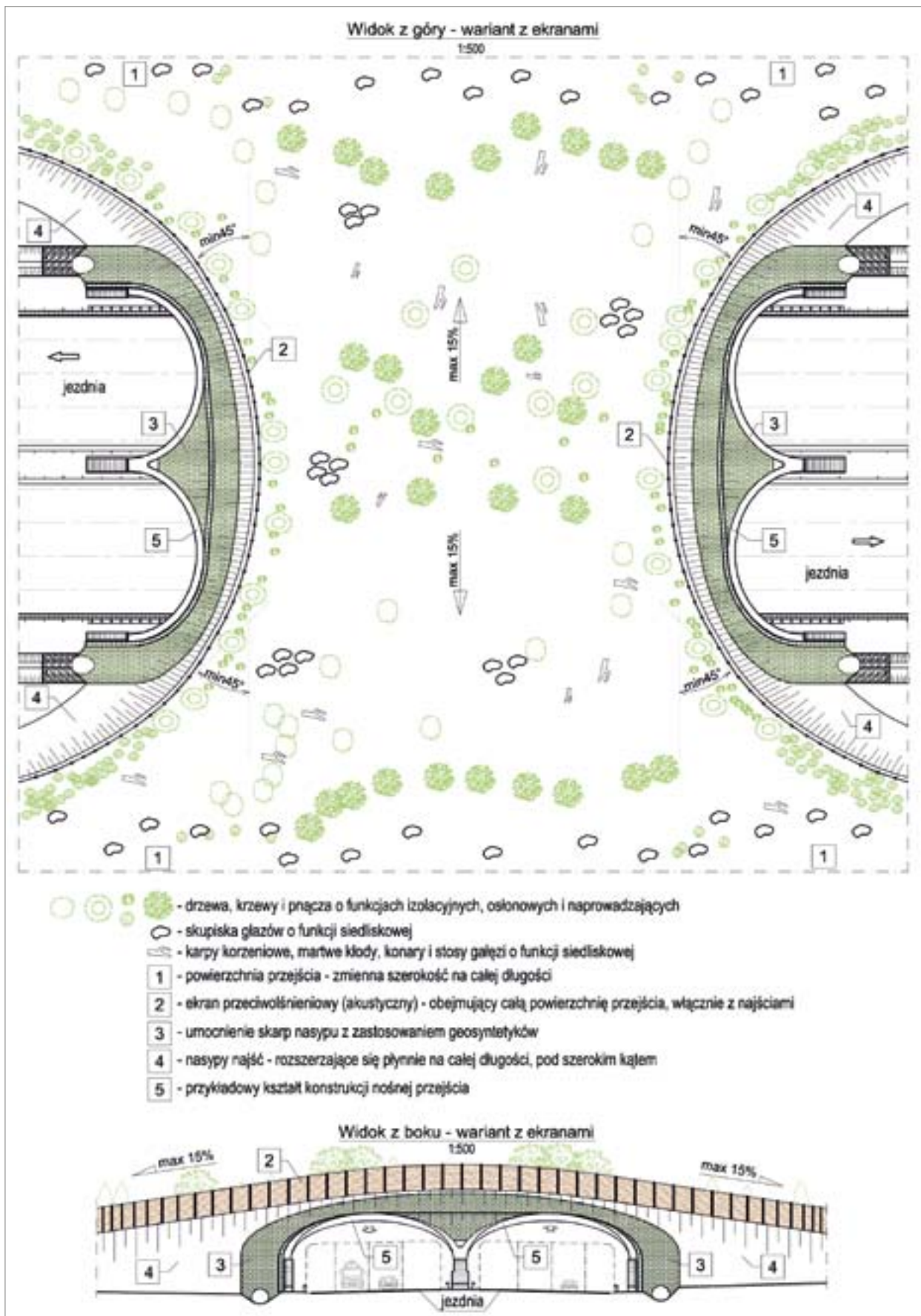




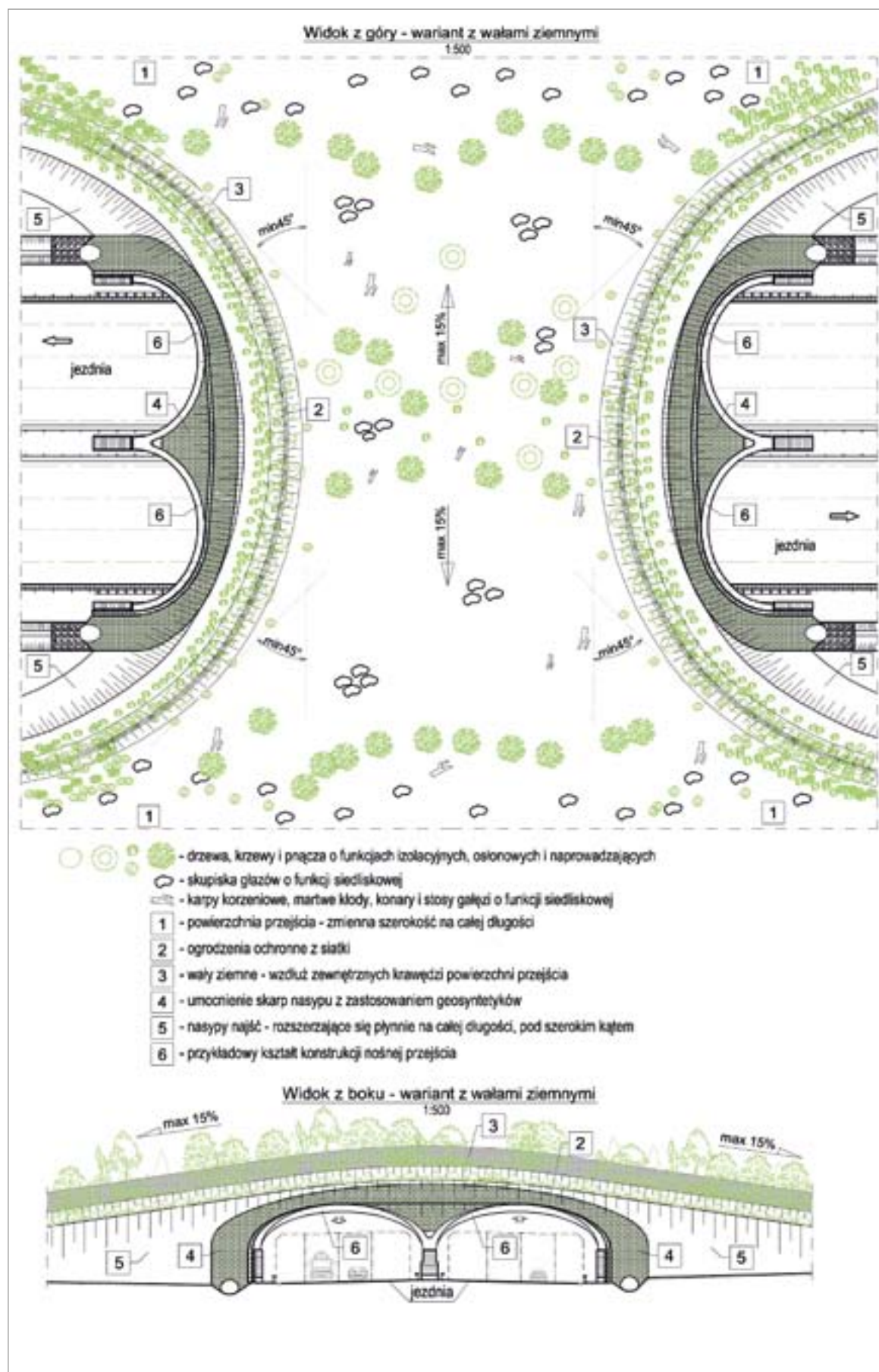
Fot. 28. Przejście górne dla dużych zwierząt przy autostradzie A2 – konstrukcja z blachy falistej.

## 2.3. Projektowanie konstrukcji przejść – Rysunek 1–4

Rysunek 1. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia górnego przy niekorzystnej niwelecie drogi – wariant z ekranami przegrodowymi.

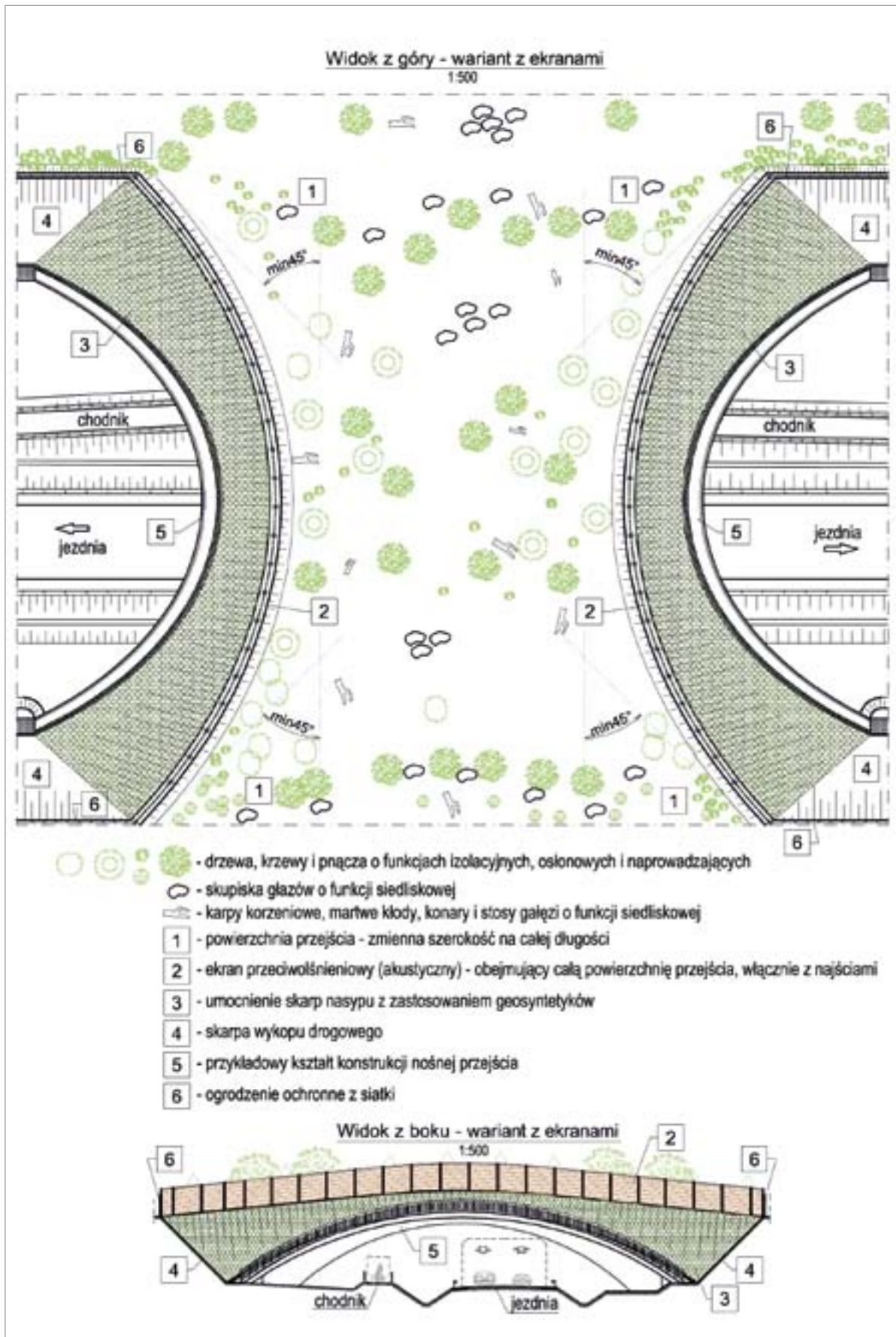


Rysunek 2. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia górnego przy niekorzystnej niwielce drogi – wariant z ekranami w formie wałów ziemnych.

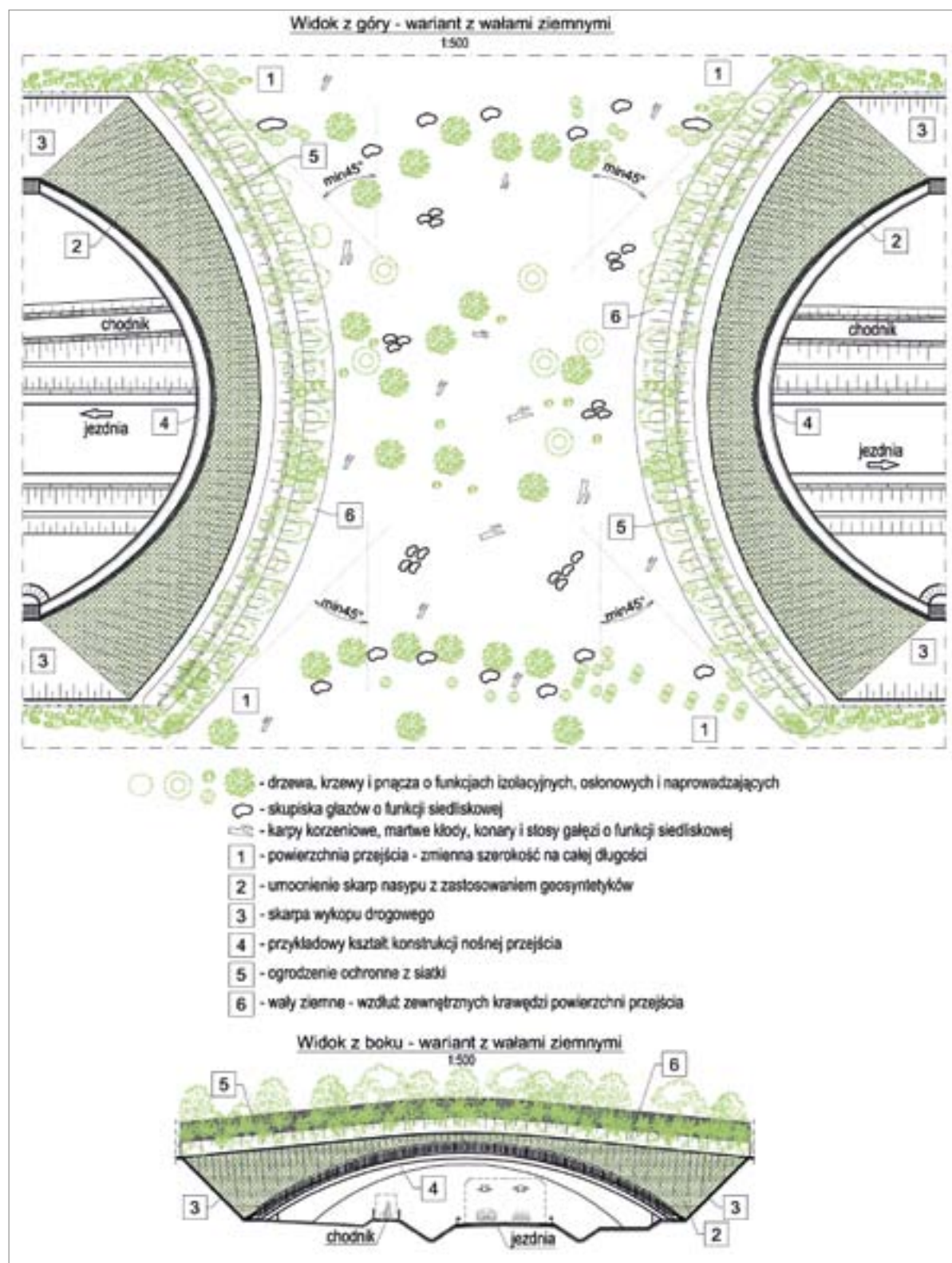




Rysunek 3. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia górniego przy korzystnej niwelecie drogi (droga w wykopie) – wariant z ekranami przegrodowymi.



Rysunek 4. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia górnego przy korzystnej niwelecie drogi (droga w wykopie) – wariant z ekranami w formie wałów ziemnych.

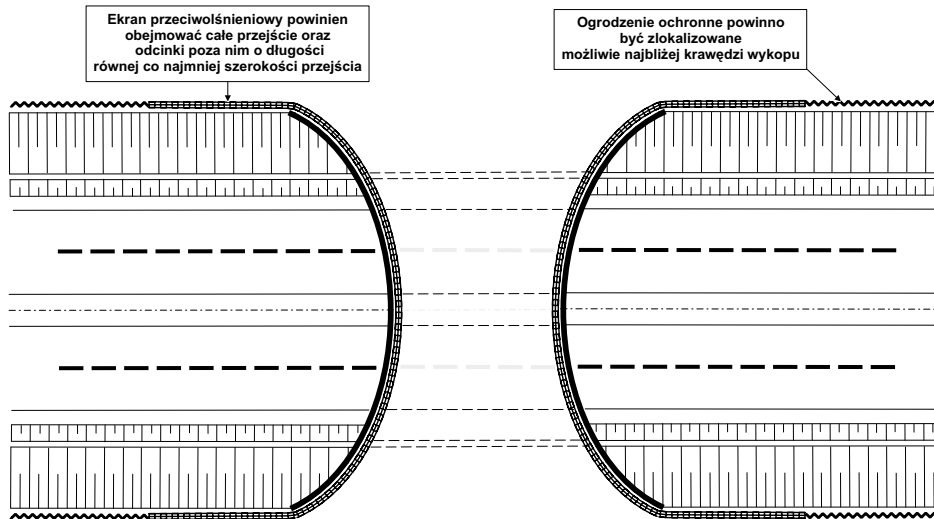


## 2.4. Projektowanie powierzchni przejść

a) lokalizacja i przebieg ogrodzeń i ekranów:

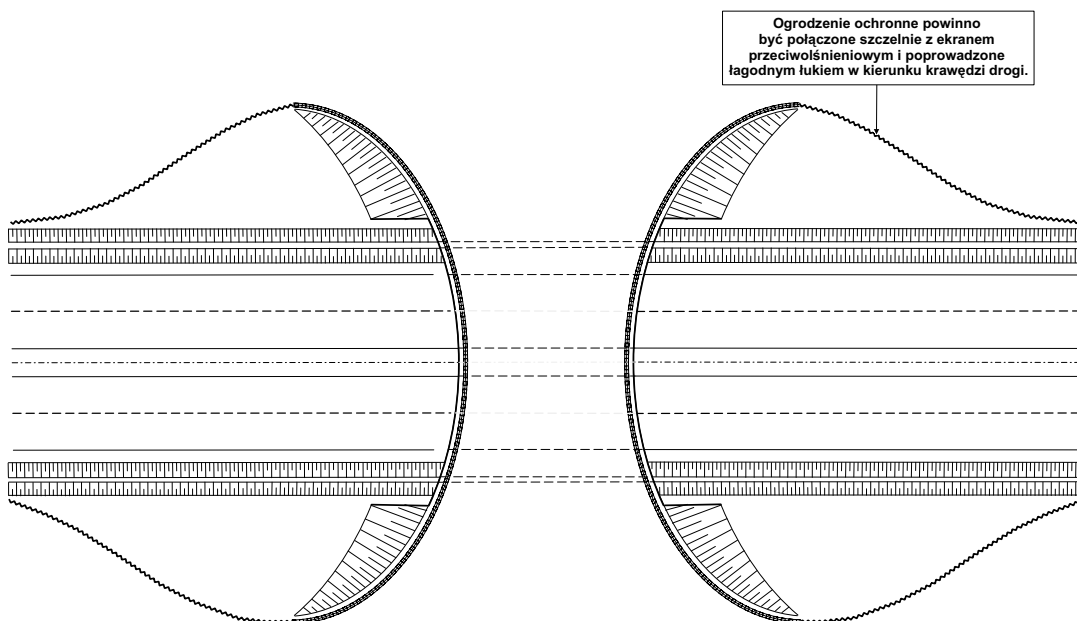
- obiekt z krótkimi najściami (w wykopie) (patrz: Ryc. 6),

Ryc. 6. Schemat zalecanego przebiegu ekranów i ogrodzeń ochronnych przy przejściu górnym zlokalizowanym w wykopie.



- obiekt z długimi najściami (niweleta po terenie) (patrz: Ryc. 7),

Ryc. 7. Schemat zalecanego przebiegu ekranów i ogrodzeń ochronnych przy przejściu górnym zlokalizowanym w poziomie terenu.



b) połączenie ogrodzeń i ekranów.

Należy wykonać w sposób zapewniający trwałą szczelność, np. poprzez połączenie skrajnego słupka ogrodzenia z konstrukcją ekranu przy pomocy metalowych łączników. Słupek ogrodzenia musi znajdować się możliwie najbliżej krawędzi osłony.

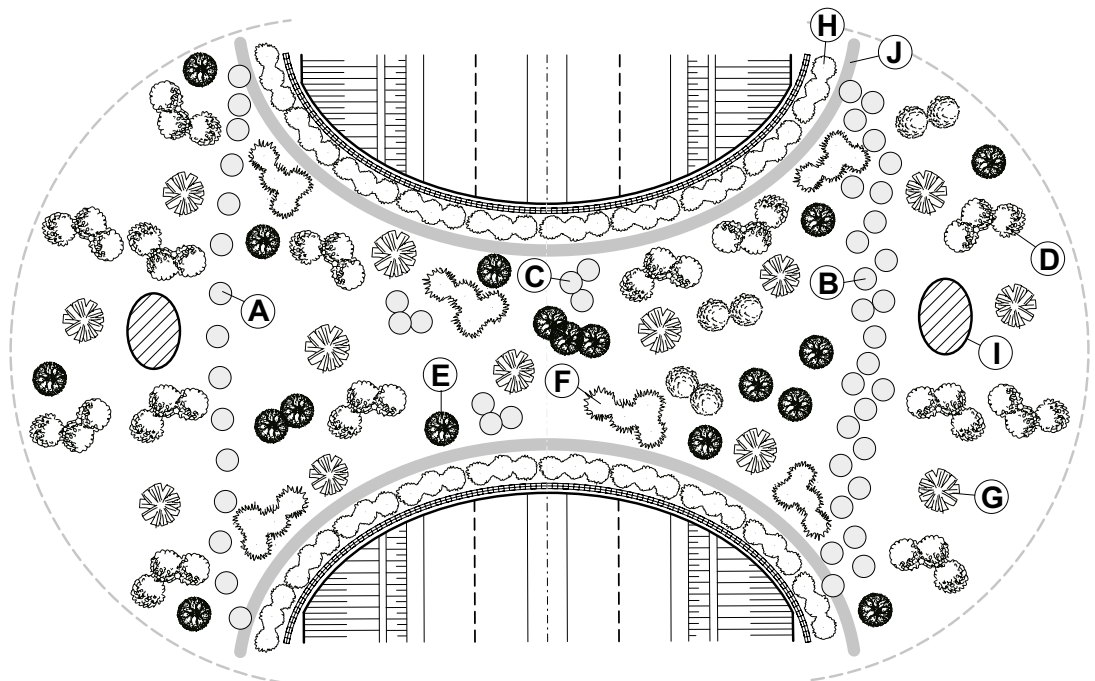


c) prowadzenie ogrodzeń na skarpach nasypów.

Należy unikać lokalizacji ogrodzeń na stromych skarpach. W przypadku konieczności prowadzenia ogrodzeń w górę skarp o nachyleniu  $> 1:2,5$  (zwłaszcza przy połączeniach z przejściami) konieczne jest zwiększenie wysokości nominalnej ogrodzenia co najmniej o 10%.

d) zagospodarowanie i kształtowanie powierzchni przejść (Fot. 29–31).

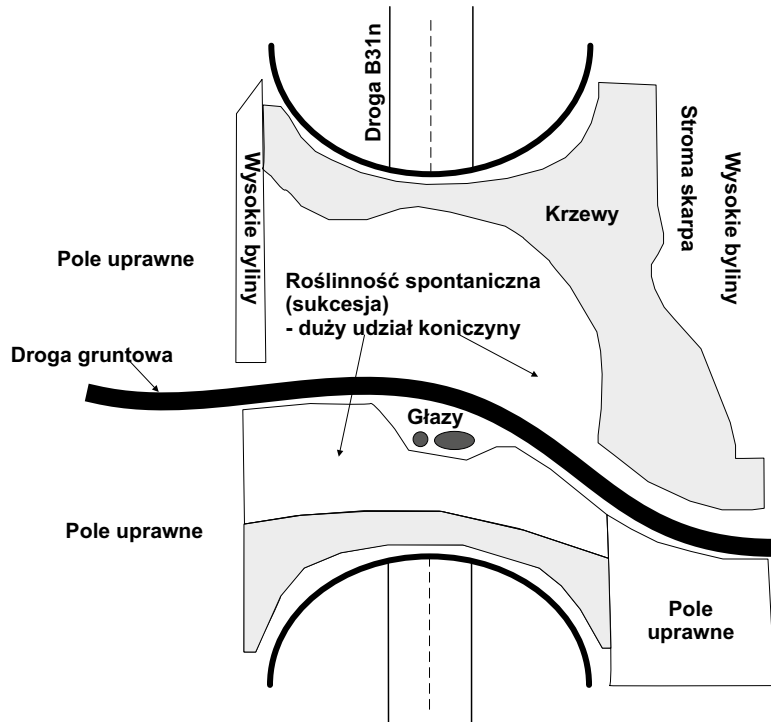
Należy stworzyć odpowiednie warunki glebowe w obszarze i sąsiedztwie przejść, co jest kluczowe dla kształtowania roślinności osłonowej i naprowadzającej (minimalna miąższość gleby – patrz: Rozdział VII, Pkt. 3). W przypadku, gdy przejście ma być wykorzystywane przez małe zwierzęta (małe ssaki roślinożerne i drapieżne, bezkręgowce oraz ptaki preferujące krzewy i zarośla), konieczne jest zaprojektowanie odpowiedniej struktury roślinności złożonej z gatunków zapewniających bazę pokarmową oraz dogodne miejsca ukrycia. Mikrosiedliska powinny być tworzone z wykorzystaniem roślinności oraz głazów, karp korzeniowych, kłód drewna, konarów, gałęzi etc. Należy wprowadzić liniowe nasadzenia drzew i/lub krzewów wysokich, jeśli przejście ma być wykorzystywane przez nietoperze (patrz: Ryc. 8–14).



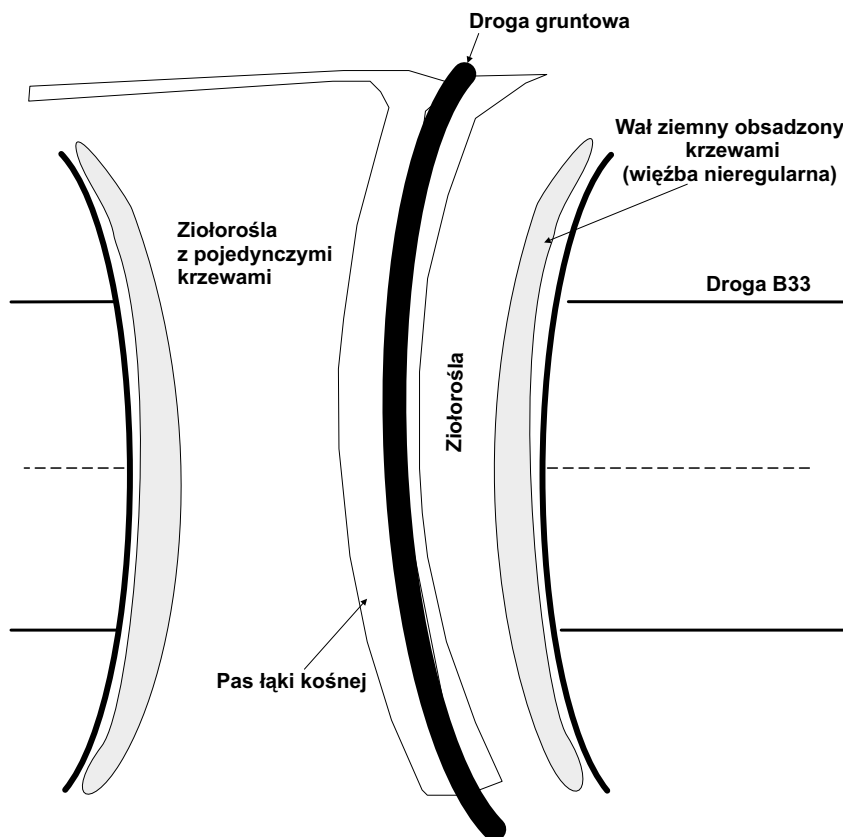
Ryc. 8. Schemat optymalnego zagospodarowania powierzchni i otoczenia przejścia górnego zlokalizowanego w obszarze leśnym lub mozaiki polno-leśnej.

Objaśnienie symboli:

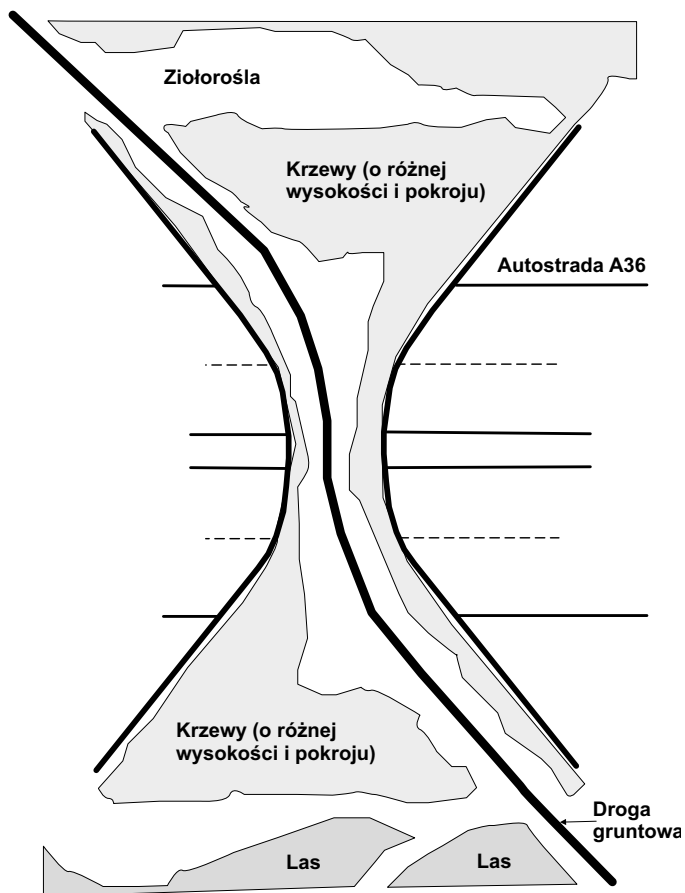
- A – głazy zabezpieczające przed przejazdami – pojedynczy rząd
- B – głazy zabezpieczające przed przejazdami – układ wielorzędowy
- C – małe skupiska głazów o funkcjach siedliskotwórczych
- D – krzewy liściaste – nasadzenia kępowe
- E – drzewa i krzewy owocowe (nisko- i średniopienne, np. dzikie odmiany jabłoni) – nasadzenia pojedyncze
- F – krzewy cierniste – nasadzenia kępowe
- G – karpki korzeniowe, stosy gałęzi, konary, martwe kłody
- H – krzewy liściaste – nasadzenia rządowe
- I – sadzawka (wodopój)
- J – wąskie pasy obsiane wyłącznie trawami lub mieszanką traw i roślin motylkowych



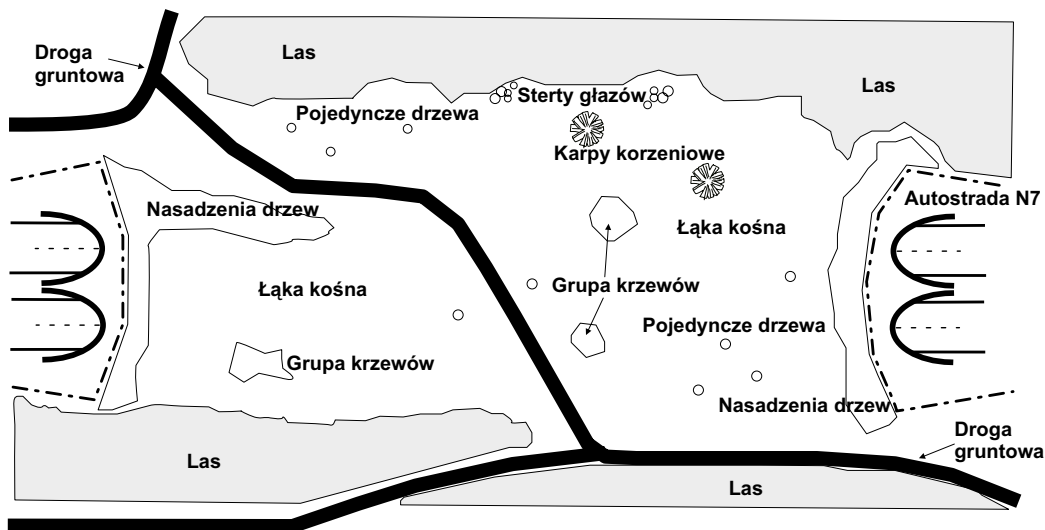
Ryc. 9. Most Hirschweg (droga B31neu, Niemcy) – przykład zagospodarowania powierzchni dużego przejścia górnego w obszarze mozaiki polno-leśnej.



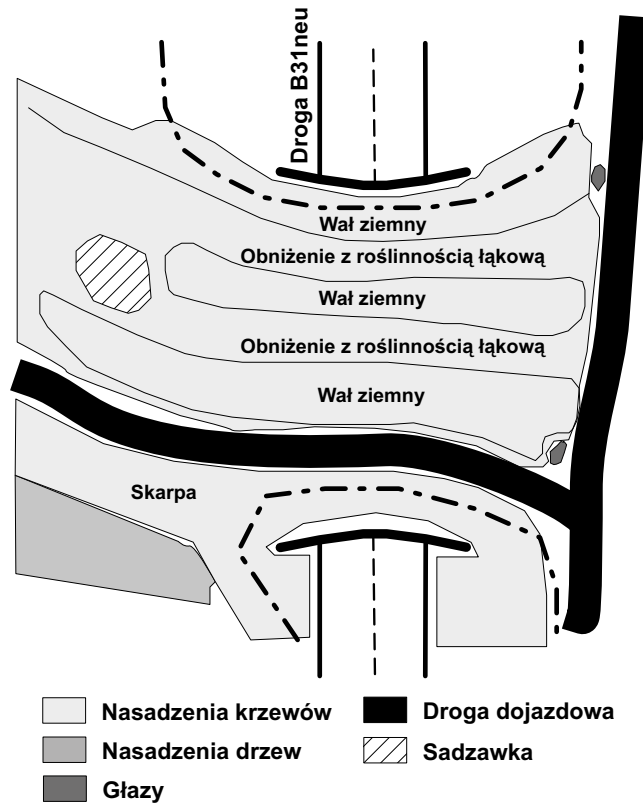
Ryc. 10. Most Hohereute (droga B33, Niemcy) – przykład zagospodarowania powierzchni przejścia dla średnich zwierząt w obszarze mozaiki polno-łąkowo-leśnej.



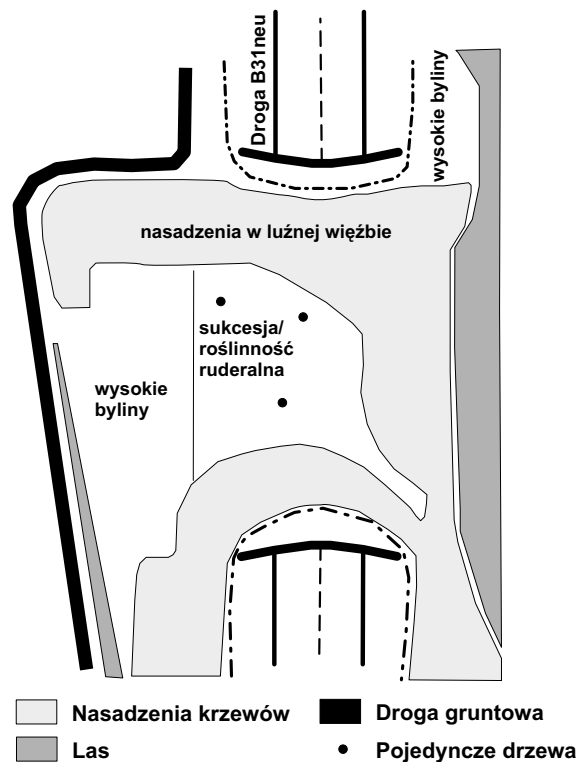
Ryc. 11. Most Hardt (autostrada A36, Francja) – przykład zagospodarowania powierzchni przejścia dla średnich zwierząt w obszarze leśnym.



Ryc. 12. Most Aspiholz (autostrada N7, Szwajcaria) – przykład zagospodarowania powierzchni przejścia krajobrazowego w obszarze leśnym.



Ryc. 13. Most Schwarzgraben (droga B31neu, Niemcy) – przykład zagospodarowania powierzchni przejścia dla dużych zwierząt zespolonego z drogą lokalną w obszarze mozaiki polno-leśnej.



Ryc. 14. Most Weiherholz (droga B31neu, Niemcy) – przykład zagospodarowania powierzchni przejścia krajobrazowego w obszarze mozaiki polno-leśnej.



Fot. 29. Powierzchnia przejścia górnego dla dużych zwierząt przy autostradzie A4 (Niemcy).



Fot. 30. Powierzchnia przejścia górnego dla dużych zwierząt (most Weiherholz) przy drodze B31neu (Niemcy).

e) zabezpieczenia przed dostępem ludzi (Fot. 32).

Wprowadzenie zabezpieczeń jest konieczne na wszystkich przejściach, na których istnieje zagrożenie niepożądanego penetracji przez ludzi. Zabezpieczenia powinny być w pełni skuteczne dla zatrzymania ruchu pojazdów osobowych oraz znacząco utrudniać ruch wszelkich pojazdów terenowych i ruch pieszych. Należy stosować gązdy, karpki korzeniowe, kłody drewna, stosy gałęzi, nasadzenia ciernistych krzewów (patrz: Ryc. 4).





Fot. 31. Powierzchnia przejścia górnego dla dużych zwierząt przy autostradzie A20 (Niemcy).



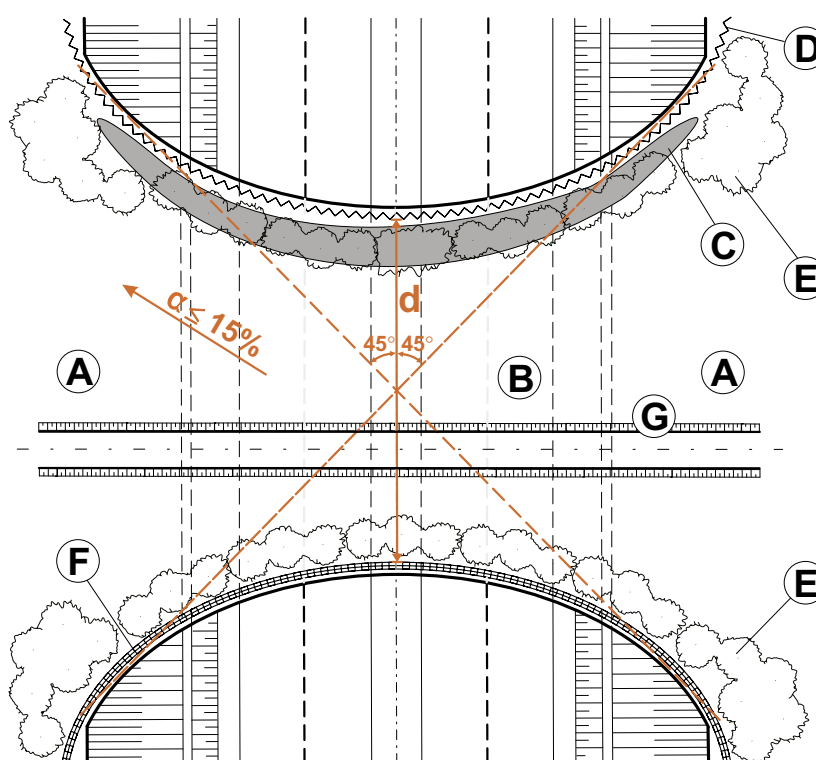
Fot. 32. Zabezpieczenia przed przejazdami w postaci głazów na powierzchni przejścia górnego – autostrada A20 (Niemcy).



### 3. Przejścia górne dla dużych, średnich i małych zwierząt zespolone z drogami

#### 3.1. Schemat obiektu (rzut pionowy) – Ryc. 15

- A – najścia – nasypy ziemne łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,
  - B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji wiaduktu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,
  - C – wał ziemny osłonowo-izolacyjny – ekran akustyczny i przeciwośnieniowy w formie nasypu ziemnego,
  - D – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi (stosowane na przejściach w przypadku braku szczelnych osłon/ekranów przeciwośnieniowych/akustycznych),
  - E – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierząt do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,
  - F – wariant I: ekran przeciwośnieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parkanów/plotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia,  
– wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia,
  - G – droga.
- Powinna posiadać możliwie najmniejszą szerokość i nawierzchnię gruntową (ew. umocnioną kruszywem). Zaleca się lokalizację w niewielkim wykopie, asymetrycznie w stosunku do osi środkowej przejścia,
- d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),  
 $\alpha$  – kąt rozszerzania powierzchni przejścia i najść.

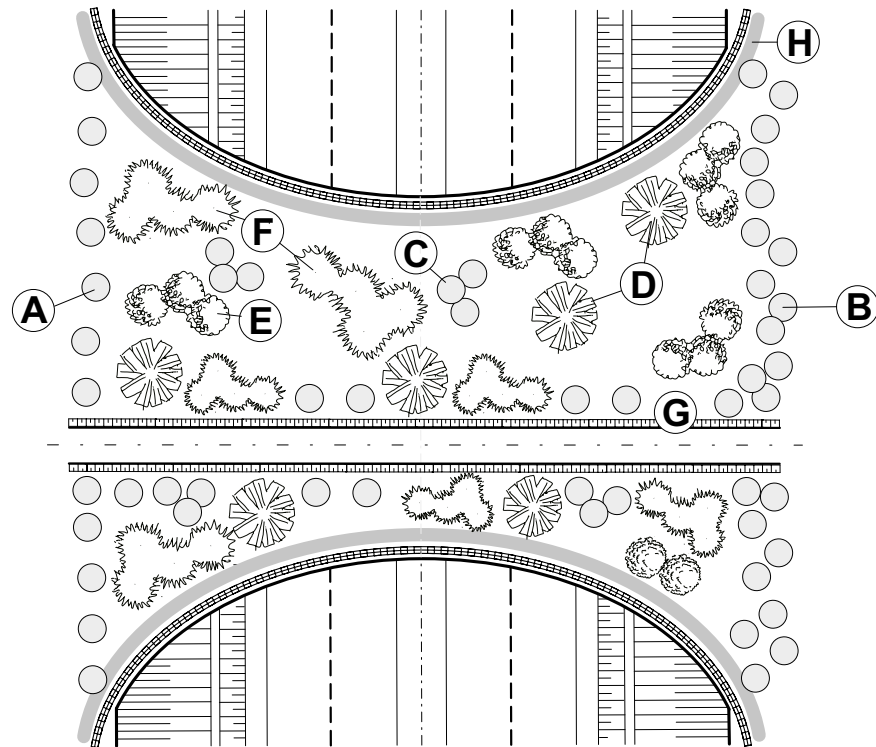


Ryc. 15. Schemat górnego przejścia dla zwierząt zespolonego z drogą.



b) zabezpieczenia przed dostępem ludzi (Fot. 33).

Wprowadzenie zabezpieczeń jest konieczne dla ograniczenia penetracji przez ludzi stref przeznaczonych dla zwierząt. Zabezpieczenia powinny zapewnić prowadzenie ruchu pojazdów jedynie po drodze zlokalizowanej na powierzchni przejścia. Należy stosować głązy, karpy korzeniowe, kłody drewna, stopy gałęzi, nasadzenia ciernistych krzewów – wprowadzane wzdłuż drogi na powierzchni oraz przy wylotach pasów przeznaczonych dla zwierząt (patrz: Ryc. 16).



Ryc. 16. Schemat zagospodarowania powierzchni oraz zabezpieczenia przed niekontrolowaną penetracją ludzi przejścia górnego zespolonego z drogą, zlokalizowanego w obszarze leśnym lub mozaiki polno-leśnej.

Objaśnienie symboli:

- A – głązy zabezpieczające przed przejazdami – pojedynczy rząd
- B – głązy zabezpieczające przed przejazdami – układ wielorzędowy
- C – małe skupiska głązów o funkcjach siedliskotwórczych
- D – karpy korzeniowe, stopy gałęzi, konary, martwe kłody
- E – krzewy liściaste – nasadzenia kępowe
- F – krzewy cierniste – nasadzenia kępowe
- G – droga gruntowa
- H – wąskie pasy obsiane wyłącznie trawami lub mieszkanką traw i roślin motylkowych

c) lokalizacja, przebieg, parametry i cechy konstrukcyjne oraz ruchowe drogi na powierzchni przejścia (Fot. 34–36):

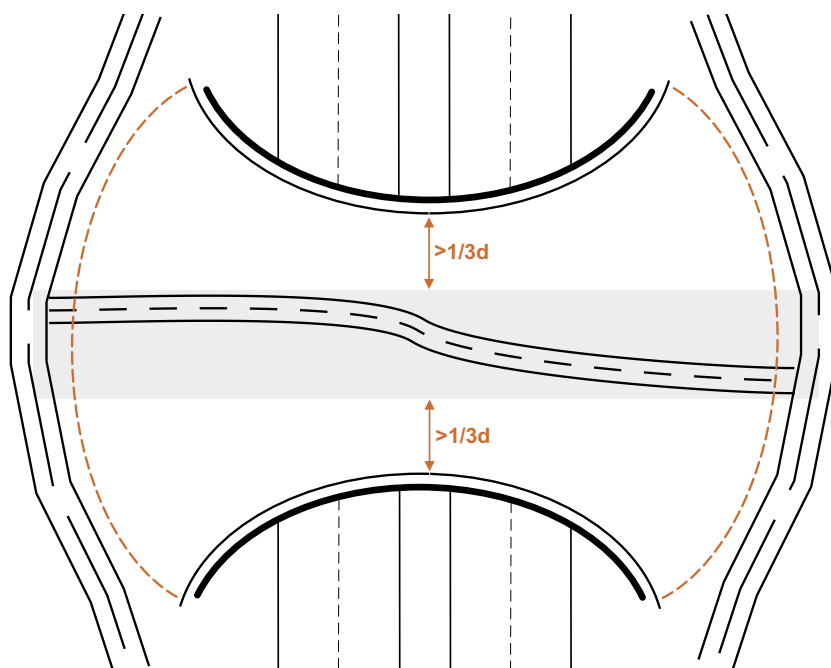
– przejścia dla dużych i średnich zwierząt.

Droga powinna przebiegać po powierzchni przejścia wzdłuż linii prostej a jej oś powinna być zlokalizowana w ok.  $\frac{1}{3}$  szerokości przejścia. Po obu stronach drogi muszą znajdować się pasy porośnięte roślinnością, przeznaczone dla zwierząt. Na powierzchni przejść mogą znajdować się jedynie drogi użytkowane sporadycznie o minimalnym natężeniu ruchu (drogi serwisowe, gospodarcze, dojazdowe do pojedynczych zabudowań), które muszą posiadać nawierzchnię gruntową, ew. umocnioną kruszywem naturalnym (żwir) lub łamanym (kliniec). Niedopuszczalne jest lokalizowanie dróg publicznych o natężeniu ruchu  $> 500$  pojazdów/dobę. Zalecana jest lokalizacja drogi w płytkim wykopie – w celu jej skuteczniejszej izolacji od powierzchni przejścia poprzez utrudnienie zjazdów i ograniczenie rozsypywania się kruszywa. Wzdłuż drogi nie należy

instalować barier ochronnych. Przypadkiem szczególnym jest sytuacja, w której na powierzchni przejścia zlokalizowana jest droga mogąca powodować znaczące utrudnienia w przemieszczaniu się zwierząt (droga publiczna stale obciążona ruchem np. przez dojazdy do zabudowań) – droga taka powinna przebiegać możliwie najbliżej krawędzi przejścia (jak najmniej ingerując w jego powierzchnię) i posiadać na całej długości skuteczne ekranowanie emisji światła i hałasu oraz zabezpieczenia przed zjazdami (patrz: Ryc. 17–18).

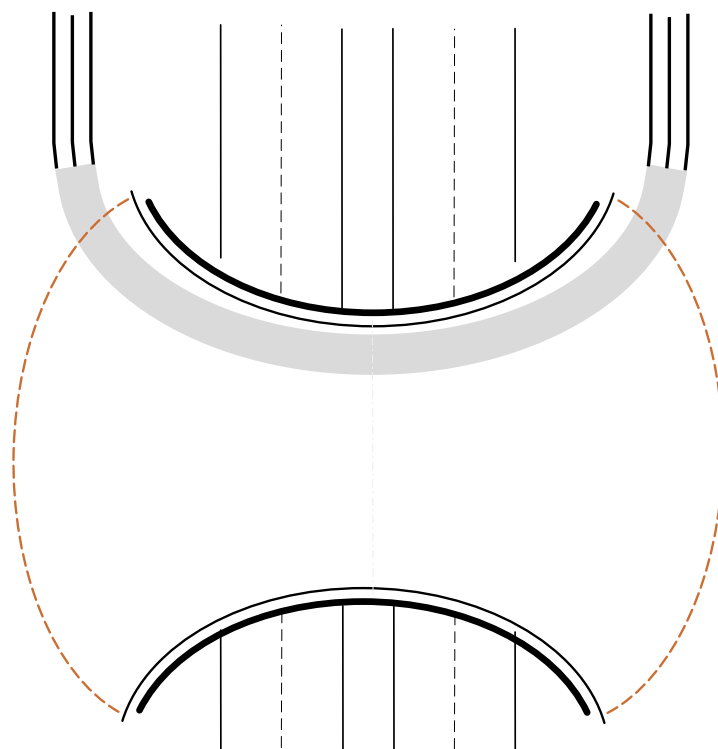


Fot. 33. Zabezpieczenia przed przejazdami w strefie przeznaczony dla zwierząt na przejściu górnych, wykonane z głazów – autostrada A2.



Ryc. 17. Schemat przebiegu drogi na powierzchni przejścia górnego zespolonego – droga niewywierająca znaczącego wpływu na przemieszczanie się zwierząt.





Ryc. 18. Schemat przebiegu drogi na powierzchni przejścia górnego zespolonego – przypadek szczególny, kiedy droga może wywierać znaczący wpływ na przemieszczanie się zwierząt.



Fot. 34. Droga gruntowa w centralnej części przejścia górnego – droga B31neu (Niemcy).



Fot. 35. Droga umocniona kruszywem na powierzchni przejścia górnego – autostrada A4.



Fot. 36. Droga gruntowa pośrodku przejścia górnego dla średnich zwierząt – autostrada A36 (Francja).

– przejścia dla nietoperzy.

Mogą być projektowane poprzez adaptację górnych wiaduktów dla dróg publicznych (wyposażenie obiektu w wysokie ekrany odbijające i roślinność naprowadzającą) (Fot. 37). Rodzaj nawierzchni drogi nie posiada kluczowego znaczenia dla skuteczności obiektu. Należy unikać dróg o dużym natężeniu ruchu (zalecane < 2000 pojazdów/dobę) ze względu na zagrożenie kolizjami.

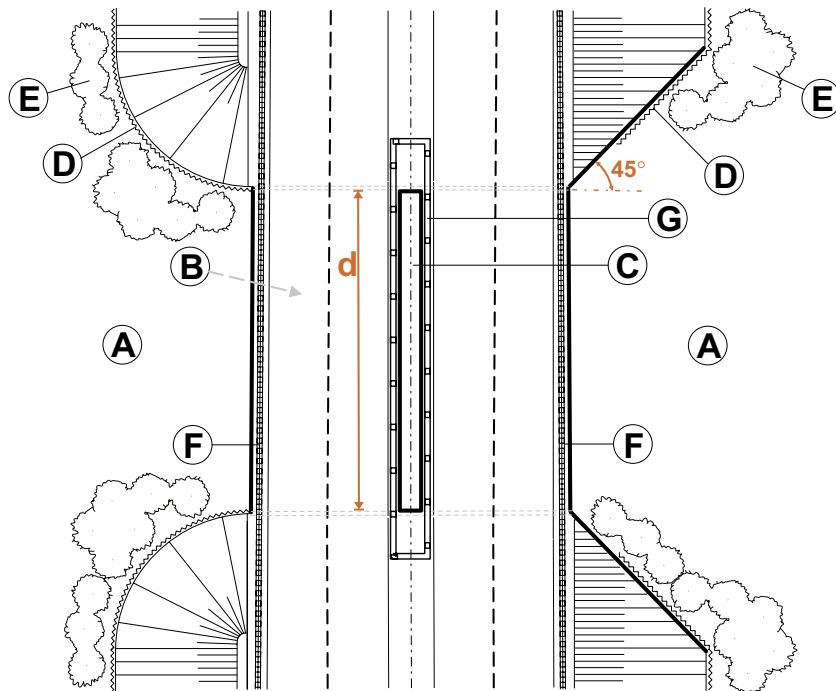




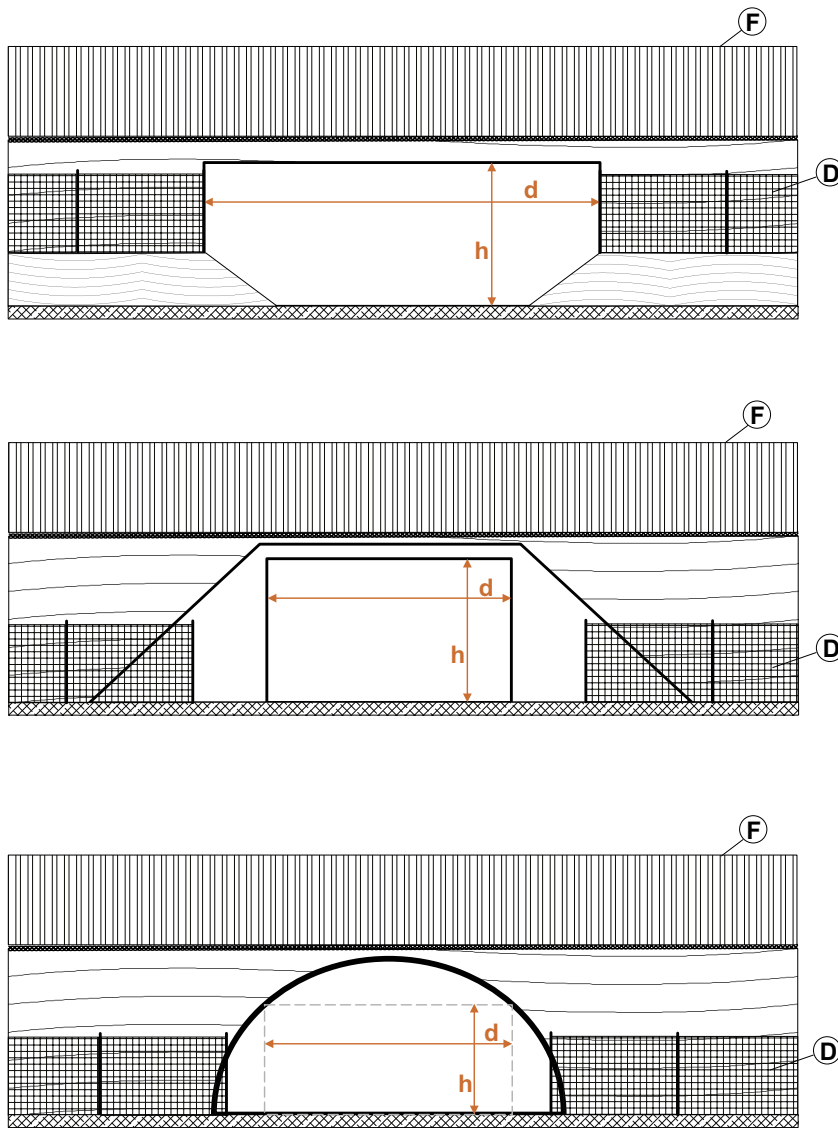
Fot. 37. Wąski wiadukt nad autostradą A4 (ok. 8 m. szer.) z lokalną drogą brukową – tego typu obiekty z ekranami mogą spełniać funkcje przejść dla nietoperzy (po wprowadzeniu nasadzeń naprowadzających).

## 4. Przejścia dolne samodzielne dla dużych i średnich zwierząt

### 4.1. Schemat obiektu (widok z przodu) – Ryc. 19–20



Ryc. 19. Schemat przejścia dolnego dla dużych i średnich zwierząt – rzut z góry.



Ryc. 20. Schemat przejścia dolnego dla dużych i średnich zwierząt – widok z przodu.

- A – dojsčia – strefy łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,
- B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji wiaduktu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,
- C – okno doświetleniowe (szczelina doświetleniowa) – otwór konstrukcyjny zapewniający dostęp światła do powierzchni przejścia,
- D – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi, odpowiednio zmodyfikowane w obszarze przejściach,
- E – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierząt do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,
- F – wariant I: ekran przeciwośnieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parkanów/płotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojszczach,  
 – wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojszczach,

- G – ekran akustyczny – pionowa konstrukcja z płyt transparentnych wokół okna doświetleniowego (szczeliny doświetleniowej) w poziomie jezdni, ograniczająca przenikanie hałasu do powierzchni przejścia,
- d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),
- h – efektywna wysokość przejścia (w strefie dostępnej dla zwierząt).

#### 4.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 38–40)



Fot. 38. Przejście dolne dla dużych zwierząt – konstrukcja żelbetowa, jednoprzęsłowa – autostrada A1.



Fot. 39. Przejście dolne dla średnich zwierząt – konstrukcja żelbetowa, dwuprzęsłowa – autostrada A20 (Niemcy).

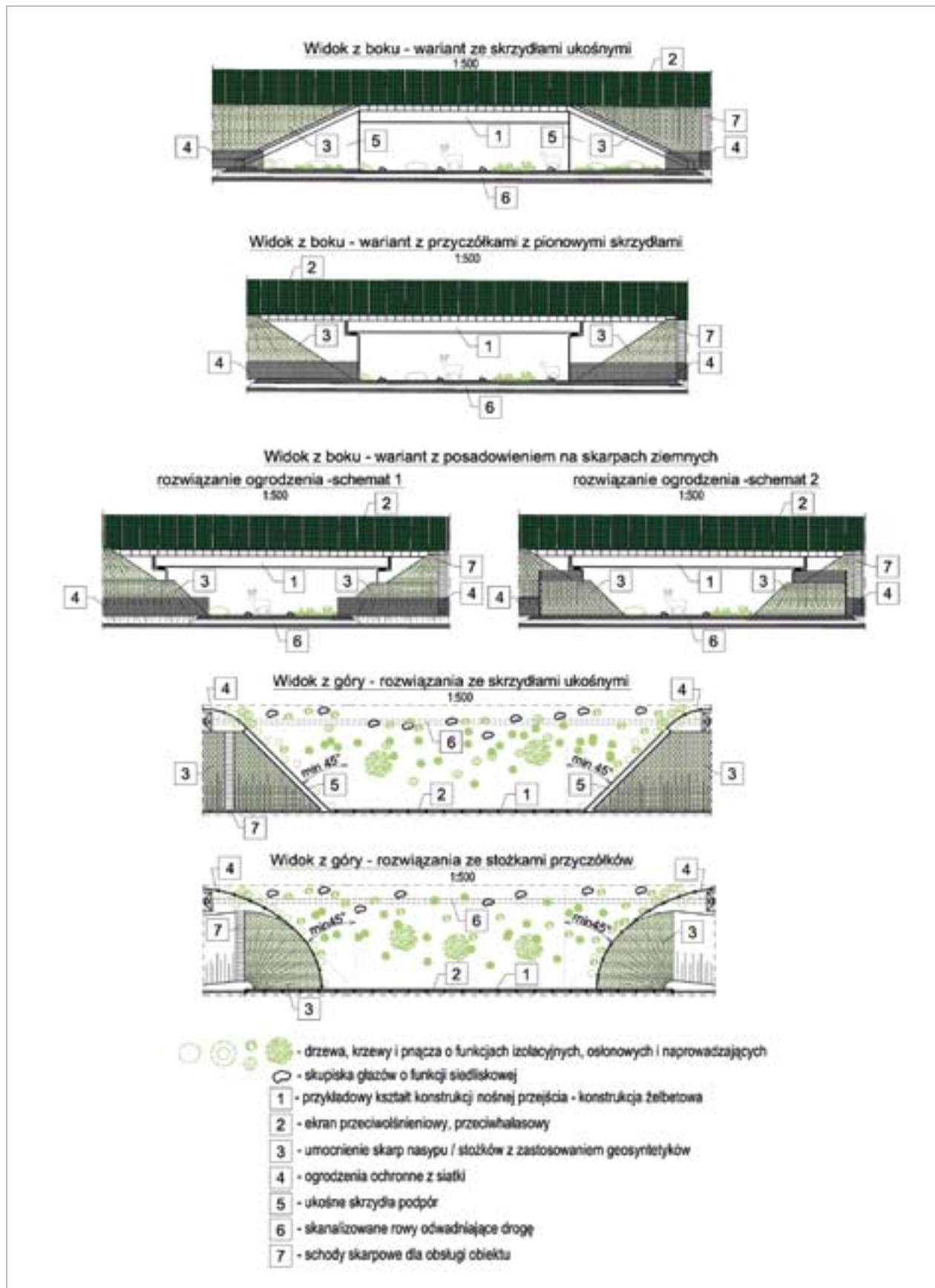


Fot. 40. Przejście dolne dla średnich zwierząt – konstrukcja z blachy falistej na ławach żelbetowych – droga ekspresowa S-3 (w budowie).



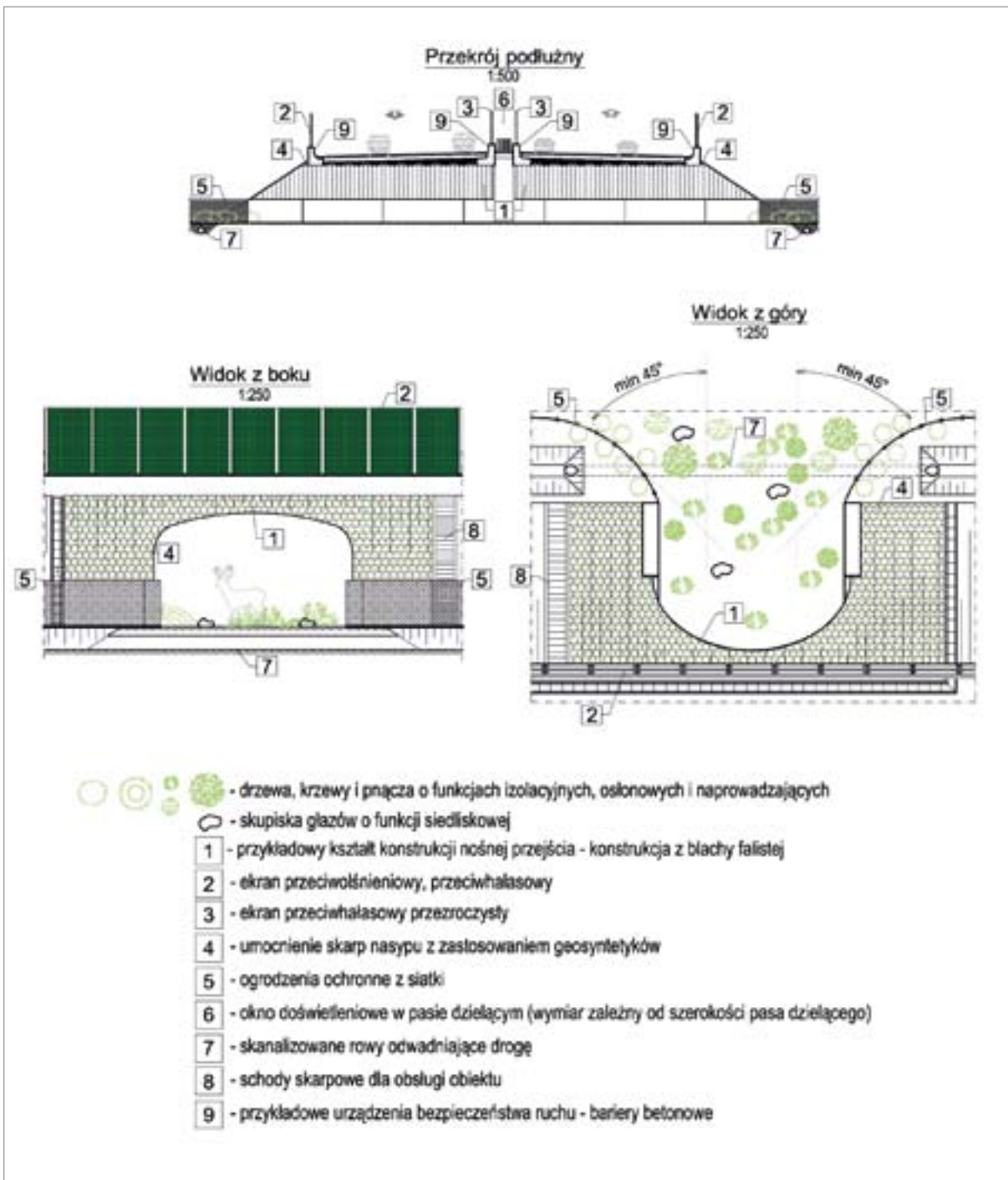
### 4.3. Projektowanie konstrukcji przejść – Rysunek 6–10

Rysunek 6. Optymalne rozwiązania projektowe przejść dolnych samodzielnych – konstrukcja żelbetowa, jednoprzęsłowa.

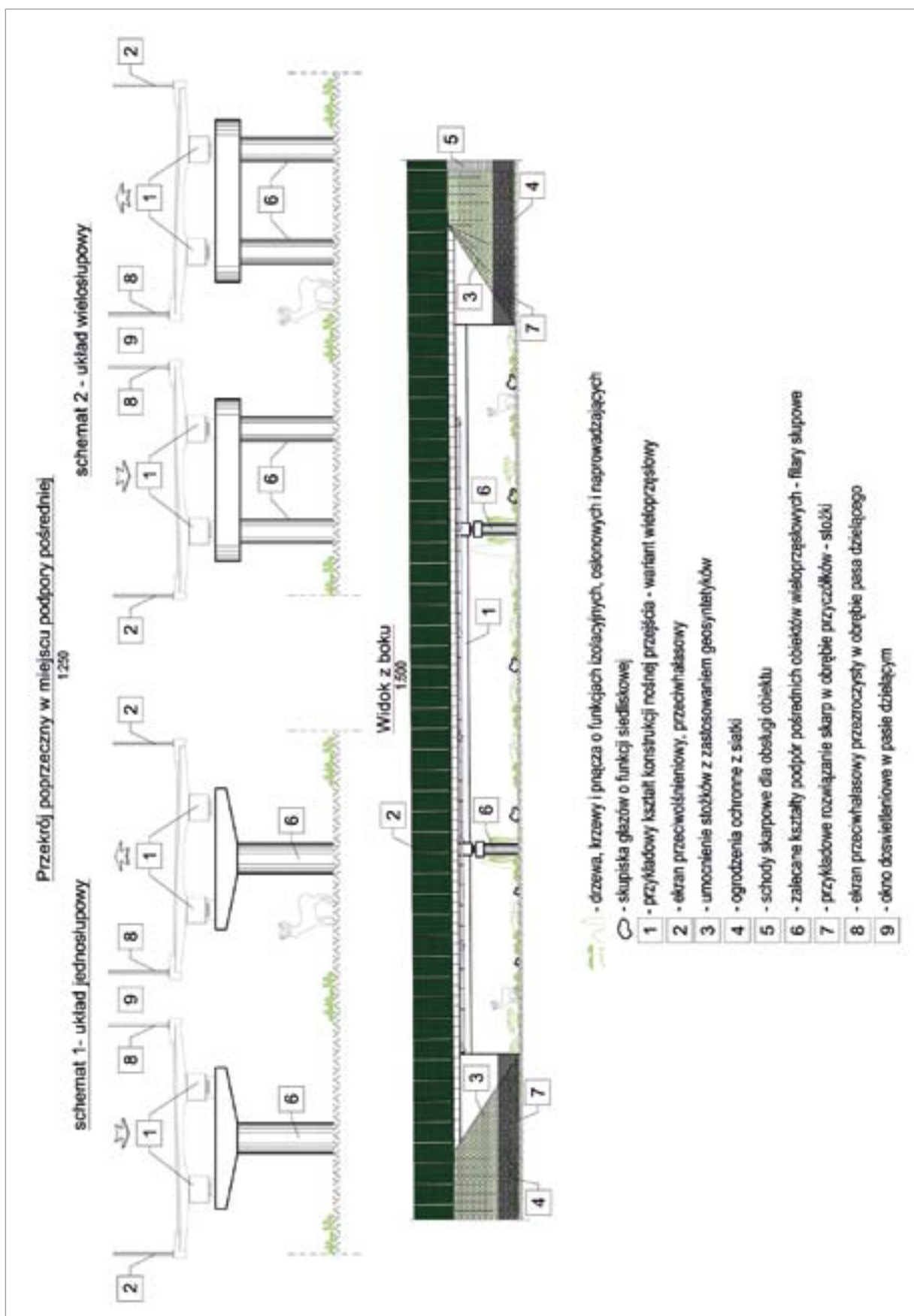




Rysunek 7. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia dolnego samodzielne – konstrukcja z blach falistych na ławach żelbetowych.



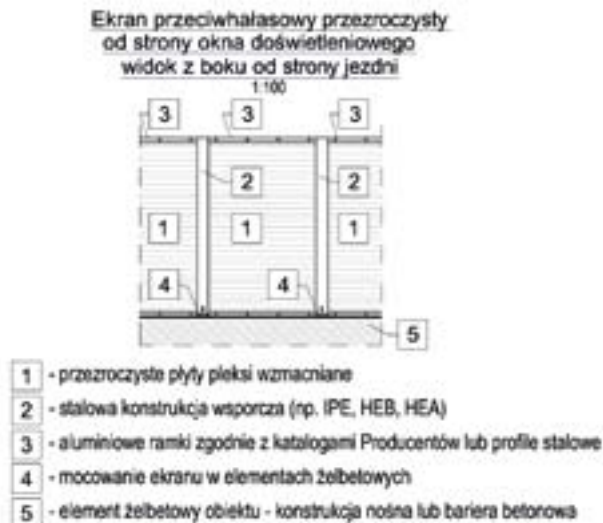
Rysunek 8. Optymalne rozwiązania projektowe przejść dolnych samodzielnych – konstrukcja żelbetowa, wieloprzęsłowa. Zalecane rozwiązania projektowe podpór pośrednich.



Rysunek 9. Zalecane rozwiązania projektowe urządzeń dylatacyjnych – zalecane do zastosowania w przypadku przejść dla zwierząt – ze względu na niską emisję hałasu.



Rysunek 10. Zalecane rozwiązania projektowe ekranów akustycznych wokół szczelin (okien) doświetleniowych – stosowanych w celu ograniczenia poziomu hałasu na powierzchni przejść dolnych.



#### 4.4. Projektowanie powierzchni przejść

a) lokalizacja i przebieg ogrodzeń.

Ogrodzenia ochronne powinny być połączone szczelnie ze ścianami przyczółków lub z krągami powłoki stalowej (obiekty z blachy falistej). Lokalizacja ogrodzeń przy obiektach betonowych zależy od rozwiązań projektowych przyczółków (obecność skarp oporowych). (patrz: Rysunek 6, 7, 8).

b) ekrany przeciwoślnościowe.

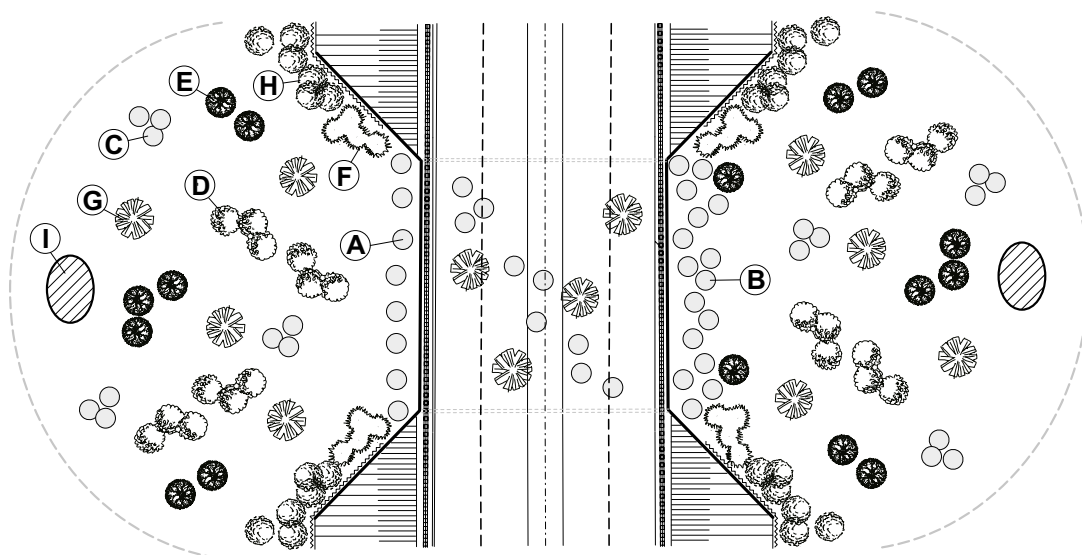
Powinny być projektowane na wszystkich przejściach nie posiadających typowych ekranów akustycznych i zlokalizowane powyżej wylotów przejścia (wzdłuż jezdni). Ekranami należy objąć odcinek drogi obejmujący przejście oraz przylegający do niego obszar naprowadzania zwierząt, który powinien być wyznaczony indywidualnie dla każdego obiektu

(z uwzględnieniem m.in. lokalnej rzeźby terenu, rozmieszczenia i kształtu przecinanych siedlisk i korytarzy ekologicznych). Minimalny odcinek drogi wyposażony w ekrany –  $\geq 50$  m od zewnętrznych krawędzi przejścia – w każdym kierunku; wysokość minimalna ekranów – 2 m. (patrz: Rysunek 6, 7, 8).

c) ekrany akustyczne.

Ekranu powinny być projektowane na wszystkich przejściach dla dużych zwierząt. Zaleca się projektowanie prostych konstrukcyjnie ekranów odbijających o powierzchni nieprzezroczystej, zlokalizowanych powyżej wylotów przejścia (wzdłuż jezdni). Ekranu należy projektować na przejściu oraz przylegającym odcinku drogi, którego długość powinna być wyznaczona indywidualnie dla każdego obiektu (z uwzględnieniem czynników decydujących o natężeniu i propagacji hałasu). Minimalny odcinek drogi wyposażony w ekrany –  $\geq 50$  m od zewnętrznych krawędzi przejścia – w każdym kierunku. Wysokość ekranów powinna wynikać z obliczeń i prognoz, lecz nie powinna być mniejsza niż wysokość ogrodzeń (patrz: Rysunek 6, 7, 8).

d) zagospodarowanie powierzchni.



Ryc. 21. Schemat (rzut z góry) optymalnego zagospodarowania powierzchni i otoczenia przejścia dolnego zlokalizowanego w obszarze leśnym lub mozaiki polno-leśnej.

Objaśnienie symboli:

- A – głązy zabezpieczające przed przejazdami – pojedynczy rząd
- B – głązy zabezpieczające przed przejazdami – układ wielorzędowy
- C – małe skupiska głązów o funkcjach siedliskotwórczych
- D – krzewy liściaste – nasadzenia kępowe
- E – drzewa i krzewy owocowe (nisko- i średniopienne, np. dzikie odmiany jabłoni) – nasadzenia pojedyncze
- F – krzewy cierniste – nasadzenia kępowe
- G – karpie korzeniowe, stosy gałęzi, konary, martwe kłody
- H – krzewy liściaste – nasadzenia rządowe
- I – sadzawka (wodopój)

W przypadku, gdy warunki świetlne pozwalają na rozwój roślinności na powierzchni przejścia (zwłaszcza wysokie estakady) należy odtworzyć warunki glebowe umożliwiające rozwój roślinności (minimalna miąższość gleby – patrz: Rozdział 6, Pkt. 3), której skład gatunkowy i struktura powinny być zbliżone do zbiorowisk roślinnych występujących w otoczeniu przejścia (co spowoduje częściowe zachowanie ciągłości struktury przecinanych przez drogę siedlisk). W sytuacji, gdy przejście ma być wykorzystywane przez małe zwierzęta (małe ssaki roślinożerne i drapieżne, bezkręgowce oraz ptaki preferujące krzewy i zarośla) konieczne

jest zaprojektowanie odpowiedniej struktury roślinności złożonej z gatunków zapewniających bazę pokarmową oraz dogodne miejsca ukrycia. Mikrosiedliska powinny być tworzone z wykorzystaniem roślinności oraz głązów, karp korzeniowych, kłód drewna, konarów, gałęzi etc. W przypadku gdy przejście ma być wykorzystywane przez nietoperze należy wprowadzić liniowe nasadzenia drzew i krzewów połączone z podobnymi strukturami poza obiektem. Podstawowe zasady kształtowania roślinności:

- struktura przestrzenna (pionowa i pozioma) roślinności w obszarze przejść i ich sąsiedztwie powinna być podobna do występującej w otoczeniu obiektów,
- należy dążyć do kształtowania roślinności o możliwie najwyższej liczbie gatunków i silnie zróżnicowanej strukturze (przez nieregularne więźby, różne formy skupienia),
- należy stworzyć warunki do spontanicznej ekspansji roślinności i sukcesji naturalnej.

W przypadku, gdy warunki świetlne nie pozwalają na rozwój roślinności na powierzchni przejścia, w strefie bezpośredniego sąsiedztwa przejścia (o odpowiednim osłonecznieniu) należy odtworzyć warunki glebowe umożliwiające rozwój roślinności, której skład gatunkowy i struktura powinny być zbliżone do zbiorowisk roślinnych występujących w otoczeniu obiektu. Powierzchnia przejścia (w strefie zacienionej, bez możliwości rozwoju roślinności) powinna być pokryta rodzimym piaszczystym gruntem mineralnym. Na powierzchni należy stworzyć dogodne miejsca ukrycia dla małych zwierząt (mikrosiedliska tworzone z wykorzystaniem głązów, karp korzeniowych, kłód drewna, konarów, gałęzi etc.) (patrz: Ryc. 21).

e) zabezpieczenia przed dostępem ludzi.

Wprowadzenie zabezpieczeń jest konieczne na wszystkich przejściach, na których istnieje zagrożenie niepożądanego penetracji przez ludzi. Zabezpieczenia powinny znajdować się na krańcach powierzchni przejścia i powinny być w pełni skuteczne dla zatrzymania ruchu pojazdów osobowych oraz znacząco utrudniać ruch wszelkich pojazdów terenowych i ruch pieszych. Należy stosować głązy, karp korzeniowe, kłody drewna, stopy gałęzi, nasadzenia ciernistych krzewów (patrz: Ryc. 21).

f) rowy i inne obiekty odwodnieniowe na przejściu.

W obszarze przeznaczonym do przemieszczania się zwierząt nie mogą znajdować się otwarte rowy o nachyleniu skarp  $> 1:2,5$ . Wszystkie rowy przecinające powierzchnię przejść powinny być skanalizowane (rurociąg) lub, w przypadku braku takiej możliwości, powinny mieć wypłaszczone skarpy z pokryciem gruntowym. Wszelkie obiekty odwodnieniowe należy lokalizować poza powierzchnią przejścia – w strefach położonych poza ogrodzeniami ochronnymi (nieдоступnymi dla zwierząt).

g) schody, balustrady, przejścia służbowe.

Należy ograniczyć do minimum projektowanie elementów związanych z obsługą obiektów i lokalizować je w strefach położonych poza ogrodzeniami ochronnymi (nieдоступnymi dla zwierząt). Balustrady przy schodach i gzymsach powinny być malowane w kolorach stonowanych, nawiązujących do otoczenia.

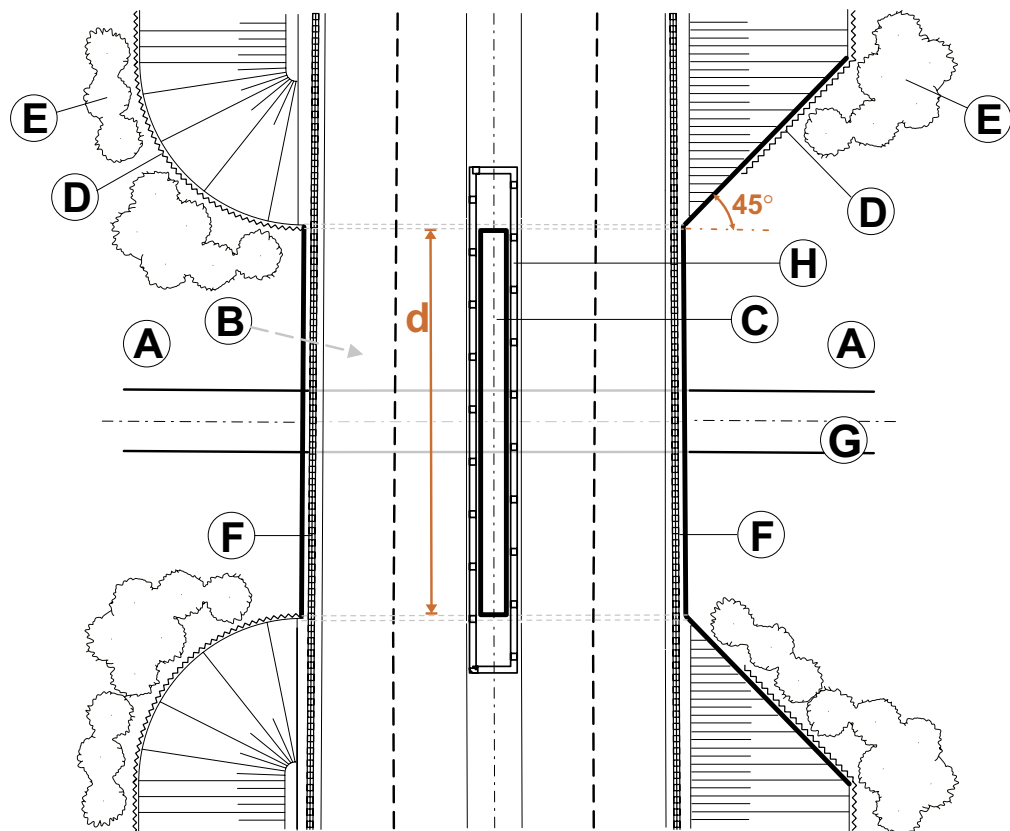
## 5. Przejścia dolne dla dużych, średnich i małych zwierząt zespolone z drogami

### 5.1. Schemat obiektu (widok z przodu) – Ryc. 22

- A – dojścia – strefy łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,
- B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji wiaduktu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,
- C – okno doświetleniowe (szczelina doświetleniowa) – otwór konstrukcyjny zapewniający dostęp światła do powierzchni przejścia,



- D – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi, odpowiednio zmodyfikowane w obszarze przejściach,
- E – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierząt do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,
- F – wariant I: ekran przeciwoślepieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parkanów/płotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojazdach,
  - wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojazdach,
- G – droga – powinna posiadać możliwie najmniejszą szerokość, nawierzchnię gruntową, ew. umocnioną kruszywem, lokalizacja w centralnej części przejścia,
- H – ekran akustyczny – pionowa konstrukcja z płyt transparentnych wokół okna doświetleniowego (szczeliny doświetleniowej) w poziomie jezdni, ograniczająca przenikanie hałasu do powierzchni przejścia,
- d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),
- h – efektywna wysokość przejścia (w strefie dostępnej dla zwierząt).



Ryc. 22. Schemat przejścia dolnego dla dużych i średnich zwierząt zespolonego z drogą – rzut z góry.

## 5.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 41–42)



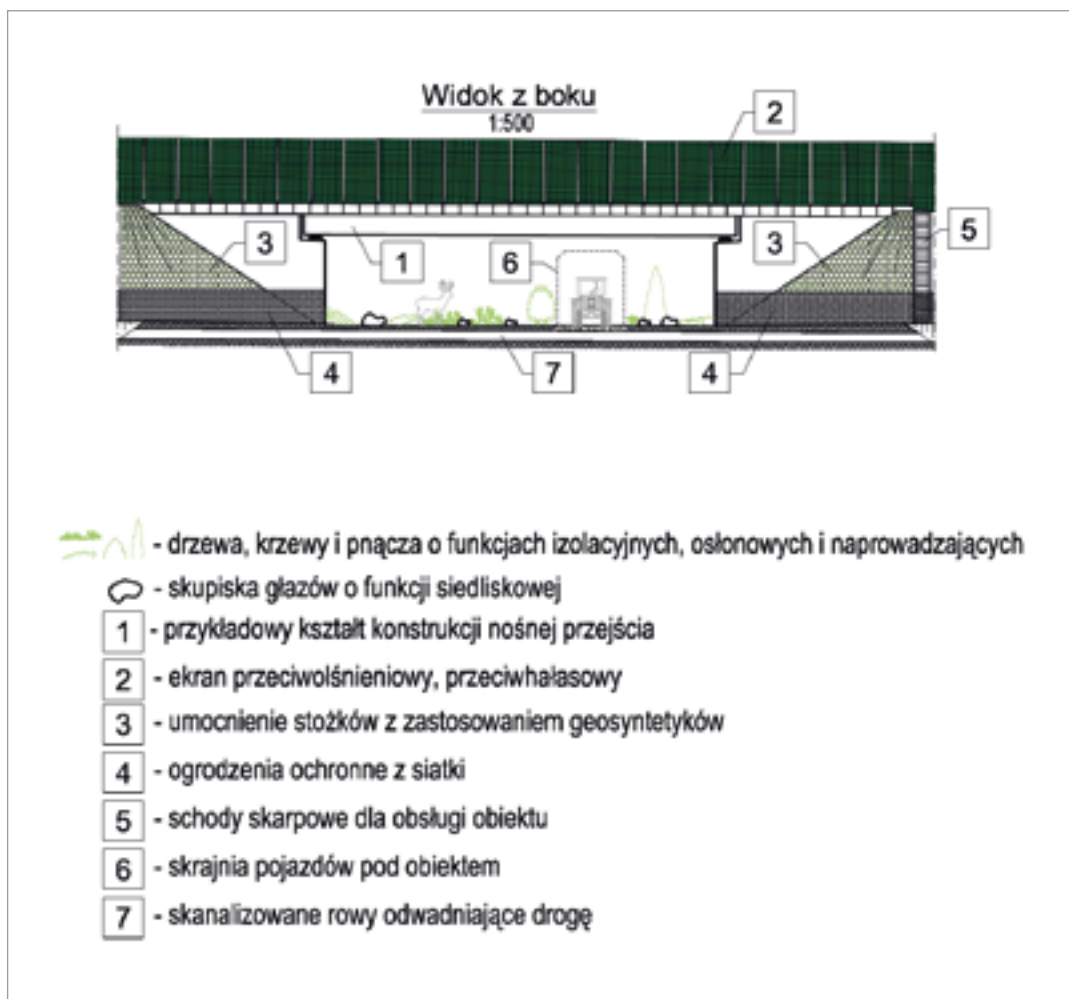
Fot. 41. Przejście dolne zespolone z drogą leśną – konstrukcja żelbetowa, jednoprzęsłowa – droga ekspresowa S-3.



Fot. 42. Przejście dolne zespolone z drogą serwisową – konstrukcja żelbetowa, dwuprzęsłowa – autostrada A2.

### 5.3. Projektowanie konstrukcji przejść – Rysunek 11

Rysunek 11. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia dolnego zespolonego z drogą gruntową – konstrukcja żelbetowa, jednoprzęsłowa.



### 5.4. Projektowanie powierzchni przejść

a) wymiary minimalne (szerokość i wysokość) – w przypadku projektowania przejść zespolonych z drogami kluczową kwestią jest uwzględnienie odpowiednio szerokich, gruntowych pasów terenu, położonych poza ruchem pojazdów, których wymiary minimalne powinny być następujące:

- $2 \times 5,0$  m – przejścia dla dużych zwierząt, zapewnienie światła pionowego  $\geq 4,5$  m; zalecane jest lokalizowanie przejścia pod oddzielnym przęsłem o świetle zgodnym z zaleceniami dla przejść dolnych samodzielnych,
- $2 \times 3,5$  m – przejścia dla średnich zwierząt, zapewnienie światła pionowego  $\geq 3,5$  m,
- $2 \times 2,0$  m – przejścia dla małych zwierząt.

b) lokalizacja, przebieg, parametry i cechy konstrukcyjne oraz ruchowe drogi na powierzchni przejść.

Droga powinna przebiegać po powierzchni przejścia wzdłuż linii prostej a jej oś powinna być zlokalizowana:

- w centralnej części przejścia – obiekty jednoprzęsłowe,
- w centralnej części skrajnego przęsła – obiekty wieloprzęsłowe.

Po obu stronach drogi muszą znajdować się przeznaczone dla zwierząt pasy gruntowe porośnięte roślinnością (jeśli pozwalają na to warunki świetlne). Na powierzchni przejść mogą znajdować się jedynie drogi użytkowane sporadycznie o minimalnym natężeniu ruchu (drogi serwisowe, gospodarcze, dojazdowe do pojedynczych zabudowań), które muszą posiadać nawierzchnię gruntową, ew. umocnioną kruszywem naturalnym (żwir) lub łamanym (kliniec). Niedopuszczalne jest lokalizowanie dróg publicznych o natężeniu ruchu  $> 500$  pojazdów/dobę. Wzdłuż drogi nie należy instalować barier ochronnych oraz nie należy stawiać znaków drogowych.

c) zabezpieczenia przed dostępem ludzi.

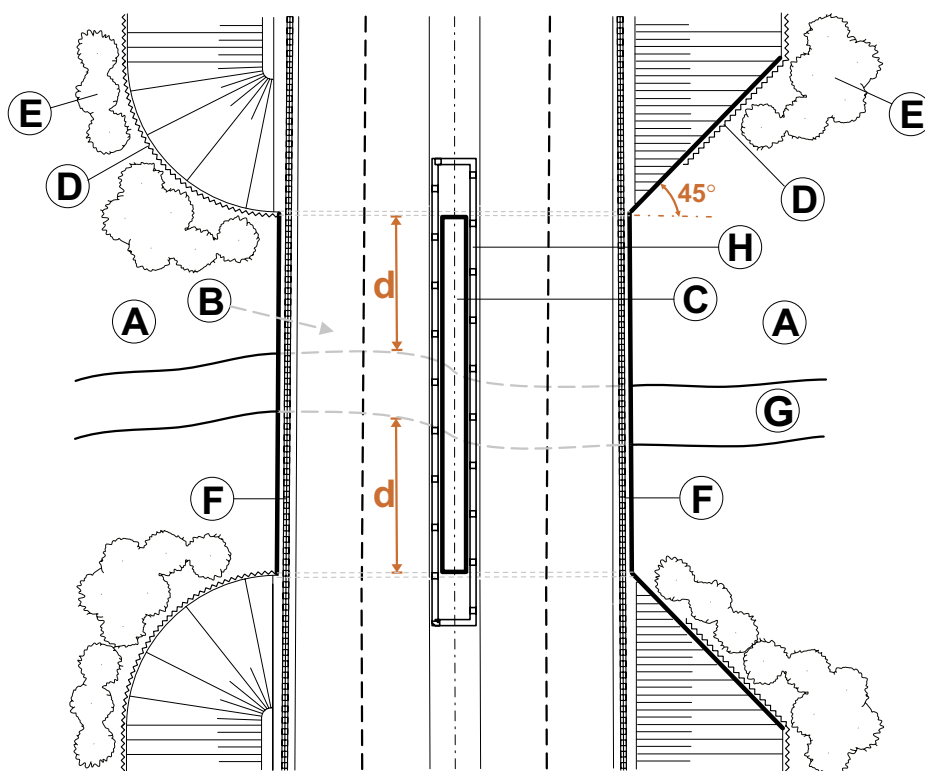
W przypadku przejść zespolonych z drogami występują problemy podobne do przejść samodzielnych (patrz: Pkt. 4.4). Inne są jedynie ich lokalizacje, gdyż w obiektach zespolonych zabezpieczenia powinny obejmować dodatkowo pobocza drogi (brak takich zabezpieczeń powoduje często przejazdy poza wyznaczoną drogą).

d) rozwiązania analogiczne jak dla przejść dolnych samodzielnych (patrz: Pkt. 4.4) w zakresie:

- zagospodarowanie powierzchni,
- lokalizacja i przebieg ogrodzeń i ekranów,
- konstrukcja ekranów akustycznych,
- obiekty odwodnieniowe na przejściu,
- projektowanie schodów, balustrad, przejść służbowych.

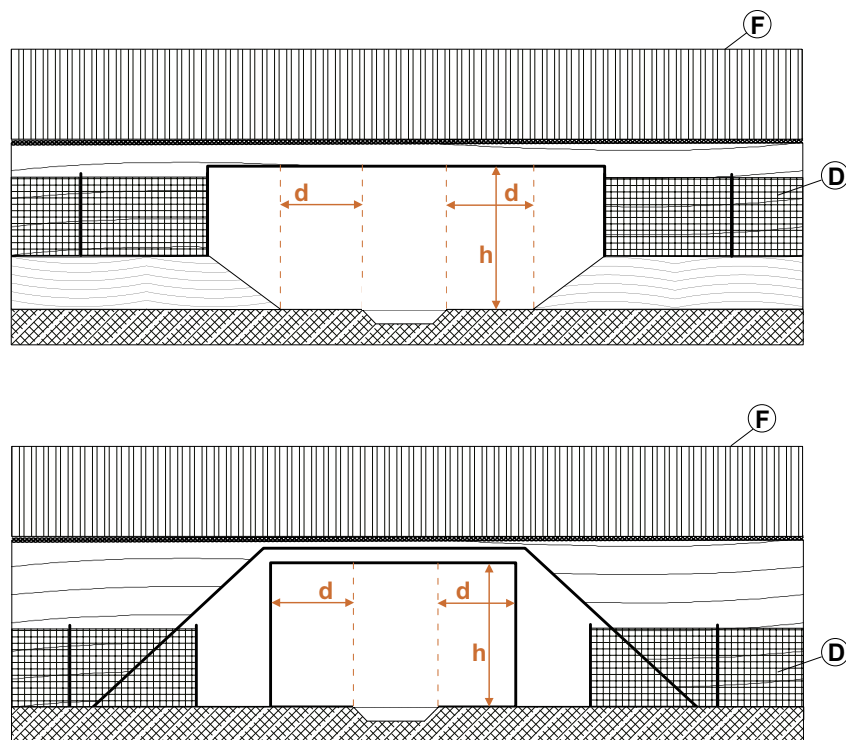
## 6. Przejścia dolne dla dużych i średnich zwierząt zespolone z ciekami wodnymi

### 6.1. Schemat obiektu (widok z przodu) – Ryc. 23, 24



Ryc. 23. Schemat przejścia dolnego dla dużych i średnich zwierząt zespolonego z ciekami – rzut z góry.

- A – dojścia – strefy łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,
- B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji wiaduktu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,
- C – okno doświetleniowe (szczelina doświetleniowa) – otwór konstrukcyjny zapewniający dostęp światła do powierzchni przejścia,
- D – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi, odpowiednio zmodyfikowane w obszarze przejściach,
- E – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierząt do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,
- F – wariant I: ekran przeciwoślepieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parkanów/płotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojściach,  
 – wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojściach,
- G – koryto ciekłu – powinno pozostać w możliwie najbardziej naturalnej postaci, lokalizacja w centralnej części przejścia,
- d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),
- h – efektywna wysokość przejścia (w strefie dostępnej dla zwierząt).



Ryc. 24. Schemat przejścia dolnego dla dużych i średnich zwierząt zespolonego z ciekłem – widok z przodu.



## 6.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 43–45)



Fot. 43. Przejście dolne dla średnich zwierząt zespolone z kanałem i drogą gospodarczą – konstrukcja żelbetowa, jednoprzęsłowa – autostrada A20 (Niemcy).



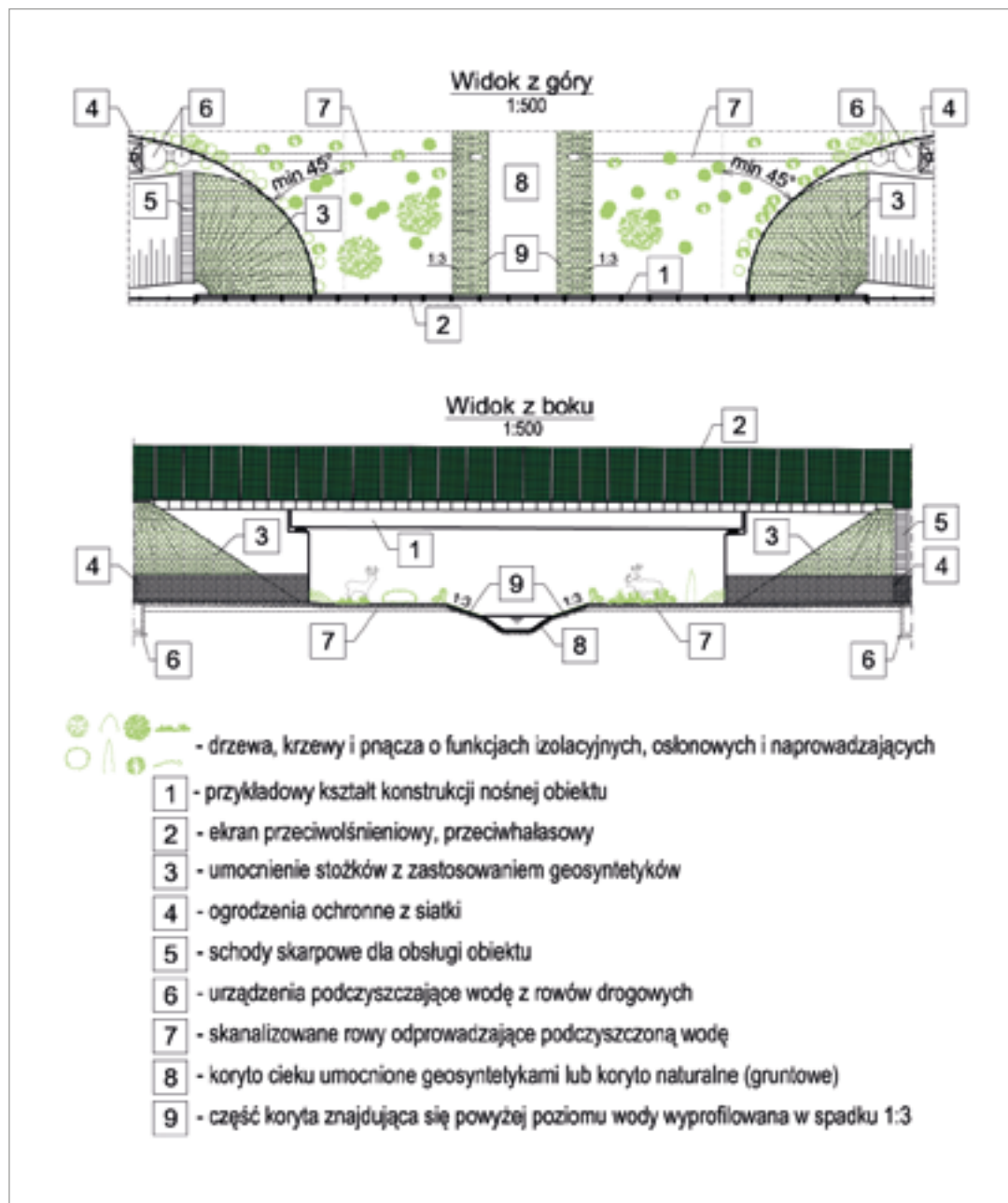
Fot. 44. Przejście dolne dla średnich zwierząt zespolone ze strumieniem – konstrukcja z blachy falistej na ławach żelbetowych – droga ekspresowa S-3.



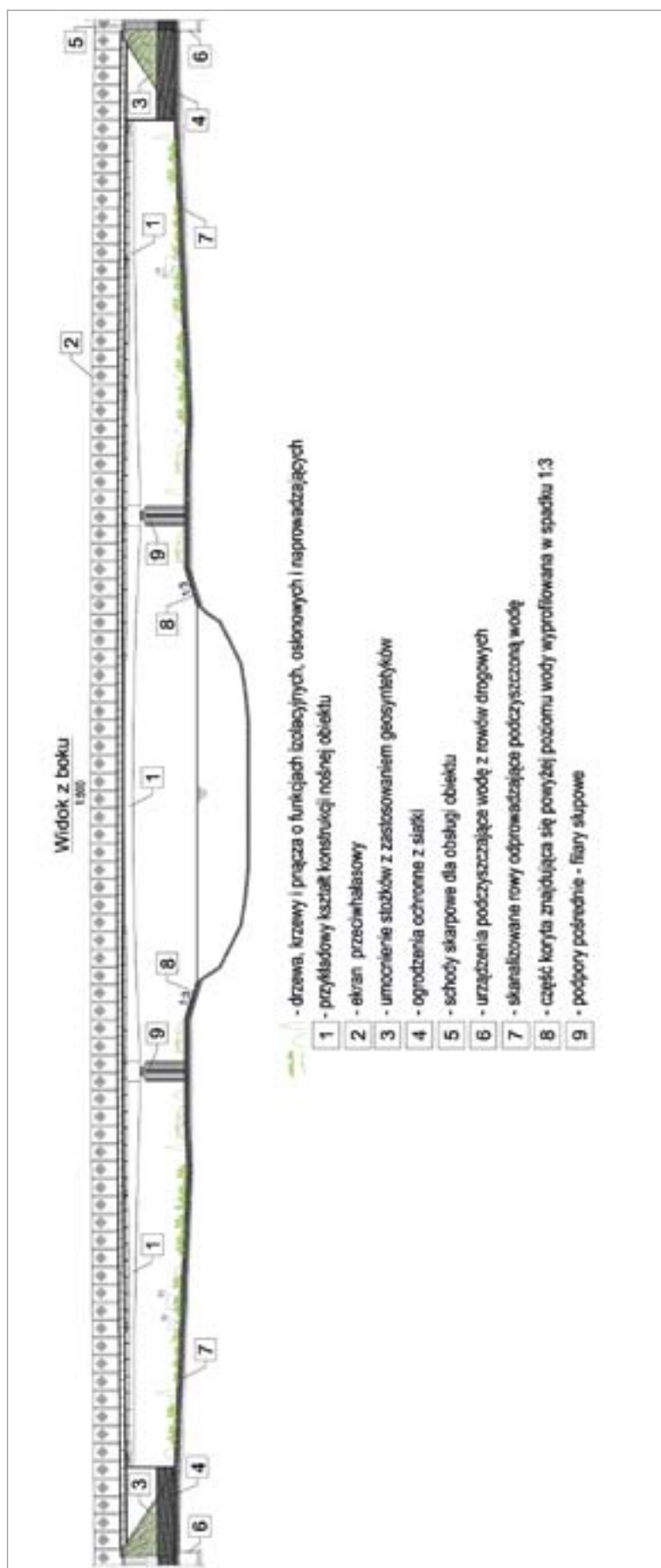
Fot. 45. Przejście dolne dla dużych zwierząt zespolone z potokiem – konstrukcja żelbetowa, dwuprzęsłowa – droga ekspresowa S-3.

### 6.3. Projektowanie konstrukcji przejść – Rysunek 12–13

Rysunek 12. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia dolnego zespolonego z ciekami – konstrukcja żelbetowa, jednoprzęsłowa.



Rysunek 13. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia dolnego zespolonego z ciekami – konstrukcja żelbetowa, wieloprzęsłowa.



## 6.4. Projektowanie powierzchni przejść

a) szerokość pasów gruntowych (półek ziemnych) przeznaczonych dla zwierząt.

Powinna być dostosowana do funkcji ekologicznych obiektu i wynosić minimum:

- $2 \times 2,5$  szerokości cieku (zalecane  $> 2 \times 15$  m) w przypadku przejść o funkcjach krajobrazowych (zachowanie ciągłości funkcjonalnej przecinanych ekosystemów i korytarzy ekologicznych),
- $2 \times$  szerokość cieku w przypadku przejść dla dużych i średnich zwierząt (zapewnienie przemieszczania kluczowych gatunków fauny).

Podane parametry szerokości pasów gruntowych obejmują zarówno strefy okresowo zalewane (powyżej poziomu wody średniej) oraz strefy suche (powyżej poziomu wody wysokiej).

b) wysokość od powierzchni pasów gruntowych (półek ziemnych) do spodu konstrukcji (światło pionowe).

Powinna być dostosowana do funkcji ekologicznych obiektu i wynosić minimum:

- 5 m w przypadku przejść o funkcjach krajobrazowych i przejść dla dużych zwierząt,
- 3,5 m w przypadku przejść dla średnich zwierząt,
- $> 10$  m w przypadku konieczności zachowania (lub odbudowy) roślinności drzewiastej pod powierzchnią obiektu (w celu zachowania ciągłości struktury przecinanych zbiorowisk roślinnych).

Wysokość minimalna mierzona jest od najwyższego punktu suchych półek do najniżej położonych elementów konstrukcji obiektu.

c) położenie (rzędna) półek ziemnych w odniesieniu do warunków hydrologicznych.

W przypadku wszystkich przejść dla dużych i średnich zwierząt rzędna półek powinna znajdować się powyżej poziomu wody wysokiej dla danego cieku. Powierzchnia półek może posiadać zmienną rzędną (zmienna wysokość w strefach dostępnych dla zwierząt), pod warunkiem, że w każdym punkcie zostanie zachowana wymagana wysokość minimalna. W przypadku przejść dla średnich zwierząt (w sytuacji dużych trudności z uzyskaniem odpowiedniej wysokości) dopuszczalne jest zaprojektowanie półek ziemnych stopniowanych w taki sposób, że ich najniższe poziomy będą znajdowały się poniżej poziomu wody wysokiej. (patrz: Ryc. 25).

Ryc. 25.





d) powierzchnia suchych pólek.

Powinna być wyrównana i pokryta gruntem rodzimym lub innym o podobnych parametrach fizyko-chemicznych. Nie należy stosować kruszyw łamanych oraz naturalnych gruboziarnistych. Umocnienia powierzchni pólki należy stosować wyłącznie w sytuacjach koniecznych z wykorzystaniem takich materiałów, które zapewnią trwałe pokrycie gruntem (preferowane użycie geosyntetyków) – także w przypadku okresowego zalewania powierzchni. W przypadku odpowiednich warunków świetlnych do rozwoju roślinności należy wierzchnią warstwę pólki pokryć gruntem urodzajnym o żyzności i wilgotności wymaganej do optymalnego rozwoju gatunków roślin występujących w sąsiedztwie przejścia. W przypadku dużych obiektów (o odpowiednio szerokich półkach) zaleca się wykładanie pojedynczych głazów oraz karp korzeniowych, fragmentów pni, konarów, stosów gałęzi etc., w celu stworzenia mikrosiedlisk i zachęcenia małych zwierząt do korzystania z przejść.

e) lokalizacja i przebieg koryta ciek.

Koryto ciek powinno pozostać w niezmienionym przebiegu i być zlokalizowane:

- w centralnej części przejścia – obiekty jednoprzęsłowe,
- pod środkowym przęsłem – obiekty wieloprzęsłowe.

Po obu stronach ciek muszą znajdować się pasy (półki) gruntowe przeznaczone dla zwierząt. Szerokość obu pasów powinna być podobna, lecz szerokość jednego z pasów można zmniejszyć w sytuacji, gdy koryto ciek zlokalizowane jest asymetrycznie w dnie doliny lub gdy otoczenie przejścia na jednym z brzegów nie będzie sprzyjać wykorzystaniu przez zwierzęta (np. występowanie w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy).

f) umocnienia (ubezpieczenia) koryta ciek.

Należy pozostawić koryta cieków bez umocnień w każdym przypadku, w którym jest to dopuszczalne ze względów bezpieczeństwa konstrukcji mostu. W sytuacjach koniecznych umocnienia należy wykonywać (w pierwszej kolejności) z wykorzystaniem metod i materiałów biologicznych (roślinność stabilizująca, faszyna) oraz geosyntetyków (z zasypaniem gruntem) a w warunkach górskich i podgórskich stosować luźny narzut kamienny o zmiennej granulacji, w ostateczności stosować materiały betonowe lub gabiony (kosze i materace) z odpowiednim pokryciem gruntem. Bez względu na rodzaj umocnienia należy zachować możliwość swobodnego przemieszczania się wszystkich występujących gatunków zwierząt (w tym małych) w poprzek koryta ciek, w tym celu, w zależności od sposobu umocnienia należy:

- geosyntetyki.

Należy zasypać lub wypełnić szczelnie gruntem (geokraty) z zachowaniem nachylenia skarp  $< 1:2$ . W przypadku odpowiednich warunków świetlnych należy zastosować grunt urodzajny i wysiew traw.

- narzut kamienny.

Zastosowanie kamienia łamanego o grubej frakcji powoduje utrudnienie w przemieszczaniu się zwierząt, dlatego należy zastosować rozwiązania ułatwiające zwierzętom pokonywanie skarp poprzez:

- zasypanie szczelin pomiędzy głazami frakcją pośrednią i gruntem rodzimym (w wierzchniej warstwie) z dopuszczeniem ekspansji roślinności (ew. dodatkowy wysiew traw) co spowoduje powstanie wąskich ścieżek dla ruchu małych zwierząt,
- zaprojektowanie odcinków skarp koryta z frakcją drobniejszą, umożliwiającą wyprofilowanie łagodnych pochylni (nachylenie  $< 1:2$ ) o stosunkowo wyrównanej powierzchni (o szerokości min. 1 m), rozmieszczonych max. co 10 m na każdym z brzegów,
- płyty betonowe.

Należy stosować je wyłącznie w szczególnych, uzasadnionych przypadkach, z pominięciem cieków z naturalnym korytem. Zastosowanie płyt ażurowych o możliwie największych oczkach z zasypaniem gruntem – w przypadku odpowiednich warunków świetlnych należy zastosować grunt urodzajny i wysiew traw. Należy stosować umocnienia jedynie na skarpach koryta, w możliwie najwęższych pasach. Nachylenie umocnionych skarp  $< 1:2$ .

– gabiony (kosze i materace kamienne).

Należy stosować je w ostateczności ze względu na duże utrudnienia w przemieszczaniu się małych zwierząt oraz ssaków kopytnych. Umocnienia należy stosować jedynie na skarpach koryta, w możliwie najwyższych pasach. Powierzchnia gabionów musi być pokryta szczelnie drobnoziarnistym gruntem na podkładzie z geowłókniny lub innych, podobnych warstw pośrednich. Nachylenie umocnionych skarp  $< 1:2$ ,

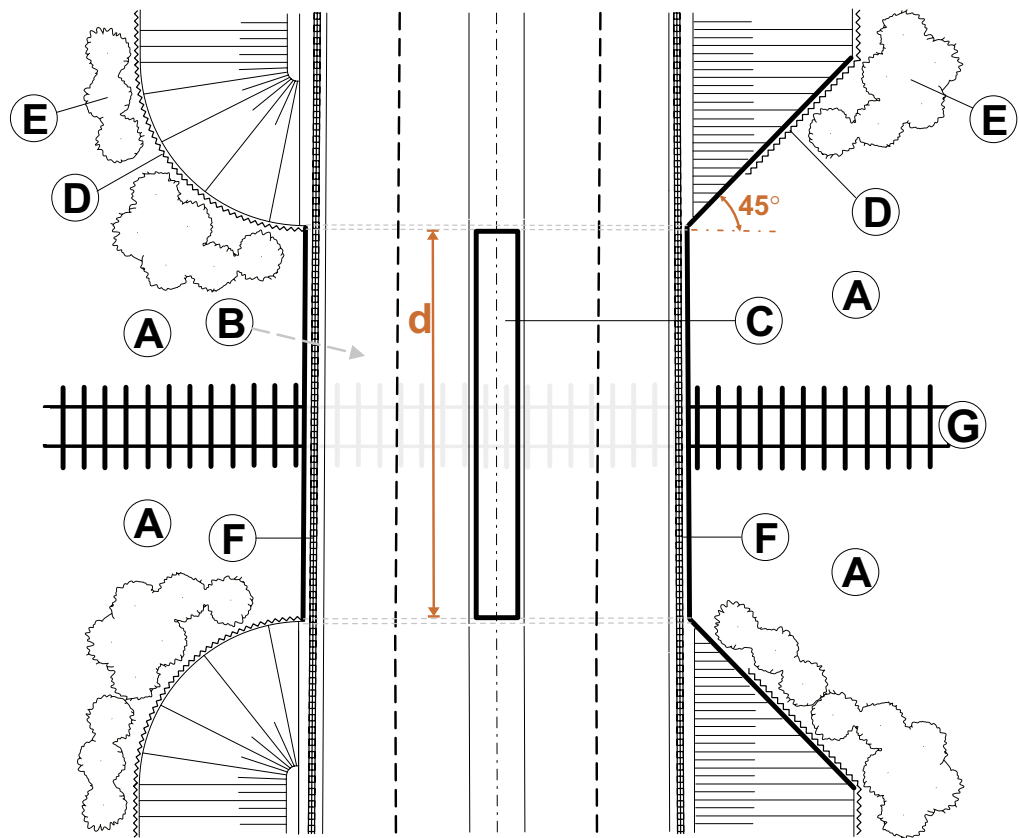
g) rozwiązania analogiczne jak dla przejść dolnych samodzielnych (patrz: Pkt. 4.4) w zakresie:

- zagospodarowanie powierzchni,
- lokalizacja i przebieg ogrodzeń i ekranów,
- konstrukcja ekranów akustycznych,
- obiekty odwodnieniowe na przejściu,
- zabezpieczenia przed dostępem ludzi,
- projektowanie schodów, balustrad, przejść służbowych.

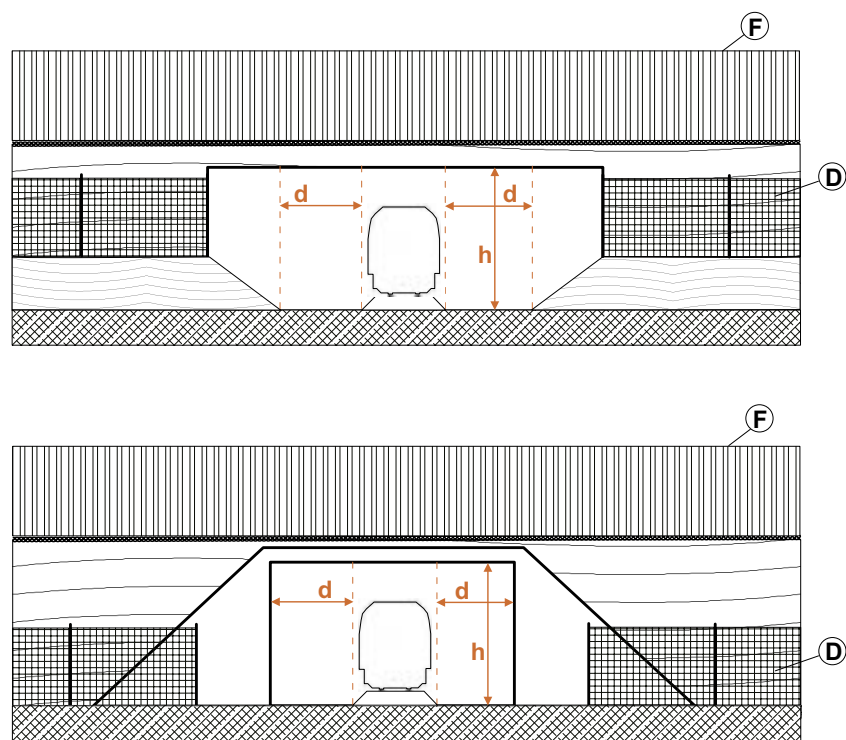
## 7. Przejścia dolne dla średnich i małych zwierząt zespolone z liniami kolejowymi

### 7.1. Schemat obiektu (widok z przodu) – Ryc. 26, 27

- A – dojścia – strefy łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,
- B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji wiaduktu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,
- C – okno doświetleniowe (szczelina doświetleniowa) – otwór konstrukcyjny zapewniający dostęp światła do powierzchni przejścia,
- D – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi, odpowiednio zmodyfikowane w obszarze przejściach,
- E – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierząt do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,
- F – wariant I: ekran przeciwoślnieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parkanów/płotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojściach,
  - wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojściach,
- G – linia kolejowa – powinna przebiegać na niewysokim nasypie, lokalizacja w centralnej części przejścia,
- d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),
- h – efektywna wysokość przejścia (w strefie dostępnej dla zwierząt).



Ryc. 26. Schemat przejścia dolnego dla zwierząt zespolonego z linią kolejową – rzut z góry.



Ryc. 27. Schemat przejścia dolnego zespolonego z linią kolejową – widok z przodu.

## 7.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 46–47)



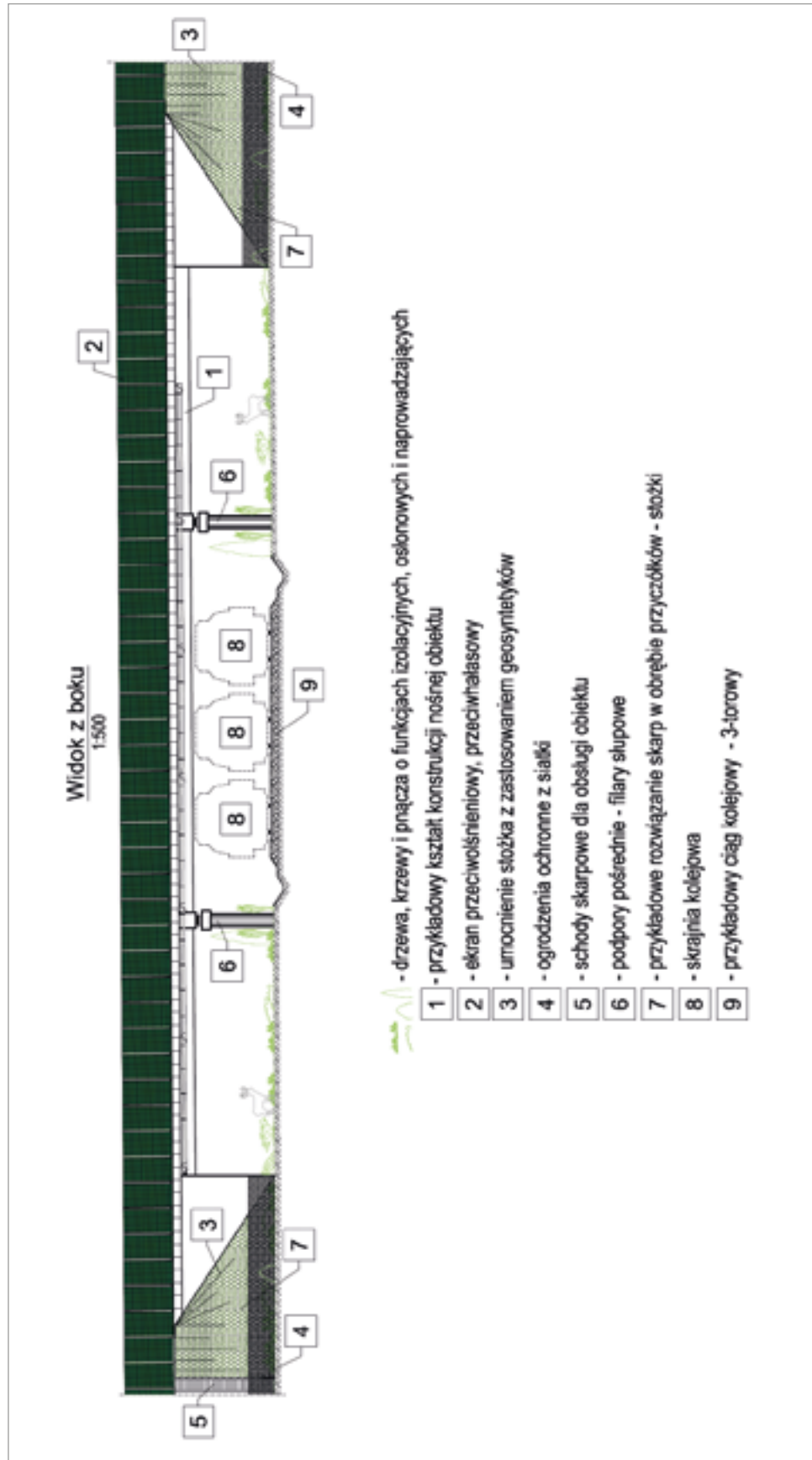
Fot. 46. Przejście dolne zespolone z linią kolejową – konstrukcja żelbetowa, jednoprzęsłowa – autostrada A1.



Fot. 47. Przejście dolne zespolone z linią kolejową – konstrukcja stalowa, wieloprzęsłowa – autostrada A4.

### 7.3. Projektowanie konstrukcji przejść – Rysunek 14

Rysunek 14. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia dolnego zespolonego z linią kolejową – konstrukcja żelbetowa, wieloprzęsłowa.





## 7.4. Projektowanie powierzchni przejść

a) lokalizacja linii kolejowej i jej rzędna względem powierzchni przejścia.

Linia powinna przebiegać po powierzchni przejścia wzdłuż prostej, optymalnie na niewysokim nasypie (do 1 m), a jej oś powinna być zlokalizowana:

- w centralnej części przejścia – obiekty jednoprzęsłowe,
- w centralnej części skrajnego przęsła – obiekty wieloprzęsłowe.

b) rowy odwodnieniowe wzdłuż linii.

Wzdłuż linii (na powierzchni przejścia) nie mogą znajdować się głębokie rowy, które znacząco ograniczą szerokość stref dostępnych dla zwierząt. Optymalnym rozwiązaniem jest skanalizowanie odwodnienia pod wiaduktem oraz na odcinku min. 50 m od jego krańców (w obu kierunkach) lub zastosowanie płytki rowów ziemnych – o głębokości < 1,0 m, i nachyleniu skarp nie większym niż 1:2,5.

c) obiekty towarzyszące linii.

Na powierzchni przejścia oraz w jego bezpośrednim sąsiedztwie (w odległości < 50 m) nie powinny znajdować się dodatkowe urządzenia i obiekty mogące powodować odstraszenie zwierząt – takie jak:

- przęsła naprężeń sieci trakcyjnej,
- wolnostojące urządzenia sterowania ruchem kolejowym (srk),
- semafony.

d) zagospodarowanie powierzchni przejścia oraz izolacja linii od stref dostępnych dla zwierząt.

Należy zastosować działania podobne jak dla przejść dolnych samodzielnych (patrz: Pkt. 4.4). Działania takie jak budowa wałów ziemnych (dla przejść odpowiednio szerokich), czy wykładanie karp korzeniowych powinny być tak zlokalizowane, aby częściowo izolować linię od stref przeznaczonych dla zwierząt w celu:

- ograniczenia ryzyka śmiertelności ssaków kopytnych w wyniku kolizji z pociągami, zwłaszcza w przypadku ruchu pociągów pasażerskich o dużych prędkościach (> 120 km/h),
- ukierunkowania przemieszczania się małych zwierząt.

e) rozwiązania analogiczne jak dla przejść dolnych samodzielnych (patrz: Pkt. 4.4) w zakresie:

- zagospodarowanie powierzchni,
- lokalizacja i przebieg ogrodzeń i ekranów,
- konstrukcja ekranów akustycznych,
- obiekty odwodnieniowe na przejściu,
- projektowanie schodów, balustrad, przejść służbowych.

## 8. Przejścia dolne samodzielne dla małych zwierząt

### 8.1. Schematy obiektów (widok z przodu) – Ryc. 28, 29

A – dojścia – strefy łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,

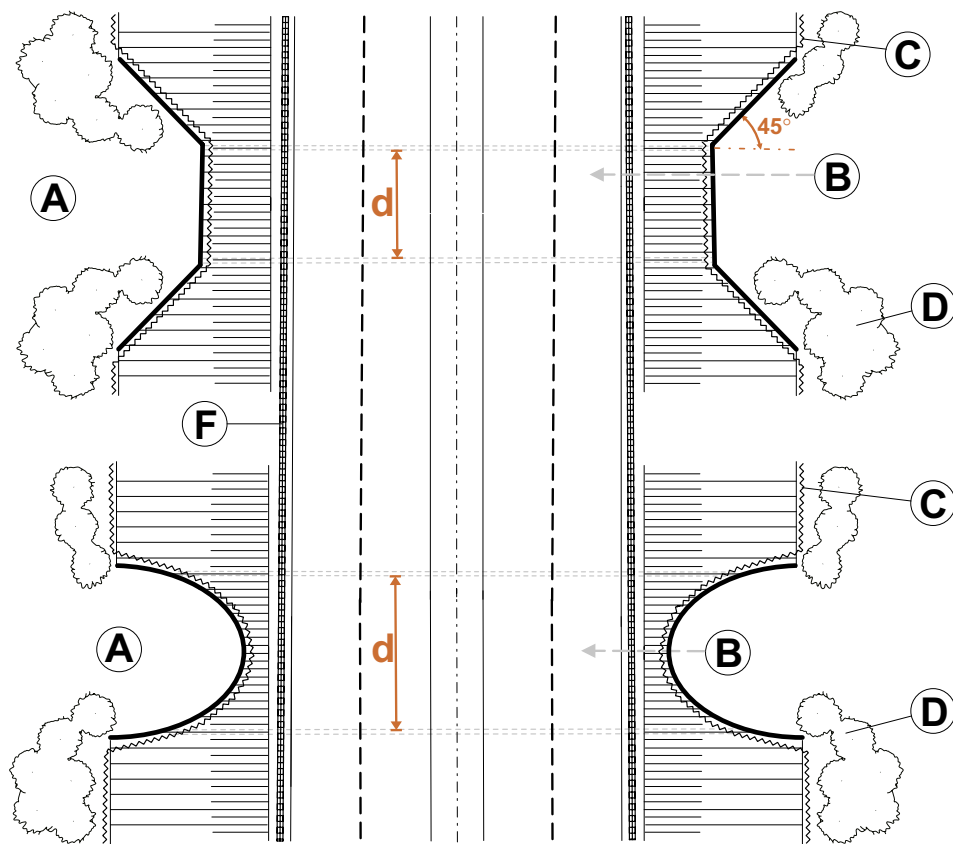
B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji mostu/przepustu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,

C – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi, odpowiednio zmodyfikowane w obszarze przejściach,

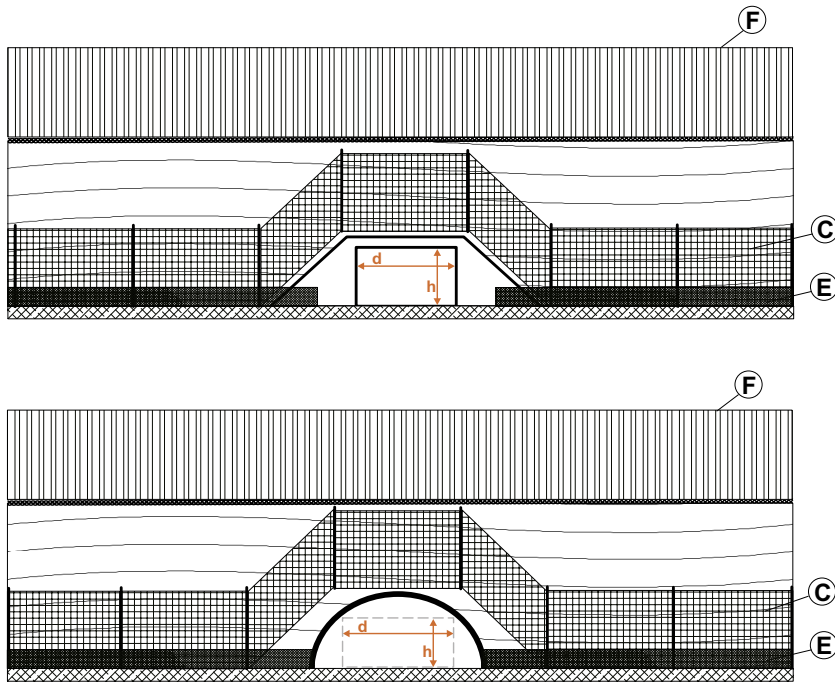
D – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów

konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierząt do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,

- E – ogrodzenie ochronno-naprowadzające – ogrodzenie o specjalnej konstrukcji spełniające funkcję zabezpieczenia przed wchodzeniem małych zwierząt na jezdnię oraz ich naprowadzania do powierzchni przejść,
- F – wariant I: ekran przeciwośnieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parkanów/płotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojeźdżach,
  - wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojeźdżach,
- d – efektywna szerokość przejścia,
- h – efektywna wysokość przejścia.



Ryc. 28. Schematy przejść dolnych dla małych zwierząt – rzut z góry.



Ryc. 29. Schematy przejść dolnych dla małych zwierząt – widok z przodu.

## 8.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 48–51)



Fot. 48. Przejście dla małych zwierząt – przepust żelbetowy – autostrada A4.



Fot. 49. Przejście dla małych zwierząt – przepust żelbetowy ze skrzydłami ukośnymi – autostrada A1.



Fot. 50. Przejście dla małych zwierząt – przepust z blachy falistej – autostrada A4.



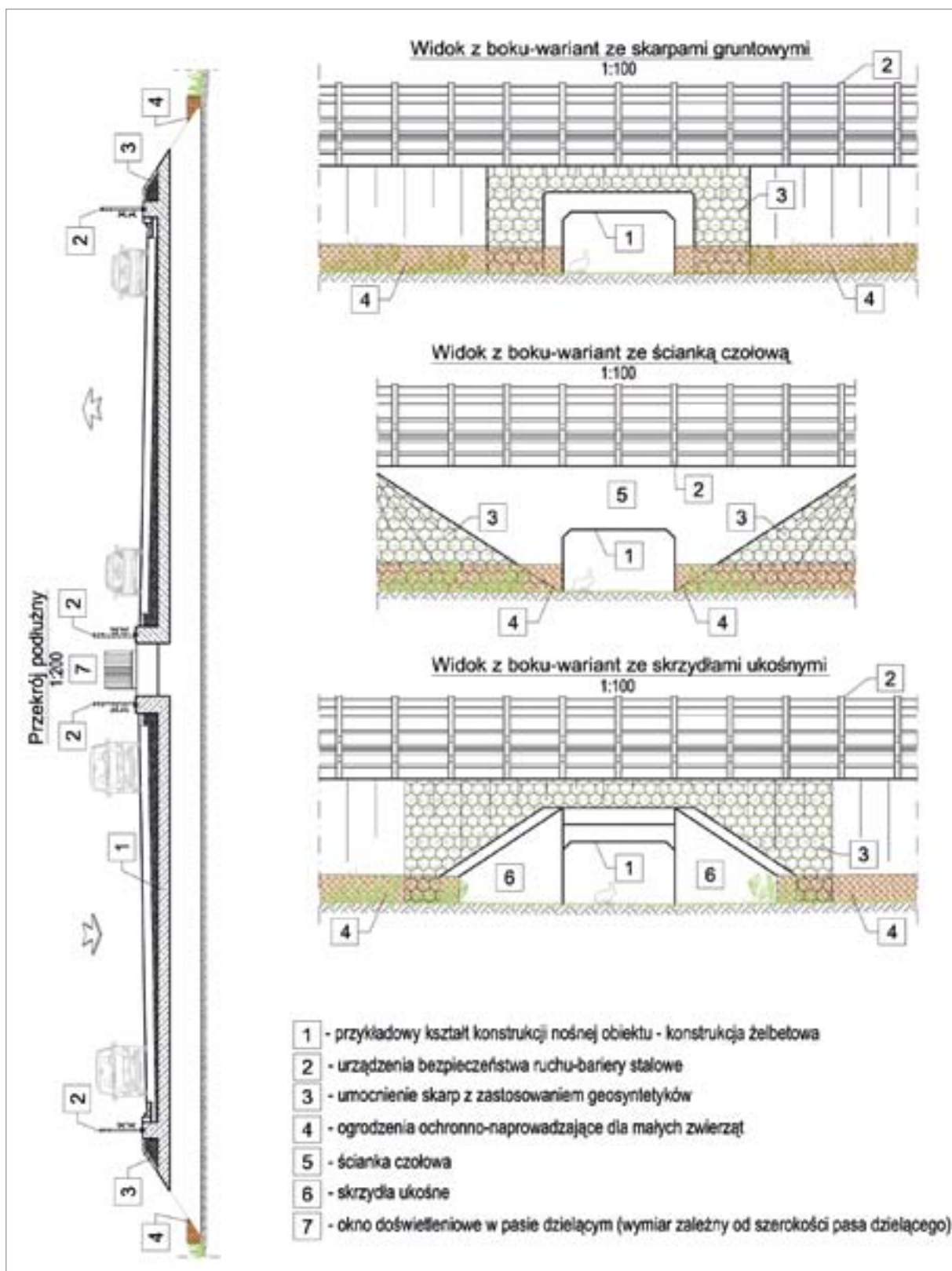


Fot. 51. Przejście dla małych zwierząt – most żelbetowy – droga krajowa nr 74.

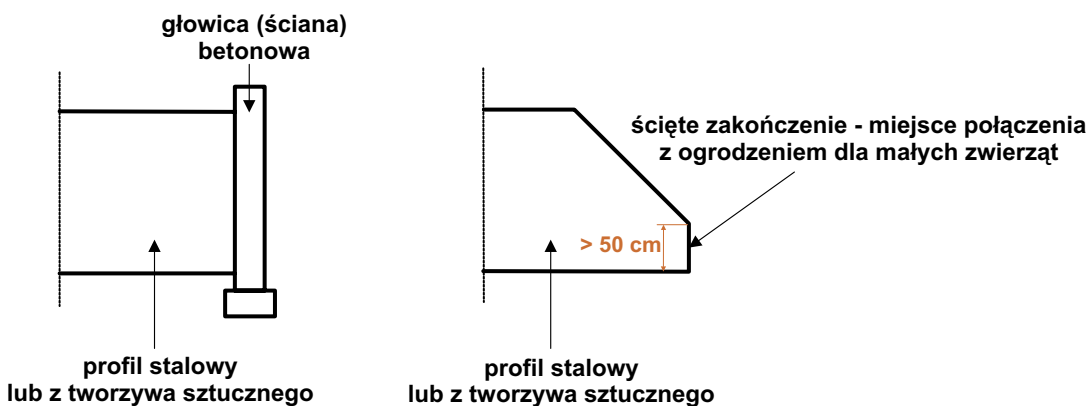
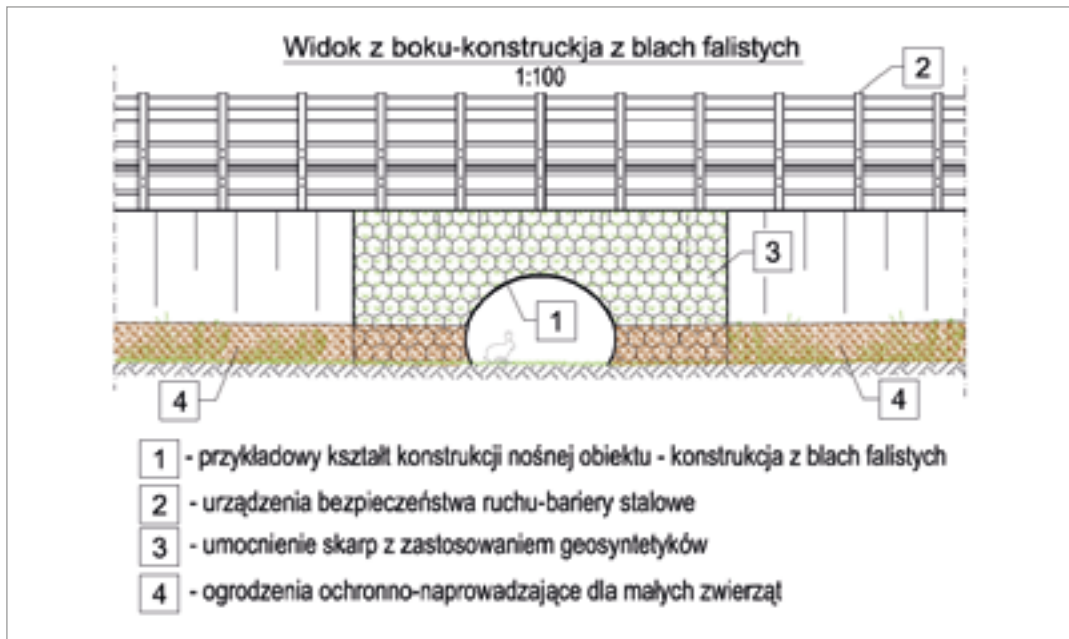


### 8.3. Projektowanie konstrukcji przejść – Rysunek 15–16, Ryc. 30

Rysunek 15. Rozwiązania projektowe przejść dolnych dla małych zwierząt – konstrukcja żelbetowa. Preferowany jest wariant ze skarpami gruntowymi.



Rysunek 16. Rozwiązania projektowe przejść dolnych dla małych zwierząt – konstrukcja z blachy falistej. Preferowane jest stosowanie przekrojów o wysokim profilu.



Ryc. 30. Zalecane rozwiązania zakończeń przepustów z blach i tworzyw sztucznych – ze względu na konieczność szczelnego połączenia z ogrodzeniami ochronno-naprowadzającymi dla małych zwierząt.

#### 8.4. Projektowanie powierzchni przejść:

a) lokalizacja i przebieg ogrodzeń.

- ogrodzenia ochronne dla dużych zwierząt (siatkowe) powinny być zlokalizowane w następujący sposób:
  - obiekty o wysokości równej lub większej od wysokości ogrodzenia – szczelne połączenie ogrodzeń z zewnętrznymi ścianami przejścia, rozwiązanie analogiczne jak dla przejść dużych i średnich (patrz: Rysunek 6, 7, 8),
  - obiekty o wysokości mniejszej od wysokości ogrodzenia – prowadzenie ogrodzeń powyżej wlotu-wylotu, możliwie najbliżej krawędzi (patrz: Ryc. 29).
- ogrodzenia ochronno-naprowadzające dla małych zwierząt powinny być zlokalizowane w następujący sposób:

W przypadku dróg posiadających ogrodzenia siatkowe dla dużych zwierząt, należy oba rodzaje ogrodzeń prowadzić wzdłuż jednej linii, jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie przejść zastosować modyfikacje (patrz: Ryc. 29).

W przypadku dróg bez ogrodzeń dla dużych zwierząt, ogrodzenia ochronno-naprowadzające muszą być prowadzone równoległe do podstawy nasypu drogowego i łączyć się szczelnie z czołem przepustu (patrz: Rysunek 15).

b) ekrany przeciwoślńieniowe.

Należy rozważyć ich projektowanie na wybranych przejściach, w szczególności na obiektach przeznaczonych dla gatunków leśnych, przy których nie zlokalizowano ekranów akustycznych. Ekranu powinny być zlokalizowane powyżej wylotów przejścia wzdłuż jezdni. Ekranami należy objąć odcinek drogi obejmujący przejście oraz przylegający do niego obszar naprowadzania zwierząt, który powinien być wyznaczony indywidualnie dla każdego obiektu (z uwzględnieniem m.in. lokalnej rzeźby terenu, rozmieszczenia i kształtu przecinanych siedlisk i korytarzy ekologicznych). Zalecany, minimalny odcinek drogi wyposażony w ekrany  $\geq 50$  m od zewnętrznych krawędzi przejścia w każdym kierunku. Wysokość minimalna ekranów 2 m.

c) zagospodarowanie powierzchni.

W strefie bezpośredniego sąsiedztwa przejścia o odpowiednim usłonecznieniu, należy odtworzyć warunki glebowe umożliwiające rozwój roślinności, której skład gatunkowy i struktura powinny być zbliżone do zbiorowisk roślinnych występujących w otoczeniu przejścia. Powierzchnia przejścia (w strefie bez możliwości rozwoju roślinności) powinna być pokryta rodzimym piaszczystym gruntem mineralnym, niezagęszczonym o miąższości zapewniającej szczelne i trwałe pokrycie (istotne zwłaszcza w przypadku przejść z blach falistych). W przypadku obiektów o odpowiednich rozmiarach na powierzchni przejścia należy stworzyć dogodne miejsca ukrycia dla małych zwierząt (mikrosiedliska tworzone z wykorzystaniem gałęzi, karp korzeniowych, kłód drewna, konarów, gałęzi etc.).

d) zabezpieczenia przed dostępem ludzi.

W przypadku wszystkich obiektów o wymiarach umożliwiających swobodne wykorzystywanie przez ludzi konieczne jest wprowadzenie zabezpieczeń ograniczających niepożądaną penetrację przez ludzi; zabezpieczenia powinny stanowić głązy, karp korzeniowe, kłody drewna, stosy gałęzi, nasadzenia ciernistych krzewów etc.

e) rowy i inne objekty odwodnieniowe na przejściu.

W obszarze przeznaczonym do przemieszczania się zwierząt nie mogą znajdować się otwarte rowy o nachyleniu skarp  $> 1:2,5$ . Wszystkie rowy przecinające powierzchnię przejść powinny być skanalizowane (rurociąg) lub, w przypadku braku takiej możliwości, powinny mieć wypłaszczone skarpy z pokryciem gruntowym. Wszelkie objekty odwodnieniowe należy lokalizować poza powierzchnią przejścia – w strefach położonych poza ogrodzeniami ochronnymi (nieдоступnych dla zwierząt).

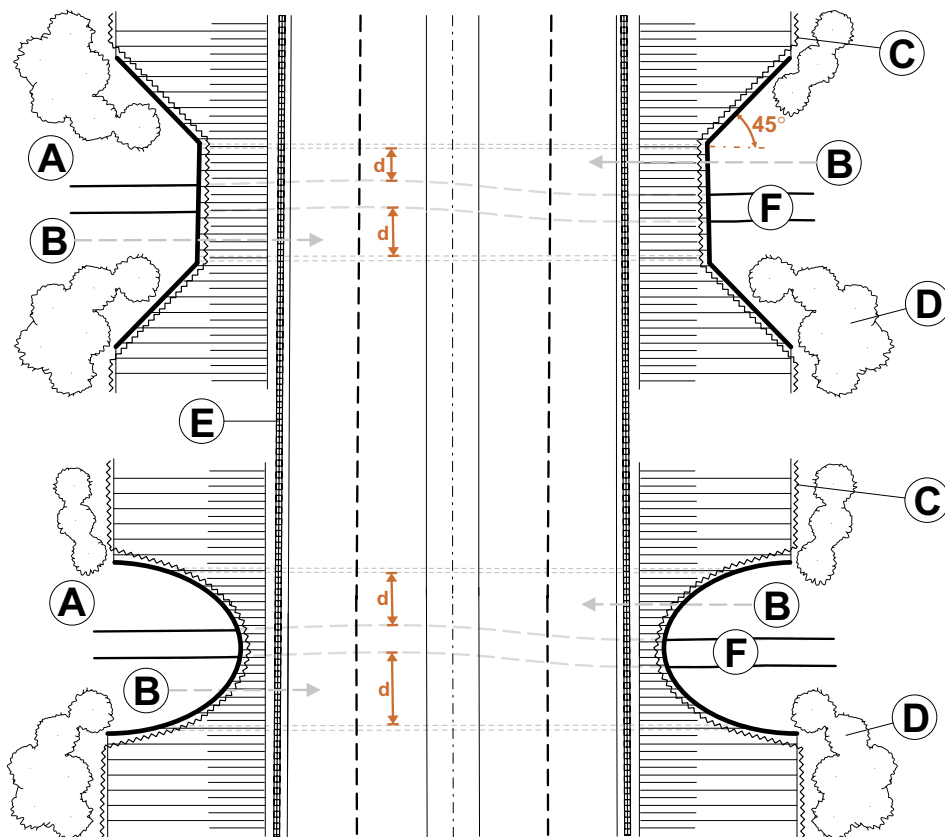
f) schody, balustrady, przejścia służbowe.

Należy ograniczyć do minimum projektowanie elementów związanych z obsługą obiektów i lokalizować je w strefach położonych poza ogrodzeniami ochronnymi (nieдоступnych dla zwierząt). Balustrady przy schodach i gzymsach powinny być malowane w mało jaskrawych barwach nawiązujących do otoczenia.

## 9. Przejścia dolne dla małych zwierząt zespolone z ciekami wodnymi

### 9.1. Schematy obiektów (rzut pionowy) – Ryc. 31

- A – dojsčia – strefy łączące powierzchnię przejścia z otoczeniem,
- B – powierzchnia przejścia – obszar w zasięgu konstrukcji wiaduktu przeznaczony (i dostępny) dla przemieszczania się zwierząt,
- C – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi, odpowiednio zmodyfikowane w obszarze przejścia,
- D – roślinność osłonowo-naprowadzająca – nasadzenia roślinne spełniające funkcje izolacji powierzchni przejścia przed emisjami komunikacyjnymi, osłaniania elementów konstrukcyjnych przejść oraz zachęcania zwierzęta do penetrowania obszaru przejścia i jego otoczenia,
- E – wariant I: ekran przeciwoślnieniowy – konstrukcja pionowa (zazwyczaj w postaci parawanów/płotów drewnianych) ograniczająca poziom natężenia sztucznego oświetlenia (pochodzącego z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojszczach,  
– wariant II: ekran akustyczny – konstrukcja pionowa ograniczająca poziom natężenia hałasu i sztucznego oświetlenia (pochodzących z ruchu pojazdów) na powierzchni przejścia oraz na dojszczach,
- F – korytko ciek – powinno pozostać w możliwie najbardziej naturalnej postaci, lokalizacja w centralnej części przejścia,
- d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),
- h – efektywna wysokość przejścia (w strefie dostępnej dla zwierząt).



Ryc. 31. Schemat przejścia dolnego dla małych zwierząt zespolonego z ciekami – rzut z góry.



## 9.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 52–53)



Fot. 52. Przejście dla małych zwierząt zespolone z rowem – przepust żelbetowy – droga serwisowa wzdłuż autostrady A2.

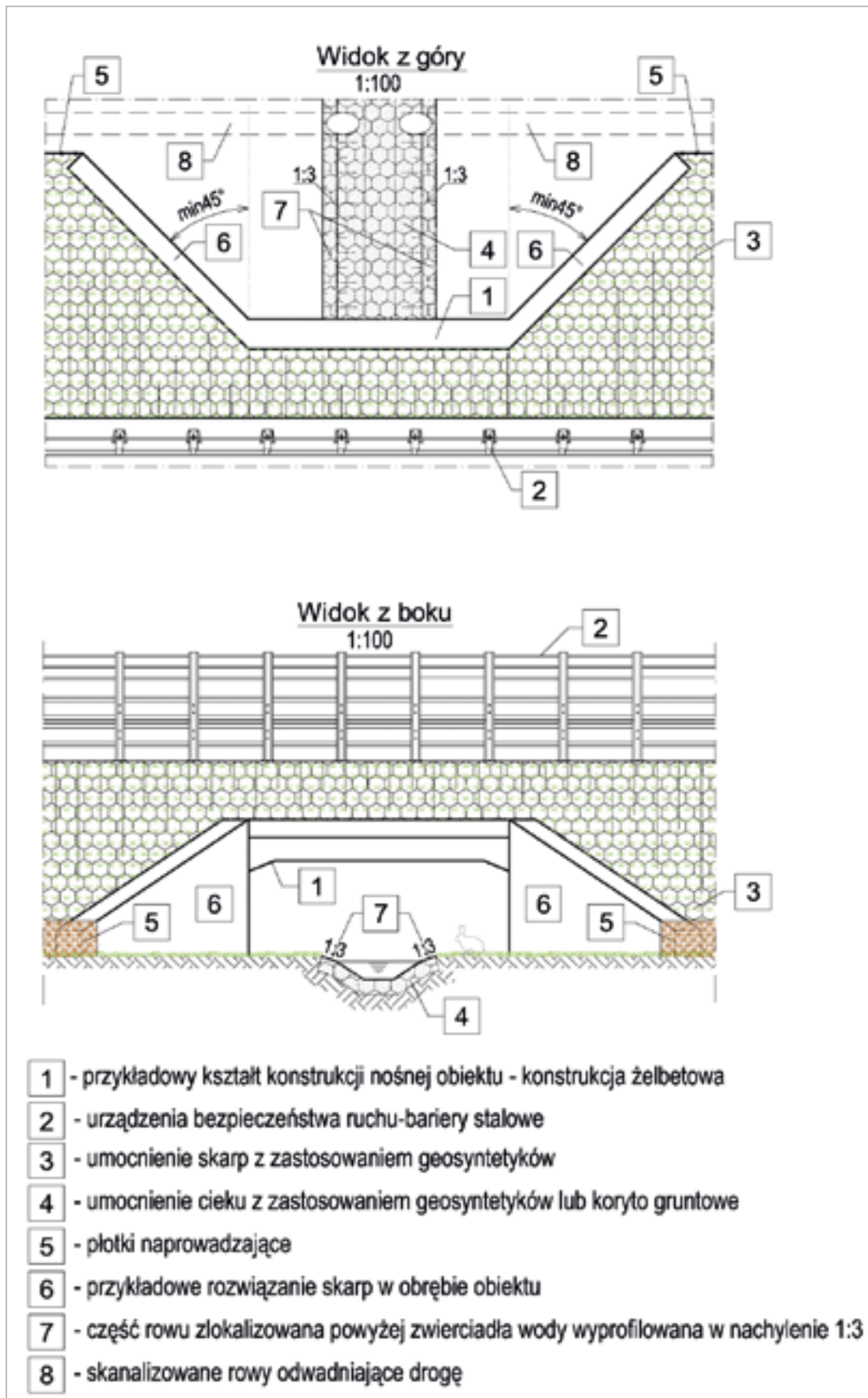


Fot. 53. Przejście dla małych zwierząt zespolone z rowem – przepust stalowy – autostrada A2.

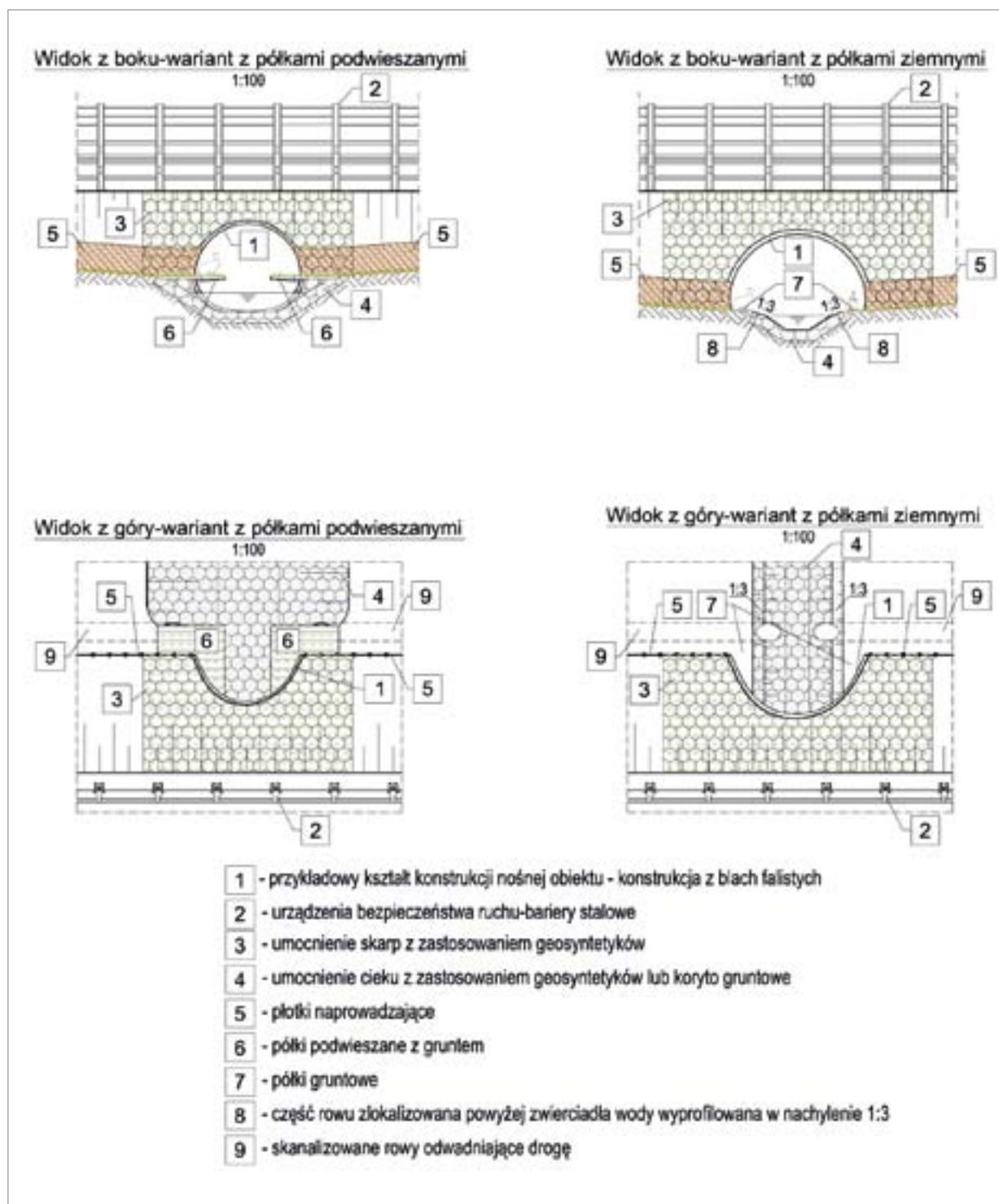


### 9.3. Projektowanie konstrukcji przejść – Rysunek 17–18

Rysunek 17. Rozwiązania projektowe przejścia dolnego dla małych zwierząt zespolonego z rowem – konstrukcja żelbetowa z półkami ziemnymi.



Rysunek 18. Rozwiązania projektowe przejścia dolnego dla małych zwierząt zespolonego z rowem – konstrukcja z blach falistych z półkami podwieszanymi i półkami ziemnymi.



## 9.4. Projektowanie powierzchni przejść

a) lokalizacja suchych pólek.

Półki powinny być zlokalizowane obustronnie (wzdłuż obu brzegów cieku), dopuszcza się projektowanie pólki jednostronnych w sytuacjach szczególnych, np.:

- adaptacji istniejących przepustów odwodnieniowych do spełniania funkcji przejść dla zwierząt bez zmiany przekroju obiektu,
- połączenia przejścia z przepustem odwodnieniowym prowadzącym wodę jedynie w trakcie wezbrań po nawalnych opadach i roztopach,
- w przypadku przejść dla wydry poza obszarami o istotnym znaczeniu dla gatunku.

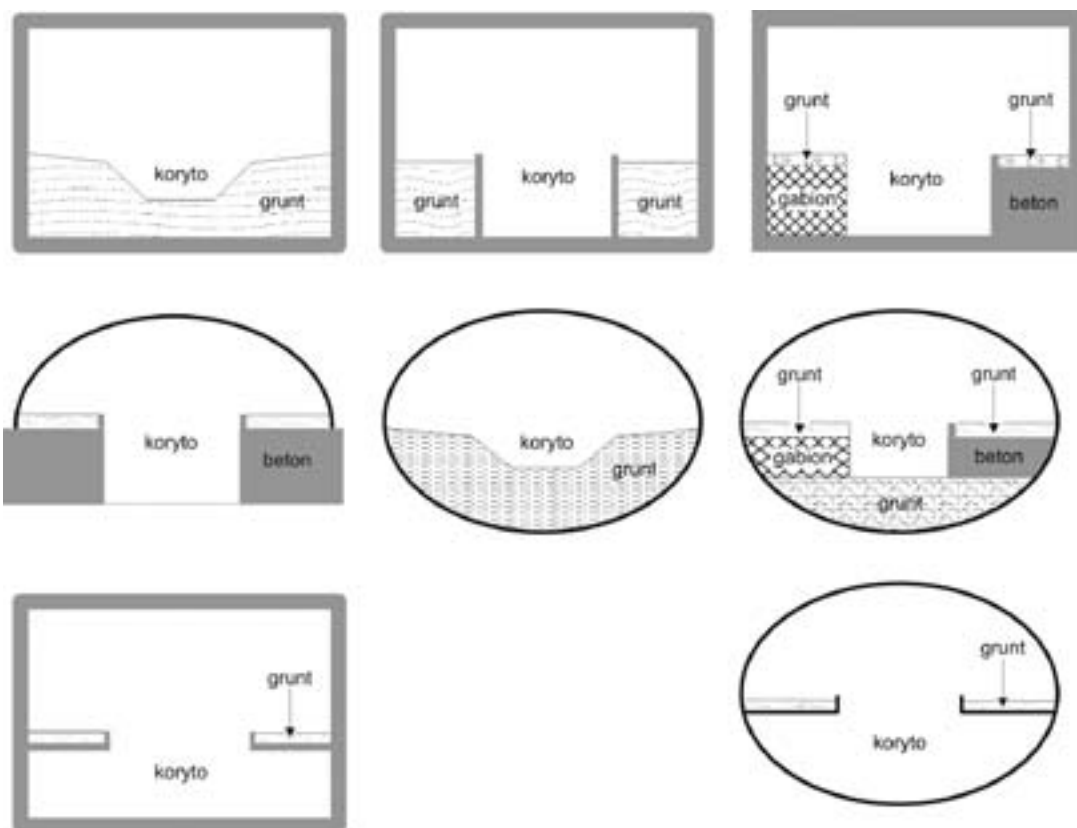
b) rozwiązania konstrukcyjne pólki (Fot. 54–59).

- oparte na dnie konstrukcji obiektu – mogą być wykonane jako (patrz: Ryc. 32):
  - skarpy ziemne:
    - usypane wyłącznie z gruntu bezpośrednio na dnie konstrukcji obiektu,
    - usypane z gruntu na dnie pomiędzy ścianą boczną obiektu a dodatkową, pionową ścianką,
  - wylewki lub prefabrykaty betonowe pokryte warstwą gruntu,
  - gabiony pokryte warstwą gruntu.
- mocowane do ścian bocznych obiektu (półki podwieszane) – mogą być wykonane z następujących materiałów (w zależności od materiału budowy przejścia):
  - prefabrykaty betonowe.
 

Należy używać elementów możliwie długich i szerokich (ograniczenie liczby szczelin) oraz wykonać zabezpieczenia przed osypywaniem się gruntu – np. zewnętrzna krawędź.
  - blacha płaska i falista.
 

Wskazane wykonanie jako element monolityczny (ograniczenie liczby szczelin), konieczne jest wykonanie zabezpieczenia przed osypywaniem się gruntu – np. zewnętrzna krawędź.
  - tworzywa sztuczne (np. żywice GRP) – jw.
  - deski impregnowane.
 

Możliwe do zastosowania przy różnych konstrukcjach, jednak ze względu na szybko postępującą korozję biologiczną należy ograniczyć do obiektów większych, dobrze przewietrzanych i nasłonecznionych. Należy używać wyłącznie desek długich i szerokich (ograniczenie liczby szczelin) z twardego drewna odpornego na wilgoć. Nie ma konieczności pokrywania desek gruntem.



Ryc. 32. Schemat dopuszczalnych rozwiązań suchych pótek w przejściach zespolonych dla małych zwierząt – dla typowych przekrojów.



Fot. 54. Półka gruntowa pod małym mostem.





Fot. 55. Półka gruntowa w przepieście z blachy falistej.

c) szerokość suchych półek.

Powinna być równa minimum dwukrotnej szerokości koryta cieku – nie mniej niż  $2 \times 0,5$  m. Konieczne jest zachowanie współczynnika względnej ciasnoty (liczonego dla światła obiektu z poziomu półek) o wartości  $\geq 0,07$ . Podane parametry szerokości obejmują strefy suche (powyżej poziomu wody średniej).

W przypadku przejść dla wydry zalecana szerokość półek:  $\geq 1,5$  m – dla przepustów o długości  $> 10$  m oraz  $\geq 2$  m – dla przepustów o długości  $> 15$  m. W przypadku kolizji z obszarami szczególnie cennymi dla gatunku szerokość półek należy zwiększyć (w stosunku do powyższych wymiarów) o  $0,5$  m.



Fot. 56. Półka gruntowa z dodatkową ścianką zewnętrzną w przepieście żelbetowym.





Fot. 57. Półka żelbetowa pokryta gruntem – przepust stalowy o profilu otwartym na ławach żelbetowych.

d) wysokość od powierzchni półek ziemnych do spodu konstrukcji (światło pionowe).

Powinna wynosić minimum 1,0 m, konieczne jest zachowanie współczynnika względnej ciasnoty (liczonego dla światła obiektu z poziomu półek) o wartości  $\geq 0,07$ ; wysokość minimalna mierzona jest od najwyższego punktu suchych półek do najniższej położonych elementów konstrukcji obiektu.

W przypadku przejść dla wydry minimalna wysokość  $\geq 1,5$  m – dla przepustów o długości  $> 10$  m oraz  $\geq 1,5$  m plus 0,05 m wysokości na każdy dodatkowy metr długości przepustu – dla przepustów o długości  $> 15$  m.



Fot. 58. Półki podwieszane pokryte gruntem w przepuście stalowym.



Fot. 59. Półka gabionowa pokryta szczelnie gruntem i darnią.

e) położenie (rzędna) półek w odniesieniu do warunków hydrologicznych.

W przypadku wszystkich przejść rzędna półek powinna znajdować się powyżej poziomu wody średniej dla danego ciek. Powierzchnia półek może posiadać zmienną rzędna (zmienna wysokość w strefach dostępnych dla zwierząt) pod warunkiem, że w każdym punkcie zostanie zachowana wymagana wysokość minimalna. W przypadku obiektów o większym świetle poziomym (w sytuacji dużych trudności z uzyskaniem odpowiedniej wysokości) dopuszcza się projektowanie półek ziemnych stopniowanych w taki sposób, że ich niższe poziomy będą znajdowały się poniżej poziomu wody średniej (patrz: Ryc. 25).

f) powierzchnia suchych półek (wszystkie rodzaje półek).

Powinna być wyrównana i pokryta gruntem rodzimym lub innym o podobnych parametrach fizyko-chemicznych. Nie należy stosować kruszyw łamanych oraz naturalnych gruboziarnistych (w przypadku przejść dla wydry dopuszczalny jest kamień naturalny układany bez zaprawy z pozostawieniem gruntowych spoin). Powierzchnia półek usypanych z gruntu powinna być na górnym poziomie lekko nachylona ( $< 1:4$ ) w kierunku ciek. Umocnienia powierzchni półek ziemnych należy stosować wyłącznie w sytuacjach koniecznych z wykorzystaniem takich materiałów, które zapewnią trwałe pokrycie gruntem (preferowane użycie geosyntetyków), także w przypadku okresowego zalewania powierzchni. W przypadku odpowiednich warunków świetlnych do rozwoju roślinności należy wierzchnią warstwę półek pokryć gruntem urodzajnym o żyzności i wilgotności wymaganej do optymalnego rozwoju gatunków roślin występujących w sąsiedztwie przejścia. W przypadku dużych obiektów (o odpowiednio szerokich półkach) zaleca się wykładanie pojedynczych głazów oraz karp korzeniowych, fragmentów pni, konarów, stosów gałęzi etc. – w celu stworzenia mikrosiedlisk i zachęcenia małych zwierząt do korzystania z przejść.

g) połączenie półek (wszystkich typów) z otaczającym terenem.

Zakończenia półek muszą być w pełni połączone z terenem otaczającym przejście, umożliwiając swobodne przechodzenie wszystkich gatunków małych zwierząt. Końcowe odcinki półek powinny posiadać przebieg bez gwałtownych załamań (w pionie i poziomie). W przypadku gdy do ciek zlokalizowanego na przejściu uchodzą rowy odwodnieniowe, półki muszą bezkolizyjnie przeprowadzać zwierzęta przez koryta rowów i w tym celu konieczne jest skanalizowanie ujściowych odcinków otwartych rowów lub zastosowanie szczelnych przekryć.

h) lokalizacja i przebieg koryta ciekłu.

Koryta cieków naturalnych należy pozostawić w niezmienionym przebiegu, wszystkie koryta powinny być zlokalizowane w centralnej części przejścia.

i) umocnienia (ubezpieczenia) koryt cieków naturalnych oraz zachowanych w stanie naturalnym lub nieznacznie zmienionym (patrz: Pkt. 6.4 ).

j) rozwiązania analogiczne jak dla przejść dolnych samodzielnych (patrz: Pkt. 8.4) w zakresie:

- zagospodarowanie powierzchni,
- lokalizacja i przebieg ogrodzeń i ekranów,
- konstrukcja ekranów akustycznych,
- obiekty odwodnieniowe na przejściu,
- projektowanie schodów, balustrad, przejść służbowych.

## 10. Przejścia dla płazów

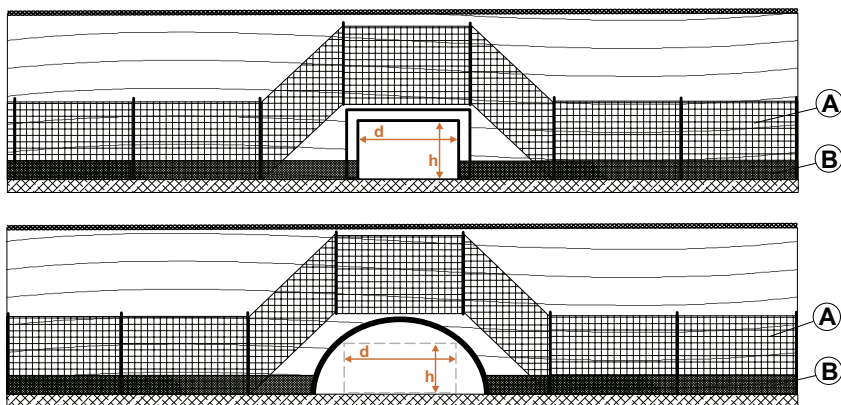
### 10.1. Schematy obiektów (widok z przodu) – Ryc. 33, 34

A – ogrodzenie ochronne – ogrodzenie z siatki stalowej, będące kontynuacją ogrodzenia wzdłuż drogi, odpowiednio zmodyfikowane w obszarze przejściach,

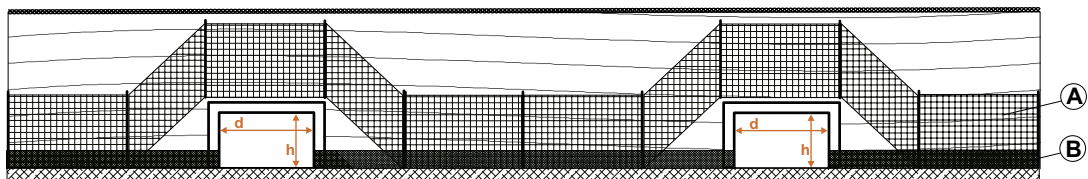
B – ogrodzenie ochronno-naprowadzające – ogrodzenie o specjalnej konstrukcji spełniające funkcję zabezpieczania przed wchodzeniem płazów na jezdnię oraz ich naprowadzania do powierzchni przejść,

d – efektywna szerokość przejścia (strefy dostępnej dla zwierząt),

h – efektywna wysokość przejścia (w strefie dostępnej dla zwierząt).



Ryc. 33. Schematy przejść dla płazów – pojedyncze przepusty.



Ryc. 34. Schemat przejścia dla płazów – grupa przepustów.



## 10.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane (Fot. 60–61)



Fot. 60. Przepust żelbetowy z otwartym dnem – typowe rozwiązanie europejskie.



Fot. 61. Przepust z blachy falistej – otwarty profil na ławach żelbetowych – konstrukcja zalecana do wdrożenia w projektowaniu przejść dla płazów.

## 10.3. Projektowanie konstrukcji przejść

### 10.3.1. Ogólne wytyczne projektowania:

a) grupy przepustów.

W miejscach kolizji ze szlakami sezonowych migracji płazów konieczne jest projektowanie przejść złożonych z grup podobnych przepustów w liczbie zależnej od szerokości szlaku, oddalonych od siebie 30–100 m i połączonych systemem ogrodzeń ochronno-naprowadzających.

b) przekrój otwarty (otwarte dno).

Zapewnia możliwość utrzymania odpowiedniej wilgotności powierzchni przejścia; sucha powierzchnia akceptowana jest praktycznie wyłącznie przez dorosłe ropuchy, a unikana jest przez żaby i traszki oraz młodociane osobniki większości gatunków płazów. W przypadku zastosowania zamkniętego profilu przepustu praktycznie brak jest możliwości skutecznego nawadniania warstwy gruntu na powierzchni przejścia (grunt nie posiada połączenia ze środowiskiem glebowym w otoczeniu przejścia, zwykle nie posiada też odpowiednich zdolności retencjonowania wód opadowych).

c) przekrój poprzeczny (kształt przekroju).

Ze względu na konieczność zapewnienia możliwie szerokiego, płaskiego dna przejścia należy stosować przekroje prostokątne lub eliptyczne. Należy unikać przekrojów okrągłych ze względu na niekorzystnie mniejszą ilość przestrzeni dostępnej dla zwierząt oraz trudności z optymalnym połączeniem ogrodzeń ochronno-naprowadzających z czołem przepustu.

d) szerokość i wysokość minimalna.

Wymiary minimalne zawsze odnoszą się do światła przejścia bez względu na rodzaj zastosowanej konstrukcji i przekrój.

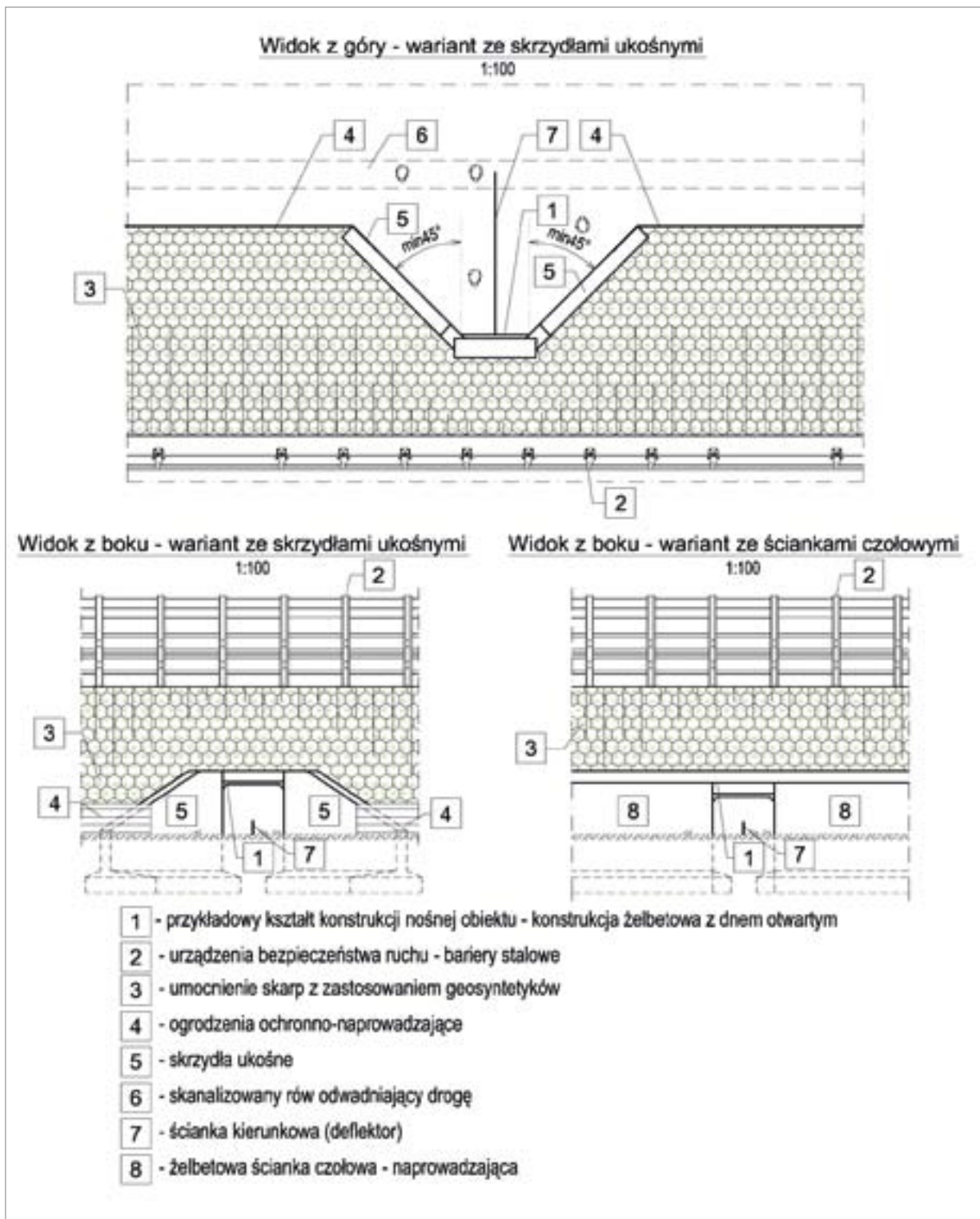
e) rozwiązania konstrukcyjne w obszarze wejścia-wyjścia:

- czoła przepustów – zaleca się projektowanie skośnych zakończeń przepustów (skosy zgodne kątem nachylenia terenu) ze ściętym zakończeniem – o wysokości równej, co najmniej wysokości ogrodzenia ochronno-naprowadzającego. (patrz: Ryc. 30).

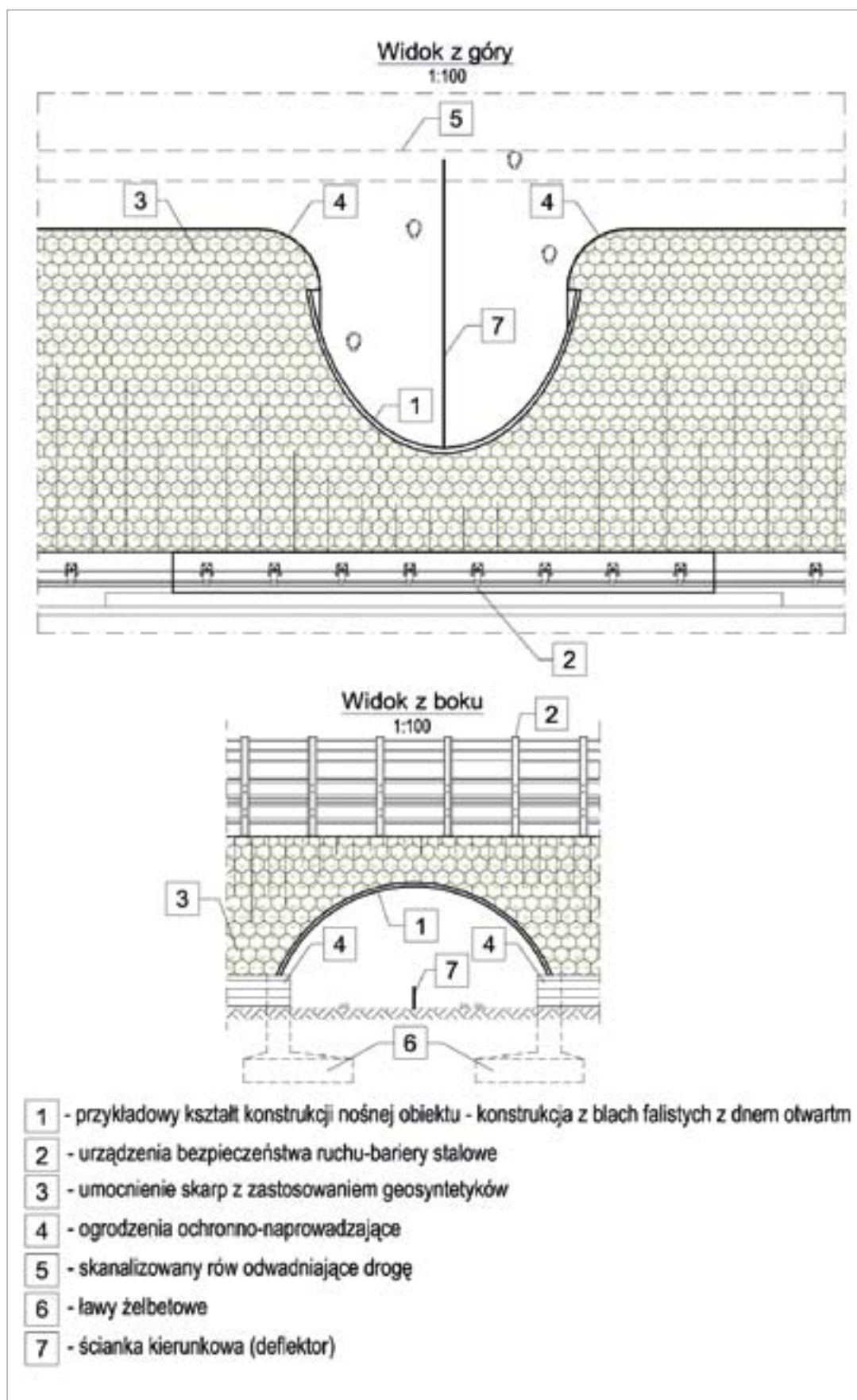


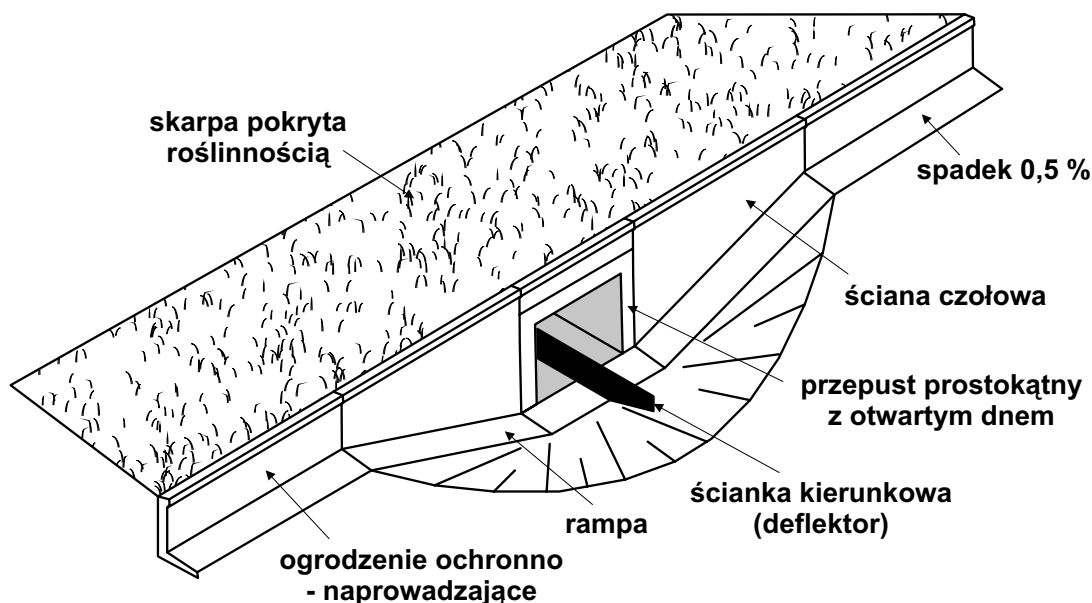
## 10.3.2 Rozwiązania projektowe – Rysunek 19–20, Ryc. 35

Rysunek 19. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia dla płazów – konstrukcja żelbetowa z profilu otwartego.



Rysunek 20. Optymalne rozwiązania projektowe przejścia dla płazów – konstrukcja z blachy falistej na ławach żelbetowych.





Ryc. 35. Schemat optymalnych rozwiązań projektowych przejścia dla płazów – zagłębienie przepustu zapewnia utrzymanie dużej wilgotności powierzchni – konieczność zastosowania otwartych przekrojów przepustów.

#### 10.4. Projektowanie powierzchni przejść

a) lokalizacja i przebieg ogrodzeń ochronno-naprowadzających.

Ogrodzenia powinny być zlokalizowane w następujący sposób:

- w przypadku dróg posiadających ogrodzenia siatkowe dla dużych zwierząt, należy oba rodzaje ogrodzeń prowadzić wzdłuż jednej linii, jedynie w bezpośrednim sąsiedztwie przejść zastosować modyfikacje (patrz: Ryc. 33, 34),
- w przypadku dróg bez ogrodzeń dla dużych zwierząt, ogrodzenia ochronno-naprowadzające muszą być prowadzone równoległe do podstawy nasypu drogowego i łączyć się szczelnie z czołem przepustu (patrz: Rysunek 18,19).

b) zagospodarowanie powierzchni.

Powierzchnia przejścia powinna być pokryta rodzimym gruntem (glebą) o dużych zdolnościach retencjonowania wody. Grunt powinien być niezagęszczony, o miąższości zapewniającej szczelne i trwałe pokrycie (istotne zwłaszcza w przypadku przejść z blach falistych). W pasie bezpośrednio przylegającym do ogrodzeń ochronno-naprowadzających nie należy stosować wysiewu i nasadzeń roślinności – przylegające do ogrodzeń pędy ułatwiają płazom wspinanie i przekraczanie ogrodzeń oraz utrudniają naprowadzanie zwierząt do przejść.

c) rowy i inne obiekty odwodnieniowe na przejściu (patrz: Pkt. 8.4).

## IX. Projektowanie otoczenia przejść dla zwierząt i obiektów towarzyszących – rozwiązania optymalne

### 1. Przejścia górne i dolne (samodzielne i zespolone: z ciekami wodnymi, drogami, liniami kolejowymi) dla dużych, średnich i małych zwierząt

a) struktury naprowadzające i osłonowe (Fot. 62).

Struktury naprowadzające powinny tworzyć nasadzenia roślinne (uzupełniane dodatkowo np. karpami korzeniowymi, martwymi kłodami itp.) wprowadzane w obszarze najść i dojść, stanowiące połączenie powierzchni przejścia z otaczającym siedliskiem. Skład gatunkowy oraz struktura roślinności naprowadzającej powinny być projektowane w oparciu o zasady obowiązujące dla roślinności na powierzchni przejść właściwych dla danych zwierząt, dodatkowo należy uwzględnić wprowadzanie gatunków drzew – jeśli umożliwiają i uzasadniają to uwarunkowania siedliskowe.



Fot. 62. Nasadzenia krzewów o funkcji osłonowej i naprowadzającej przy przejściu górnym – droga B33 (Niemcy).

b) umacnianie i zagospodarowanie powierzchni nasypów (przejścia dolne) (Fot. 63).

W przypadku gdy nasypy drogowe położone są w obszarze dostępnym dla zwierząt (po zewnętrznej stronie ogrodzeń ochronnych) powinny posiadać powierzchnię pokrytą gruntem urodzajnym z pokrywą roślinną trawiastą z pojedynczymi i kępowymi nasadzeniami krzewów (wprowadzanymi szczególnie u podstawy nasypów i w okolicach przyczółków). Roślinność należy kształtować wg ogólnych zasad określonych dla przejść (patrz: Rozdział XVIII). W przypadku konieczności umacniania powierzchni nasypów należy w pierwszej kolejności stosować geosyntetyki, które pozwalają na łatwe odtworzenie warunków glebowych dla rozwoju roślinności. Powyższe zasady odnoszą się także dla skarp oporowych przy przyczółkach (z uwzględnieniem panujących warunków świetlnych).





Fot. 63. Skarpy wokół przyczółków przejść dolnych powinny być pokryte gruntem i obsadzone roślinnością osłonowo-izolacyjną.

c) lokalizacja i konstrukcja dróg w otoczeniu oraz obciążenie ruchem (Fot. 64).

W obszarze przeznaczonym dla przemieszczania się zwierząt (po zewnętrznej stronie ogrodzeń) mogą znajdować się jedynie drogi użytkowane sporadycznie o minimalnym natężeniu ruchu (drogi serwisowe, gospodarcze, dojazdowe do pojedynczych zabudowań). W obszarze naprowadzania zwierząt do przejścia drogi muszą posiadać nawierzchnię gruntową, ewentualnie umocnioną kruszywem naturalnym (żwir) lub łamanym (kliniec). Drogi o nawierzchni asfaltowej lub betonowej powinny mieć nawierzchnię zmienioną na gruntową w sąsiedztwie przejścia (min. 100 m od granicy najścia, z każdej strony). Drogi o natężeniu ruchu > 500 pojazdów/dobę powinny być zlokalizowane od wewnętrznej strony ogrodzenia ochronnego (od strony głównej drogi).



Fot. 64. Przykład drogi serwisowej wzdłuż autostrady A20 (Niemcy) – drogi o takiej nawierzchni mogą przebiegać w otoczeniu przejść.



d) lokalizacja zbiorników ekologicznych, rowów i innych elementów odwodnienia w otoczeniu przejść (Fot. 65–66).

W obszarze przeznaczonym dla przemieszczania się zwierząt nie mogą znajdować się obiekty odwodnieniowe, które mogłyby utrudniać ich ruch i ograniczać możliwość dojścia do przejścia – przede wszystkim ogrodzone zbiorniki ekologiczne oraz otwarte rowy o stromych skarpach (nachylenie  $> 1:2$ ). Zbiorniki powinny być lokalizowane w odległości co najmniej 50 m od zewnętrznych krawędzi najść, w uzasadnionych przypadkach (kiedy nie pozwalają na to uwarunkowania hydrologiczne) można powyższą odległość zmniejszyć pod następującymi warunkami:

- zbiornik pozostanie nieogrodzony,
- głębokość zbiornika będzie nie większa niż 1,5 m,
- skarpy zbiornika będą miały nachylenie  $\leq 1:2$  oraz pokrycie gruntowe z obsiewem trawiastym,
- kształt zbiornika będzie wydłużony i zorientowany wzdłuż kierunku ruchu zwierząt.

Rowy przecinające obszar naprowadzania zwierząt do przejścia powinny być skanalizowane (rurociąg), ewentualnie w przypadku braku takiej możliwości, powinny posiadać skarpy ziemne wypłaszczone do poziomu min.  $1:2,5$ . Wszelkie obiekty odwodnieniowe, które mogą powodować śmiertelność małych zwierząt (zwłaszcza płazów) powinny zostać odpowiednio zabezpieczone, w tym w szczególności:

- otwarte zbiorniki o stromych skarpach (nachylenie  $> 1:1,5$ ),
  - otwarte separatory ropopochodnych i osadniki,
  - studzienki i niecki wpadowe,
- rowy odwodnieniowe o stromych skarpach (nachylenie  $> 1:1,5$ ).

Szczegółowe rozwiązania dotyczące projektowania obiektów odwodnieniowych przedstawiono w Rozdziale XVII.



Fot. 65. Przykład rowu o wypłaszczonych skarpach w otoczeniu mostu krajobrazowego – autostrada A4.

e) oświetlenie drogowe.

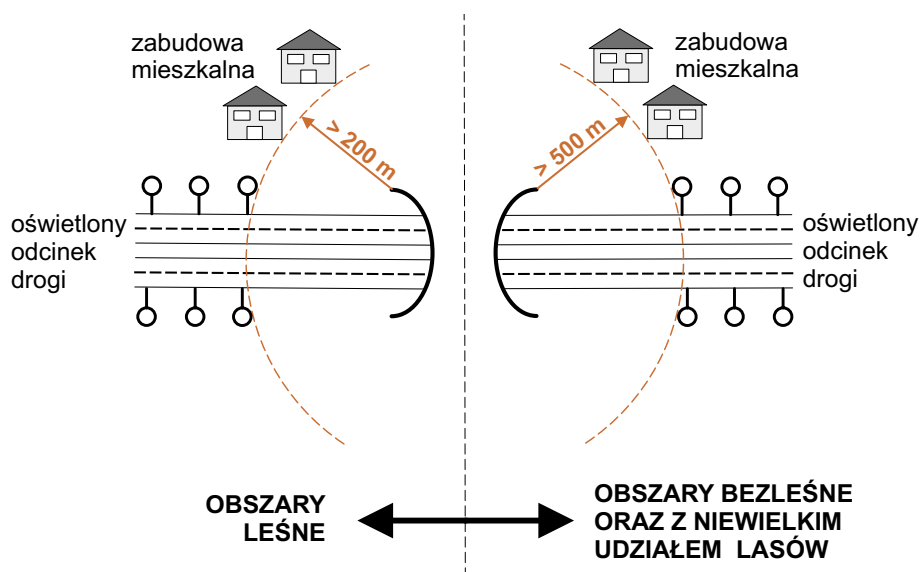
Przejścia powinny być lokalizowane poza oświetlonymi odcinkami dróg i nie bliżej niż 200 m od ich granicy w obszarach leśnych i 500 m w terenie otwartym. Przy ustalaniu lokalizacji przejść należy uwzględnić zarówno oświetlenie jezdni, jak i obszary węzłów, MOP, OUA/OUD, SPO/PPO itp. W przypadku kiedy przejście musi być zlokalizowane blisko obszarów sztucznie oświetlonych należy to uwzględnić w trakcie projektowania sieci oświetleniowej w następującym zakresie:

- rezygnacja z budowy skrajnych latarni (w przypadku, kiedy oświetlony odcinek drogi położony jest bliżej niż zalecane, wyżej podane, wartości),
- zmniejszenie mocy skrajnych latarni,
- zmniejszenie wysokości latarni,
- zastosowanie opraw i osłon ograniczających rozpraszanie strumieni świetlnych (strumienie bardziej skupione, skierowane na jezdnię),
- budowa latarni w pasie rozdziału jezdni zamiast wzdłuż ich zewnętrznych krawędzi.

W przypadku konieczności oświetlenia jezdni pod przejściem (przy szerokich obiektach, w celu spełnienia wymogów bezpieczeństwa ruchu), należy ograniczyć moc latarni do minimum (dopuszczalnego przez przepisy) oraz zastosować oprawy kierunkowe, ograniczające rozpraszanie strumieni świetlnych.



Fot. 66. Obiekty odwodnieniowe zabezpieczone ogrodzeniami (z polimerobetonu) przed wchodzeniem pól – autostrada A20 (Niemcy).



Ryc. 36. Zalecana, minimalna odległość lokalizacji przejść (górných i dolnych) od oświetlonych odcinków dróg i obszarów zabudowy – w zależności od typu krajobrazu.

f) sąsiedztwo zabudowy kubaturowej.

Przejścia (dla dużych i średnich zwierząt) powinny być zlokalizowane w odległości nie mniejszej niż 200 m od wszelkich obiektów zabudowy o charakterze mieszkalnym, przemysłowym, usługowym (Patrz: Ryc. 36).

g) działania zachęcające zwierzęta do korzystania z przejść i ułatwiające adaptację (duże i średnie ssaki) (Fot. 67–68):

– pasy porośnięte wyłącznie roślinnością trawiastą.

Stosunkowo wąskie (zalecane  $2 \times 2,5$  m), dobrze usłonecznione pasy na powierzchni przejść górnych, położone bezpośrednio wzdłuż ekranów, obsiane mieszkanką traw lub traw i roślin motylkowych – stanowiące ważny element zachęcający ssaki kopytne do korzystania z przejścia (atrakcyjny żerowisko) i przyspieszający adaptację, zwłaszcza w terenach pozbawionych naturalnych obszarów trawiastych. Pasy powinny być regularnie wykaszane (przynajmniej raz w roku, po 1 IX) z pozostawieniem biomasy.

– zbiorniki wodne (wodopoje).

Płytkie zbiorniki wykonane jako niecki ziemne o dnie uszczelnionym, pokrytym gruntem, o powierzchni min.  $25 \text{ m}^2$ . Zlokalizowane w najniższych punktach terenu, w bezpośrednim sąsiedztwie najść (w promieniu 50 m) po obu stronach przejścia. Zaleca się stosowanie przy każdym przejściu, zwłaszcza w obszarach pozbawionych naturalnych zbiorników i cieków wodnych,

– lizawki solne.

Montowane na konstrukcjach drewnianych na powierzchni przejść oraz na najściach (min. 2 szt.). Zaleca się stosowanie na każdym przejściu.

– nasadzenia drzew owocowych (jabłoni, śliwa, grusza).

Wprowadzenie pojedynczych drzew owocowych o dużych i mięsistych owocach będących atrakcyjną karmą dla kopytnych i małych ssaków roślinożernych u podstawy najść lub w ich dolnych częściach. Zaleca się stosowanie w obszarach polnych oraz mozaiki polno-leśnej.



Fot. 67. Lizawka solna na najściu przejścia górnego intensywnie odwiedzana przez zwierzęta – linia kolejowa E2o.





Fot. 68. Drzewa owocowe (dzikie odmiany) na powierzchni przejścia górnego – autostrad A20 (Niemcy).

## 2. Przejścia dla płazów

a) rozwiązania i zalecenia analogiczne jak dla pozostałych typów przejść, w następującym zakresie:

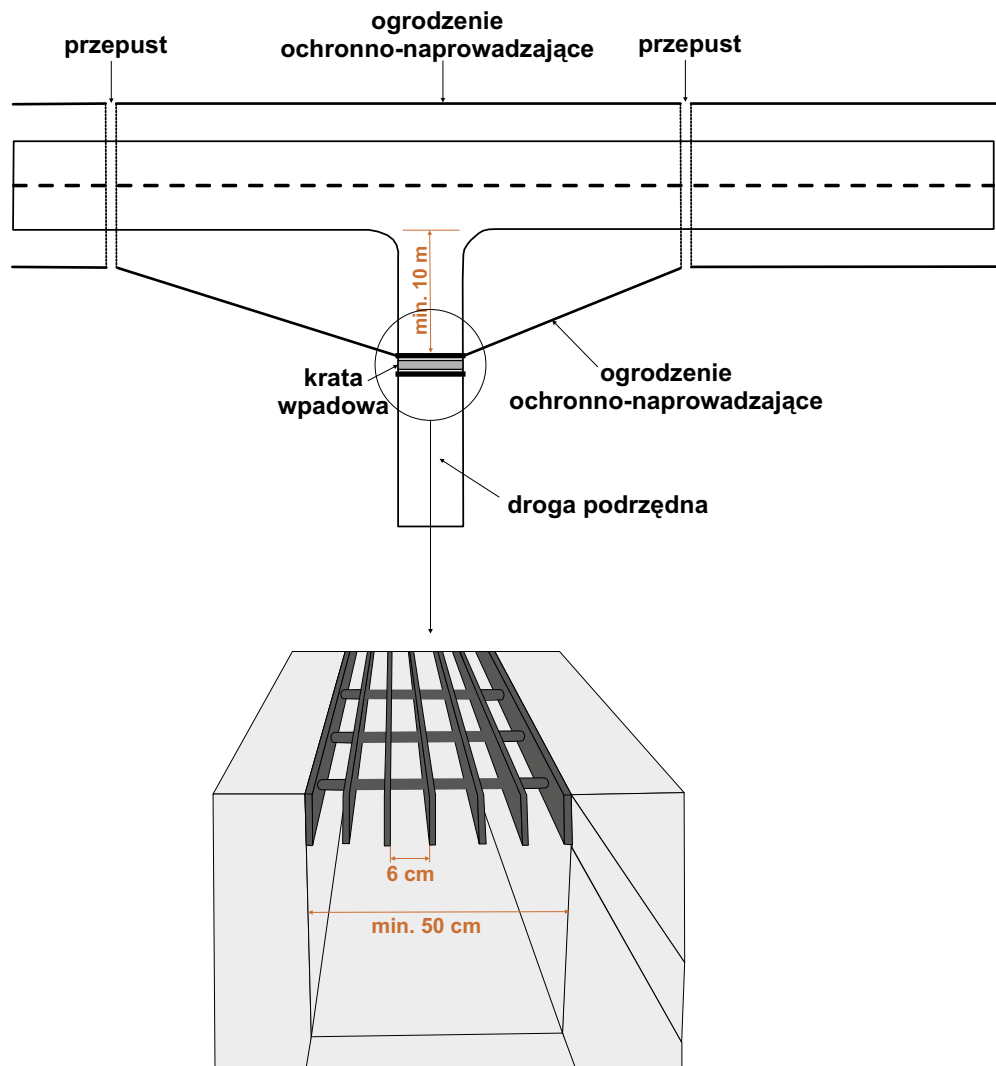
- umacnianie i zagospodarowanie powierzchni nasypów (patrz: Pkt. 1),
- lokalizacja i konstrukcja dróg w otoczeniu (patrz: Pkt. 1),
- lokalizacja zbiorników ekologicznych, rowów i innych elementów odwodnienia w otoczeniu (patrz: Pkt. 1).

b) rynny zatrzymujące z kratami wpadowymi:

W przypadku, gdy ogrodzona droga posiada kolizyjne skrzyżowania (w poziomie terenu) z drogami podrzędnymi, dochodzi do przerwania ciągu ogrodzeń ochronno-naprowadzających i istnieje tym samym duże ryzyko przenikania płazów na jezdnię. W miejscach powyższych należy zastosować specjalne betonowe rynny (przekrój w kształcie „U”) przykryte kratami wpadowymi, których lokalizacja i konstrukcja powinna powodować skierowanie osobników zmierzających w kierunku jezdni do systemu ogrodzeń. W przypadku krat rozwiązania projektowe muszą spełniać szereg warunków ekologicznych i konstrukcyjnych:

- skuteczność (efektywność) krat – min. 80% ogólnej liczby dorosłych i młodocianych osobników płazów powinna być naprowadzana do ogrodzeń,
- wielkość szczelin kraty musi być kompromisowa pomiędzy skutecznością ekologiczną a bezpieczeństwem ruchu drogowego (im większe szczeliny, tym większa skuteczność naprowadzania płazów ale jednocześnie większe zagrożenie np. dla pojazdów jednośladowych) – przyjmuje się, że najbardziej odpowiednia szerokość szczelin to 6 cm, zaś minimalna szerokość efektywna całej kraty to 50 cm,
- krata powinna być wykonana ze stalowych płaskowników o możliwie najmniejszej grubości, połączonych poprzeczkami o przekroju okrągłym – umieszczonych możliwie głęboko w stosunku do górnej płaszczyzny kraty,
- stabilne mocowanie kraty na betonowej rynnie w sposób uniemożliwiający jej przemieszczanie się w trakcie przejazdów; krata musi być odporna na odkształcenia pod wpływem obciążeń związanych z ruchem pojazdów,

- należy zastosować rozwiązania ułatwiające czynności eksploatacyjne – np. możliwość szybkiego zdejmowania kraty do czyszczenia obiektu poprzez odkręcenie śrub montażowych.
- W przypadku betonowych rynien rozwiązania projektowe muszą spełniać szereg warunków ekologicznych i konstrukcyjnych:
- wbudowanie rynny prostopadle do osi drogi podrzędnej w odległości nie mniejszej niż 10 m od skrzyżowania z drogą główną (posiadającą ogrodzenia dla płazów),
  - rynna musi być szczelnie i płynnie połączona z systemem ogrodzeń ochronno-naprowadzających wzdłuż drogi głównej,
  - rynna wraz z kratą nie może posiadać szczelin stanowiących pułapki dla przechodzących płazów – np. ryzyko zakleszczania kończyn w szczelinach na połączeniu kraty i betonowej podstawy.



Ryc. 37. Rynna zatrzymująca z kratą wpadową – schemat lokalizacji (na górze) i przekrój poprzeczny (na dole).



# X. Projektowanie konstrukcji przejść dla przeszkód równoległych (dwie drogi równoległe lub droga i równoległa linia kolejowa) – rozwiązania optymalne

## 1. Przejścia górne (samodzielne i zespolone) dla dużych i średnich zwierząt

### 1.1. Zasady ogólne

a) wspólne przejścia górne dla drogi i sąsiadującej linii kolejowej powinny być projektowane w sytuacjach, kiedy odległość pomiędzy nimi jest zbyt mała dla lokalizacji przejścia wyłącznie nad drogą (brak możliwości budowy najść) oraz zbyt mała dla zapewnienia bezpieczeństwa zwierzętom korzystającym z przejścia (zagrożenie kolizjami w sytuacji gdy najście kończy się zbyt blisko linii kolejowej).

b) projektowanie przejść zsynchronizowanych oraz zsynchronizowanych działań ograniczających śmiertelność. W przypadku gdy projektowana droga wymagająca budowy przejść przebiega w sąsiedztwie innej drogi lub linii kolejowej, także wymagającej działań minimalizujących oddziaływanie na faunę (stwierdzone oddziaływanie barierowe o charakterze skumulowanym), konieczna jest synchronizacja działań polegająca na:

- budowie niezależnych przejść dla zwierząt służących zachowaniu ciągłości tych samych szlaków przemieszczania się (poprzez synchronizację lokalizacji) oraz służących tym samym gatunkom (poprzez synchronizację parametrów).

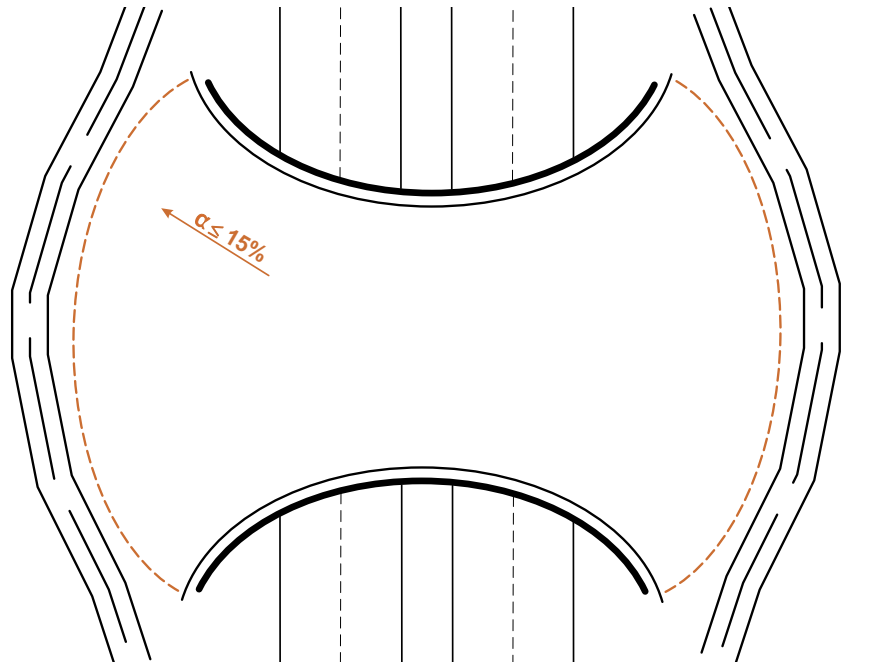
Rozwiązanie stosowane w sytuacjach, gdy równoległe do projektowanej drogi przebiega inna droga dwujezdniowa lub jednojezdniowa o natężeniu ruchu  $> 10\,000$  pojazdów/dobę lub magistralna linia kolejowa.

- wprowadzeniu rozwiązań służących ograniczeniu kolizji z udziałem zwierząt na drodze równoległej, na odcinku przecięcia tych samych szlaków przemieszczania zwierząt (synchronizacja lokalizacji), poprzez ograniczenie prędkości jazdy wraz z działaniami dyscyplinującymi kierowców (fotoradary – urządzenia działające oraz maszty-atrapy, progi spowalniające).

Rozwiązanie stosowane w przypadku, gdy równoległe do projektowanej drogi przebiega inna droga jednojezdniowa o natężeniu ruchu  $< 10\,000$  pojazdów/dobę.

### 1.2. Schematy rozwiązań projektowych

a) projektowanie przejść w przypadku równoległej drogi serwisowej/gospodarczej/dojazdowej o nawierzchni gruntowej z minimalnym obciążeniem ruchem, wykorzystywanej sporadycznie – droga zlokalizowana u podstawy najść (patrz: Ryc. 38, Fot. 69).

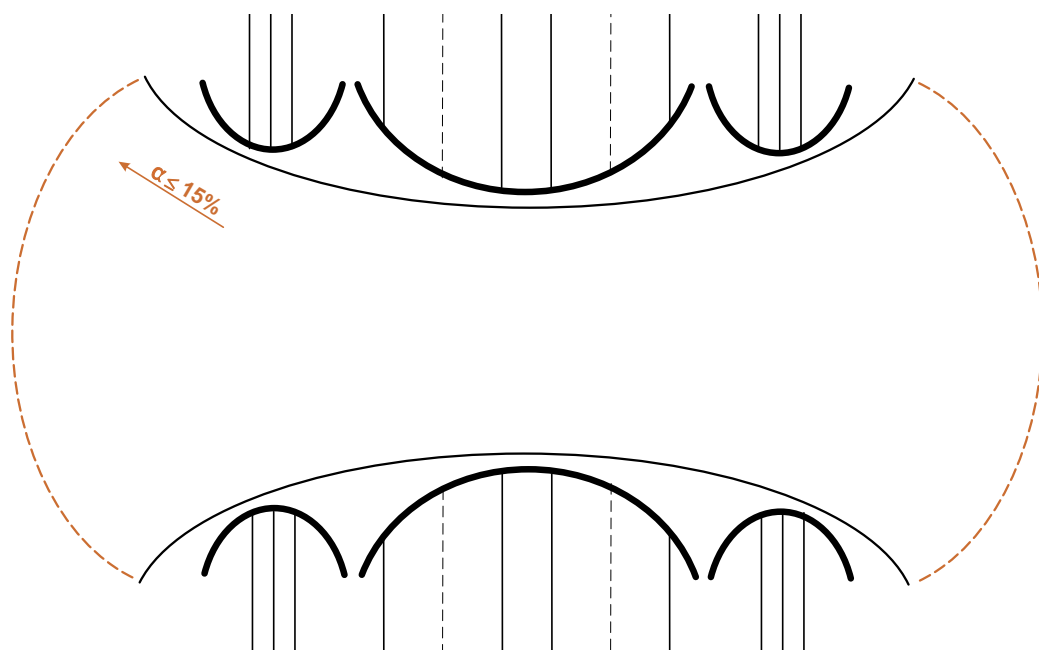


Ryc. 38. Schemat projektowania przejść górnych (niebędących mostami krajobrazowymi) w przypadku równoległych dróg o minimalnym natężeniu ruchu.



Fot. 69. Przejście górne z drogą serwisową u podstawy najść – autostrada A4.

- b) projektowanie przejść w przypadku równoległej (sąsiadującej i położonej w otoczeniu) drogi publicznej o nawierzchni asfaltowej lub betonowej oraz o natężeniu ruchu  $> 500$  pojazdów/dobę – droga zlokalizowana pod dodatkowym /poszerzonym przęsłem (patrz: Ryc. 39, Fot. 70).

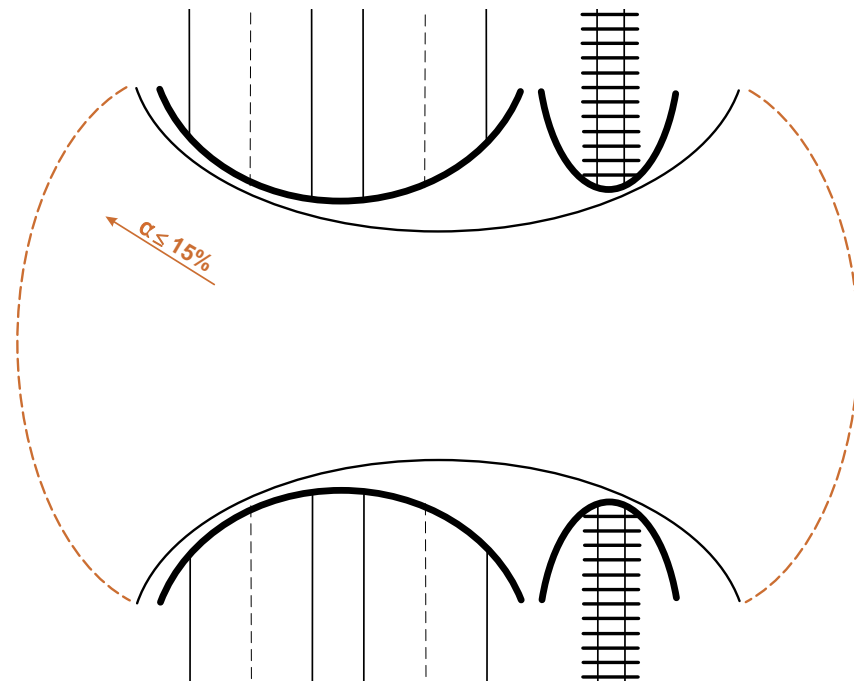


Ryc. 39. Schemat projektowania przejść górnych w przypadku równoległych dróg o natężeniu ruchu  $> 500$  poj./dobę oraz mostów krajobrazowych.

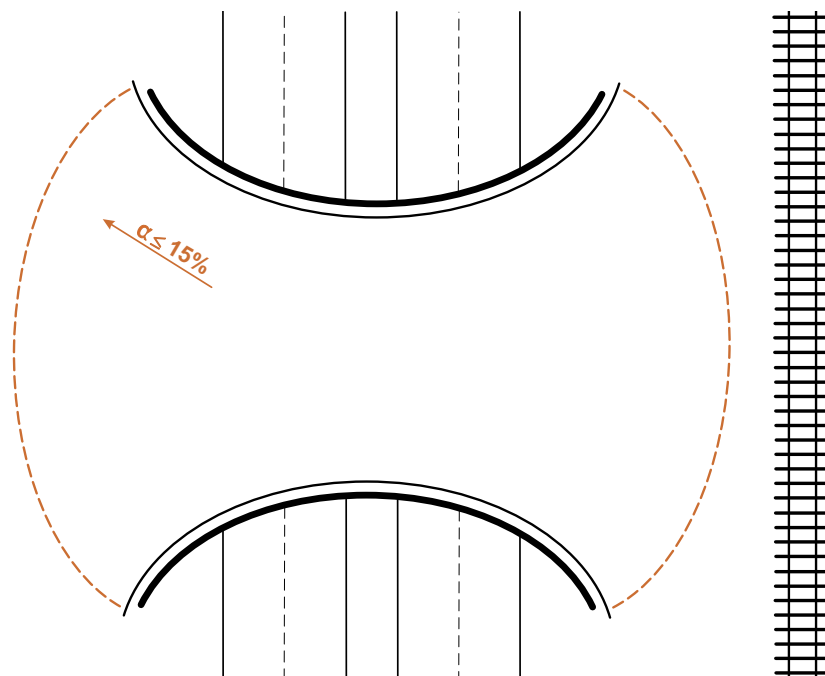


Fot. 70. Przejście górne nad autostradą i równoległymi drogami serwisowymi – autostrada A2.

c) projektowanie przejść w przypadku równoległej (sąsiadującej i położonej w otoczeniu) linii kolejowej (patrz: Ryc. 40–41).



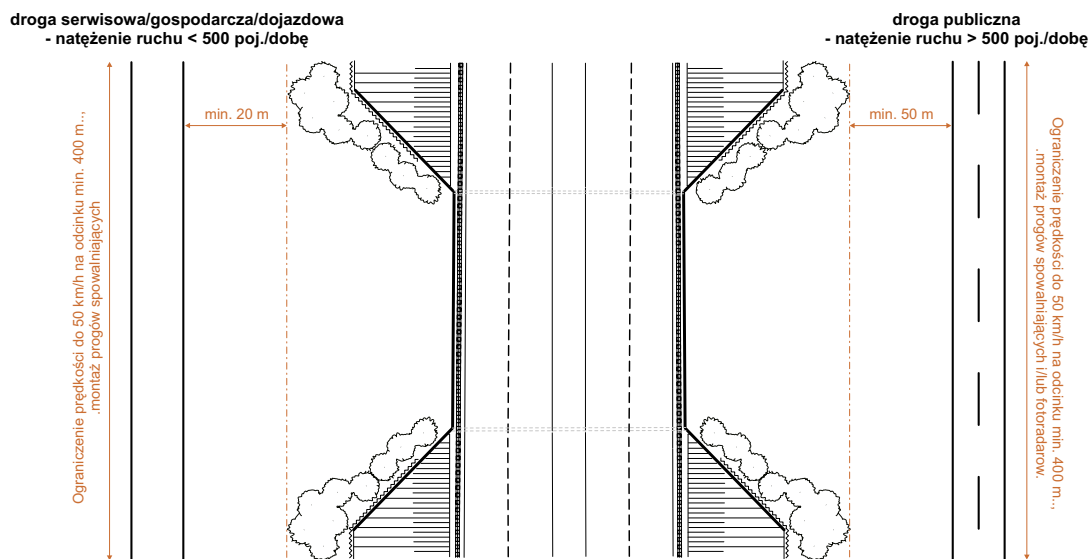
Ryc. 40. Schemat projektowania przejść górnych w przypadku równoległej drogi i linii kolejowej – w przypadku, gdy odległość jest na tyle mała, że uniemożliwia budowę przejścia tylko nad drogą.



Ryc. 41. Schemat projektowania przejść górnych w przypadku równoległej drogi i linii kolejowej – w przypadku, gdy odległość jest wystarczająca do budowy przejścia tylko nad drogą a sama linia kolejowa nie powoduje znaczącego oddziaływania barierowego.

## 2. Przejścia dolne (samodzielne i zespolone) dla dużych, średnich i małych zwierząt

- a) projektowanie przejść w przypadku równoległej drogi serwisowej/gospodarczej/dojazdowej o nawierzchni gruntowej (patrz: Ryc. 42) – droga zlokalizowana w poziomie terenu, przecinająca obszar naprowadzania zwierząt, wylot przejścia na drogę:
- prowadzenie drogi w poziomie terenu,
  - brak rowów otwartych lub rowy wypłaszczone,
  - ograniczenie prędkości jazdy – zmiana nawierzchni, spowalniacze,

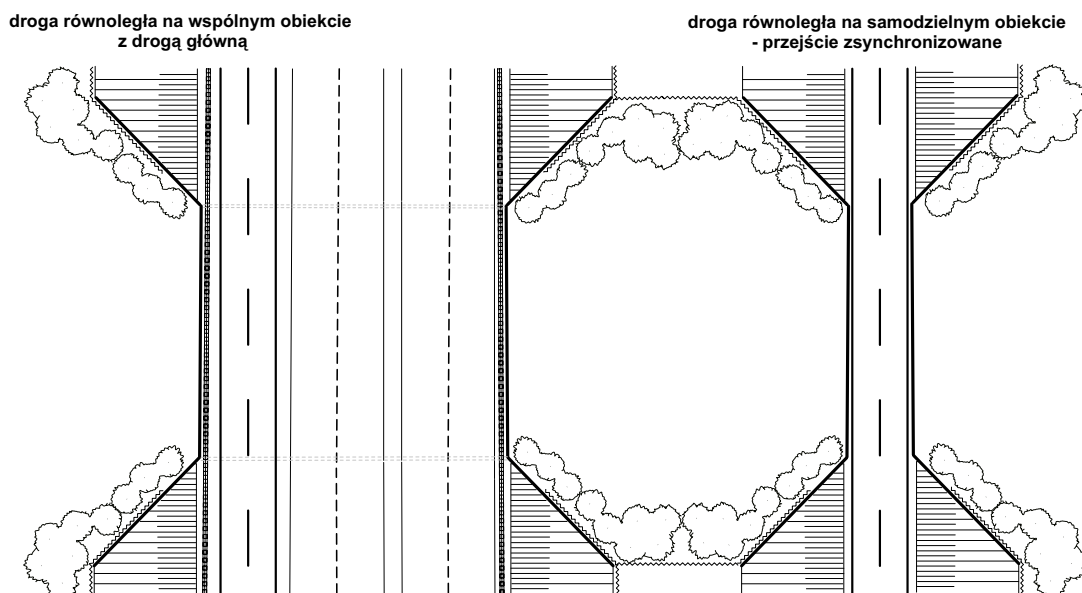


Ryc. 42. Projektowanie przejść dolnych oraz zsynchronizowanych przejść po powierzchni jezdni w przypadku równoległej drogi serwisowej (o natężeniu ruchu < 500 poj./dobę) i publicznej (o natężeniu ruchu > 500 poj./dobę).

- b) projektowanie przejść w przypadku równoległej (sąsiadującej i położonej w otoczeniu) drogi publicznej o nawierzchni asfaltowej lub betonowej oraz o natężeniu ruchu > 500 pojazdów/dobę (patrz: Ryc. 43):
- droga zlokalizowana w poziomie głównej drogi na poszerzonym (wspólnym) wiadukcie,
  - droga zlokalizowana w poziomie głównej drogi na samodzielnym (sąsiadującym) wiadukcie,
  - droga zlokalizowana w poziomie terenu z przejściem po powierzchni – możliwe zastosowanie w sytuacji braku zagrożenia kolizjami z udziałem płazów, gadów i bezkręgowców,
  - droga zlokalizowana w poziomie głównej drogi – budowa wspólnego przejścia,
  - droga zlokalizowana w poziomie głównej drogi – budowa przejść zsynchronizowanych,
- c) projektowanie przejść w przypadku równoległej (sąsiadującej i położonej w otoczeniu) linii kolejowej:
- w przypadku, gdy przy linii kolejowej istnieją przejścia dla dużych lub średnich zwierząt należy je uwzględnić w trakcie ustalania lokalizacji przejść przy projektowanej drodze – synchronizacja lokalizacji,
  - w przypadku, gdy przy linii kolejowej istnieją wyłącznie przejścia po powierzchni torów, nie należy projektować zsynchronizowanych przejść dolnych pod drogami w odległości mniejszej niż 200 m (50 m dla małych zwierząt),



- w przypadku, gdy linia kolejowa położona jest w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanej drogi (odległość > 100 m), należy w pierwszej kolejności rozważyć możliwość budowy wspólnego przejścia górnego (nad drogą i linią kolejową),
- w przypadku przekraczania przez projektowaną drogę i równoległą linię kolejową poprzecznych zagłębień terenu, należy rozważyć możliwość budowy wspólnego wiaduktu (mostu, estakady) dla drogi i linii kolejowej,



Ryc. 43. Projektowanie przejść dolnych oraz zsynchronizowanych przejść w formie wiaduktów – w przypadku równoległej drogi publicznej (o natężeniu ruchu > 500 poj./dobę).

- d) projektowanie przejść zsynchronizowanych oraz zsynchronizowanych działań ograniczających śmiertelność (Fot. 71) – w przypadku gdy projektowana droga (wymagająca budowy przejść) przebiega w sąsiedztwie innej drogi lub linii kolejowej, także wymagającej działań minimalizujących oddziaływanie na faunę (stwierdzone oddziaływanie barierowe o charakterze skumulowanym), konieczna jest synchronizacja działań polegająca na:
- budowie niezależnych przejść dla zwierząt służących zachowaniu ciągłości tych samych szlaków przemieszczania się (poprzez synchronizację lokalizacji) oraz służących tym samym gatunkom (poprzez synchronizację parametrów),
- Rozwiązanie stosowane w sytuacjach, gdy równoległe do projektowanej drogi przebiega magistralna linia kolejowa lub inna droga dwujezdniowa lub jednojezdniowa o natężeniu ruchu:
- > 10 000 pojazdów/dobę (przejścia dla dużych i średnich zwierząt),
  - > 2000 pojazdów/dobę (przejścia dla małych ssaków),
  - > 500 pojazdów/dobę (przejścia dla płazów).
- wprowadzeniu rozwiązań służących ograniczeniu kolizji z udziałem zwierząt na drodze równoległej, na odcinku przecięcia tych samych szlaków przemieszczania zwierząt (synchronizacja lokalizacji), poprzez ograniczenie prędkości jazdy wraz z działaniami dyscyplinującymi kierowców (fotoradary – urządzenia działające oraz maszty-atrapy, progi spowalniające),
- Rozwiązanie stosowane w przypadku, gdy równoległe do projektowanej drogi przebiega inna droga jednojezdniowa o natężeniu ruchu:
- < 10 000 pojazdów/dobę (dla dużych i średnich zwierząt),
  - < 2000 pojazdów/dobę (przejścia dla małych ssaków),
  - < 500 pojazdów/dobę (przejścia dla płazów).



Fot. 71. Przejścia dolne zsynchronizowane – przejście pod drogą S-3 i równoległą DK3.

# XI. Projektowanie i budowa przejść dla zwierząt oraz ich otoczenia i obiektów towarzyszących – typowe i istotne błędy

## 1. Przejścia po powierzchni drogi – błędy na etapie projektowania i eksploatacji

- a) niewłaściwe zagospodarowanie poboczy w sąsiedztwie przejścia, zwłaszcza gęste zakrzaczenia w strefie przylegającej do jezdni powodują zwiększone ryzyko kolizji ze względu na wzmożoną penetrację przez zwierzęta bezpośredniego sąsiedztwa drogi (dogodne miejsca ukrycia i żerowania).
- b) brak skutecznego ograniczenia prędkości w miejscu lokalizacji przejścia zwiększa ryzyko wystąpienia kolizji z udziałem zwierząt oraz podnosi poziom zagrożenia dla życia i zdrowia uczestników ruchu.
- c) wysokie nasypy lub głębokie wykopy i głębokie rowy odwodnieniowe w sąsiedztwie przejścia zwiększają ryzyko kolizji ze względu na ograniczenie widoczności przejeżdżających pojazdów przez zwierzęta, ograniczenie widoczności zwierząt znajdujących się w sąsiedztwie jezdni (z perspektywy kierowcy) oraz utrudnione warunki szybkiej ucieczki zwierząt przed nadjeżdżającymi pojazdami (Fot. 72).



Fot. 72. Wysokie nasypy utrudniają funkcjonowanie przejść po powierzchni drogi, zwierzęta szukając najdogodniejszych miejsc, zwykle przechodzą bezpośrednio przy zakończeniach barier ochronnych – droga krajowa nr 2.

## 2. Błędy na etapie projektowania konstrukcji

### 2.1. Przejścia górne samodzielne dla dużych i średnich zwierząt

a) zbyt mała szerokość minimalna.

Niedostosowanie szerokości przejścia do wymagań wszystkich występujących gatunków zwierząt powoduje, że obiekt będzie wykorzystywany tylko przez wybrane, oportunistyczne gatunki, głównie pospolite średnie i małe ssaki (sarna, lis). Odpowiednia szerokość przejścia górnego (obok właściwej lokalizacji) jest kluczowym czynnikiem decydującym o jego skuteczności ekologicznej. Zbyt małej szerokości przejścia towarzyszą zwykle dodatkowo poniżej opisane błędy projektowe, które łącznie obniżają skuteczność obiektów (Fot. 73).



Fot. 73. Wąskie przejście górne niedostosowane do wymagań dużych i średnich ssaków – autostrada A4.

b) zbyt mały kąt rozwarcia (rozszerzania).

Niewłaściwy kąt rozwarcia powoduje wydłużenie najwęższego odcinka przejścia, stanowiącego „wąskie gardło” oraz ogranicza szerokość obszaru naprowadzania zwierząt i utrudnia właściwe wkomponowanie obiektu w otoczenie. W przypadku porównania przejść o tej samej szerokości minimalnej a różnym kącie rozwarcia najść najwyższą skuteczność posiadają przejścia z największym kątem rozwarcia. Właściwy kąt rozszerzania jest szczególnie istotny dla skuteczności przejść długich oraz posiadających szerokość minimalną na granicy dopuszczalności (Fot. 74).

c) brak płynnego rozwarcia (rozszerzania) oraz rozwarcie (rozszerzanie) skokowe.

Brak płynnego rozszerzanie przejścia na całej długości konstrukcji wiaduktu i najść powoduje trudności z właściwym wkomponowaniem obiektu w otoczenie oraz utrudnia skuteczne naprowadzanie zwierząt.

d) zbyt duży kąt nachylenia najść.

Powoduje całkowity brak widoczności lub ograniczoną widoczność obszaru położonego po drugiej stronie przejścia; zwierzęta (zwłaszcza ssaki kopytne) nie widząc czy przejście prowadzi do preferowanych przez nie siedlisk, unikają korzystania z takiego obiektu. Duży kąt nachylenia powoduje także powstanie sztucznych deniwelacji, które wzmacniają efekt „sztucznego elementu” w krajobrazie i odstrasza zwierzęta (Fot. 75).





Fot. 74. Przejście o zbyt małym kącie rozwarcia najść oraz konstrukcji bez zmiennej szerokości – autostrada A2.



Fot. 75. Przykład przejścia o zbyt dużym kącie nachylenia najść – autostrada A4.

## 2.2. Przejścia dolne samodzielne dla dużych, średnich i małych zwierząt

a) zbyt mała wysokość i szerokość minimalna.

W przypadku przejść dolnych dla dużych zwierząt należy zwrócić szczególną uwagę na wysokość (światło pionowe) dostosowaną do wymagań dużych ssaków kopytnych; niedostosowanie wymiarów przejścia (światła przekroju) do wymagań wszystkich występujących gatunków zwierząt powoduje, że obiekt będzie wykorzystywany tylko przez wybrane, oportunistyczne gatunki, głównie pospolite średnie i małe ssaki (sarna, lis). Odpowiednie wymiary przejścia (obok właściwej lokalizacji) są kluczowym czynnikiem decydującym o jego skuteczności ekologicznej (Fot. 76).





Fot. 76. Przejście dolne o wymiarach niedostosowanych do wymagań ssaków kopytnych, dodatkowo brak okna doświetleniowego – autostrada A4.

b) odsłonięte elementy konstrukcyjne.

Duże, odsłonięte powierzchnie betonowe (zwłaszcza ściany czołowe) powodują trudności z odpowiednim wkomponowaniem obiektu w otoczenie, co zniechęca zwierzęta (przede wszystkim duże ssaki leśne) do korzystania z przejścia (Fot. 77).



Fot. 77. Przejście posiadające duże, widoczne powierzchnie betonowe – trudne do wkomponowania w otoczenie i odstraszące niektóre zwierzęta – autostrada A2.

c) brak okien (szczelin) doświetleniowych.

W przypadku zbyt małej ilości światła na powierzchni przejścia, obiekt będzie w ograniczonym stopniu wykorzystywany przez ssaki kopytne, które unikają ciemnych, zamkniętych przestrzeni (Fot. 76).

d) brak ekranów akustycznych na oknach (szczelinach) doświetleniowych.

Powoduje wysoki poziom hałasu na powierzchni przejścia, co wpływa odstrasza­jąco na większość gatunków dużych i średnich ssaków (Fot. 78).



Fot. 78. Szczeliny i okna doświetleniowe bez ekranowania hałasu drogowego powodują ograniczenie skuteczności przejść – autostrada A2.

e) skarpy oporowe zawężające światło obiektu.

Zastosowanie skarp oporowych podtrzymujących przyczółki pod obiektem (na płycie pomostu) powoduje ograniczenie ilości przestrzeni dostępnej dla zwierząt i zmniejszenie efektywności przejścia – zwłaszcza w przypadku stosunkowo małych obiektów jednoprzęsłowych (Fot. 79).



Fot. 79. Przykład przejścia dolnego z niewłaściwie ukształtowanymi skarpami przyczółków – droga ekspresowa S-6.

f) skrzydła utrudniające dojście do przejścia.

W przypadku zastosowania skrzydeł ukośnych zintegrowanych z wiaduktem, ich niewłaściwy kąt rozwarcia (zbyt mały) utrudnia naprowadzanie zwierząt do przejścia, co wpływa na efektywność przejścia.

g) podpory o konstrukcji ograniczającej dostęp światła do powierzchni przejścia.

W przypadku obiektów wieloprzęsłowych liczba i kształt podpór wpływają istotnie na ilość światła docierającą do powierzchni przejścia. Zastosowanie podpór powodujących nadmierne zacienienie powoduje ograniczoną skuteczność przejścia dla dużych i średnich ssaków (unikanie ciemnych przestrzeni) oraz ogranicza rozwój roślinności, co w efekcie powoduje ograniczone wykorzystywanie przejścia przez małe zwierzęta.



Fot. 80. Podpory o konstrukcji ograniczającej dostęp światła do powierzchni przejścia – droga krajowa nr 11.

h) niewłaściwa konstrukcja szczelin dylatacyjnych.

Powoduje znaczący hałas w trakcie przejazdu, zwłaszcza wieloosiowych pojazdów ciężarowych. Krótkie, incydentalne odgłosy (przypominające czasami wystrzały z broni palnej) odstrasza praktycznie wszystkie gatunki dużych i średnich zwierząt.

i) niewłaściwa konstrukcja ekranów akustycznych.

Ekran akustyczny wykonany z materiałów przezroczystych stanowi zagrożenie dla ptaków powodując zwiększone ryzyko ich kolizji z powierzchnią ekranu. Z kolei ekrany nieprzezroczyste i zbyt małej wysokości zwiększają w trakcie przelotów na niskich pułapach (bezpokośrednio powyżej krawędzi ekranu) ryzyko kolizji z pojazdami ciężarowymi (Fot. 81).





Fot. 81. Ekran transparentny na dolnym przejściu dla dużych zwierząt – Rezerwat Morzyk, droga ekspresowa S-1.

### 2.3. Przejścia dla płazów

a) pojedyncze przepusty w obszarach masowych migracji płazów.

Posiadają ograniczoną przepustowość, która powoduje brak możliwości skutecznej minimalizacji oddziaływania drogi na zachowanie ciągłości szlaków migracyjnych.

b) zamknięty przekrój przepustów.

Utrudnia (czasem uniemożliwia) utrzymanie odpowiedniej wilgotności powierzchni przejścia. W przypadku przejść o suchej powierzchni ich skuteczność będzie znacząco ograniczona w odniesieniu do migracji żab i traszek (osobniki dorosłe i młodociane) oraz młodocianych osobników wszystkich płazów – w związku z powyższym przejście będzie miało ograniczone znaczenie zarówno dla zachowania migracji rozrodczych, jak i dyspersji po rozrodzie (Fot. 82).

c) niewłaściwy przekrój obiektu (kształt przekroju).

Zastosowanie przekroju okrągłego powoduje:

- znaczące ograniczenie przepustowości przejścia, co jest kluczowe w okresach masowych, sezonowych migracji płazów – szerokość powierzchni, po której odbywa się ruch zwierząt jest mniejsza niż w przypadku przepustów prostokątnych,
- wspinanie się niektórych gatunków (rzekotka) po ściankach przepustu, co utrudnia naprowadzanie zwierząt i zmniejsza skuteczność przejścia (Fot. 82).



Fot. 82. Niewłaściwy, okrągły przekrój przejścia dla płazów. Zamknięty profil przepustu uniemożliwia utrzymanie odpowiedniej wilgotności podłoża – autostrada A1.

d) zbyt mała wysokość i szerokość minimalna.

Niedostosowanie wysokości przejścia (zbyt niskiej światło pionowe) dla wymagań wszystkich gatunków może spowodować jego ograniczoną skuteczność dla żab (i innych gatunków skaczących), zaś zbyt mała szerokość powoduje ograniczenie przepustowości (podobnie jak niewłaściwy przekrój).

e) skrzydła utrudniające dojście do przejścia.

W przypadku zastosowania skrzydeł zintegrowanych z wiaduktem ich niewłaściwy kąt rozwarcia (zbyt mały) utrudnia naprowadzanie zwierząt do przejścia, co wpływa na obniżenie efektywności przejścia.

### 3. Błędy na etapie projektowania i kształtowania powierzchni

#### 3.1. Błędy wspólne dla wszystkich typów przejść

a) otwarte rowy o stromych i umocnionych skarpach na powierzchni przejścia.

Powodują powstanie bariery fizycznej dla małych zwierząt (w tym płazów) w przypadku dużej głębokości (> 2 m), mogą także utrudniać przemieszczanie się dużych i średnich zwierząt (Fot. 83).





Fot. 83. Otwarte i umocnione rowy utrudniające przemieszczanie się zwierząt na powierzchni przejścia dolnego – droga ekspresowa S-3.

b) zbyt krótkie ekrany antyolśnieniowe.

Powodują, że cały obszar przejścia nie jest chroniony przed olśniewaniem zwierząt przez pojazdy – zwłaszcza w obszarze najść przejść górnych, co prowadzi do odstraszenia zwierząt zbliżających się do przejścia i tym samym ograniczenie skuteczności obiektu (Fot. 84).



Fot. 84. Zbyt krótki i niewłaściwie zlokalizowany ekran przeciwołśnieniowy na powierzchni przejścia górnego – droga krajowa nr 5.

c) nieszczelne i nietrwałe konstrukcje ekranów.

Powodują niepełną ochronę przed olśniewaniem zwierząt, co prowadzi do odstraszenia zwierząt od przejścia i ograniczenia skuteczności obiektu (Fot. 85).



Fot. 85. Nieszczelne ekrany przy przejściu dolnym – autostrada A1.

d) różnica wysokości i nieszczelności na styku ekran-ogrodzenie.

Powoduje zagrożenie przedostawania się zwierząt na jezdnię. Zwierzęta mogą podejmować próby przeskakiwania (w miejscu o najniższym poziomie ogrodzenia) lub przeciskania się przez szczeliny (Fot. 86).



Fot. 86. Różnica wysokości i nieszczelności na połączeniu ekranu z ogrodzeniem powoduje powstanie zagrożenia przenikania zwierząt na jezdnię.

e) niewłaściwa lokalizacja i posadowienie ekranów/ogrodzeń.

Powoduje utrudniony dostęp zwierząt do powierzchni przejścia oraz ogranicza możliwości naprowadzania zwierząt; może powodować zmniejszenie efektywnej szerokości przejścia i szerokości obszaru naprowadzania (Fot. 84).



f) niewłaściwe warunki glebowe na powierzchni przejść i najść.

Związane przede wszystkim z brakiem wymaganej żyzności i wilgotności gleby, co w konsekwencji powoduje niską udatność nasadzeń i siewu większości gatunków (zwłaszcza krzewów i drzew liściastych) oraz odsłonięcie powierzchni gleby wraz z częściową ekspansją gatunków ruderalnych i segetalnych (Fot. 87).



Fot. 87. Grunt niedostosowany do wymagań roślinności na powierzchni przejścia górnego – autostrada A4.

g) niewłaściwe zagospodarowanie roślinnością, brak dodatkowych mikrosiedlisk. Powoduje ograniczone wykorzystanie przejść przez małe zwierzęta (ssaki, ptaki, gady, bezkręgowce) oraz duże ssaki leśne, dodatkowo wydłuża okres adaptacji wszystkich leśnych gatunków zwierząt do korzystania z przejścia (Fot. 88).



Fot. 88. Niewłaściwe zagospodarowanie powierzchni przejścia górnego – autostrada A4.

h) wykorzystywanie obcych gatunków i odmian w nasadzeniach (gatunki obce geograficznie oraz niedostosowane do warunków siedliskowych i flory potencjalnej roślinności naturalnej).

W przypadku wprowadzenia gatunków i odmian niedostosowanych do składu gatunkowego roślinności naturalnej i siedlisk sąsiadujących z przejściem powstaje ryzyko przenikania i ekspansji obcych gatunków do środowiska, co jest szczególnie istotne w przypadku lokalizacji przejść w obszarach o wysokich walorach przyrodniczych. Wprowadzenie obcych gatunków wpływa negatywnie na skuteczność przejść, zwłaszcza wykorzystanie przez ssaki roślinożerne, które preferują gatunki rodzime, występujące w ich siedliskach. Większość gatunków obcych geograficznie i odmian hodowlanych posiada wysokie wymagania siedliskowe, które uniemożliwiają lub utrudniają ich trwały rozwój w trudnych warunkach glebowych w otoczeniu przejść.

i) nieskuteczne zabezpieczenia przed nielegalnymi przejazdami.

W przypadku przejść przeznaczonych dla dużych ssaków leśnych, ograniczanie niepożądanego penetracji przez ludzi (przejazdy i wzmożony ruch pieszki) jest kluczowe dla zapewnienia skuteczności przejścia (Fot. 89).



Fot. 89. Przykład nieskutecznych zabezpieczeń przed przejazdami z wykorzystaniem znaków drogowych – autostrada A2.

g) znaki drogowe na powierzchni przejścia.

Znaki zakazu na powierzchni przejścia nie są skutecznym rozwiązaniem ograniczającym ruch pojazdów; znaki ustawione w wyeksponowanych miejscach, posiadające powłoki refleksyjne wpływają na odstraszenie zwierząt. W związku z powyższym należy stosować inne, skuteczniejsze metody ograniczania niepożądanego ruchu pojazdów (Fot. 89).

### 3.2. Przejścia górne i dolne zespolone z drogami

a) niewłaściwa lokalizacja i przebieg drogi.

Powodują ograniczenie dostępności przejścia dla zwierząt i zmniejszenie jego efektywnej powierzchni. Obserwowane są 2 podstawowe błędy:

- droga zlokalizowana bezpośrednio przy krawędzi przejścia – powoduje, że obszar dostępny dla zwierząt ma postać tylko jednego pasa, zdecydowanie zaś skuteczniejszym

rozwiązaniem są 2 pasy po obu stronach drogi – zwierzęta bardzo często przemieszczają się wzdłuż ogrodzeń i ekranów przy przejściach górnych oraz wzdłuż ścian przejść dolnych (Fot. 90),



Fot. 90. Niekorzystne rozwiązanie – droga asfaltowa zlokalizowana na powierzchni przejścia dolnego – autostrada A2.



Fot. 91. Niedopuszczalne rozwiązanie – droga asfaltowa na powierzchni przejścia górnego – droga B31neu (Niemcy).

- droga przebiegająca pod kątem przez powierzchnię przejścia – powoduje przerwanie ciągłości pasów dostępnych dla zwierząt i wprowadza barierę dla przemieszczania się niektórych małych zwierząt (np. gryzonie leśne, bezkręgowce naziemne).



b) niewłaściwa nawierzchnia drogi (Fot. 91).

Dotyczy nawierzchni asfaltowych i betonowych, których zastosowanie powoduje:

- zachęcanie okolicznych mieszkańców do korzystania z przejazdu oraz większą prędkość ruchu pojazdów, w efekcie czego wzrasta poziom odstrasżającego oddziaływania ruchu na zwierzęta oraz wzrasta ryzyko kolizji z udziałem zwierząt,
- powstanie fizycznej bariery dla przemieszczania się niektórych małych zwierząt, w tym przede wszystkim leśnych gatunków gryzoni i bezkręgowców naziemnych,
- silne nagrzewanie się podłoża, co stanowi barierę dla przemieszczania się zwierząt zmienneocielnych i przyciąga gady, które wygrzewając się na nawierzchni są narażone na kolizję z pojazdami,
- konieczność budowy systemu odwodnienia nawierzchni – zwykle w postaci otwartych rowów, stanowiących barierę fizyczną dla przemieszczania się zwierząt.

c) zbyt wysokie natężenie ruchu i prędkość pojazdów.

Powoduje barierę psychofizyczną (odstrasżanie zwierząt) głównie dla dużych ssaków kopytnych oraz powstanie wysokiego ryzyka kolizji z udziałem zwierząt (głównie płazy, gady, bezkręgowce) (Fot. 92).



Fot. 92. Projektowanie przejść zespolonych pod wiaduktami dla ruchliwych dróg publicznych jest niewskazane.

d) brak skutecznej izolacji drogi od powierzchni przejścia.

Powoduje niepożądaną penetrację stref przeznaczonych dla zwierząt (przejazdy, przecho-dzenie), co prowadzi do uszkodzenia roślinności, pokrywy glebowej oraz pozostawiania śladów obecności ludzi odstrasżających niektóre gatunki zwierząt.

e) rowy otwarte wzdłuż drogi na powierzchni przejścia.

Zastosowanie otwartych rowów do odwadniania drogi zlokalizowanej na przejściu powoduje zmniejszenie efektywnej szerokości przejścia oraz powoduje powstanie bariery fizycznej dla przemieszczania się małych zwierząt (Fot. 93).

f) niepotrzebne obiekty bezpieczeństwa ruchu.

Na powierzchni przejść nie należy lokalizować znaków zakazu oraz metalowych barier ochronnych, gdyż elementy te wpływają na odstrasżanie zwierząt.



Fot. 93. Otwarte rowy, zwłaszcza umocnione elementami betonowymi, ograniczają efektywną szerokość przejść – autostrada A2.

### 3.3. Przejścia dolne zespolone z ciekami

a) korekta przebiegu koryta ciek.

W przypadku cieków naturalnych powoduje zniszczenie mikrosiedlisk fauny w zasięgu koryta i w strefie brzegowej oraz przerwanie ciągłości siedlisk niektórych gatunków małych zwierząt (Fot. 94, 95).



Fot. 94. Zniszczenie naturalnego koryta potoku przez umocnienia z materacy gabionowych – droga ekspresowa S-1.



Fot. 95. Zniszczenie naturalnego koryta strumienia przez umocnienia z ażurowych płyt betonowych – autostrada A1.



Fot. 96. Półki ziemne pokryte płytami betonowymi – autostrada A1.

b) umacnianie koryta ciek przy użyciu niewłaściwych materiałów.

Niewłaściwe zastosowanie materiałów betonowych i kamiennych (zwłaszcza gabionów) powoduje istotne utrudnienia w przemieszczaniu się większości gatunków – zwłaszcza płazów, bezkręgowców i ssaków kopytnych – wzdłuż ciek i w poprzek koryta (Fot. 94, 95).

c) zbyt wąskie suche półki, zbyt mała wysokość (światło pionowe) do spodu konstrukcji.

Niedostosowanie wymiarów przejścia (światła) do wymagań wszystkich występujących gatunków zwierząt powoduje, że obiekt będzie wykorzystywany tylko przez wybrane, oportunistyczne gatunki. Odpowiednie wymiary przejścia są (obok właściwej lokalizacji) kluczowym czynnikiem decydującym o jego skuteczności ekologicznej.



d) półki zbyt niskie lub zbyt nisko podwieszane (poniżej poziomu średniej wody).

Zalewanie półek powoduje znaczące ograniczenie wykorzystywania przejścia przez gatunki lądowe.



Fot. 97. Półka wykonana z gabionów bez pokrycia gruntem, bez połączenia z otaczającym terenem – autostrada A1.



Fot. 98. Półka betonowa bez pokrycia gruntowego, kończąca się w dnie rowu – droga ekspresowa S-5.

e) niewłaściwe pokrycie powierzchni półek, brak pokrycia półek gruntem (Fot. 96, 97, 98).

Powoduje, że przejście nie będzie wykorzystywane przez wszystkie gatunki. W przypadku półek z blachy brak pokrycia gruntowego powoduje ich nagrzewanie od słońca i zniechęcania większości zwierząt zmiennocieplnych do korzystania z przejścia. W przypadku gabionów brak pokrycia gruntowego lub pokrycie częściowe (np. przez niestaranne wykonawstwo) powoduje znaczące utrudnienia dla przemieszczania się większości gatunków. Wysypanie

gruboziarnistych kruszyw w wierzchnich warstwach, odsłonięte gabiony i płyty betonowe – utrudniają przemieszczanie się małych zwierząt oraz ssaków kopytnych.

f) niewłaściwy kształt suchych półek (w przekroju).

Niewłaściwie wyprofilowane półki, zwłaszcza zbyt strome skarpy, powodują ograniczenie ich efektywnej szerokości. Nachylenie powierzchni półki (w przekroju) większe niż 1:1,5 powoduje ograniczenie skuteczności przejścia.

g) półki podwieszane jednostronnie (Fot. 97, 98).

Powodują znaczące ograniczenie skuteczności przejścia oraz ograniczony zasięg przestrzenny jego oddziaływania. Dla małych zwierząt nawet najwęższe cieki wodne mogą stanowić istotną barierę w przemieszczaniu, dlatego zwykle nie są w stanie skorzystać z półki położonej na przeciwległym brzegu.

h) całkowity brak półek lub brak płynnego połączenia półek z otoczeniem (Fot. 97, 98).

Powoduje utrudnione dojście do przejścia, brak możliwości skutecznego naprowadzania zwierząt, a w przypadkach skrajnych zupełną dysfunkcjonalność obiektu.

### 3.4. Przejścia dolne zespolone z liniami kolejowymi

a) lokalizowanie obiektów towarzyszących linii kolejowej w obrębie przejścia.

Powoduje odstraszenie zwierząt i ograniczoną skuteczność przejścia, zwłaszcza dla dużych ssaków. Szczególnie istotne oddziaływanie odstraszące mogą mieć semafony świetlne oraz urządzenia emitujące hałas i promieniowanie elektromagnetyczne.



Fot. 99. Brak izolacji powierzchni przejścia od linii kolejowej powoduje zwiększone ryzyko kolizji z udziałem zwierząt – autostrada A1.

b) głębokie rowy odwodnieniowe wzdłuż linii kolejowej zajmujące znaczną szerokość przejścia.

W przypadku obiektów o stosunkowo wąskich pasach przeznaczonych dla zwierząt szerokie rowy odwodnieniowe (o stromych skarpach) mogą znacząco ograniczać skuteczność przejścia, zwłaszcza dla dużych ssaków.



c) umacnianie rowów korytkami betonowymi.

W przypadku zastosowania głębokich korytek betonowych o stromych ściankach (korytka krakowskie) powstają pułapki powodujące wysokie zagrożenie śmiertelnością wszystkich gatunków małych zwierząt – zwłaszcza płazów, gadów i bezkręgowców oraz praktycznie całkowite zahamowanie przemieszczania małych zwierząt w poprzek linii kolejowej.

d) brak skutecznej izolacji linii od powierzchni przejścia (Fot. 99).

Wał ziemny, nasadzenia, głązy, karpy, ekrany etc. W przypadku linii o wysokim natężeniu ruchu oraz dużej prędkości jazdy pociągów brak izolacji stref przeznaczonych dla zwierząt może powodować zwiększone ryzyko kolizji z udziałem ssaków kopytnych. Brak odpowiednich mikrosiedlisk powoduje ograniczoną skuteczność przejścia dla małych zwierząt.

#### 4. Błędy w zakresie projektowania i kształtowania otoczenia – wszystkie typy przejść

a) umacnianie powierzchni nasypów z wykorzystaniem elementów betonowych i kamiennych (w obszarach dostępnych dla zwierząt).

Powoduje utrudnione naprowadzanie zwierząt do przejścia oraz ogranicza szerokość obszaru naprowadzania (Fot. 100).



Fot. 100. Niekorzystne rozwiązanie – umacnianie skarp w strefach dostępnych dla zwierząt przy pomocy materiałów betonowych – droga krajowa nr 11.

b) niewłaściwa lokalizacja zbiorników ekologicznych oraz obecność innych elementów odwodnienia w otoczeniu przejścia (Fot. 101, 102).

Obiekty odwodnieniowe (otwarte i nieuszczelnione przykryte: zbiorniki, studnie i niecki wpadowe, osadniki i separatory) znajdujące się w sąsiedztwie przejścia, w strefie przeznaczonej dla zwierząt, powodują utrudniony dostęp zwierząt do przejścia, ograniczają skuteczne naprowadzanie oraz stanowią istotne zagrożenie dla śmiertelności małych zwierząt (zwłaszcza płazów).



Fot. 101. Zbiornik ekologiczny utrudniający dojście do przejścia dolnego – autostrada A4.



Fot. 102. Separatory utrudniające dojście do przejścia dolnego oraz stanowiące pułapkę dla płazów – droga ekspresowa S-3.

c) całkowity brak i/lub zbyt krótkie odcinki ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów i małych ssaków (Fot. 103).

Powodują śmiertelność zwierząt w wyniku kolizji z pojazdami oraz niską skuteczność przejść (brak naprowadzania).





Fot. 103. Podkop wykonany przez łasicowate bezpośrednio przy zakończeniu ogrodzenia ochronnego dla małych zwierząt.

d) ogrodzenia ochronne i ochronno-naprowadzające wykonane z nietrwałych materiałów (przede wszystkim siatka polimerowa) (Fot. 104).

Powodują przerwanie ciągłości ogrodzeń i powstanie nieszczelności na etapie eksploatacji (uszkodzenia mechaniczne w trakcie koszenia traw wzdłuż ogrodzeń, w trakcie innych czynności obsługowych oraz w wyniku celowych aktów wandalizmu). Często uszkodzenia powstają już w trakcie montażu w wyniku zbyt silnego naciągania siatki. Przerwanie ciągłości może także następować samoistnie w wyniku korozji spowodowanej czynnikami atmosferycznymi – niskie temperatury, oddziaływanie promieniowania UV.



Fot. 104. Ogrodzenie wykonane za siatki polimerowej – materiał niezalecany ze względu na duże trudności z uzyskaniem szczelności oraz dużą podatność na uszkodzenia.

e) brak odpowiedniego i szczelnego połączenia ogrodzeń ochronno-naprowadzających z czło-  
łami przepustów (Fot. 105).

Typowym błędem jest lokalizacja linii ogrodzenia w znacznym oddaleniu od przejścia  
i brak dostosowania przebiegu ogrodzeń do wylotów przejść, co skutkuje brakiem skutecz-  
nego naprowadzania zwierząt do przejścia i jego ograniczonym wykorzystaniem.



Fot. 105. Brak połączenia ogrodzeń dla małych zwierząt z wylotem przepustu powoduje nieskuteczność ich naprowadzania do przejścia.



Fot. 106. Rów utrudniający dojście do małego przejścia dolnego.

f) niewłaściwa lokalizacja, nachylenie i umocnienie skarp rowów (Fot. 106, 107).

Rowy o stromych skarpach (> 1:2) oraz umocnionych materiałami betonowymi i kamien-  
nymi, przecinające strefę przeznaczoną dla zwierząt, stanowią znaczącą barierę dla przemiesz-  
czania się małych zwierząt, w skrajnych przypadkach mogą także utrudniać ruch dużych  
i średnich zwierząt – w przypadku rowów głębokich (> 1,5 m) o stromych skarpach.





Fot. 107. Umocnione rowy przecinające strefy naprowadzania zwierząt do przejścia dolnego.

g) brak lub niewłaściwa forma struktur naprowadzających.

W przypadku braku roślinności naprowadzającej przejście będzie posiadało ograniczoną skuteczność dla małych zwierząt (małe ssaki roślinożerne i drapieżne, bezkręgowce oraz ptaki preferujące krzewy i zarośla) a w przypadku dużych ssaków leśnych dłuższy będzie okres adaptacji do korzystania z przejścia, może korzystać z niego także mniejsza liczba osobników.



Fot. 108. Asfaltowa droga przecinająca strefę naprowadzania zwierząt do dużego przejścia dolnego – droga ekspresowa S-3.

h) niewłaściwy przebieg i niewłaściwa nawierzchnia dróg w otoczeniu przejść oraz zbyt wysokie natężenie ruchu (Fot. 108).

Przecięcie obszaru naprowadzania zwierząt przez drogę o nawierzchni utwardzonej asfaltem lub betonem powoduje powstanie bariery dla przemieszczania niektórych gatunków małych zwierząt (zwłaszcza gryzoni leśnych i bezkręgowców) oraz zwiększone ryzyko kolizji z udziałem wszystkich grup zwierząt w wyniku większej prędkości ruchu pojazdów.





Fot. 109. Niedopuszczalne jest zlokalizowane przejść dla dużych zwierząt przy oświetlonych odcinkach dróg – autostrada A4.



Fot. 110. Obecność wielu przeszkód utrudniających przemieszczanie się zwierząt i ogólny chaos przestrzenny w otoczeniu przejścia dolnego – autostrada A2.

i) zastosowanie oświetlenia drogowego (Fot. 109).

Wszystkie rodzaje i formy sztucznego oświetlenia zlokalizowane w sąsiedztwie przejścia powodują odstraszenie zwierząt i ograniczoną skuteczność obiektu. W przypadku niektórych gatunków leśnych ssaków (np. jeleń, wilk) przejście może być wykorzystywane tylko sporadycznie, przez wybrane osobniki.

j) zabudowa kubaturowa położona w sąsiedztwie przejścia.

Sąsiedztwo zabudowy i związane z tym emisje akustyczne i świetlne oraz wzmożona penetracja otoczenia przejścia przez ludzi, powodują odstraszenie zwierząt i ograniczoną skuteczność obiektu – zwłaszcza w odniesieniu do dużych ssaków leśnych (jeleń, dzik, wilk, ryś).

## 5. Błędy w zakresie projektowania konstrukcji przejść dla przeszkód równoległych (dwie drogi równoległe lub droga i równoległa linia kolejowa) – wszystkie typy przejść

a) przejście zaprojektowane wyłącznie dla głównej drogi i położone zbyt blisko innej drogi lub linii kolejowej (Fot. 111).

Przejście (podstawa najścia przejścia górnego lub wylot przejścia dolnego) zlokalizowane bliżej niż 200 m od drogi publicznej (o natężeniu ruchu > 500 pojazdów/dobę lub umożliwiającej jazdę z prędkością > 50 km/h) lub linii kolejowej, równoległych do głównej drogi, powodują wysokie zagrożenie kolizjami dla zwierząt korzystających z przejść.



Fot. 111. Niedopuszczalne rozwiązanie – wylot z przejścia dolnego bezpośrednio na drogę publiczną o dużym natężeniu ruchu – droga ekspresowa S-3, droga krajowa nr 3.

b) nieuzasadnione wydłużanie konstrukcji przejść górnych przez dodatkowe przęsła dla dróg serwisowych/gospodarczych lub linii kolejowych (Fot. 112).

W przypadku prowadzenia dróg o bardzo małym natężeniu ruchu i nawierzchni grunтовой oraz linii kolejowych o małym ruchu i prędkości jazdy pociągów pod dodatkowymi przęsłami, niekorzystnie wydłuża się konstrukcja przejść górnych, co wpływa negatywnie na ich skuteczność (rozwiązaniem optymalnym są obiekty, dla których stosunek szerokość do długości jest zbliżony do wartości 0,8).



Fot. 112. Nieuzasadnione wydłużenie konstrukcji przejścia górnego ze względu na dodatkowe przęsła dla dróg serwisowych – autostrada A2.

c) brak przejść zsynchronizowanych lub brak zsynchronizowanych działań ograniczających śmiertelność przy inwestycjach równoległych (Fot. 111).

Brak minimalizacji oddziaływań barierowych o charakterze skumulowanym, który prowadzi do fragmentacji siedlisk i korytarzy ekologicznych przecinanych przez projektowaną drogę oraz może powodować wysoką śmiertelność zwierząt.

## 6. Błędy na etapie budowy (wykonawcze) – wszystkie typy przejść



Fot. 113. Do obniżenia nominalnej wysokości ogrodzeń dochodzi zwłaszcza przy ich lokalizacji na stromych skarpach.



a) nieszczelne i nietrwałe połączenie ogrodzeń i ekranów, różnice wysokości w wyniku osiadania siatek (Fot. 86).

Brak trwałego połączenia skrajnych słupków naciągowych z konstrukcją ekranu (akustycznego, przeciwoślusniowego) powoduje powstanie szczelin, którymi zwierzęta mogą przedostawać się na jezdnię. Szczeliny powstają także w przypadku uszczelniania połączenia z użyciem drutu lub dodatkowych, małych płatów siatki.

b) niestabilne i nietrwałe wykonanie ogrodzeń (Fot. 113).

Zwłaszcza w zakresie fundamentowania słupków i odpowiedniego naciągu siatki prowadzi do powstania nieszczelności przy powierzchni gruntu oraz obniżenia nominalnej wysokości ogrodzenia w trakcie eksploatacji, stwarzając ryzyko przeskakiwania przez ssaki kopytne; problemy występują praktycznie zawsze w przypadku prowadzenia ogrodzeń po stokach skarp o dużym nachyleniu.

c) powierzchnia przejścia położona poniżej poziomu otaczającego terenu (suche przepusty) (Fot. 114).

Powoduje napływ i stagnowanie wody opadowej (w przypadku konstrukcji z zamkniętych przekrojów) i prowadzi w efekcie do ograniczonego wykorzystywania przejścia przez niektóre gatunki lądowe.



Fot. 114. W przypadku przepustów o profilu zamkniętym ich lokalizacja poniżej poziomu terenu powoduje stagnowanie wody opadowej.

d) powierzchnia przejścia położona powyżej poziomu otaczającego terenu wraz z niewłaściwym ukształtowaniem wejść (przejścia dla małych zwierząt) (Fot. 115).

Obserwowane są różnice wysokości rzędu kilkunastu cm, z pionowymi progami, utrudniającymi korzystanie z przejść małym zwierzętom. Doraźnym rozwiązaniem jest usypanie łagodnie nachylonych skarp ułatwiających wchodzenie wszystkim gatunkom.

e) wykorzystywanie gruntu z wykopów w wierzchnich warstwach podłoża.

Przy urządzeniu powierzchni przejść często obserwuje się wykorzystywanie gruntu mineralnego pochodzącego z robót ziemnych (głównie wykopów pod fundamenty), który nie posiada wymaganej żyzności oraz odpowiedniej struktury fizycznej umożliwiającej właściwy rozwój roślinności. Wierzchnia warstwa powierzchni przejścia (penetrowana przez korzenie roślin) powinna być utworzona z gleby urodzajnej – najlepiej pochodzenia miejscowego (gleba z obszaru budowy zdeponowana w pryzmach na czas realizacji obiektu).





Fot. 115. Powierzchnia przejścia dla małych zwierząt bez płynnego połączenia z otaczającym terenem – próg stanowiący przeszkodę dla wielu gatunków.

f) niewłaściwe wykonywanie nasadzeń (Fot. 116).

Obejmuje niewłaściwą technikę sadzenia (dopuszczanie do przesychania systemu korzeniowego sadzonek, niewłaściwie wykonane dołki, termin realizacji w niewłaściwym okresie) oraz niewłaściwy dobór materiału sadzeniowego (sadzonki zbyt młode, słabo rozwinięte oraz z wadami rozwojowymi, sadzonki bez bryły korzeniowej w przypadku gatunków silniej narażonych na wypadanie). W przypadku wprowadzenia gatunków o wysokim zagrożeniu zgrzyzaniem przez jeleniowate należy koniecznie zabezpieczyć sadzonki repelentem chemicznym oraz ewentualnie dodatkowo osłonkami z tworzywa sztucznego – przy czym część nasadzeń wykonana w początkowym okresie rozwoju roślinności może być pozbawiona zabezpieczeń (dopuszczenie zgrzyzania) w celu zachęcania zwierząt do odwiedzania przejścia i tym samym wzrostu jego skuteczności.



Fot. 116. Przechowywane w niewłaściwy sposób (w pełnym słońcu, w lipcu) sadzonki bez bryły korzeniowej.

g) wykorzystywanie ogrodowych odmian gatunków do nasadzeń.

W przypadku rodzimych gatunków często obserwuje się wykorzystanie w nasadzeniach sztucznie wyhodowanych odmian szkółkarskich (zwłaszcza w przypadku krzewów). Stosowanie takich odmian wiąże się z podobnym ryzykiem jak wprowadzanie obcych gatunków, dlatego nie należy ich stosować w nasadzeniach przy przejściach dla zwierząt. Dodatkowo sadzonki odmian szkółkarskich są zwykle bardziej narażone na wypadanie ze względu na ich hodowlę w optymalnych warunkach siedliskowych znacznie odbiegających od panujących w sąsiedztwie dróg oraz są bardziej narażone na kradzieże przez okoliczną ludność.

h) nieskuteczne zabezpieczenia przed przejazdami.

W przypadku zastosowania głazów są one często zbyt małe, rzadko rozmieszczone oraz zbyt płytko zakopane w gruncie. Głazy powinny mieć różną wielkość (wskazane > 80 cm średnicy), powinny być zakopane w gruncie w sposób znacząco utrudniający ich usunięcie ciągnikiem (min. na głębokość 30–40 cm), część nadziemna nie powinna być wyższa niż 40 cm, zaś odstępy powinny być nieregularne i nie większe niż 150 cm.

i) niedokładne wykonanie elementów odwodnienia pozostających na powierzchni terenu (Fot. 117).

W wyniku niedokładnych robót budowlanych niektóre obiekty odwodnieniowe zamiast w poziomie gruntu znajdują się ponad jego powierzchnią, dotyczy to przede wszystkim – włączów do kanałów i studzienek, płyt betonowych stanowiących przekrycia rowów, kanałów, zbiorników.



Fot. 117. Obiekty odwodnieniowe pozostające na powierzchni terenu wpływają odstraszaająco na niektóre gatunki zwierząt.

j) niedokładne wykonanie suchych pól (Fot. 118, 119).

Dotyczy przede wszystkim: nierówności wykończenia powierzchni, dokładności połączenia z otaczającym terenem, braku lub niewłaściwego pokrycia gruntem, osypywania się gruntu i odsłaniania konstrukcji półki itp.





Fot. 118. Suche pólki pokryte niewłaściwym materiałem – grube kruszywo łamane (granit) – utrudnienia dla przemieszczania ssaków kopytnych.



Fot. 119. Pólki gabionowe niedokładnie pokryte gruntem.

## **XII. Typy i rodzaje ogrodzeń ochronnych wraz z charakterystyką – minimalne i zalecane parametry, podział w oparciu o kryteria techniczne i przyrodnicze**

### **1. Typy i rodzaje konstrukcji wraz z parametrami**

#### **1.1. Ogrodzenie ochronne dla dużych i średnich zwierząt (szczegółowa charakterystyka parametrów ogrodzeń została przedstawiona w Rozdziale X)**

a) przeznaczenie i funkcja – ograniczenie śmiertelności dużych i średnich ssaków (drapieżnych i kopytnych), niektórych gatunków małych zwierząt (jeż, borsuk) oraz naprowadzanie ich do powierzchni przejść.

b) wymiary minimalne (wysokość, wielkość oczek siatki) – decydują o skuteczności ogrodzenia.

Powinny być dobrane do wymiarów ciała danego gatunku oraz umiejętności pokonywania przeszkód (przeskakiwanie, przeciskanie, wspinanie). W przypadku ssaków kopytnych (zwłaszcza jeleni i sarna) trzeba zawsze uwzględnić umiejętność przeskakiwania przeszkód o znacznych wysokościach. Wysokość minimalna ogrodzeń (części nadziemnej) powinna być następująca:

- 240 cm – w przypadku obszarów stałego występowania oraz migracji jelenia i/lub łosia,
- 220 cm – w przypadku obszarów, w których nie występują ww. gatunki.

c) cechy szczególne:

- ogrodzenia wykonane z siatek stalowych (zabezpieczonych antykorozyjnie) o oczkach prostokątnych lub kwadratowych rozpiętych na stalowych słupkach rurowych (w szczególnych przypadkach dopuszczalne jest stosowanie słupków drewnianych oraz polimerowych):
  - zmniejszająca się wielkość oczek siatki od górnej krawędzi w kierunku poziomu gruntu – dostosowanie wielkości oczek do wymiarów ciała zwierząt,
  - zabezpieczenie przed podkopami oraz stabilizacja dolnej krawędzi – poprzez zakopanie siatki pod powierzchnię gruntu.

#### **1.2. Ogrodzenie ochronno-naprowadzające dla małych zwierząt (szczegółowa charakterystyka parametrów ogrodzeń została przedstawiona w Rozdziale X)**

a) przeznaczenie i funkcja – ograniczenie śmiertelności małych zwierząt (ze szczególnym uwzględnieniem płazów) i naprowadzanie ich do powierzchni przejść.

b) wymiary minimalne (wysokość, wielkość oczek siatki) – decydują o skuteczności ogrodzenia.

Powinny być dobrane do wymiarów ciała danego gatunku oraz umiejętności pokonywania przeszkód (przeskakiwanie, przeciskanie, wspinanie). W przypadku płazów trzeba zawsze uwzględnić umiejętność wspinania oraz przeskakiwania przeszkód. Wysokość minimalna ogrodzeń (części nadziemnej) powinna wynosić 40 cm (optymalnie  $\geq 50$  cm).



c) cechy szczególne:

- ogrodzenia mogą być wykonane z prefabrykatów betonowych (polimerobetonowych), płyt i siatek stalowych lub polimerowych – jako konstrukcja samodzielna lub zintegrowana z ogrodzeniami siatkowymi dla dużych i średnich zwierząt,
- górna krawędź powinna być zawsze odgięta na zewnątrz linii ogrodzenia (pod kątem 45–90°) tworząc daszek o długości min. 5 cm,
- stabilizacja dolnej krawędzi – poprzez zakopanie ogrodzenia pod powierzchnię gruntu.

### **1.3. Pozostałe rodzaje ogrodzeń ochronnych – stosowane dla wybranych gatunków**

#### **1.3.1. Ogrodzenie ochronne dla rysia, żbika, kuny**

Wymiary minimalne oraz rozwiązania konstrukcyjne (wg FGSV 2008):

- ogrodzenia z siatki stalowej plecionej lub zgrzewanej – bez węzłów, które mogą uszkadzać pazury w trakcie wspinania,
- wysokość minimalna – 180 cm,
- wielkość oczek siatki  $\leq 4$  cm,
- zalecane zakopanie siatki pod powierzchnię gruntu – min. 30 cm,
- wykonanie zabezpieczenia górnej krawędzi w postaci arkusza blachy (połączonego szczelnie z siatką) o szerokości min. 30 cm odgiętego w kierunku otoczenia drogi pod kątem 30°.

#### **1.3.2. Ogrodzenie ochronne dla wydry, borsuka i tchórze – stosowane w przypadku dróg bez typowych ogrodzeń dla dużych i średnich zwierząt**

Wymiary minimalne oraz rozwiązania konstrukcyjne (wg FGSV 2008):

- wysokość minimalna – 160 cm (wydra, tchórz), 100 cm (borsuk),
- wielkość oczek siatki  $\leq 4$  cm,
- zakopanie siatki pod powierzchnię gruntu – min. 50 cm,
- w przypadku borsuka zalecane jest kotwienie dolnej krawędzi w gruncie.

#### **1.3.3. Ogrodzenie ochronne dla bobra – stosowane w przypadku dróg bez typowych ogrodzeń dla dużych i średnich zwierząt**

Wymiary minimalne oraz rozwiązania konstrukcyjne (wg FGSV 2008):

- wysokość minimalna – 90 cm,
- zakopanie siatki pod powierzchnię gruntu – min. 30 cm pionowo oraz dodatkowo 30 cm odgięte pod kątem prostym, równoległe do poziomu gruntu,
- zalecane jest kotwienie dolnej krawędzi w gruncie.

#### **1.3.4. Ogrodzenie ochronne dla nietoperzy**

Wymiary minimalne oraz rozwiązania konstrukcyjne i projektowe:

- wysokość minimalna  $\geq 4$  m,
- wykonane w postaci:
  - ekranu przegrodowego (drewnianego) – prosta konstrukcja odbijająca (patrz: Fot. 137),
  - zwartego szpaleru krzewów lub drzew,
  - ogrodzenia z siatki polimerowej,
  - kombinacji wału ziemnego i jednego z powyższych rozwiązań.

## 2. Przydatność (skuteczność) ogrodzeń dla różnych gatunków/grup zwierząt

Tabela 15. Przydatność typowych rodzajów ogrodzeń dla różnych gatunków i grup zwierząt (+ skuteczne, +/- skuteczność częściowa (ograniczona), – nieskuteczne).  
(Przyjęto założenie, że ogrodzenie wykonane jest w sposób optymalny)

Rodzaj ogrodzenia	Skuteczność ogrodzeń							
	łoś, jeleń, sarna, dzik, wilk	Ryś, żbik, niedźwiedź, kuny	Lis, zając	Wydra, borsuk, tchórz	Drobne ssaki (gryzonie, owadożerne)	Bóbr	Płazy, gady	Bezkręgowce (owady bez zdolności lotu, mięczaki)
Ogrodzenie dla dużych i średnich zwierząt (samodzielne)	+	+/- <sup>1)</sup>	+	+/- <sup>2)</sup>	-	+/- <sup>4)</sup>	-	-
Ogrodzenie dla małych zwierząt (samodzielne)	-	-	-	+/- <sup>3)</sup>	+	-	+	+/- <sup>5)</sup>

### Przypisy:

- 1) zdolność wspinania umożliwia przekraczanie typowych ogrodzeń – konieczne zastosowanie specjalnych rozwiązań ograniczających możliwość wspinania i przekraczania górnej krawędzi.
- 2) skuteczność jest uzależniona od wielkości oczek siatki w dolnych poziomach oraz głębokości jej zakopania w gruncie.
- 3) skuteczność jest uzależniona od głębokości zakopania ogrodzenia w gruncie.
- 4) skuteczność jest uzależniona od głębokości i sposobu zakopania ogrodzenia w gruncie.
- 5) skuteczność zależy od predyspozycji gatunkowych oraz przyczepności (szorstkości) materiału, z którego wykonane jest ogrodzenie i sposobu wykonania górnej (odgiętej) krawędzi.

## 3. Czynniki decydujące o skuteczności ogrodzeń

a) wysokość ogrodzenia.

Jest kluczowym czynnikiem w przypadku skuteczności przejść dla dużych ssaków kopytnych. Projektowanie ogrodzeń o wysokości poniżej wartości zalecanych związane jest z ryzykiem przeskakiwania zwierząt oraz zagrożeniem życia i zdrowia użytkowników dróg. Ogrodzenie musi posiadać odpowiednią wysokość na całej długości, a także w przypadku wszelkich połączeń z obiektami inżynierskimi oraz w miejscach przebiegu po stromych skarpach.

b) wielkość oczek siatki i ich rozkład pionowy.

Czynniki szczególnie istotne dla skuteczności ogrodzeń w stosunku do małych zwierząt, przemieszczających się blisko poziomu gruntu. Wielkość oczek siatki musi być dostosowana do rozmiarów ciała zatrzymywanych zwierząt a rozkład wielkości na arkuszu musi być właściwie dobrany do możliwego poziomu przenikania poszczególnych gatunków.

c) wielkość oczek siatki i górna krawędź:

- ogrodzenia dla małych zwierząt (w tym płazów),

Czynniki kluczowe dla skuteczności tego typu ogrodzeń. Wielkość oczek siatki musi umożliwiać przechodzenie osobnikom dorosłym wszystkich gatunków płazów i gadów oraz zatrzymywać większość osobników młodocianych (dopuszczalna średnica/szerokość oczek  $\leq 5$  mm). Odgięcie górnej krawędzi ogrodzeń jest kluczowe dla skutecznego zatrzymywania gatunków posiadających duże zdolności wspinania się, np. rzekotki drzewnej, traszek.

– ogrodzenia dla dzikich kotów, niedźwiedzia i kun,

Odpowiednio małe oczka siatki utrudniają wspinanie dużym drapieżnikom, górna krawędź ogrodzenia wykonana z blachy i odgięta pod kątem ostrym (w kierunku otoczenia drogi) zapobiega przekraczaniu ogrodzenia.

d) szczelność przy powierzchni gruntu i na połączeniach z obiektami.

Czynniki kluczowe dla skuteczności ogrodzeń dla wszystkich małych zwierząt, w skrajnych przypadkach wielkość nieszczelności może powodować także przechodzenie większych zwierząt (np. lisa, sarny, młodych dzików). Ze względu na fakt, że duże i średnie ssaki skutecznie znajdują wszelkie nieszczelności ogrodzeń i wykorzystują je w trakcie cyklicznych migracji, obecność nawet pojedynczych nieszczelności może spowodować znaczący wzrost kolizji dla całego, ogrodzonego odcinka drogi. W przypadku ogrodzeń dla małych zwierząt pojedyncze nieszczelności mogą być przyczyną masowych kolizji z udziałem płazów.

e) głębokość zakopania pod powierzchnię gruntu.

Zakopanie siatki ogrodzenia lub zastosowanie dodatkowych, pełnych płyt połączonych z ogrodzeniem i umieszczonych w gruncie, ma na celu:

– zapewnienie szczelności ogrodzenia przy dolnej krawędzi.

Do powstania nieszczelności może dochodzić w wyniku błędów montażowych oraz erozji gruntu (wmywanie, wywiewanie). Zakopanie siatki na głębokość min. 10 cm zapewni szczelność w większości przypadków.

– zabezpieczenie przed podkopami.

Niektóre gatunki małych ssaków próbują pokonywać linię ogrodzeń przez podkopanie się poniżej dolnej krawędzi, w zależności od predyspozycji gatunkowych zaleca się zakopanie siatki na głębokość 30–50 cm (patrz: Tabela 16),

– zwiększenie stabilności ogrodzenia.

Niektóre gatunki dużych ssaków (żubr, dzik) mogą podejmować próby siłowego sforsowania ogrodzeń. Zakopanie siatki zapewnia większą stabilność pionową konstrukcji.

Tabela 16. Zalecana głębokość ogrodzeń pod powierzchnią gruntu w zależności od gatunku (za: FGSV 2008 – zmienione i uzupełnione).

Gatunek	Głębokość (cm)
Jeleń, sarna	10
Dzik, ryś, żbik, kuny, bóbr	30
Lis, borsuk, tchórz, wydra	50

f) długość ogrodzonych odcinków dróg i ich zakończenia.

W przypadku dróg, dla których ogrodzenia projektowane są na wybranych odcinkach (w miejscach, gdzie występują zagrożenia kolizjami) ogrodzenie drogi na zbyt krótkim odcinku spowoduje, że zwierzęta będą przemieszczały się wzdłuż płotów do miejsca, w którym będą mogły przekroczyć drogę po jej powierzchni (z czasem dostosują przebieg swoich szlaków migracji unikając ogrodzonych odcinków drogi). Ze względu na bardzo duże ryzyko kolizji, zakończenia ogrodzonych odcinków powinny być połączone z obiektami umożliwiającymi zwierzętom bezpieczne przechodzenie (przejścia, mosty) lub powinny być

zlokalizowane w obszarach dla zwierząt niekorzystnych (np. obszary zabudowane, oświetlone węzły drogowe).

g) położenie ogrodzeń względem obiektów inżynierskich, w tym przejść dla zwierząt.

Czynnik kluczowy dla spełniania przez ogrodzenia funkcji naprowadzania zwierząt (wszystkich grup) do przejść. Niewłaściwy przebieg ogrodzeń w otoczeniu przejść może utrudniać dostęp zwierząt i zniechęcać do korzystania z obiektu.

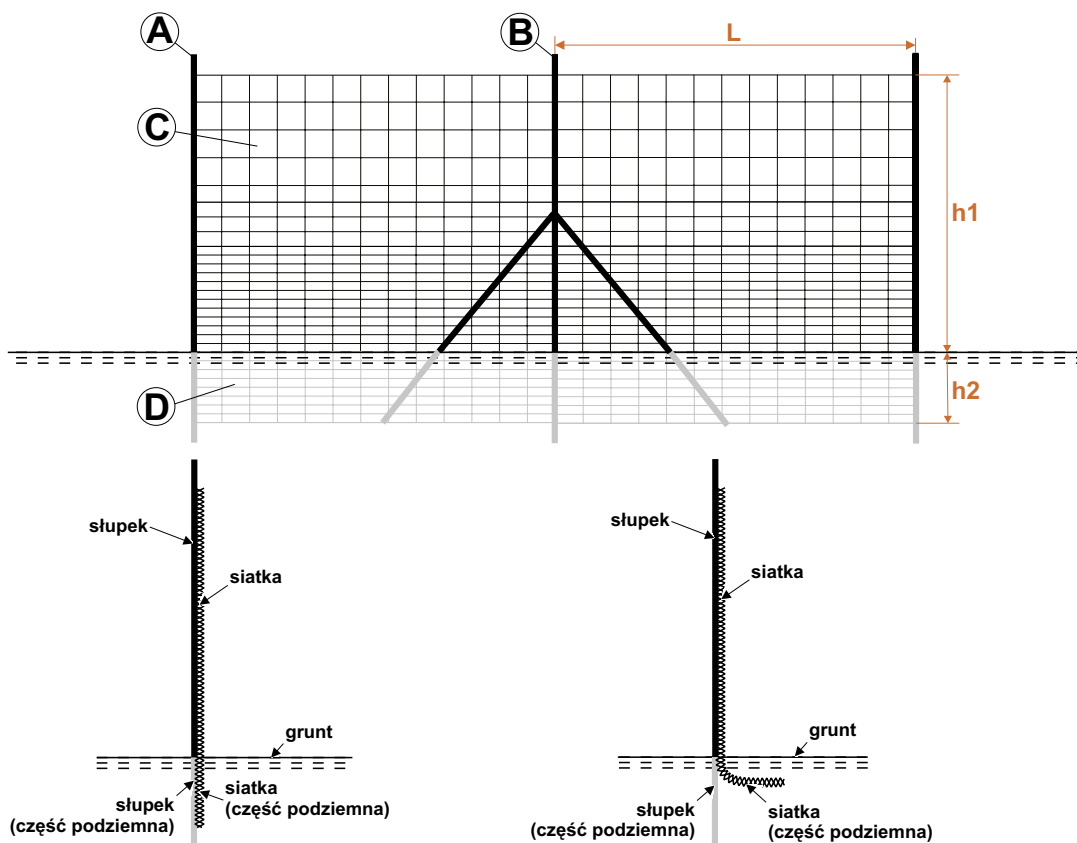


# XIII. Projektowanie ogrodzeń ochronnych – rozwiązania optymalne

## 1. Ogrodzenia ochronne dla dużych i średnich zwierząt

### 1.1. Schemat konstrukcji – Ryc. 44

- A – słupek pośredni,
- B – słupek naciągowy,
- C – część nadziemna siatki,
- D – część podziemna siatki,
- $h_1$  – wysokość części nadziemnej,
- $h_2$  – wysokość części podziemnej,
- L – rozstaw słupków.



Ryc. 44. Schemat ogrodzenia ochronnego dla dużych i średnich zwierząt.

## 1.2. Typowe konstrukcje i materiały budowlane – Fot. 120, 121



Fot. 120. Typowe ogrodzenie wykonane z siatki stalowej węzłowej (ocynkowanej) na słupkach stalowych.



Fot. 121. Ogrodzenie wykonane z siatki stalowej plecionej powlekanej polimerami (dodatkowe ogrodzenie dla płazów z płyt polimerowych).

## 1.3. Projektowanie lokalizacji ogrodzeń

### 1.3.1. Odcinki dróg wymagające ogrodzeń

Z punktu widzenia ochrony fauny oraz ochrony uczestników ruchu przed kolizjami z udziałem dzikich zwierząt, ogrodzenia powinny być lokalizowane na odcinkach dróg

kolidujących z korytarzami ekologicznymi oraz obszarami siedliskowymi poszczególnych gatunków. W przypadku wystąpienia powyższych kolizji ogrodzenia powinny być stosowane zawsze przy:

- drogach szybkiego ruchu bez względu na konstrukcję drogi i poziom natężenia ruchu,
- drogach dwujezdniowych bez względu na status drogi, jej konstrukcję i poziom natężenia ruchu.

W przypadku dróg jednojezdniowych mogących znacząco oddziaływać na dziko żyjące zwierzęta (zwłaszcza drogi o natężeniu ruchu > 10 000 pojazdów/dobę) decyzję o budowie ogrodzeń należy podejmować indywidualnie dla każdego odcinka drogi uwzględniając:

- poziom barierowego oddziaływania drogi wynikający z natężenia ruchu pojazdów, parametrów i konstrukcji drogi, topografii terenu,
- możliwości zaprojektowania odpowiedniej liczby przejść dla zwierząt o parametrach umożliwiających przekraczanie drogi wszystkim gatunkom.

### 1.3.2. Długość ogrodzonych odcinków

W przypadku dróg klasy S i niższej (niewymagających obligatoryjnego ogrodzenia) długość ogrodzeń powinna wynikać bezpośrednio z lokalnych uwarunkowań przyrodniczych i topograficznych. Zalecane jest stosowanie ogrodzeń wzdłuż dróg klasy S na całej długości poza obszarami zabudowy, zwłaszcza zaś na wszystkich odcinkach przecinających obszary leśne, wodno-błotne (w tym zbiorniki i ciekły wodne) oraz obszary występowania sarny. W przypadku dróg posiadających ogrodzenia na wybranych odcinkach konieczne jest wprowadzenie utrudnień w omijaniu przez zwierzęta ogrodzonych odcinków poprzez ich odpowiednie wydłużenie poza obszar stwierdzonych kolizji z siedliskami lub korytarzami ekologicznymi:

- min. 500 m w obszarach leśnych oraz mozaikowatych z dominującym udziałem lasów,
- min. 300 m w pozostałych obszarach.

### 1.3.3. Zakończenia odcinków ogrodzeń (Fot. 122)



Fot. 122. Prawidłowe zakończenie ogrodzeń odcinkowych – płoty poprowadzone do terenów zabudowanych i połączone z ogrodzeniami posesji – droga krajowa nr 8.

W przypadku zastosowania ogrodzeń na wybranych odcinkach dróg konieczne jest połączenie zakończeń płotów z obiektami umożliwiającymi bezkolizyjne przechodzenie zwierząt (przejścia dla zwierząt) lub doprowadzenie zakończeń ogrodzeń do obszarów ewidentnie przez zwierzęta unikanych – węzły, MOP-y, odcinki oświetlone, odcinki przebiegające przez obszary zabudowane itp.

#### 1.3.4. Położenie ogrodzeń względem konstrukcji drogi

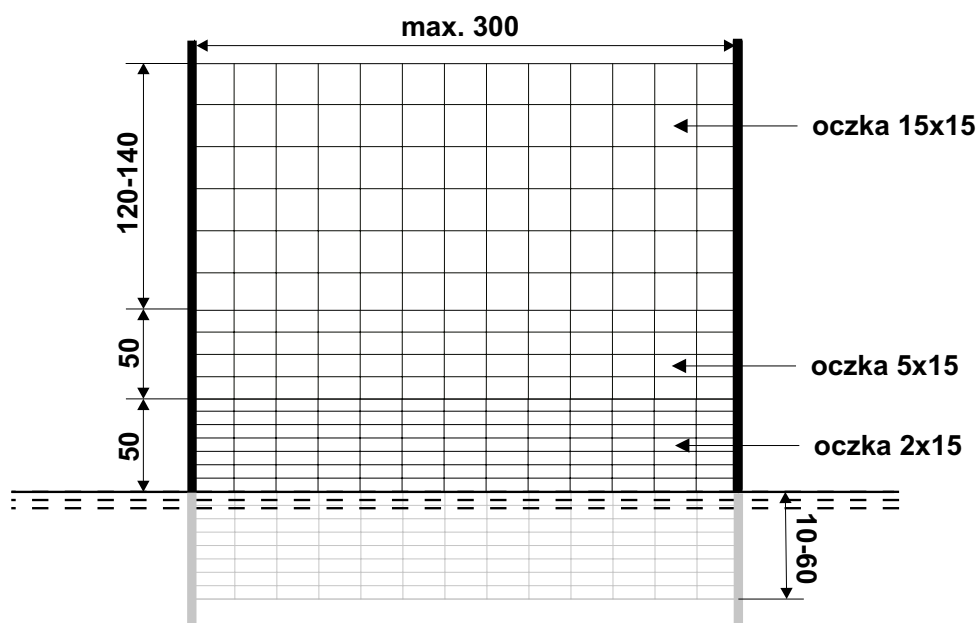
Ogrodzenia powinny być projektowane jako długie odcinki proste bez gwałtownych załamania (zalecane, jednorazowe załamania nie większe niż  $15^\circ$ ) i powinny być zlokalizowane (w zależności od poziomu niwelety drogi):

- dla dróg przebiegających na nasypie – przy podstawie nasypu, wzdłuż zewnętrznej krawędzi rowu odwodnieniowego (rów położony za ogrodzeniem, od strony drogi),
- dla dróg przebiegających w wykopie – wzdłuż zewnętrznej (górnej) krawędzi wykopu, w odległości nie mniejszej niż 1 m,
- dla dróg przebiegających w poziomie otaczającego terenu – wzdłuż zewnętrznej krawędzi rowu odwodnieniowego (rów położony za ogrodzeniem, od strony drogi).

#### 1.3.5. Położenie ogrodzeń względem obiektów inżynierskich, w tym przejść dla zwierząt

W przypadku obiektów inżynierskich spełniających funkcje przejść ogrodzenia powinny być traktowane jako integralny element przejścia i posiadać przebieg umożliwiający skuteczne naprowadzanie zwierząt do obiektów (szczegółowe rozwiązania ogrodzeń dla poszczególnych rodzajów przejść przedstawiono w Rozdziale X). W przypadku pozostałych obiektów inżynierskich ogrodzenia należy prowadzić w sposób zapewniający ich szczelność i brak możliwości przekraczania przez zwierzęta w miejscach połączeń ogrodzeń z obiektami.

#### 1.4. Projektowanie konstrukcji ogrodzeń – Ryc. 45

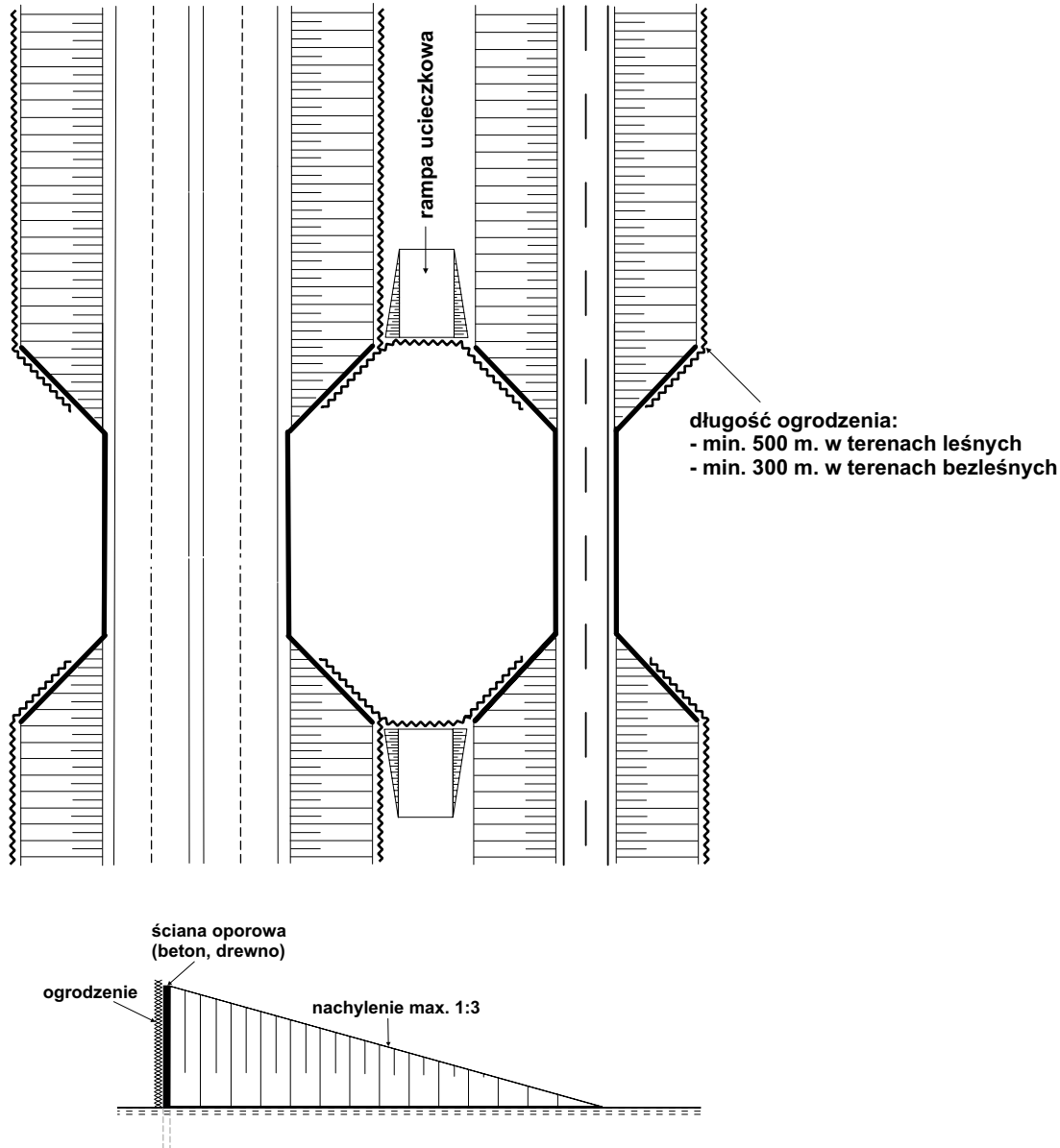


Ryc. 45. Parametry ogrodzenia dla dużych i średnich zwierząt (zalecane wymiary w cm).



## 1.5. Szczególne uwarunkowania lokalizacji ogrodzeń

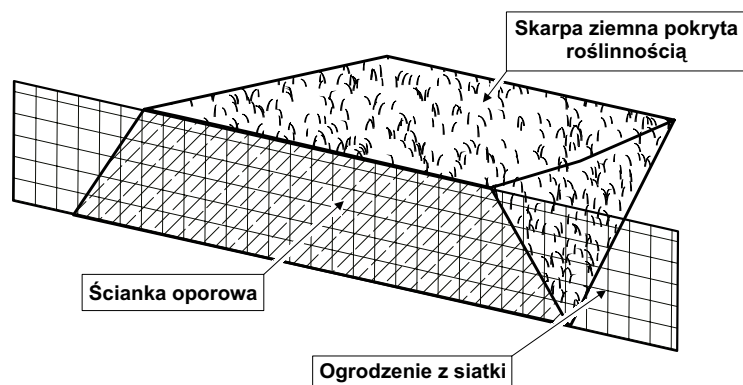
a) przeszkody równoległe (inne drogi, linie kolejowe) – lokalizowanie ogrodzeń w przypadku przejść dla zwierząt obejmujących obie równoległe inwestycje oraz obiektów tylko przy inwestycji głównej – Ryc. 46,



Ryc. 46. Schemat zalecanego systemu ogrodzeń ochronnych w przypadku zintegrowanych przejść dolnych – pod główną inwestycją (z lewej) i równoległą, podrzędną (z prawej). U dołu przekrój podłużny rampy uciezkowej. Rozwiązanie może być stosowane w przypadku dróg i linii kolejowych.

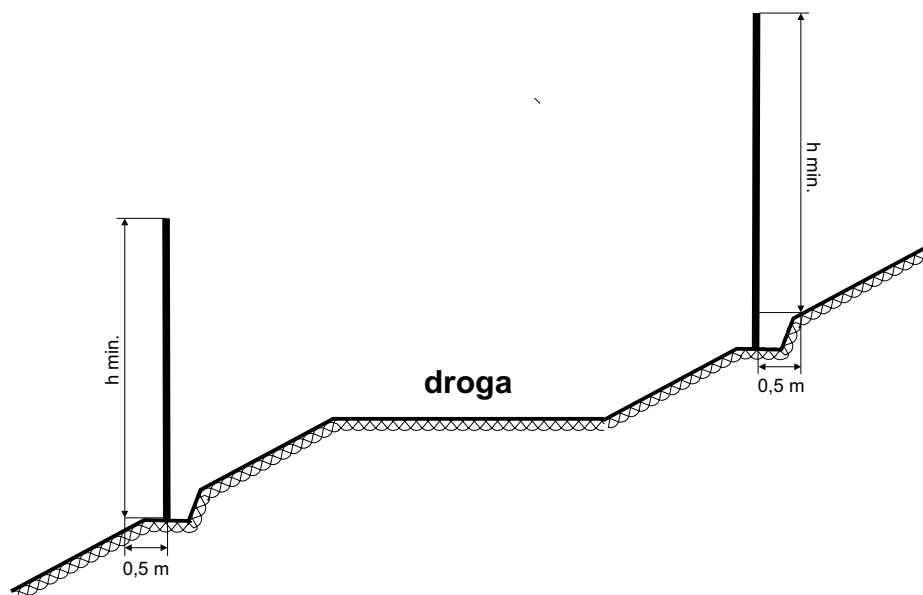
b) rampy uciezkowe.

Powinny być stosowane w szczególnych sytuacjach, w których istnieje ryzyko przenikania zwierząt poza ogrodzenia (od strony drogi) z utrudnioną możliwością ucieczki, np. w przypadku stosowania równoległych ogrodzeń – ciągłego wzdłuż drogi głównej i odcinkowego wzdłuż drogi drugorzędnej (patrz: Ryc. 47). Zaleca się wykonywanie ramp w postaci nasypów ziemnych o wysokości i nachyleniu skarp umożliwiającym swobodne przeskoczenie ogrodzenia przez wszystkie gatunki zatrzymywane przez siatkę. W przypadku małych ssaków (lis, łasicowate) prostym rozwiązaniem alternatywnym może być wyłożenie bezpośrednio przy ogrodzeniu pojedynczych, dużych karp korzeniowych, umożliwiających wspinanie się zwierząt w kierunku górnej krawędzi ogrodzenia,



Ryc. 47. Schemat rampy uciezkowej (ziemnej) dla dużych i średnich zwierząt.

c) strome skarpy – w przypadku konieczności prowadzenia ogrodzeń wzdłuż stromych skarpy konieczne jest zwiększenie wysokości płotów w celu utrudnienia ich przeskakiwania przez ssaki kopytne. Wysokość należy zwiększyć o wartość równą różnicy rzędnej terenu w miejscu lokalizacji ogrodzenia i rzędnej terenu w odległości 0,5 m od płotu, w górę skarpy – Ryc. 48.

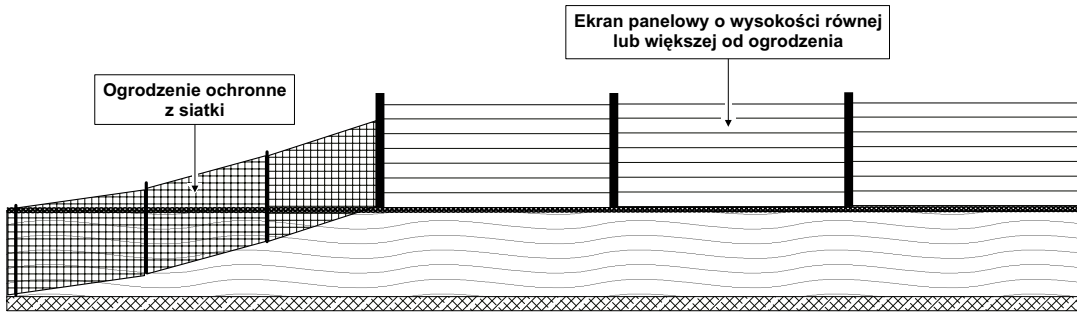


Ryc. 48. Zwiększenie wysokości ogrodzenia przy przebiegu wzdłuż stromej skarpy.

d) ekrany akustyczne – lokalizowanie ogrodzeń w przypadku obecności ekranów, połączenia ogrodzeń z ekranami.

Ekrany akustyczne (związane z ochroną przed hałasem obszarów zabudowy) posiadają zwykle odpowiednie cechy (minimalna wysokość równa co najmniej wysokości ogrodzenia z siatki) aby spełniać jednocześnie funkcje ogrodzeń ochronnych dla dużych i średnich zwierząt. Ze względu jednak na ich lokalizację bezpośrednio przy krawędzi jezdni, nie będą spełniały skutecznie funkcji naprowadzania zwierząt do przejść. W związku z powyższym lokalizacja względem siebie ogrodzeń ochronnych i ekranów powinna być projektowana w dwóch wariantach:

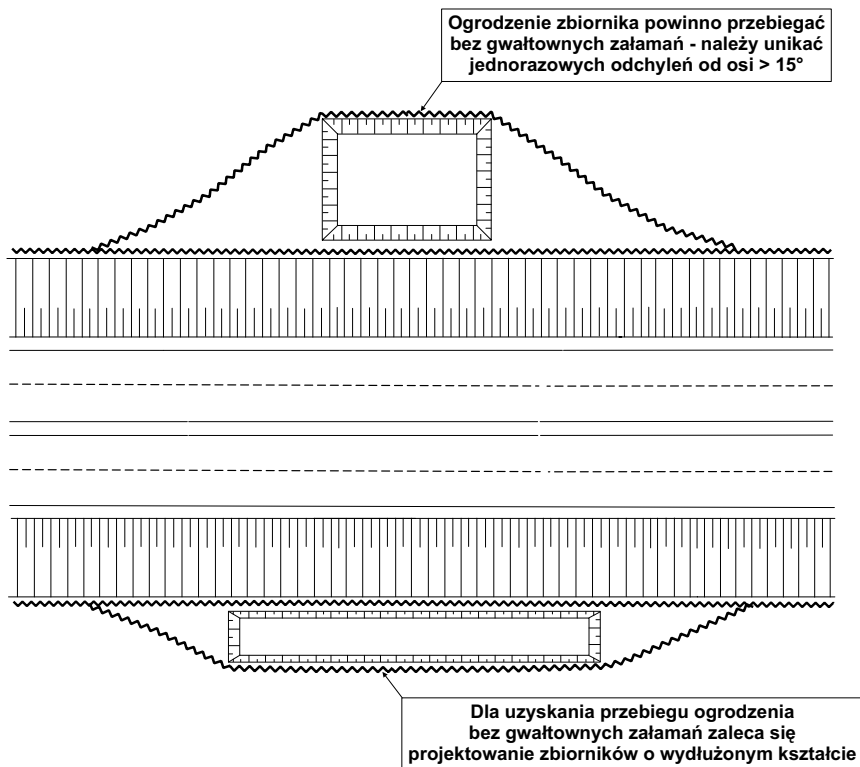
- w przypadku, gdy ekran zlokalizowany jest w sąsiedztwie obiektów spełniających funkcje przejść dla zwierząt ogrodzenie ochronne należy poprowadzić niezależnie od ekranu w sposób zależny od rodzaju przejścia, (patrz: Rozdział X),
- w przypadku, gdy ekran zlokalizowany jest na odcinkach drogi pozbawionych przejść dla zwierząt można zrezygnować z ogrodzenia ochronnego – jego funkcje może przejąć ekran (patrz: Ryc. 49).



Ryc. 49. Schemat połączenia ogrodzeń ochronnych i ekranów akustycznych.

e) zbiorniki ekologiczne.

Lokalizowanie ogrodzeń wokół zbiorników i ich łączenie z głównym przebiegiem ogrodzenia – zbiorniki powinny być wygrodnione w sposób nieutrudniający przemieszczania się zwierząt (patrz: Ryc. 50).

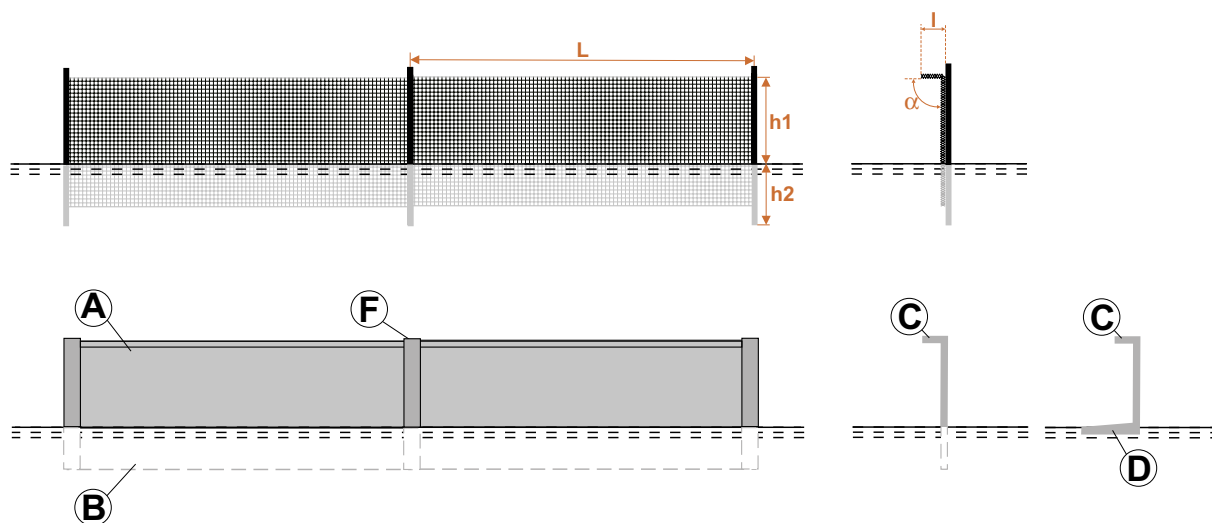


Ryc. 50. Schemat przebiegu ogrodzeń ochronnych wokół zbiorników ekologicznych.

## 2. Ogrodzenia ochronno-naprowadzające dla małych zwierząt (w tym płazów)

### 2.1. Schematy konstrukcji – Ryc. 51

- A – część nadziemna,
- B – część podziemna,
- C – odgięta krawędź górna (przewieszka) – zapobiegająca przechodzeniu zwierząt wspinających się,
- D – stopa równoległa do podłoża – bieżnia ułatwiająca przemieszczanie się i zapobiegająca rozwojowi roślinności w bezpośrednim sąsiedztwie ogrodzenia,
- E – słupek montażowy – w przypadku ogrodzeń z siatki o konstrukcji samodzielnej (niepołączonych z siatką ogrodzeń dla dużych zwierząt),
- F – połączenie prefabrykatów, np. na zakładkę lub poprzez zazębienie,
- $h_1$  – wysokość części nadziemnej,
- $h_2$  – wysokość części podziemnej,
- $L$  – rozstaw słupków montażowych (ogrodzenia siatkowe), długość prefabrykowanego modułu (ogrodzenia z płyt i prefabrykatów betonowych),
- $l$  – długość odgiętej krawędzi górnej,
- $d$  – szerokość bieżni (pasa) do przemieszczania się zwierząt,
- $\alpha$  – kąt odgięcia krawędzi górnej.



Ryc. 51. Schematy typowych ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla małych zwierząt.



## 2.2. Materiały budowlane

**2.2.1. Ogrodzenia siatkowe (ażurowe) – mogą być projektowane jako element zintegrowany z ogrodzeniem dla dużych i średnich zwierząt (w przypadku dróg ogrodzonych) lub jako konstrukcja samodzielna, tj. siatka rozpięta na słupkach stalowych. Podstawowe wady, zalety i wskazania aplikacyjne przedstawiono w Tabeli 17**

Tabela 17. Analiza porównawcza typowych materiałów stosowanych do ogrodzeń siatkowych (ażurowych).

Rodzaj materiału	Główne zalety	Główne wady	Wskazania aplikacyjne
siatka stalowa ocynkowana ogniowo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stosunkowo niski koszt budowy ogrodzenia</li> <li>– prostota montażu i napraw przy użyciu podstawowych narzędzi</li> <li>– możliwość łatwego dostosowania przebiegu ogrodzenia do lokalnych warunków terenowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stosunkowo duża podatność na uszkodzenia mechaniczne (zwłaszcza w przypadku ogrodzeń samodzielnych)</li> <li>– duże zagrożenie wystąpienia istotnych błędów wykonawczych na etapie budowy (zwłaszcza w zakresie odpowiedniego napięcia siatki, kształtowania górnej krawędzi, zachowania szczelności przy powierzchni gruntu i na połączeniach z obiektami)</li> <li>– konieczność stosunkowo częstych kontroli stanu technicznego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zalecane w przypadku budowy ogrodzeń zintegrowanych z ogrodzeniami dla dużych i średnich zwierząt</li> <li>– ogrodzenia samodzielne wskazane do budowy tylko w terenie o małym zagrożeniu uszkodzeniami (brak sąsiadujących dróg, niska penetracja ludzi, niskie zagrożenie wandalizmem)</li> <li>– wskazane znakowanie siatek w celu ułatwienia identyfikacji sprawców kradzieży</li> </ul>
siatka stalowa powlekana polimerami	<ul style="list-style-type: none"> <li>– duża odporność na korozję</li> <li>– pozostałe zalety jw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– stosunkowo wysokie koszty budowy</li> <li>– stosunkowo duże zagrożenie kradzieży</li> <li>– pozostałe wady jw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– niewskazana budowa w obszarach zagrożonych kradzieżami, konieczność zastosowania dodatkowych zabezpieczeń</li> <li>– pozostałe wady jw.</li> </ul>
siatka stalowa INOX (nierdzewna)		<ul style="list-style-type: none"> <li>– duża podatność na uszkodzenia mechaniczne</li> <li>– trudności z zachowaniem odpowiedniego napięcia siatki</li> <li>– pozostałe wady jak dla siatek stalowych ocynkowanych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– niewskazana do zastosowania przy drogach ze względu na podatność na uszkodzenia</li> </ul>
siatka polimerowa			



Fot. 123. Ogrodzenie ochronno-naprowadzające z siatki stalowej ocynkowanej.



Fot. 124. Ogrodzenie ochronno-naprowadzające z siatki polimerowej (typowe usterki wykonawcze).

**2.2.2. Ogrodzenia pełne – projektowane jako konstrukcja samodzielna (niepołączona trwale z ogrodzeniem dla dużych i średnich zwierząt), w przypadku dróg ogrodzonych zwykle zlokalizowane w linii ogrodzenia siatkowego. Podstawowe wady, zalety i wskazania aplikacyjne przedstawiono w Tabeli 18**

Tabela 18. Analiza porównawcza typowych materiałów stosowanych do ogrodzeń pełnych.

Rodzaj materiału	Główne zalety	Główne wady	Wskazania aplikacyjne
płyty betonowe, prefabrykaty betonowe kształtowe (beton czysty lub z niewielkimi domieszkami)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– długowieczność i trwałość konstrukcji</li> <li>– materiał stabilny fizycznie, chemicznie i mechanicznie</li> <li>– duża odporność na uszkodzenia związane z korozją, wandalizmem, kradzieżami</li> <li>– duża odporność na wilgoć, mróz, zasolenie, promieniowanie świetlne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– materiał silnie alkaliczny, w przypadku suchej powierzchni higroskopijny, utrudniający ruch młodym płazom i powodujący oparzenia skóry</li> <li>– materiał ciężki</li> <li>– wysokie koszty budowy i konieczność użycia ciężkiego sprzętu</li> <li>– zagrożenie stabilności konstrukcji oraz powstawania nieszczelności w wyniku ruchów mas ziemnych nasypów oraz erozyjnego oddziaływania wód opadowych</li> <li>– trudność uzyskania szczelnego połączenia z niektórymi obiektami, w tym przejściami dla zwierząt (np. okrągłe i eliptyczne przepusty)</li> <li>– trudności z uzyskaniem szczelnego połączenia przy załamaniach przebiegu</li> <li>– konieczność dokładnej kontroli jakości prefabrykatów i jakości użytego betonu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zalecane w przypadku budowy ogrodzeń zintegrowanych z przejściami dla płazów w postaci przepustów o przekroju prostokątnym</li> <li>– zalecane w przypadku dróg bez ogrodzeń ochronnych dla dużych zwierząt</li> </ul>
płyty betonowe, prefabrykaty betonowe kształtowe (polimerobeton)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– materiał lekki i łatwy w obróbce</li> <li>– materiał stabilny fizycznie, i chemicznie</li> <li>– gładka powierzchnia</li> <li>– duża wytrzymałość na ściskanie, rozciąganie i zginanie</li> <li>– duża odporność na uszkodzenia związane z korozją, wandalizmem, kradzieżami</li> <li>– duża odporność na wilgoć, mróz, zasolenie, promieniowanie świetlne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wysokie koszty surowców i ceny produktów</li> <li>– wykorzystanie do produkcji substancji zanieczyszczających środowisko</li> <li>– mała odporność na wstrząsy i uderzenia</li> <li>– trudne naprawy</li> <li>– ryzyko uszkodzeń mechanicznych w trakcie prac utrzymaniowych w otoczeniu</li> </ul>	jw.

Ciąg dalszy tabeli 18

<p>plyty stalowe (ocynkowane, malowane)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- materiał lekki</li> <li>- materiał stabilny fizycznie, i chemicznie</li> <li>- gładka powierzchnia</li> <li>- duża wytrzymałość na ściskanie, rozciąganie i zginanie</li> <li>- duża odporność na wilgoć, mróz, zasolenie (pod warunkiem skutecznego zabezpieczenia antykorozyjnego), promieniowanie świetlne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- duże zagrożenie kradzieżami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wskazane do budowy tylko w terenie o małym zagrożeniu kradzieżami, konieczne zastosowanie skutecznych środków ograniczających kradzieżę</li> </ul>
<p>plyty polimerowe (PP/PE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stosunkowo niski koszt budowy ogrodzenia</li> <li>- prostota montażu i napraw przy użyciu podstawowych narzędzi</li> <li>- wykonane z surowców z recyklingu</li> <li>- odporne na uszkodzenia mechaniczne (w wyniku uderzeń)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- materiał trudny w zastosowaniu, konieczność precyzyjnej kontroli jakości prefabrykowanych elementów</li> <li>- duża podatność na odkształcenia w trakcie montażu i eksploatacji</li> <li>- materiał stosunkowo podatny na oddziaływanie promieniowania UV</li> <li>- zagrożenie wystąpienia błędów wykonawczych w zakresie szczelnego połączenia elementów (zwłaszcza przy załamaniach przebiegu) oraz szczelnego połączenia ogrodzeń z obiektami, w tym przejściami dla zwierząt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ograniczenie potencjalnych kradzieży poprzez zastosowanie mało atrakcyjnej kolorystyki płyt oraz kształtu płyt ograniczającego ich wykorzystanie do innych celów</li> <li>- wskazane trwale znakowanie płyt w celu ułatwienia identyfikacji sprawców kradzieży</li> </ul>



Fot. 125. Ogrodzenie ochronno-naprowadzające z prefabrykatów betonowych.





Fot. 126. Ogrodzenie ochronno-naprowadzające z prefabrykatów polimerobetonowych.



Fot. 127. Ogrodzenie ochronno-naprowadzające z płyt stalowych malowanych.



Fot. 128. Ogrodzenie ochronno-naprowadzające z płyt polimerowych.

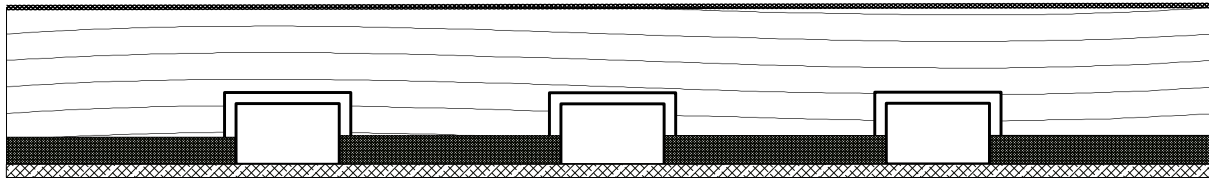


Fot. 129. Ogrodzenie tymczasowe z folii polimerowej.

## 2.3. Projektowanie lokalizacji ogrodzeń

a) ogrodzenia jako integralna część przejść dla płazów.

W przypadku przejść (przepustów) dla płazów ich integralnym elementem są ogrodzenia ochronno-naprowadzające, które powinny być zlokalizowane pomiędzy przepustami (tworzącymi wspólne przejście dla płazów) oraz na zewnątrz przepustów skrajnych – Ryc. 52.



ogrodzenie na zewnątrz przepustów skrajnych - długość uzależniona od lokalnych uwarunkowań przyrodniczych i topograficznych - nie powinna być mniejsza niż 100 m

ogrodzenie pomiędzy przepustami tworzącymi wspólną grupę

Ryc. 52. Ogrodzenie jako integralna część przejścia dla płazów.

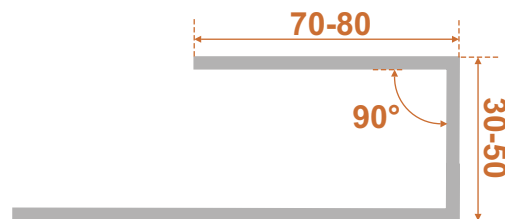
b) odcinki dróg wymagające zastosowania ogrodzeń.

Ogrodzenia dla małych zwierząt powinny być lokalizowane na następujących odcinkach dróg:

- w miejscach przecięcia korytarzy ekologicznych, szlaków migracyjnych oraz obszarów siedliskowych gatunków zagrożonych kolizjami przy wszystkich drogach o natężeniu ruchu > 500 pojazdów/dobę, przy których znajdują się obiekty spełniające funkcje przejść dla zwierząt,
- w miejscach przecięcia szlaków migracyjnych płazów przy wszystkich drogach o natężeniu ruchu > 500 pojazdów/dobę,
- w miejscach przecięcia przez drogi posiadające ogrodzenia dla dużych zwierząt obszarów leśnych i wodno-błotnych,
- w sąsiedztwie przejść dla zwierząt (wszystkich typów) – jako element funkcjonalnie zintegrowany z przejściami.

c) długość ogrodzonych odcinków.

Długość ogrodzeń powinna wynikać bezpośrednio z lokalnych uwarunkowań przyrodniczych i topograficznych. W przypadku dróg posiadających ogrodzenia na wybranych odcinkach konieczne jest wprowadzenie utrudnień w omijaniu przez zwierzęta ogrodzonych odcinków poprzez ich wydłużenie o min. 100 m poza obszar stwierdzonych kolizji z siedliskami lub korytarzami ekologicznymi,



Ryc. 53. Schemat zakończenia ogrodzenia ochronno-naprowadzającego dla płazów.

d) zakończenia ogrodzonych odcinków.

W celu ograniczenia liczby kolizji na odcinkach końcowych ogrodzeń należy zastosować następujące rozwiązania:

- połączenie zakończeń ogrodzeń z obiektami umożliwiającymi bezkolizyjne przechodzenie zwierząt (np. mosty nad ciekami) lub doprowadzenie zakończeń ogrodzeń do obszarów ewidentnie przez zwierzęta unikanych, np. obszary zwartej zabudowy,



- w przypadku przejść dla płazów zastosować zakończenia w kształcie litery „U”, powodujące zmianę kierunku ruchu zwierząt (patrz: Ryc. 53, Fot. 130).



Fot. 130. Zakończenie ogrodzenia dla płazów wykonanego z prefabrykatów polimerobetonowych.

- e) położenie ogrodzeń względem konstrukcji drogi i obiektów inżynierskich, w tym przejść dla zwierząt.

W przypadku obiektów spełniających funkcje przejść ogrodzenia powinny być traktowane jako integralny element przejścia i posiadać przebieg umożliwiający skuteczne naprowadzanie zwierząt do obiektów (szczegółowe rozwiązania ogrodzeń dla poszczególnych rodzajów przejść przedstawiono w Rozdziale X). W przypadku pozostałych obiektów inżynierskich ogrodzenia należy prowadzić w sposób zapewniający ich szczelność i brak możliwości przekraczania przez zwierzęta w miejscach połączeń ogrodzeń z obiektami.

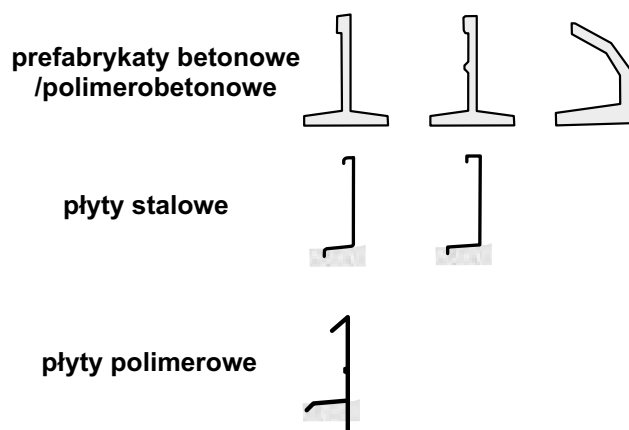
## 2.4. Projektowanie konstrukcji ogrodzeń

- a) rozwiązania optymalne – zalecane parametry kluczowych elementów ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla małych zwierząt (patrz.:Ryc. 54).

Ryc. 54. Zalecane rozwiązania i parametry kluczowych elementów ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla małych zwierząt – wykonanych z siatek i pełnych płyt (wymiary w cm).



b) zalecane przekroje optymalnych rozwiązań ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów (patrz: Ryc. 55).



Ryc. 55. Zalecane przekroje optymalnych rozwiązań ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów wykonanych z podstawowych materiałów.

Tabela 19. Zalecenia stosowania poszczególnych typów ogrodzeń w zależności od spełnianych funkcji ekologicznych (++ rozwiązanie zalecane, +/- rozwiązanie dopuszczalne, – rozwiązanie niezalecane).

Typ ogrodzenia	Ogrodzenia ochronno-naprowadzające dla małych ssaków	Ogrodzenia ochronne dla płazów-tymczasowe	Ogrodzenia ochronne dla płazów-stałe	Ogrodzenia ochronno-naprowadzające dla płazów – stałe	Uwagi
<b>I Ogrodzenia siatkowe (ażurowe)</b>					
pas siatki stalowej ocynkowanej, powlekanej polimerami lub siatki stalowej nierdzewnej	++	+/-	++	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>ograniczone możliwości naprowadzania płazów do przejść przez wspinanie się zwierząt oraz brak możliwości wykonania zintegrowanego pasa do ruchu zwierząt</li> <li>skuteczność ogrodzeń ochronnych zależy od użytych materiałów, przyjętych parametrów ogrodzenia i jakości wykonawstwa</li> <li>uwzględniając wszelkie uwarunkowania, można uznać ten typ ogrodzenia jako zalecany do funkcji ochronnych dla płazów – stosowany poza odcinkami wymagającymi naprowadzania zwierząt do przejść</li> </ul>
pas siatki polimerowej	-	+/-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>niska wytrzymałość materiału na uszkodzenia mechaniczne oraz promieniowanie UV</li> <li>niska odporność na przegrzanie przez małe ssaki</li> <li>pozostałe uwagi jak dla siatek stalowych</li> </ul>
<b>II Ogrodzenia pełne</b>					
pas folii polimerowej szczelnej (bez perforacji)	-	++	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>niskie koszty, łatwość montażu oraz utrudnione wspinanie się zwierząt powodują, że jest to najlepszy typ ogrodzeń tymczasowych dla płazów</li> </ul>

prefabrykaty betonowe kształtowe (beton czysty oraz polimerobeton)	+/-	-	++	++	<ul style="list-style-type: none"> <li>- w przypadku ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów prefabrykaty muszą posiadać zintegrowany pas przeznaczony do ruchu zwierząt</li> <li>- należy zastosować działania neutralizujące silną higroskopijność czystego betonu</li> </ul>
płyty stalowe (ocynkowane, malowane)	+/-	-	++	++	<ul style="list-style-type: none"> <li>- w przypadku ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów płyty muszą posiadać zintegrowany pas przeznaczony do ruchu zwierząt</li> </ul>
płyty polimerowe (PP/PE) pełne	++	+/-	+/-	+/-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- charakterystyka fizyczna materiałów powoduje powstawanie szczelin na łączeniach płyt, w których mogą zakleszczać się kończyny płazów</li> </ul>
płyty polimerowe (PP/PE) perforowane	++	+/-	+/-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perforacja płyt powoduje ułatwione wspinanie się zwierząt po ogrodzeniach i tym samym utrudnia ich naprowadzanie do przejść</li> <li>- perforacja płyt powoduje możliwość przerostów roślinności, co powoduje zagrożenie powstania uszkodzeń i odkształceń mechanicznych oraz utrudnia naprowadzanie zwierząt do przejść, powoduje ryzyko przekraczania ogrodzenia po pędach roślin</li> <li>- pozostałe uwagi jak dla płyt polimerowych pełnych</li> </ul>

Analizy porównawcze (raport: amphitec – bioConsult) przeprowadzone w oparciu o niemieckie wytyczne (MAmS) dla ogrodzeń ochronnych dla płazów (z uwzględnieniem 11 czynników) dla 11 rodzajów ogrodzeń dostępnych na rynku wykazały, że najlepszym rozwiązaniem są ogrodzenia wykonane z płyt stalowych o długości jednostkowej 400 cm i wysokości 59 cm, wyposażone w zintegrowaną powierzchnię (bieżnię) do przemieszczania się zwierząt (patrz: Fot. 127).

## 2.5. Szczególne uwarunkowania lokalizacji ogrodzeń

Rozwiązania analogiczne jak dla ogrodzeń dla dużych i średnich zwierząt – patrz: Pkt. 1.5 w następującym zakresie:

- przeszkody równoległe (inne drogi, linie kolejowe),
- ekrany akustyczne (przebieg ogrodzeń w sąsiedztwie ekranów),
- zbiorniki ekologiczne (przebieg ogrodzeń w sąsiedztwie zbiorników).

# XIV. Projektowanie i budowa ogrodzeń ochronnych – typowe i istotne błędy

## 1. Ogrodzenia ochronne dla dużych i średnich zwierząt

### 1.1. Typowe i istotne błędy w zakresie lokalizacji ogrodzeń

#### a) brak ogrodzeń.

Powoduje możliwość swobodnego przenikania zwierząt na jezdnię i ich śmiertelność w wyniku kolizji z pojazdami oraz zagrożenie bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego.

#### b) brak wygradzenia obiektów odwodnieniowych.

Ogrodzenia powinny być prowadzone w taki sposób, by wszelkie obiekty odwodnieniowe zlokalizowane w strefach dostępnych dla zwierząt były szczelnie odizolowane (położone za ogrodzeniem, od strony drogi). Jeśli obiekty odwodnieniowe nie zostaną odgrodzone działają odstraszająco na duże zwierzęta.

#### c) ogrodzenia niewłaściwie zakończone (Fot. 131).

W przypadku, gdy na zakończeniach ogrodzeń istnieje możliwość swobodnego wychodzenia na jezdnię, zazwyczaj zwierzęta z łatwością znajdują te miejsca, co prowadzi do dużej liczby kolizji i ich koncentracji na krótkich odcinkach dróg w sąsiedztwie zakończeń płotów.



Fot. 131. Niewłaściwie zakończone ogrodzenie ochronne – droga krajowa nr 8.

#### d) ogrodzenia niewłaściwie zlokalizowane względem obiektów inżynierskich; Najczęściej obserwowane błędy:

– prowadzenie ogrodzeń w górę nasypów przy przejściach dolnych (Fot. 132).

Powoduje możliwość wspinania się zwierząt po nasypach z przeskakiwaniem ogrodzeń w najniższych miejscach.



Fot. 132. Ogrodzenie poprowadzone w niewłaściwy sposób przy przejściu dolnym – brak naprowadzania zwierząt oraz duże ryzyko kolizji.

- załamania linii ogrodzeń przy przejściach dolnych i górnych.  
Powodują utrudnienia w naprowadzaniu zwierząt do powierzchni przejść, ograniczając w ten sposób ich skuteczność.
- przekraczanie otwartych rowów (Fot. 133).  
Powoduje obecność lub powstawanie nieszczelności w korycie rowu (w zasięgu poziomu wody). Stosowanie zabezpieczeń jest zwykle nietrwałe, gdyż łatwo ulegają zniszczeniu w trakcie wezbrań w wyniku naporu nurtu i niesionego materiału (gałęzie, głazy etc.).



Fot. 133. Przekraczanie otwartych rowów zawsze powoduje nieszczelności ogrodzenia przy dolnej krawędzi.



## 1.2. Typowe i istotne błędy w zakresie konstrukcji ogrodzeń

### 1.2.1. Etap projektowania:

a) ogrodzenia zbyt niskie.

Posiadają ograniczoną skuteczność dla dużych i średnich ssaków kopytnych ze względu na zagrożenie przeskakiwania, zwłaszcza w przypadku ogrodzeń o wysokości  $< 2$  m.

b) zbyt szeroki rozstaw słupów i zbyt słaby naciąg siatki.

Powoduje zmniejszenie nominalnej wysokości ogrodzenia i w konsekwencji ograniczenie skuteczności dla dużych i średnich ssaków kopytnych (ryzyko przeskakiwania).

c) brak szczelności poniżej dolnej krawędzi (przy powierzchni gruntu).

Szczeliny poniżej dolnej krawędzi powodują przechodzenie małych zwierząt przez ogrodzenia, w niektórych przypadkach szczeliny mogą mieć wielkość umożliwiającą przekraczanie ogrodzeń przez młode dziki.

d) brak zabezpieczenia przed podkopami.

W przypadku gdy siatka ogrodzenia nie jest odpowiednio zakopana pod powierzchnię gruntu ogrodzenie jest mało skuteczne dla borsuka i lisa, z wykonanych przez te gatunki podkopów korzystają także inne małe zwierzęta (patrz: Fot. 103).

e) zastosowanie materiałów (siatek) podatnych na korozję.

Powoduje osłabienie siatki i podwyższone zagrożenie jej zerwania przez duże ssaki, zwłaszcza w najbardziej newralgicznych miejscach – np. na połączeniu ogrodzeń z przejściami i mostami.

### 1.2.2. Etap budowy:



Fot. 134. Nieszczelne połączenie ogrodzeń z przejściem dolnym.

a) niestabilny montaż słupków.

Powoduje osłabienie naciągu siatki i w efekcie obniżenie jej nominalnej wysokości oraz powstawanie szczelin przy powierzchni terenu i w miejscach połączeń ogrodzeń z obiektami

inżynierskimi. Do destabilizacji słupków dochodzi zwłaszcza w przypadku ich montażu na gruntach luźnych, w terenach podmokłych oraz na skarpach o znacznym nachyleniu.

b) nieszczelne połączenia z obiektami inżynierskimi, ekranami etc. (Fot. 134).

Powoduje obecność oraz powstawianie szczelin i luk umożliwiających przechodzenie małych a czasem także średnich zwierząt.

c) błędy analogiczne jak w przypadku błędów projektowych w zakresie: słabego naciągu siatki oraz braku szczelności poniżej dolnej krawędzi (przy powierzchni gruntu).

## **2. Ogrodzenia ochronno-naprowadzające dla małych zwierząt (w tym płazów)**

### **2.1. Typowe i istotne błędy w zakresie lokalizacji ogrodzeń**

a) brak ogrodzeń.

Powoduje możliwość swobodnego przenikania zwierząt na jezdnię i ich śmiertelność w wyniku kolizji z pojazdami. Brak ogrodzeń powoduje także ograniczenie skuteczności przejść dla zwierząt poprzez brak naprowadzania.

b) brak wygrodzenia obiektów odwodnieniowych.

Ogrodzenia powinny być prowadzone w taki sposób, by wszelkie obiekty odwodnieniowe zlokalizowane w strefach dostępnych dla zwierząt były szczelnie odizolowane (położone za ogrodzeniem, od strony drogi). Jeśli obiekty odwodnieniowe nie zostaną odgrodzone stanowią śmiertelne pułapki dla małych zwierząt, zwłaszcza płazów.

c) ogrodzenia niewłaściwie zakończone.

Analogicznie jak w przypadku ogrodzeń dla dużych zwierząt.

d) ogrodzenia niewłaściwie zlokalizowane względem obiektów inżynierskich.

Najczęściej obserwowane błędy:

– prowadzenie ogrodzeń w górę nasypów powyżej wylotów przepustów.

Powoduje wspinanie się zwierząt po nasypach i omijanie przejść (patrz: Fot. 134).

– przekraczanie otwartych rowów.

Powoduje obecność lub powstawianie nieszczelności w korycie rowu (w zasięgu poziomu wody). Stosowanie zabezpieczeń jest zwykle nietrwałe gdyż ulegają zniszczeniu w trakcie wezbrań w wyniku naporu nurtu i niesionego materiału (gałęzie, głązy etc.) (patrz: Fot. 133).

### **2.2. Typowe i istotne błędy w zakresie konstrukcji ogrodzeń**

#### **2.2.1. Etap projektowania:**

a) ogrodzenia zbyt niskie

Posiadają ograniczoną skuteczność dla niektórych grup zwierząt zdolnych do przeskakiwania przeszkód – zwłaszcza płazy.

b) brak odgięcia górnej krawędzi, odgięta krawędź zbyt krótka lub odgięta pod niewłaściwym kątem.

Ogrodzenie nieskuteczne dla zwierząt zdolnych do wspinania się po pionowych ściankach – niektórych gatunków płazów (np. rzekotka drzewna), gadów, mięczaków, owadów.

c) nieszczelne połączenie z konstrukcjami obiektów.

Powoduje obecność szczelin i luk umożliwiających przechodzenie małych zwierząt oraz ograniczenie skuteczności przejść przez utrudnione naprowadzanie (patrz: Fot. 134)

d) brak szczelności poniżej dolnej krawędzi (przy powierzchni gruntu).

Szczeliny poniżej dolnej krawędzi powodują przechodzenie większości małych zwierząt.

e) brak zabezpieczenia przed podkopami.

W przypadku gdy siatka ogrodzenia nie jest odpowiednio zakopana pod powierzchnię gruntu ogrodzenie jest mało skuteczne dla borsuka i lisa, a z wykonanych przez te gatunki podkopów korzystają także inne małe zwierzęta (patrz: Fot. 103).

### 2.2.2. Etap budowy:

a) niestabilne i niedbałe wykonanie odgięcia górnej krawędzi.

Powoduje możliwość przechodzenia zwierząt wspinających się po pionowych ściankach ogrodzenia (patrz: Fot. 104).

b) niestabilne i niedbałe połączenie ogrodzenia siatkowego z siatką dla dużych zwierząt.

Powoduje osłabienie naciągu siatki oraz powstawanie luk i załamania, co prowadzi do nieszczelności, obniżenia wysokości oraz utrudnionego przemieszczania się zwierząt wzdłuż ogrodzenia (patrz: Fot. 104).

c) błędy analogiczne jak w przypadku błędów projektowych w zakresie: słabego naciągu siatki, braku szczelności poniżej dolnej krawędzi (przy powierzchni gruntu), nieszczelnych połączeń z obiektami inżynierskimi, ekranami etc.

# XV. Pozostałe metody ograniczania liczby kolizji i śmiertelności zwierząt

## 1. Zarządzanie ruchem (drogi bez ogrodzeń ochronnych)

### 1.1. Trwałe ograniczenie prędkości jazdy na wybranych odcinkach

#### a) przeznaczenie:

- ograniczenie kolizji z udziałem dużych i średnich ssaków, częściowo także małych zwierząt,
- poprawa bezpieczeństwa uczestników ruchu – zmniejszenie ryzyka szkód zdrowotnych i materialnych w wyniku kolizji ze ssakami kopytnymi,

#### b) rozwiązania techniczne i projektowe:

- ograniczenie prędkości jazdy na wybranych odcinkach do 50–70 km/h, na odcinkach najbardziej zagrożonych do 50 km/h,
- zastosowanie standardowych znaków ostrzegawczych i zakazu, w wybranych miejscach także dodatkowych tablic informacyjno-ostrzegawczych (patrz: Fot. 25),

#### c) cechy szczególne:

- rozwiązanie wymaga zastosowania dodatkowych działań dyscyplinujących kierowców do przestrzegania ograniczeń prędkości poprzez:
  - budowę fotoradarów – urządzenia działające i/lub maszty-atrapy z symulacją działania (np. świecące, mrugające diody),
  - budowę progów spowalniających – jeśli pozwalają na to przepisy prawne,
  - zmianę nawierzchni z asfaltowej na umacnianą kruszywem na wybranych odcinkach asfaltowych dróg dojazdowych, serwisowych, po których odbywa się wzmożony ruch.

### 1.2. Aktywne systemy ograniczania prędkości jazdy

#### a) przeznaczenie:

- ograniczenie kolizji z udziałem dużych i średnich ssaków, częściowo także małych zwierząt,
- poprawa bezpieczeństwa uczestników ruchu – zmniejszenie ryzyka szkód zdrowotnych i materialnych w wyniku kolizji ze ssakami kopytnymi,

#### b) rozwiązania techniczne i projektowe:

- ograniczenie prędkości jazdy na wybranych odcinkach do 50–70 km/h, na odcinkach najbardziej zagrożonych do 50 km/h,
- zastosowanie znaków ostrzegawczych i zakazu w postaci diodowych tablic, których uruchomienie następuje poprzez czujniki podczerwieni, zlokalizowane w odległości do 250 m od krawędzi drogi,

#### c) cechy szczególne:

- tablice diodowe powinny być włączone wyłącznie w trakcie zagrożenia – w pozostałym okresie nie powinny wyświetlać żadnych informacji,
- rozwiązanie wymaga zasilania przez kolektory słoneczne,
- konieczne jest zabezpieczenie elementów systemu przed aktami kradzieży i wandalizmu – skuteczne maskowanie czujników (np. w budkach lęgowych na drzewach).



### 1.3 Okresowe zamykanie dróg lokalnych (Fot. 135)

- a) przeznaczenie – ograniczenie kolizji z udziałem płazów w okresach migracji sezonowych.
- b) rozwiązania techniczne i projektowe:
  - okresowe (zwykle w godzinach wieczornych i nocnych) zamykanie odcinków drogi ze wskazaniem zalecanych objazdów,
  - zastosowanie ruchomych szlabanów oraz znaków ostrzegawczych i zakazu,
- c) cechy szczególne:
  - rozwiązanie możliwe do zastosowania wyłącznie w przypadku dróg lokalnych o małym natężeniu ruchu.



Fot. 135. Szlaban do okresowego zamykania drogi lokalnej w okresie migracji płazów – w południowych Niemczech.

## 2. Roślinność osłonowa

- a) przeznaczenie – ograniczenie kolizji z udziałem nietoperzy i ptaków – poprzez ukierunkowanie przelotów wzdłuż i w poprzek drogi.
- b) rozwiązania projektowe:
  - gęste, rzędowe nasadzenia drzew i wysokich krzewów wzdłuż krawędzi dróg lub ogrodzeń ochronnych,
  - wysokość nasadzeń 4–5 m,
- c) cechy szczególne:
  - w przypadku ptaków głównym zadaniem nasadzeń jest zapobieganie przelotom w poprzek drogi na niskim pułapie, co ogranicza ryzyko kolizji z pojazdami; przy doborze gatunków należy wybierać takie, które nie stanowią atrakcyjnej bazy żerowej i nie powodują tym samym przyciągania ptaków do sąsiedztwa drogi,

- w przypadku nietoperzy nasadzenia dodatkowo spełniają funkcje naprowadzające, dlatego należy je połączyć z całym systemem nasadzeń ukierunkowującym ruch zwierząt do bezpiecznych przejść.

### 3. Zabezpieczenie transparentnych ekranów akustycznych

- przeznaczenie – ograniczenie kolizji z udziałem ptaków – poprzez poprawę widoczności ekranów,
- rozwiązania projektowe:
  - budowa ekranów z możliwie najmniejszych płyt, przedzielonych widocznymi (łatwo zauważalnymi) elementami montażowymi (konstrukcyjnymi),
  - zastosowanie szerokiej i widocznej górnej krawędzi,
  - naklejanie pionowych pasów o jasnej barwie, na całej wysokości ekranów, o następujących parametrach:
    - pasy o szerokości 2 cm w odstępach 10 cm,
    - pasy o szerokości 1 cm w odstępach 5 cm,
  - unikanie gęstych nasadzeń drzew i krzewów wzdłuż krawędzi ekranów (dotyczy wyłącznie ekranów transparentnych),
- cechy szczególne:
  - ekrany transparentne w obszarach zagrożenia kolizjami z udziałem ptaków można stosować wyłącznie w wyraźnie uzasadnionych przypadkach związanych z bezpieczeństwem ruchu.

### 4. Modyfikacja oświetlenia drogowego

- przeznaczenie.
 

Ograniczenie kolizji z udziałem owadów, nietoperzy i ptaków poprzez ograniczenie wabienia owadów do źródeł światła. Zmniejsza się intensywność penetracji przez nie obszaru drogi, co pociąga za sobą ograniczenie penetracji przez owadożerne gatunki ptaków i nietoperzy, skutkując w efekcie zmniejszeniem śmiertelności w wyniku kolizji z pojazdami wszystkich trzech grup zwierząt.
- rozwiązania techniczne i projektowe:
  - zastosowanie źródeł światła o możliwie najniższej emisji barw niebieskich i promieniowania UV, zalecana temperatura barwowa < 3000 K,  
Najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie niskociśnieniowych lamp sodowych, dopuszczalne są wysokociśnieniowe lampy sodowe, niedopuszczalne jest natomiast stosowanie lamp rtęciowych,
  - należy projektować oświetlenie o możliwie najmniejszej mocy źródeł światła i najmniejszej emisji – szczególnie w obszarach zagrożonych kolizjami z udziałem nietoperzy i ptaków,
  - należy ograniczyć rozpraszanie światła poza jezdnie poprzez koncentrację strumieni świetlnych i właściwe ustawienie kątów emisji światła,  
Wymaga to doboru odpowiedniej wysokości latarni, odpowiednich opraw i kloszy, czasami stosowania dodatkowych osłon kierunkowych.
  - należy stosować zamknięte obudowy lamp w celu unikania pułapek dla wabionych owadów.

c) cechy szczególne.

Czas funkcjonowania oświetlenia należy precyzyjnie dostosować do naturalnych warunków świetlnych panujących w danym okresie kalendarzowym, zwracając szczególną uwagę na jego możliwe skrócenie w okresie późnej wiosny i lata.

## 5. Odpłaszacze świetlne (reflektory, lustra, „wilcze oczy”)

a) przeznaczenie – ograniczenie kolizji z udziałem ssaków kopytnych,

b) rozwiązania techniczne i projektowe:

- montaż elementów odblaskowych (zwykle w postaci gotowych modułów, np. Swareflex) na samodzielnych słupkach, barierach ochronnych lub drzewach,
- działanie polega na wzmocnieniu i odbiciu światła pochodzącego z reflektorów pojazdów na zewnątrz drogi w kierunku nadchodzących zwierząt i ich oślepienie.

Zwykle stosuje się rozwiązania emitujące światło czerwone, zielone i pomarańczowe.

c) cechy szczególne:

- pomimo kilkudziesięciu lat stosowania powyższych rozwiązań (wybrane odcinki dróg w Europie i Ameryce Północnej) – brak jednoznacznych dowodów potwierdzających ich skuteczność ekologiczną,
- skuteczność rozwiązania jest niska w okresie zmierzchu i świtu – w okresach najbardziej intensywnego przemieszczania kopytnych w cyklu dobowym,
- rozwiązanie wymaga skomplikowanych czynności obsługowych – precyzyjne ustawienie urządzeń, czyszczenie powierzchni transparentnych,
- duże narażenie na akty kradzieży i wandalizmu z jednocześnie ograniczonymi możliwościami zapobiegania.

## 6. Repelenty chemiczne (zapachowe)

a) przeznaczenie – ograniczenie kolizji z udziałem ssaków kopytnych, głównie jelenia.

b) charakterystyka.

Repelenty zawierają naturalne lub syntetyczne substancje z zapachem człowieka, wilka lub innych drapieżników. Nanoszone są w postaci pianki na drzewa lub jako elementy infrastruktury w sąsiedztwie drogi.

c) cechy szczególne:

- repelenty powinny być stosowane jedynie w wybranych okresach wzmożonego przemieszczania zwierząt, np. w trakcie migracji sezonowych łosi i jeleni,
- działanie repelentów powinno prowadzić przede wszystkim do wzmożenia uwagi, spowolnienia i bardziej ostrożnego przechodzenia osobników – nie może powodować całkowitego zahamowania przekraczania dróg,
- stosunkowo nowa metoda – wstępne badania wykazały jej skuteczność, konieczna jest jednak kontynuacja prac badawczych.

## 7. Odpłaszacze dźwiękowe

a) emitujące ultradźwięki odstraszaające ssaki – brak dowodów na skuteczność (bez względu na typ rozwiązania),

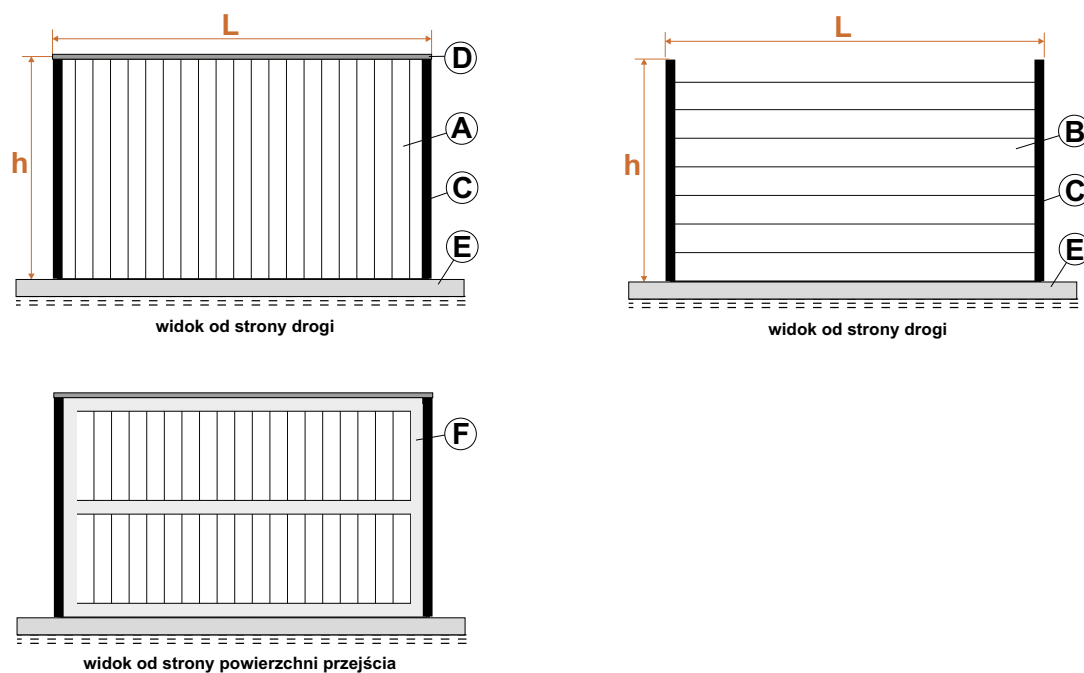
b) emitujące dźwięki słyszalne – omówione na przykładzie urządzeń UOZ-1 w Rozdziale XXI.

# XVI. Ekrany akustyczne i przeciwoślńieniowe

## 1. Ekrany przegrodowe – Ryc. 56

### 1.1. Schemat konstrukcji

- A – powierzchnia ekranująca – wykonana z desek,
- B – powierzchnia ekranująca – wykonana z paneli (polimerowych, blaszanych),
- C – słup nośny stalowy,
- D – osłona przeciwdeszczowa,
- E – podmurówka betonowa,
- F – rama drewniana,
- h – wysokość konstrukcji,
- L – długość modułu.



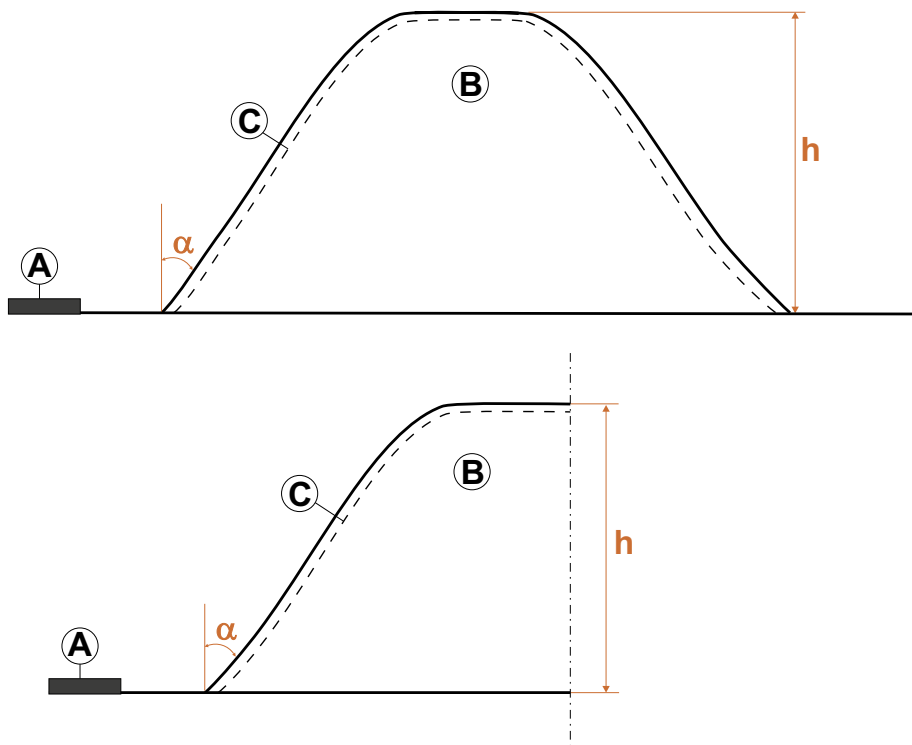
Ryc. 56. Schemat konstrukcji typowych ekranów przegrodowych.

## 2. Ekrany ziemne – Ryc. 57

### 2.1. Schemat konstrukcji

- A – droga z odwodnieniem liniowym,
- B – nasyp z gruntu spoistego,
- C – warstwa gleby urodzajnej,
- h – wysokość konstrukcji,
- $\alpha$  – nachylenie skarpy.





Ryc. 57. Schemat konstrukcji typowych ekranów ziemnych – wał ziemny (na górze), wykop (na dole).

## 2.2. Materiały budowlane i typ konstrukcji – w zależności od funkcji ekranu

a) ekrany przeciwoślśnieniowe (drewniane ekrany przegrodowe odbijające) (Fot. 136, 137).

Proste konstrukcje wykonane z impregnowanej tarcicy w postaci ram drewnianych obitych szczelnie deskami (jedna rama stanowi jeden moduł) mocowanych na słupach stalowych posadowionych na betonowej podmurówce.



Fot. 136. Drewniany ekran odbijający na powierzchni przejścia górnego.



Fot. 137. Drewniany ekran odbijający na przejściu dolnym – rozwiązanie ograniczające kolizje z udziałem nietoperzy.

b) ekrany akustyczne i przeciwoślnościowe (drewniane pochłaniające) (Fot. 138).

Wykonane z impregnowanej tarcicy, w postaci ramy drewnianej obitej obustronnie deskami, z wypełnieniem dźwiękochłonnym, ramy mocowane na słupach stalowych posadowionych na betonowej podmurówce.



Fot. 138. Drewniany ekran pochłaniający na przejściu dolnym.

c) panelowe pochłaniające (typu „Zielona Ściana”) (Fot. 139).

Wykonane z prefabrykowanych paneli, które zbudowane są z odpornej na korozję ocynkowanej ramy z siatką stalową (zabezpieczającą z zewnątrz powierzchnię ekranu) i wypełnienia dźwiękochłonnego. Dodatkowo powierzchnia ekranu osłonięta jest zieloną siatką z tworzywa sztucznego o funkcji estetycznej oraz zabezpieczającej wypełnienie ekranu. Mocowane

na słupach stalowych posadowionych na fundamencie betonowym. Rozwiązanie niezalecane do projektowania na powierzchni przejść górnych przede wszystkim ze względu na trudności z uzyskaniem przebiegu po łuku, dostosowanego do krawędzi przejść.



Fot. 139. Ekran typu „zielona ściana” na powierzchni przejścia górnego.

d) betonowe odbijające (Fot. 140).

Stosowane w przypadku przejść górnych i dolnych żelbetowych. Zintegrowane z konstrukcją obiektu, posiadają zwykle wysokość nie większą niż 1 m i stanowią jeden z elementów ekranujących. W przypadku przejść górnych stosowane zazwyczaj w połączeniu ze skarpami ziemnymi i roślinnością izolacyjną, co stanowi łącznie najlepsze rozwiązanie ekranujące i należy je preferować, jeśli umożliwiają to inne uwarunkowania.



Fot. 140. Ekran betonowy na powierzchni przejścia górnego.



e) panelowe odbijające (Fot. 141).

Stosowane w przypadku przejść dolnych, panele z blachy (stalowe, aluminiowe) lub polimerowe mocowane na słupach stalowych posadowionych na fundamencie betonowym. Zalecane do projektowania i należy je preferować (jeśli umożliwiają to inne uwarunkowania) w przypadku wszystkich przejść dolnych dla dużych zwierząt.



Fot. 141. Ekran panelowy na przejściu dolnym.

f) przezroczyste odbijające (Fot. 142).

Panele w postaci przezroczystych płyt polimerowych mocowane na słupach stalowych posadowionych na fundamencie betonowym lub przykręcanych do konstrukcji obiektów mostowych. Ze względu na duże zagrożenie kolizjami z udziałem ptaków rozwiązanie należy stosować tylko w szczególnie uzasadnionych przypadkach i zawsze z zastosowaniem odpowiednich metod ograniczania śmiertelności ptaków (patrz: Rozdział XV).



Fot. 142. Ekran transparentny na przejściu dolnym.





Fot. 143. Przebieg drogi w wykopie skutecznie izoluje powierzchnię przejścia od emisji hałasu.

g) skarpy ziemne (wykopy) (Fot. 143).

Prowadzenie niwelety drogi poniżej otaczającego terenu powoduje powstanie naturalnego ekranu ziemnego. Możliwe jest zastosowanie jedynie w sąsiedztwie górnych przejść dla zwierząt, dla których obecność wykopów odgrywa dodatkowo istotną rolę dla uzyskania optymalnej lokalizacji przejścia. Skarpy ziemne muszą być stateczne, należy formować je z gruntu spoistego, z odpowiednim odwodnieniem (drenażem) i powierzchnią pokrytą glebą urodzajną z roślinnością osłonowo-izolacyjną (dodatkowa ochrona akustyczna oraz stabilizacja skarp i zapobieganie erozji (patrz: Rysunek 3, 4). Skarpy strome wymagają dodatkowych umocnień z wykorzystaniem geosyntetyków.

h) wały ziemne (Fot. 144).

Ekrany w formie naturalnej powstałe przez usypanie wałów z gruntu nieprzepuszczalnego, stosowane na powierzchni i w sąsiedztwie przejść górnych (patrz: Rysunek 2, 4). Wały powinny być formowane ze spoistego, nieprzepuszczalnego gruntu o wysokości i nachyleniach niewymagających stosowania umocnień. Konieczne jest pokrycie wierzchniej warstwy skarp glebą urodzajną i roślinnością osłonowo-izolacyjną. Optymalne rozwiązanie w przypadku przejść górnych i należy je preferować, jeśli umożliwiają to inne uwarunkowania.



Fot. 144. Wały ziemne (obsadzone dodatkowo roślinnością) stanowią bardzo najlepsze rozwiązanie ekranujące dla przejść górnych.

## 2.3. Projektowanie lokalizacji ekranów

### 2.3.1. Rozwiązania optymalne:

a) obiekty, na których konieczne i wskazane jest lokalizowanie ekranów:

– przejścia górne (dla dużych i średnich zwierząt).

Na wszystkich obiektach powinny być lokalizowane ekrany akustyczne i przeciwoślnościowe drewniane (odbijające lub pochłaniające). Na obiektach o szczególnym znaczeniu przyrodniczym (np. mosty krajobrazowe, przejścia duże w cennych siedliskach, obszarach chronionych itp.) zalecane jest stosowanie wałów ziemnych wraz z roślinnością osłonowo-izolacyjną.

– przejścia dolne (dla dużych zwierząt).

Zalecane jest lokalizowanie ekranów akustycznych i przeciwoślnościowych panelowych odbijających lub drewnianych pochłaniających.

– przejścia dolne (dla średnich zwierząt).

Zalecane jest lokalizowanie ekranów przeciwoślnościowych drewnianych.

b) miejsca lokalizacji ekranów na obiektach i długość ekranowanych odcinków dróg:

– przejścia górne.

Ekran (wszystkich typów) muszą być zlokalizowane wzdłuż zewnętrznych krawędzi przejścia oraz krawędzi nasypów najść. Ekranowaniem należy objąć całe przejście – włącznie z najściami. W przypadku obiektów projektowanych w wykopach (bez najść w postaci nasypów ziemnych) ekrany powinny być zlokalizowane na powierzchni przejścia oraz poza jego krawędziami – na długości równej co najmniej szerokości minimalnej przejścia (patrz: Rysunek 1–4).

– przejścia dolne.

Ekran zlokalizowane wzdłuż krawędzi jezdni. Ekranowaniem należy objąć całe przejście oraz odcinki dróg o długości co najmniej 50 m poza przejściem, w obu kierunkach.

### 2.3.2. Typowe i istotne błędy projektowe:

#### a) brak ekranów.

Problem dotyczy najczęściej przejść dolnych (samodzielnych i zespolonych), powoduje ograniczenie ich skuteczności zwłaszcza w odniesieniu do dużych ssaków leśnych przez podwyższony poziom bariery psychofizycznej i odstraszenie zwierząt.

#### b) zbyt krótkie ekrany (Fot. 145).

Problem zarówno na przejściach dolnych, jak i górnych, powoduje skutki podobne jak brak ekranów.



Fot. 145. Przykład przejścia dolnego o zbyt krótkich ekranach przeciwoślnościowych.

#### c) lokalizacja utrudniająca naprowadzanie zwierząt do przejść górnych (Fot. 146).

Ekran powinien być szczelnie połączony z ogrodzeniami ochronnymi i w sąsiedztwie przejścia przejmować ich funkcje ochronne i naprowadzające. Niewłaściwy przebieg ekranów przy wylotach przejść (zwłaszcza przebieg zbliżony do prostopadłego w stosunku do linii ogrodzenia) może istotnie utrudniać dojście zwierzętom do przejścia ograniczając w ten sposób jego skuteczność.





Fot. 146. Niewłaściwy przebieg ogrodzenia i ekranu na powierzchni przejścia górnego powodujący utrudnione naprowadzanie zwierząt.

d) niewłaściwy przebieg, ograniczający efektywną szerokość przejść górnych (Fot. 147).

Na powierzchni przejść górnych ekrany powinny być zlokalizowane możliwie najbliżej zewnętrznych krawędzi obiektów; ekrany powinny przebiegać po łuku (bez gwałtownych załamień), którego krzywizna powinna być tak zaprojektowana, by możliwie największa przestrzeń przejścia była dostępna dla zwierząt. Niewłaściwy przebieg ekranów może ograniczyć efektywną szerokość przejścia, wpływając tym samym na jego niższą skuteczność.



Fot. 147. Ekran zlokalizowany zbyt daleko od krawędzi przejścia górnego ograniczający jego efektywną szerokość.

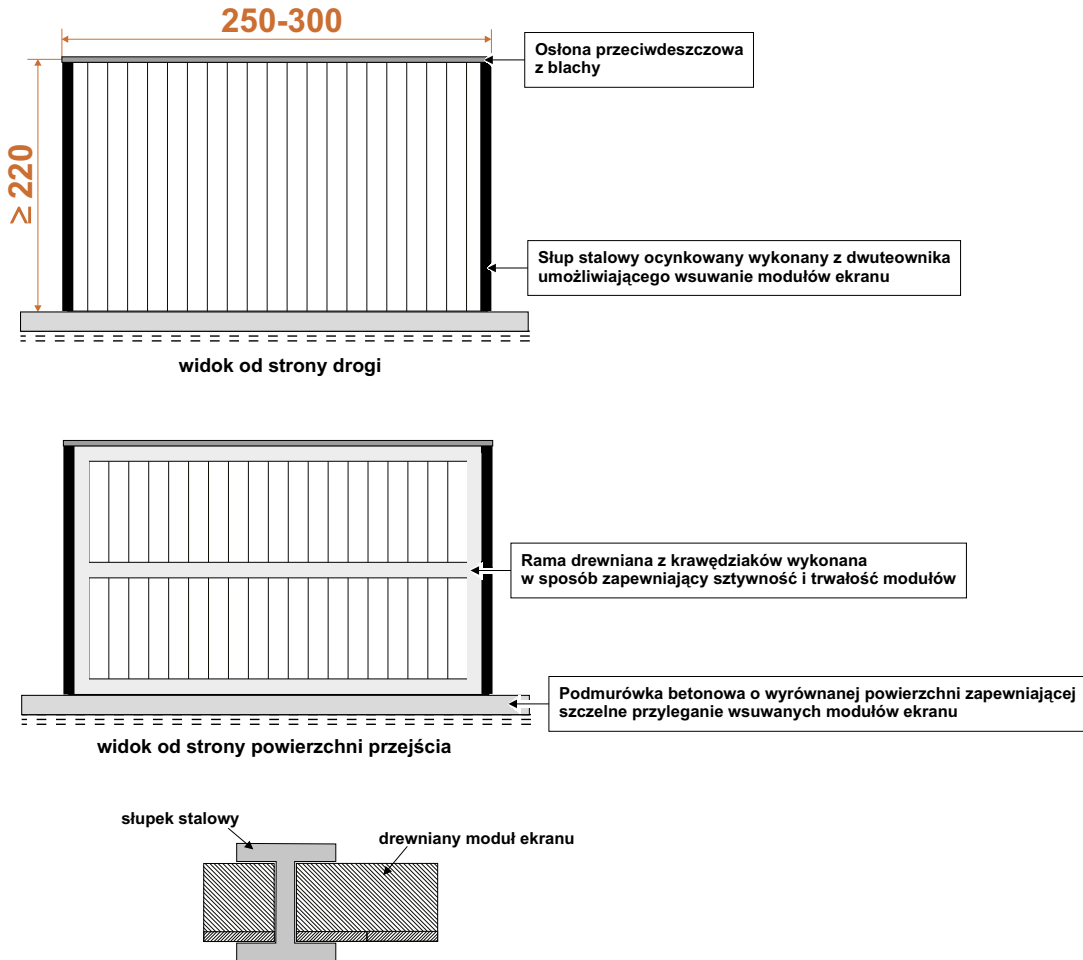


## 2.4. Projektowanie konstrukcji ekranów

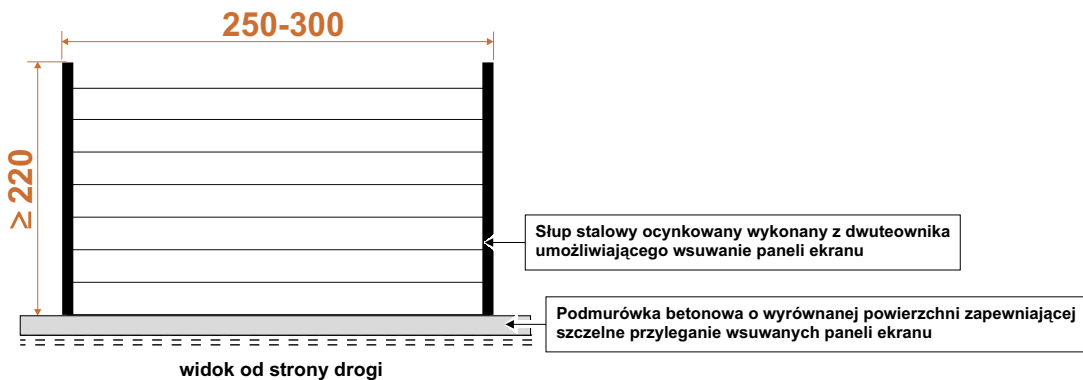
### 2.4.1. Rozwiązania optymalne

a) schematy konstrukcji:

– ekrany przegrodowe – Ryc. 58, 59,

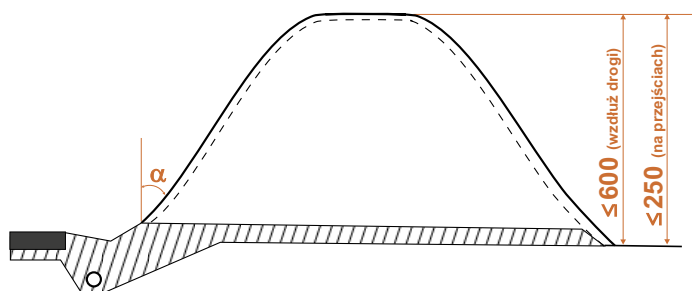


Ryc. 58. Optymalne rozwiązania ekranów przegrodowych drewnianych (wymiary w cm). Dolna część rysunku – sposób montażu paneli na słupie nośnym.



Ryc. 59. Optymalne rozwiązania ekranów przegrodowych panelowych (wymiary w cm).

– ekrany ziemne – Ryc. 60,



Ryc. 60. Optymalne rozwiązania ekranów ziemnych (wymiary w cm).

b) typy konstrukcyjne ekranów – możliwości i zalecenia stosowania na przejściach dla zwierząt (patrz: Tabela 20),

Tabela 20. Możliwości i zalecenia stosowania poszczególnych typów ekranów na przejściach dla zwierząt (+++ rozwiązanie zalecane, ++ rozwiązanie możliwe/dopuszczalne, +/- rozwiązanie niezalecane, – rozwiązanie niemożliwe).

Typ ekranu	Przejścia górne		Przejścia dolne		
	Obiekty o kluczowym znaczeniu przyrodniczym	Obiekty dla dużych i średnich ssaków kopytnych	Obiekty o kluczowym znaczeniu przyrodniczym	Obiekty dla dużych ssaków kopytnych	Obiekty dla średnich ssaków kopytnych
<b>Ekrany odbijające</b>					
drewniane z desek	++	+++	++	++	+++
panelowe z paneli wsuwanych (nie-przeźroczystych)	+/-	+/-	++	+++	++
transparentne (przeźroczyste) z płyt polimerowych	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
betonowe konstrukcyjne <sup>1)</sup>	+++	+++	+++	+++	++

Ekran pochłaniający					
drewniane z desek z wypełnieniem	+++	++	+++	++	++
panelowe pochłaniające – typu „Zielona Ściana”	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
wały i skarpy ziemne	+++	++	-	-	-

Przypisy:

1) Tylko w przypadku obiektów o konstrukcji żelbetowej.

c) przebieg ekranów na skarpach.

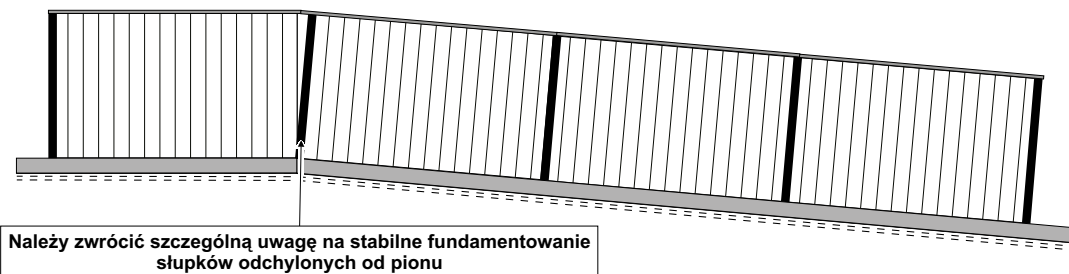
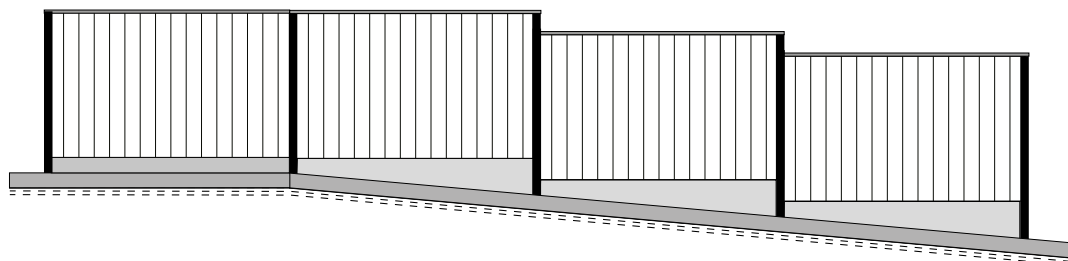
W praktyce obserwuje się 2 podstawowe typy rozwiązań – Ryc. 61:

– słupy nośne montowane pionowo, przebieg górnej krawędzi wzdłuż linii łamanej.

Rozwiązanie wymaga zastosowania przy powierzchni terenu dystansów (zwykle z płyt betonowych) umożliwiających montaż prostokątnych paneli ekranu. Często obserwowane są nieszczelności na połączeniu płyt dystansowych z fundamentem i pozostałymi elementami konstrukcji. Przebieg krawędzi ekranu po linii łamanej utrudnia harmonizację obiektu z otoczeniem.

– słupy nośne montowane pod kątem dostosowanym do nachylenia skarpy.

Rozwiązanie zalecane (należy je preferować, jeśli brak innych przeciwwskazań) ze względu na mniejsze zagrożenie powstawania nieszczelności oraz łagodny przebieg górnej krawędzi ekranu. Należy zwrócić szczególną uwagę na stabilne fundamentowanie słupków odchylonych od pionu.



Ryc. 61. Rozwiązania projektowe ekranów zlokalizowanych na skarpach.

d) Roślinność osłonowa i izolacyjna.

Odgrywa szczególną rolę w przypadku przejść górnych i powinna być stosowana w następującej formie:

- nasadzenia osłonowe (okrywowe, maskujące) pnączy na powierzchni ekranów (od strony powierzchni przejścia).

Więźba zwarta, nieregularna, nasadzenia jednorzędowe, linia nasadzeń z załamaniem. W przypadku niektórych gatunków rodzimych należy uwzględnić konieczność wykonania podpór w formie rusztowania (krata drewniana) lub napiętych drutów (linek).

- nasadzenia osłonowe krzewów wzdłuż ekranów (Fot. 148).

Więźba zwarta, nieregularna, nasadzenia min. dwurzędowe, linie nasadzeń z załamaniem. Krzewy o pokroju niskim i średnim (wysokość przeciętna < 4–5 m). Integracja nasadzeń z roślinnością naprowadzającą do przejścia.



Fot. 148. Nieregularne, gęste nasadzenia wzdłuż ekranów przegrodowych.

- nasadzenia izolacyjne pnączy na ogrodzeniach.

W przypadku zastosowania ekranów ziemnych na powierzchni przejścia będzie znajdowało się ogrodzenie siatkowe, które powinno zostać obsadzone pnączami w celu izolacji widoczności jezdni z poziomu skarp ekranów. Forma nasadzeń podobna jak dla ekranów przegrodowych – brak konieczności stosowania podpór.

- nasadzenia izolacyjno-osłonowe krzewów na wałach ziemnych.

Więźba zwarta, nieregularna, nasadzenia rzędowe (min. dwa rzędy, linie nasadzeń z załamaniem oraz pojedyncze i kępowe). Głównie krzewy o pokroju niskim i średnim. Integracja nasadzeń z roślinnością naprowadzającą do przejścia (patrz: Fot. 143).

#### 2.4.2. Typowe i istotne błędy projektowe:

- a) stosowanie ekranów transparentnych (przeźroczystych).

Powoduje zwiększone ryzyko kolizji z udziałem ptaków, zwłaszcza w przypadku mostów i estakad w dolinach rzecznych. Stosowanie tego typu ekranów jest zdecydowanie niewłaściwe i nie powinno mieć miejsca z przyrodniczego punktu widzenia. Może być dopuszczone jedynie wyjątkowo w sytuacji wyraźnego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu (np. ryzyko częstej gołoledzi na mostach), na wybranych odcinkach (stosowanie łączenia różnych typów ekranów), przy zastosowaniu sprawdzonych rozwiązań ograniczających kolizje awifauny (patrz: Rozdział XV).



b) nieszczelne i nietrwałe konstrukcje ekranów.

Powodują ograniczoną skuteczność ekranowania, co prowadzi do odstraszenia zwierząt i zmniejszenia skuteczności przejścia. Nietrwałe konstrukcje prowadzą do licznych uszkodzeń, zarówno z przyczyn naturalnych (napór wiatru, wymywanie gruntu) jak i społecznych (kradzieże elementów, wandalizm).

c) różnica wysokości oraz nieszczelności na styku ekran-ogrodzenie (w przypadku przejść górnych).

Powoduje powstanie zagrożenia przechodzenia i przeskakiwania przez zwierzęta (patrz: Rozdział XII).

d) nieszczelności na styku ekran-powierzchnia gruntu (Fot. 149).

Powodują zagrożenie przechodzenia małych zwierząt (zwłaszcza płazów) przez istniejące szczeliny, ograniczając w ten sposób skuteczność przejść dla tej grupy fauny oraz powodując śmiertelność w wyniku kolizji z pojazdami.



Fot. 149. Nieszczelności ekranów przy powierzchni gruntu powodują przenikanie małych zwierząt na jezdnie.

e) nadmierna rozbudowa fundamentów ekranów na przejściach górnych.

Należy unikać projektowania silnie rozbudowanej nadziemnej części fundamentów (wysoka konstrukcja betonowa położona powyżej poziomu terenu) ze względu na możliwość odstraszącego oddziaływania na niektóre gatunki dużych ssaków.

f) brak roślinności osłonowej i izolacyjnej (Fot. 150).

W przypadku braku lub przy niewłaściwie zaprojektowanej roślinności osłonowej, odsłonięte elementy konstrukcyjne ekranów (przegrodowych) powodują zwiększenie poziomu bariery psychofizycznej i odstraszenie zwierząt (zwłaszcza w pierwszych latach funkcjonowania przejść). W przypadku roślinności izolacyjnej jej brak lub niewłaściwe zaprojektowanie prowadzi do podwyższonego poziomu emisji na powierzchni przejść i ograniczenia ich skuteczności.

g) niewłaściwe wykończenie zewnętrzne.

Obejmuje przede wszystkim:

– nieodpowiedni dobór kolorystyki (Fot. 151).

Ekrany o jaskrawych barwach (zwykle niewystępujących w warunkach naturalnych) mogą powodować odstraszenie zwierząt (zwłaszcza dużych ssaków). Niektóre jaskrawe barwy (np. kolor żółty) mogą przyciągać owady powodując ich rojenie się w sąsiedztwie jezdni i tym samym zwiększenie poziomu kolizji z pojazdami.

– nieodpowiednie wykończenie powierzchni,

Ekrany powinny posiadać powierzchnię matową, w przypadku powierzchni z połyskiem dochodzi do odbijania światła słonecznego i światła księżyca, co może odstraszać niektóre gatunki ssaków.



Fot. 150. Nieosłonięte przez roślinność konstrukcje ekranów mogą ograniczać skuteczność przejść górnych.



Fot. 151. Przykład ekranu panelowego o nieodpowiedniej (jaskrawej) barwie.

### 2.4.3. Typowe i istotne błędy wykonawcze:

a) niedbałe wykończenie zewnętrzne.

W przypadku ekranów drewnianych należy zwrócić szczególną uwagę na właściwą impregnację elementów (najlepiej używać tarcicy impregnowanej ciśnieniowo). Na placu budowy wykonywać jedynie uzupełniająco impregnację powierzchniową, z użyciem środków bezbarwnych i niepowodujących trwałej emisji odorów (np. preparaty olejowe).

b) nieszczelne połączenie z ogrodzeniami ochronnymi.

Powoduje obecność oraz powstawianie szczelin i luk umożliwiających przechodzenie małych, a czasem także średnich zwierząt (patrz: Fot. 86).

c) niewłaściwie wykonane nasadzenia osłonowe (patrz: Rozdział X).

# XVII. Obiekty odwodnieniowe i przebudowa cieków wodnych

## 1. Ograniczanie śmiertelności małych zwierząt w obiektach odwodnieniowych

### 1.1. Zbiorniki ekologiczne – opis problemów i metod rozwiązania

- a) otwarte zbiorniki powodują wpadanie małych zwierząt (zwłaszcza płazów) i trudności z wychodzeniem po stromych i wysokich skarpach, często umocnionych płytami betonowymi (Fot. 152).



Fot. 152. Przykład zbiornika ekologicznego stanowiącego pułapkę dla płazów.

- metody rozwiązywania:
- ogrodzenia ochronne dla małych zwierząt zintegrowane z ogrodzeniami zbiorników – powinny być stosowane w przypadku wszystkich zbiorników otwartych; rozwiązania projektowe analogiczne jak dla ogrodzeń wzdłuż drogi (patrz: Rozdział XII, XIII),
  - w przypadku braku możliwości zastosowania szczelnych ogrodzeń należy zmniejszyć pochylenie skarp zbiorników na całej długości lub kształtowanie pochylni ułatwiających opuszczanie zbiornika – w wybranych miejscach, min. 25% długości linii brzegowej; zalecane nachylenie skarp < 1:2,5.

- b) wabienie płazów do zbiorników w celach rozrodczych.

Zbiorniki ekologiczne, dla których zaprojektowano stosunkowo długi okres utrzymywania stałego lustra wody (zwykle zbiorniki retencyjne, retencyjno-infiltracyjne) stanowią zwykle atrakcyjne obszary rozrodu płazów (zwłaszcza dla populacji, których tradycyjne miejsca rozrodu zostały zniszczone w wyniku budowy drogi) (Fot. 153).



- istnieje szereg argumentów merytorycznych przemawiających za ograniczeniem dostępu płazów do zbiorników będących elementami systemu odwodnienia drogi:
  - zbiorniki zlokalizowane są zwykle w bezpośrednim sąsiedztwie pasa drogowego (w liniach rozgraniczających), co powoduje, że jeśli w danym zbiorniku dojedzie do rozrodu, młode płazy (zwykle wielkości kilku mm) rozchodząc się promieniście w kierunku otoczenia zbiornika, będą wysoce zagrożone śmiertelnością; małe wymiary ciała powodują, że młode osobniki są trudne do zatrzymania nawet przez specjalistyczne ogrodzenia ochronne,
  - zbiorniki wymagają stałych czynności obsługowych polegających na ich czyszczeniu, usuwaniu osadów dennych, pielęgnacji roślinności; czynności te wiążą się zwykle ze znaczącą ingerencją z użyciem specjalistycznego sprzętu i powinny być wykonywane (wg zaleceń i dobrych praktyk „utrzymaniowych”) m.in. w okresie wczesnej wiosny (po roztopach wiosennych) pokrywając się tym samym z okresem godowym płazów,
  - w warunkach polskich zbiorniki zwykle zaprojektowane są na stosunkowo krótkie okresy retencjonowania wody (utrzymywania lustra wody), co powoduje, że w okresie wczesnej wiosny (przy wysokim stanie wody) płazy zostaną zwabione i przystąpią do rozrodu, którego szanse powodzenia są niewielkie ze względu na częste cykle opróżniania zbiorników,
  - zbiorniki (zwłaszcza zgromadzone w nich osady dennie) są miejscem kumulacji wysokich stężeń zanieczyszczeń pochodzących z pasa drogowego, z których część wykazuje oddziaływanie toksyczne oraz muta- i kancerogenne w stosunku do zwierząt, podlegając jednocześnie bioakumulacji (np. różne postacie chemiczne metali ciężkich); w przypadku płazów przebywających długotrwale w takich warunkach siedliskowych można spodziewać się wielu negatywnych skutków na poziomie osobniczym i populacyjnym.



Fot. 153. Przykład zbiornika ekologicznego o cechach naturalnych i długim okresie retencjonowania wody, w którym dochodzi do rozrodu płazów.

– metody rozwiązywania.

Ogrodzenia ochronne dla małych zwierząt zintegrowane z ogrodzeniami zbiorników. Rozwiązania analogiczne jak dla ogrodzeń wzdłuż drogi (patrz: Rozdział XII, XIII).

## 1.2. Studnie i niecki wpadowe/chłonne – opis problemu i metod rozwiązywania

- a) bezpośrednio wpadanie zwierząt w wyniku penetracji sąsiedztwa obiektów oraz porywanie przez nurt wody w rowach uchodzących do studni/niecek.



Fot. 154. Przykład niecki wpadowej stanowiącej pułapkę dla małych zwierząt.

– metody rozwiązywania.

- rezygnacja z budowy studni/niecki lub zmiana lokalizacji,

W obszarach, w których występuje zagrożenie śmiertelnością płazów (zwłaszcza w obszarach podmokłych, w sąsiedztwie szlaków sezonowych migracji, w sąsiedztwie przejść dla zwierząt), należy zawsze szczegółowo rozważyć celowość (uzasadnienie hydrologiczne) budowy studni lub niecki, ew. możliwość zmiany ich lokalizacji lub zastosowania rozwiązań projektowych, które ograniczą śmiertelność małych zwierząt.

- szczelne przekrycia od góry,

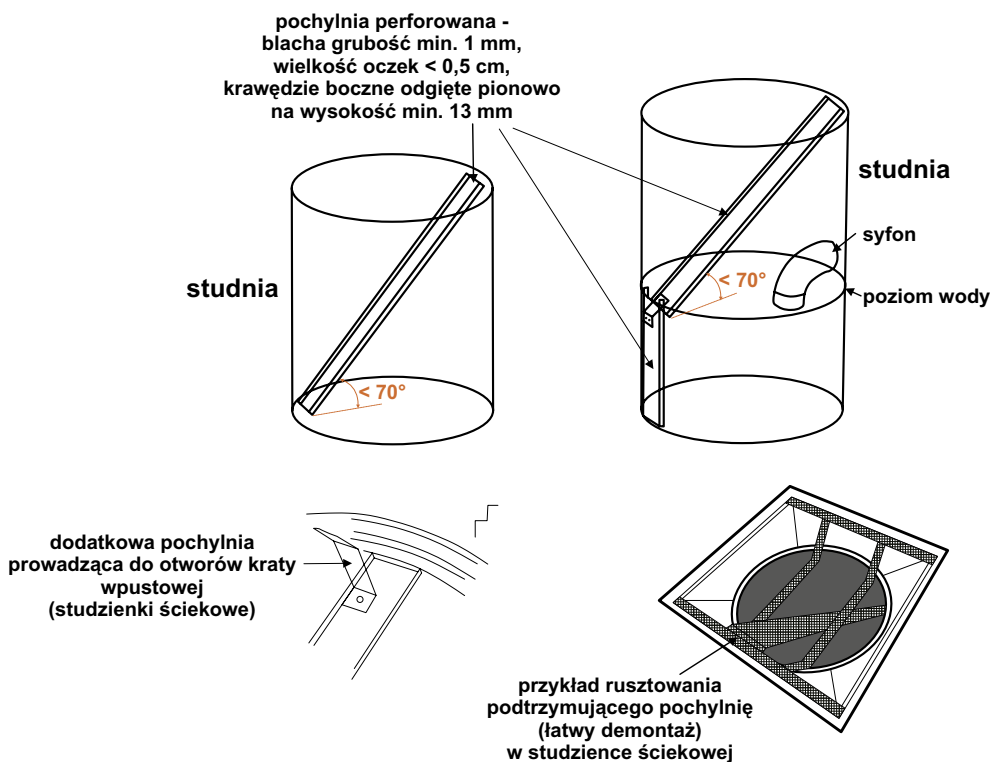
Wszystkie studnie i niecki wpadowe powinny posiadać szczelną pokrywę górną (betonową) z włazem rewizyjnym. W przypadku gdy głębokość niecki jest zbyt mała dla zastosowania stałej pokrywy (utrudnienia eksploatacyjne), można zastosować przekrycie otwierane w postaci stalowej kłapy lub ramy z płaskowników stalowych z rozpiętą gęstą siatką stalową (wielkość oczek  $\leq 5$  mm). Ze względu na duże prawdopodobieństwo wystąpienia nieszczelności rozwiązanie powyższe można rozważyć jedynie w wyjątkowych i uzasadnionych przypadkach.

- wszystkie studzienki rewizyjne powinny posiadać pełne pokrywy o możliwie najmniejszej liczbie otworów obsługowych, możliwie najmniejszej średnicy,
- siatki o gęstych oczkach wzdłuż ogrodzeń studni,

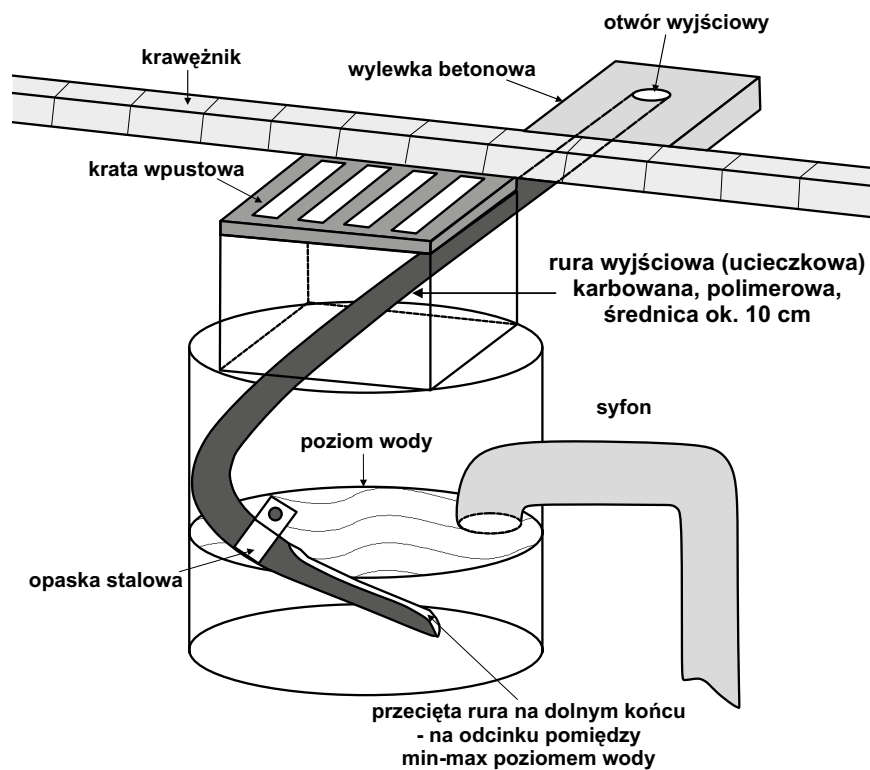
Jeśli otwarte studnie posiadają ogrodzenie ochronne z siatki, wówczas (w każdym przypadku) ogrodzenie to powinno być uzupełnione o zabezpieczenia dla małych zwierząt – w postaci siatki stalowej o drobnych oczkach (wielkość oczek  $\leq 5$  mm) połączonej szczelnie z ogrodzeniem głównym. Wysokość min. 50 cm, górna krawędź odgięta na długości min. 10 cm – rozwiązanie analogiczne jak w przypadku ogrodzeń ochronno-naprowadzających.

- pochylnie umożliwiające samodzielne wychodzenie zwierząt na zewnątrz,

Wykonane z blachy perforowanej stalowej (inox) lub aluminiowej. Powinny być zamontowane w sposób umożliwiający ich szybki demontaż w trakcie czyszczenia studni – Ryc. 62.



Ryc. 62. Schemat pochylńi umożliwiających wychodzenie zwierząt ze studni otwartych i zamkniętych (z kratą wpadową).



na podstawie materiałów firmy Häfliger Amphibtec

Ryc. 63. Schemat rury wyjściowej (ucieczkowej) – rozwiązanie firmy Häfliger Amphibtec (Szwajcaria) – opracowanie własne na podstawie materiałów promocyjnych producenta.

- rury wyjściowe (ucieczkowe),

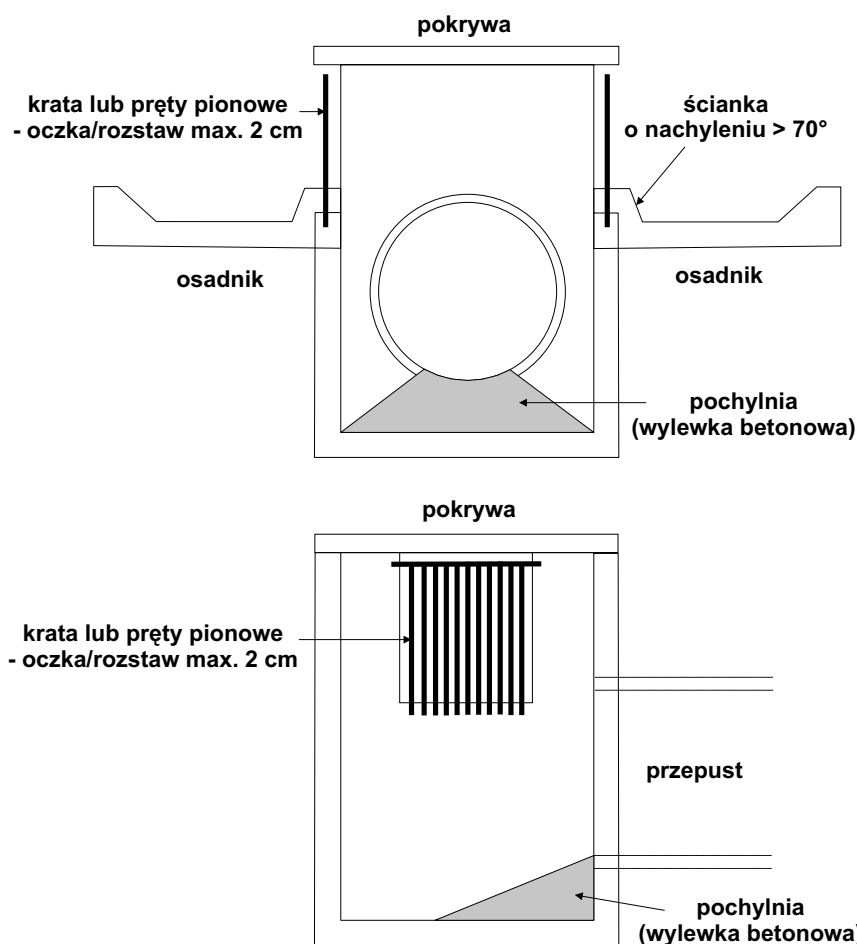
Odpowiednio umocowane i poprowadzone rury karbowane z polimerów, umożliwiające wychodzenie zwierząt poza obręb studni/niecki. Powinny być zamocowane trwale, w sposób nieutrudniający czynności obsługowych – Ryc. 63.

- kraty w otworach wpadowych,

W przypadku, gdy studnie lub niecki posiadają otwory wlotowe (połączenie z rowami), należy je zabezpieczyć w sposób utrudniający wpadanie płazów do wnętrza obiektów – poprzez wyposażenie otworów w kraty stalowe lub rząd pionowych prętów (płaskowników). Należy zastosować rozwiązanie kompromisowe pomiędzy wielkością oczek (czym mniejszy tym lepsze zatrzymywanie zwierząt) a wymaganiami hydrologicznymi (czym mniejsze oczka tym łatwiejsze blokowanie przepływu). Wielkość oczek kraty (odstępów pomiędzy prętami) powinna być nie większa niż 2 cm i zapewniać przynajmniej zatrzymywanie dorosłych płazów – Ryc. 64.

- pochylnie umożliwiające przechodzenie zwierząt przepustem (studnie/niecki kanalizacyjne),

W przypadku gdy studnia lub niecka zlokalizowana jest bezpośrednio przy wlocie do przepustu, należy umożliwić zwierzętom swobodne przechodzenie przez przepust poprzez wykonanie odpowiedniej pochylni z betonu – Ryc. 64.



Ryc. 64. Schemat zabezpieczeń studni wpadowej – pokrywa górna, kraty na wlotach, pochylnia na dnie, pochylenie ścianek osadnika.



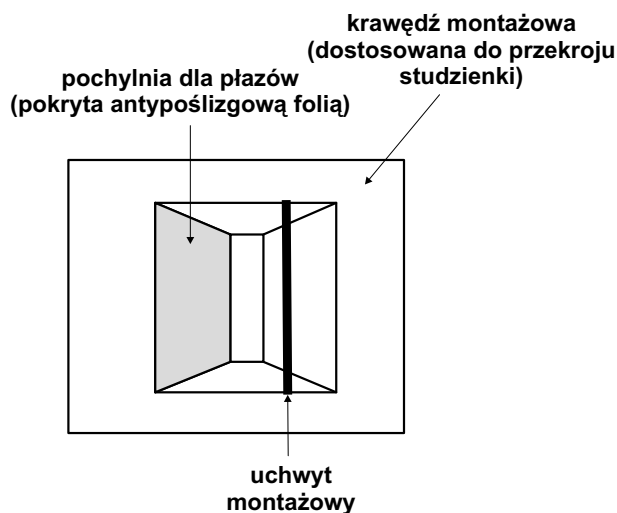
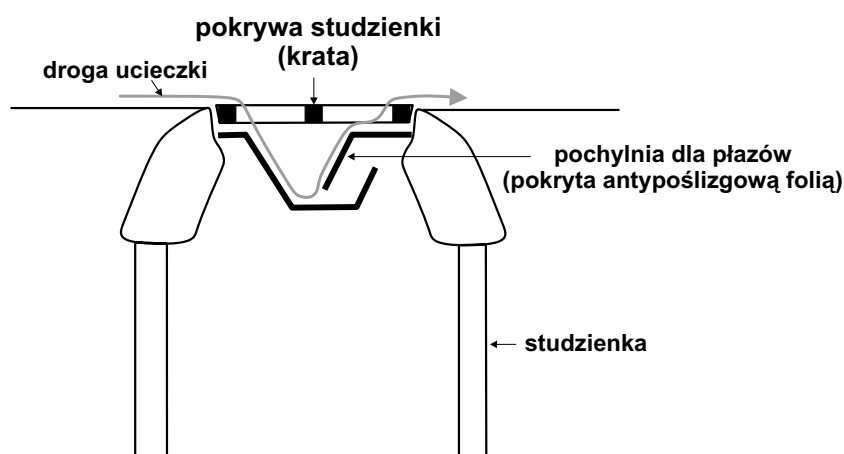
### 1.3. Studzienki ściekowe z wpustami żeliwnymi – opis problemu i metod rozwiązywania

a) bezpośrednie wpadanie zwierząt w wyniku penetracji sąsiedztwa obiektów oraz porywanie przez nurt spływu uchodzącego do studzienki;

– metody rozwiązywania:

- syfony dla płazów,

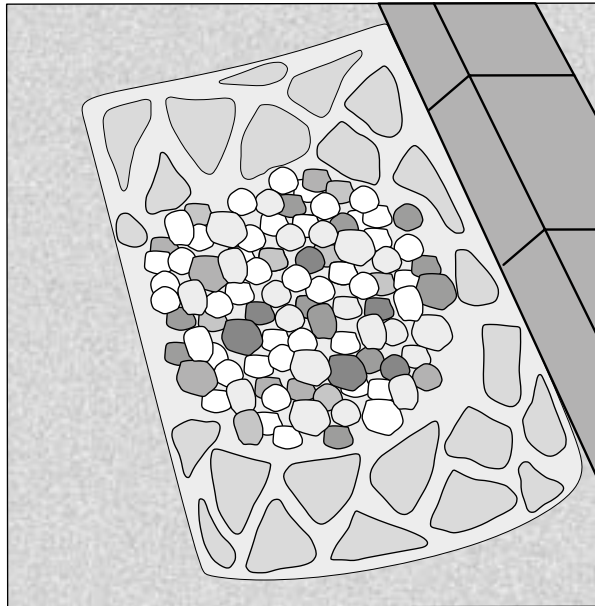
Specjalne konstrukcje montowane w całym świetle przekroju studzienki, wyposażone w łagodnie pochylnie umożliwiające płazom wychodzenie przez otwory w kracie wpustu. Syfony wykonane są zwykle ze stali nierdzewnej. Powierzchnia pochylni musi być szorstka dla ułatwienia wspinania się zwierząt. Powinny być zamontowane w sposób umożliwiający ich szybki demontaż w trakcie czyszczenia studzienki – Ryc. 65.



Ryc. 65. Schemat syfonu dla płazów – rozwiązanie firmy Nill Metallbau AG (Szwajcaria)(rycina górna – przekrój, rycina dolna – widok z góry) – opracowanie własne na podstawie materiałów promocyjnych producenta.

- zasypywanie krat wpustowych kruszywem,

Usypanie warstwy gruboziarnistego, naturalnego kruszywa o wysokiej przepuszczalności i średnicy większej od szerokości szczelin w kracie jest prostym, doraźnym rozwiązaniem, które posiada wprawdzie wpływ na szybkość przepływu wody, ale w skuteczny sposób chroni zwierzęta przed wpadaniem do studni – Ryc. 66.



Ryc. 66. Zасыpywanie krat wpustowych gruboziarnistym kruszywem.

- rozwiązania analogiczne jak w przypadku studni/nieek wpadowych: pochylnie umożliwiające samodzielne wychodzenie zwierząt na zewnątrz, rury wyjściowe (ucieczkowe) – patrz: Pkt. 1.2.

#### 1.4. Osadniki i separatory – opis problemu i metod rozwiązywania

- a) bezpośrednie wpadanie zwierząt w wyniku penetracji sąsiedztwa obiektów oraz porywanie przez nurt wody w rowach uchodzących do osadników/separatorów.



Fot. 155. Otwarty osadnik stanowiący pułapkę dla płazów.

– metody rozwiązywania:

- odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne – wszędzie gdzie jest to możliwe osadniki/separatory powinny być projektowane pod powierzchnią gruntu z dopływami podziemnymi,
- pionowe ścianki osadników przy wlotach do studni (chłonnych i kanalizacyjnych),

Typowe, pochylone (obustronnie) ścianki osadników ułatwiają wpadanie zwierząt do studni. W przypadku zastosowania pionowej ścianki na wylocie powstanie częściowa bariera, która spowoduje zatrzymanie niektórych zwierząt, co umożliwi im samodzielne wyjście z osadnika (patrz: Ryc. 64).

- rozwiązania analogiczne jak w przypadku studni/niecek wpadowych: szczelne przekrycia od góry, siatki o gęstych oczkach wzdłuż ogrodzeń zewnętrznych, pochylnie umożliwiające samodzielne wychodzenie zwierząt na zewnątrz – patrz: Pkt. 1.2.

## 2. Ograniczanie barierowego oddziaływania umocnień (ubezpieczeń) koryt cieków wodnych – opis problemu i metody rozwiązania

a) opis problemu:

- koryta cieków o nachyleniu skarp  $> 1:2$  stanowią przeszkodę fizyczną dla małych zwierząt blokując dojście do przejść, utrudniając przechodzenie w poprzek cieku i wychodzenie po wpadnięciu zwierzęcia (w przypadku rowów) oraz powodują ukierunkowanie ruchu wzdłuż koryta, co zazwyczaj kończy się wpadaniem do studzienek (patrz: Fot. 106),
- koryta cieków umocnione przy użyciu gabionów (kosze i materace kamienne), narzutu kamiennego o grubej frakcji oraz płyt betonowych (zwłaszcza o nachyleniu  $> 1:2$ ) utrudniają przemieszczanie się większości gatunków wzdłuż i w poprzek koryta (patrz: Fot. 107),
- rowy umocnione przy użyciu prefabrykowanych korytek betonowych o stromych ściankach („korytka krakowskie”) stanowią pełną barierę dla przemieszczania się płazów, gadów i niektórych małych ssaków; zwierzęta uwięzione w korytkach przemieszczają się wzdłuż umocnionych rowów i giną z wycieńczenia lub wpadają do studni wpadowych/kanalizacyjnych.

b) metody rozwiązania (rowy):

- zmniejszone nachylenie skarp rowów – na całej długości lub w wybranych miejscach; zalecane nachylenie skarp rowów  $\leq 1:2,5$ , szczególnie w obszarach przeznaczonych do przemieszczania się zwierząt, zwłaszcza płazów (patrz: Fot. 65),
- zaniechanie umacniania koryt i skarp rowów – zaleca się projektowanie rowów ziemnych z pokrywą trawiastą na całej długości,
- kanalizowanie rowów (rurociągi podziemne lub przepusty na krótszych odcinkach) – w obszarach nasilonego przemieszczania się zwierząt (np. sąsiedztwo przejść dla zwierząt) rowy otwarte powinny zostać skanalizowane, zapewniając w ten sposób niezakłócony ruch wszystkich gatunków fauny,
- przekrycia powierzchniowe – powinny być stosowane w podobnych sytuacjach jak kanalizowanie rowów; wykonane z pełnych płyt betonowych pokrytych warstwą gruntu.

c) metody rozwiązania (większe cieki):

- zmniejszenie pochylenia skarp koryt do poziomu  $\leq 1:2,5$  – na całej długości lub w wybranych miejscach przez urządzenie specjalnych brodów – miejsc wychodzenia (przechodzenia),
- odpowiednie zagospodarowanie skarp koryt (w tym umocnienia/ubezpieczenia) – rozwiązania analogiczne jak dla przejść dolnych zespolonych z ciekami wodnymi (patrz: Rozdział X) (Fot. 156, 157, 158).



Fot. 156. W warunkach nizinnych zaleca się pozostawienie gruntowych skarp koryt cieków – bez dodatkowych umocnień.



Fot. 157. W przypadku zagrożenia erozją boczną zaleca się stosowanie w umocnieniach koryt geosyntetyków szczelnie pokrytych gruntem.





Fot. 158. W warunkach górskich zalecanym sposobem umocnienia koryt jest luźny narzut kamienny.

# XVIII. Roślinność na przejściach dla zwierząt

## 1. Znaczenie roślinności dla funkcjonowania przejść

Podstawową rolą przejść dla zwierząt jest zachowanie ciągłości strukturalnej i funkcjonalnej przecinanych przez drogę siedlisk i korytarzy ekologicznych, dlatego muszą się one przyczyniać do zachowania spójności struktury roślinności obszarów położonych po obu stronach drogi. W związku z powyższym roślinność powinna być nieodłącznym elementem każdego, poprawnie zaprojektowanego, przejścia. W przypadku najlepszych (najskuteczniejszych) rozwiązań (mosty krajobrazowe w postaci tuneli drogowych i wysokich estakad o długich przęsłach) zachowana może być pierwotna forma użytkowania powierzchni terenu wraz z szatą roślinną. Obiekty takie mogą służyć wszystkim gatunkom zwierząt oraz zapewnić jednocześnie ciągłość roślinności (zbiorowisk roślinnych) i umożliwiać rozprzestrzenianie poszczególnych gatunków flory. W przypadku pozostałych typów przejść dla zwierząt, konieczne jest odtworzenie warunków glebowych i pokrywy roślinnej w obszarze, który uległ przekształceniu w wyniku robót budowlanych.

Podstawowe funkcje roślinności w przypadku przejść dla zwierząt to:

– harmonizacja przejść z przestrzenią krajobrazową.

Wszystkie obiekty muszą spełniać zasadę możliwie najlepszego wkomponowania w otaczający teren w celu zapewnienia minimalizacji efektu „obcego elementu” w strukturze krajobrazu (jest to istotny warunek dla wykorzystywania przejścia przez duże ssaki kopytne). Również właściwie ukształtowana struktura roślinności, spójna z otaczającym terenem, jest podstawowym czynnikiem harmonizującym przejścia z krajobrazem.

– zapewnienie dogodnych miejsc ukrycia i żerowania (istotne warunki dla wykorzystywania przejścia przez małe ssaki, ptaki, bezkręgowce).

W przypadku małych zwierząt roślinożernych nawet kilkudziesięciocentymetrowe nieciągłości roślinności mogą powodować bariery dla przemieszczania się, dlatego na powierzchni i w sąsiedztwie przejść należy ukształtować strukturę roślinności odpowiadającą wymaganiom siedliskowym gatunków, dla których zostało wybudowane przejście.

– naprowadzanie i wabienie zwierząt do powierzchni przejścia.

Odpowiednio ukształtowane struktury nasadzeń roślinnych oraz dobór właściwych gatunków w bezpośrednim sąsiedztwie przejść zachęcają zwierzęta do penetrowania tych obszarów, co zwykle skutkuje wzrostem intensywności wykorzystywania przejść. Wabienie posiada szczególne znaczenie w pierwszych latach po wybudowaniu przejścia, kiedy zwierzęta muszą się zaadaptować do nowych warunków siedliskowych i przyzwyczaić do obecności sztucznych obiektów.

– ekranowanie emisji odstrasżających zwierzęta.

Zmniejszenie przez roślinność poziomu emisji fizyko-chemicznych pochodzących z ruchu pojazdów powoduje zmniejszenie bariery behawioralnej i tym samym zwiększa intensywność wykorzystywania przejść.

– działanie osłonowe.

Oślanianie widocznych na powierzchni terenu elementów konstrukcji przejść i infrastruktury towarzyszącej np. sieci odwodnieniowej, przez co zmniejsza się bariera behawioralna powodująca odstrasżanie zwierząt od przejścia.

## 2. Kształtowanie struktury i składu gatunkowego roślinności

W przypadku przejść dla zwierząt, przy których odtwarzana jest roślinność, należy kierować się następującymi, ogólnymi zasadami:

- przy projektowaniu składu gatunkowego należy wykorzystać gatunki wchodzące w skład potencjalnej roślinności naturalnej z uwzględnieniem stopnia przekształcenia warunków siedliskowych i aktualnego potencjału siedliska,
- struktura przestrzenna (pionowa i pozioma) roślinności w obszarze przejść i ich sąsiedztwie powinna być podobna do występującej w otoczeniu obiektów,
- należy dążyć do kształtowania roślinności o możliwie najwyższej liczbie gatunków i silnie zróżnicowanej strukturze (przez nieregularne więźby, różne formy skupienia),
- należy stworzyć warunki do spontanicznej ekspansji roślinności i mechanizmów sukcesji naturalnej.

Poszczególne typy konstrukcyjne przejść dla zwierząt posiadają specyficzne warunki siedliskowe dla roślinności oraz stwarzają określone ograniczenia w zakresie możliwości kształtowania pokrywy roślinnej.

W przypadku przejść górnych występują następujące ograniczenia:

- silne usłonecznienie i przesychnienie gleby.

Aby temu przeciwdziałać należy kategorycznie zaprzestać wykorzystywania gleb mineralnych pochodzących z wykopów w wierzchnich warstwach i zastępować je glebami urodzajnymi o dużych zdolnościach akumulacji wody. Należy wprowadzać gatunki drzew i krzewów o funkcjach fitomelioracyjnych. Należy wysiewać mieszanki traw i roślin motylkowych. W nasadzeniach należy stosować dobrze rozwinięte, kilkuletnie sadzonki z bryłami korzeniowymi.

- ograniczona miąższość gleby,

Należy wprowadzać gatunki płytko ukorzenione aby zapobiec uszkodzeniom elementów konstrukcji przez systemy korzeniowe.

- przeciwwskazania do wysadzania drzew,

Należy szczegółowo rozważyć wprowadzanie gatunków drzew o wysokim pokroju na powierzchni przejść górnych (w zasięgu konstrukcji wiaduktów), gdzie będą narażone na wywroty, co może mieć istotne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu drogowego, a w przypadku konstrukcji gruntowo-powłokowych (np. z blach falistych) także dla stabilności konstrukcji obiektu.

W przypadku przejść dolnych występują następujące ograniczenia:

- brak wystarczającej ilości światła słonecznego,

Poziom usłonecznienia powierzchni przejść zależy wprost od parametrów obiektu oraz rozwiązań konstrukcyjnych (np. rodzaju użytych podpór). Częściowo ilość światła zwiększa się przez szczeliny (okna) doświetleniowe pomiędzy jezdniami dróg, co powoduje poprawę warunków świetlnych dla roślinności zielnej. W przypadku większości przejść dla dużych i średnich zwierząt ilość światła jest zdecydowanie zbyt mała dla drzew i krzewów. Zaleca się aby w przypadku każdego obiektu indywidualnie analizować możliwość wprowadzenia różnych typów roślinności. Przy wylotach przejść dolnych oraz w sąsiedztwie przejść (przy przyczółkach i na skarpach nasypów) należy wprowadzać roślinność zgodnie z uwarunkowaniami środowiskowymi dopuszczając do jej spontanicznej ekspansji na powierzchni przejścia.

### 3. Katalog gatunków zalecanych do stosowania w kształtowaniu roślinności przejść

Poniższe tabele przedstawiają listy gatunków zalecanych do kształtowania roślinności na przejściach dla zwierząt. Uwzględnione zostały gatunki rodzime o cechach odpowiednich do wymaganej funkcji roślinności oraz tolerancji na specyficzne warunki siedliskowe występujące w sąsiedztwie dróg.

Tabela 21. Zestawienie zalecanych gatunków drzew wraz z charakterystyką istotnych cech ekologicznych (Na podstawie: Katalogu drogowych urządzeń ochrony środowiska – zmienione i uzupełnione) (Oznaczenia: ++ dobra/duża, + średnia, X obecność).

Nazwa	Cechy ogólne			Cechy szczególne			Odporność			Tolerancja na stanowisko			Zalecany teren stosowania			Funkcje nasadzeń								
	Wysokość (m)	Szybkość wzrostu	Szerokość korony	Roślina zimozielona	Odrosty korzeniowe	Cierń/kolce	Atrakcyjne owoce	Susza	Zanieczyszczenie powietrza	Kwaśny odczyn gleby	Lekkie zasolenie gleby	Suche, piaszczyste, jałowe	W pełnym słońcu	Zacienione	Wilgotne, czasem mokre lub zalewane	Pobocza dróg/ulic	Krajobraz otwarty	Obrzeża lasów	Okolice wody	Skarpy i nasypy	Przeciwośnieniowe	Izolacyjne	Naturalnego ogrodzenia	Glebochronne
Klon polny ( <i>Acer campestre</i> )	10 – 25		++					++	++	+	+	++	++	+	++	++	+	+		+	++		++	++
Klon zwyczajny ( <i>Acer platanoides</i> )	30	+	+					+	++	+	++	++	+	+	++	++	++	+			++			++
Klon jawor ( <i>Acer pseudoplatanus</i> )	30–35	+	++						+	++	+	++	+	++	++	+	++	++			++			++
Olsza czarna ( <i>Alnus glutinosa</i> )	25	++								++		++	+	++		++		++			++		++	++
Olsza szara ( <i>Alnus incana</i> )	20	++			X				++		++	++	+	++		++		++	++		++		++	++
Brzoza brodawkowata ( <i>Betula pendula</i> )	25–30	++	+					++	++	++		++	++	+	++	++	++	+	++		++		++	+
Jesion wyniosły ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	30–40	+	++					+	++	+		+	++	++	++	++	++	++			++			+
Sosna zwyczajna ( <i>Pinus silvestris</i> )	30	+	+	X			X	++	++	+	++	++	+			++	++		++	+	++			++
Czeremcha pospolita ( <i>Prunus padus</i> )	15	+	+		X			++	+	+	+	+	++	++		+	+	++	+		++		+	++
Wierzba iwa ( <i>Salix caprea</i> )	10–15	++	++					++	++	++	++	++	+	++		++	++	++	++		++		++	++
Jarząb pospolity ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	10–15	+	+			X		++	+	+		++	++	++	++	++	++	++	++		++			++
Jarząb szwedzki ( <i>Sorbus intermedia</i> )	10–20	+				X		++	++	+	+	++	++	+	++	++	+	+			++			+
Lipa drobnolistna ( <i>Tilia cordata</i> )	30	+	++					+	++		+	++	+	+	++	++	+	+			++			++



Lipa szerokolistna ( <i>Tilia platyphyllos</i> )	35	++	+						+		+	+		++	+	+			++			++			
Brzoza omszona ( <i>Betula pubescens</i> )	30	++	+						+	++				++	+	++			++			++			
Grab pospolity ( <i>Carpinus betulus</i> )	20-30	+	++		x									+	++	+	+		++	+		++			
Buk zwyczajny ( <i>Fagus sylvatica</i> )	30-50	+	++				x		++					+	++	+	+		++			++			
Modrzew polski ( <i>Larix polonica</i> )	40-50	++	+						++	+			+	++	+	+	+		++			++			
Świerk pospolity ( <i>Picea abies</i> )	20-30	++		x						+	++	+	+		+	++	+		++	++		++			
Topola osika ( <i>Populus tremula</i> )	20-30	++	++		x				++				++	++		+		++	+	+	++	+	+		
Grusza pospolita ( <i>Pyrus pyraeaster</i> )	15-20		++		x	x	x		++	++			++	++	++				++		+	++	++	+	++
Jabłoń dzika ( <i>Malus sylvestris</i> )	5-10		++			x	x		+				+	+				++	++		+	++	++	+	++
Dąb bezszypułkowy ( <i>Quercus petraea</i> )	20-40		++				x		+	++	+	++	++	++	++	+		++	++	++		++		++	
Wierzba biała ( <i>Salix alba</i> )	25-30	++	++		x					++			++	++	++			++	++	++		+		+	
Wierzba krucha ( <i>Salix fragilis</i> )	15	++	++		x					++			++	++	++			++	++	++	+	++	++	+	
Jarząb mączny ( <i>Sorbus aria</i> )	6-12	+	++				x		++	+			+	++		+	+	++	+			+		++	
Wiąz szypułkowy ( <i>Ulmus laevis</i> )	40	++	++						++	+	+		+	++	+	++	+	+	++	++		++		+	

Tabela 22. Zestawienie zalecanych gatunków krzewów wraz z charakterystyką istotnych cech ekologicznych (Na podstawie: Katalogu drogowych urządzeń ochrony środowiska – zmienione i uzupełnione) (Oznaczenia: ++ dobra/duża, + średnia, X obecność).

Nazwa	Cechy ogólne			Cechy szczególne			Odporność			Tolerancja na stanowisko			Zalecany teren stosowania			Funkcje nasadzeń									
	Wysokość (m)	Szybkość wzrostu	Szerokość korony	Roślina zimozielona	Odrosty korzeniowe	Ciernie/kolce	Atrakcyjne owoce	Susza	Zanieczyszczenie powietrza	Kwaśny odczyn gleby	Lekkie zasolenie gleby	Suche, piaszczyste, jałowe	W pełnym słońcu	Zacienione	Wilgotne, czasem mokre lub zalewane	Pobocza dróg/ulic	Krajobraz otwarty	Obrzeża lasów	Okolice wody	Skarpy i nasypy	Przeciwośnieniowe	Izolacyjne	Naturalnego ogrodzenia	Glebochronne	Biocenotyczne
Berberys zwyczajny ( <i>Berberis vulgaris</i> )	2-3	+	++			X	X	++	+	+	++	++	+		++	+	++		++	++	++	++	++	++	++
Dereń świdwa ( <i>Cornus sanguinea</i> )	5-10	++	++		X			++				+	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+
Leszczyna pospolita ( <i>Corylus avellana</i> )	5-7	++	++				X					++	++	+			++	+			++	+			++
Głóg jednoszyjkowy ( <i>Crataegus monogyna</i> )	10		++			X	X	+			+	++	++		+	++	++	++		++	++	++	++		++
Głóg dwuszyjkowy ( <i>Crataegus oxycantha</i> )	5-7		++			X	X	++			++	++		+	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++
Trzmielina pospolita ( <i>Euonymus europaea</i> )	10	+	++				X	++	+		++	+	++	++			++	++	++		++		++		
Rokitnik zwyczajny ( <i>Hippophae rhamnoides</i> )	10	+	++		X	X	X	++	++		++	++	++		++	++	+	+	++	++	++	++	++	++	++
Jałowiec pospolity ( <i>Juniperus communis</i> )	6-14			X			X	++	+	++		++	++			++	++		++	++	++	++	++	++	+
Ligustr pospolity ( <i>Ligustrum vulgare</i> )	2-3	+	++					++	++	+	+	+	++	++	+	++	+	+	+	++	++	++	++	+	++
Śliwa tarnina ( <i>Prunus spinosa</i> )	4	+	++		X	X	X	++			+	++	++		++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++
Porzeczka alpejska ( <i>Ribes alpinum</i> )	1-2	++	++		X		X	++	++		++	+	++	++	++	++		++	++	++	++	++		++	++
Róża dzika ( <i>Rosa canina</i> )	3	++	++			X	X	++	+			++	++		++		++	++	++	++	++	++	++	++	++
Róża rdzawa ( <i>Rosa rubiginosa</i> )	2-3	+	++			X	X	++	++		++	++			++	++	++		++	++	++	++	++	++	++
Wierzba purpurowa ( <i>Salix purpurea</i> )	3-5	++	+					+	++	+		++	++	+	+	++	+	++	++	++	++	++	+	++	++
Wierzba wiciowa ( <i>Salix viminalis</i> )	5-10	++	++						++			+	++	++		++		++			++	++			++
Bez czarny ( <i>Sambucus nigra</i> )	7-10	++	+				X	++	+		++	++	+	++	++	+	++	+	++	+	++	++	+	++	++
Bez koralowy ( <i>Sambucus racemosa</i> )	4	++	+		X		X	++	++	+	+	++	++	+	+	++	++	+	+		++		+		++

Kalina koralowa ( <i>Viburnum opulus</i> )	5	++	+		X		X	+		+		++	+	++	++		++	++	++		++				++
Żarnowiec miotlasty ( <i>Cytisus scoparius</i> )	1-2	++	+					++	+	++			++	++			++	++		++	++			++	++
Kruszyna pospolita ( <i>Frangula alnus</i> )	3-7	++	+		X		X	+		++		+	+	++	++			++	++	++		+		+	++
Jeżyna fałdowana ( <i>Rubus fruticosus</i> )	1-2	+	++		X		X	+	+	++		+	++	++	++		++	++	++	++		+	++	++	++
Jeżyna popielica ( <i>Rubus caesius</i> )	1-2	+	++		X		X	+	+	++		+	++	++	++		++	++	++	++		+	++	++	++
Malina właściwa ( <i>Rubus idaeus</i> )	1-2	+	++		X		X	+	+	++		+	++	++	++		++	++	++	++		+	++	++	++

Tabela 23. Zestawienie zalecanych gatunków pnączy wraz z charakterystyką istotnych cech ekologicznych (Na podstawie: Katalogu drogowych urządzeń ochrony środowiska – zmienione i uzupełnione) (Oznaczenia: ++ dobra/duża, + średnia, X obecność).

Nazwa	Cechy ogólne			Cechy szczególne					Odporność	Tolerancja na stanowisko			Zalecane tereny stosowania			Zastosowanie		Sposób prowadzenia													
	Wysokość (m)	Szybkość wzrostu (m/rok)	Szerokość korony (m)	Roślina zimozielona	Przybyszowe korzonki czepe	Przyłgi na końcach wąsów	Wąsy czepe (bez przyłg)	Wijące się pędy		Atrakcyjne owoce	Susza	Zanieczyszczenie powietrza	Gleby lekko kwaśne	Suche, piaszczyste, jałowe	W pełnym słońcu	Zacienione	Okresowo zalewane	Pobocza dróg/ulic	Krajobraz otwarty	Obrzeża lasów	Okolice wody	Skarpy i nasypy	Ekrany przegrodowe	Szpalery i płoty	Fasady i ściany	Izolacyjne (osłonowe)	Okrywowe	Biocenotyczne	Drut napięty	Rusztowania	Nawożenie
Bluszcz pospolity ( <i>Hedera helix</i> )	20-30	0,5-1	3-10	X	X	X				+	++	+	+	++	+	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++				
Chmiel zwyczajny ( <i>Humulus lupulus</i> )	4-6	4-6	2-3				X	X		++	++	+	++	++	+	++	++	++	++	+	+	+	++	+	++	+	++	X	X	X	
Wiciokrzew pomorski ( <i>Lonicera periclymenum</i> )	3-5	1	2-4				X	X		+	++	+	+	++	+	++	++	++	++	+		+	+	++	++	+	++	X	X	X	
Jeżyna fałdowana ( <i>Rubus plicatus</i> )	1-2	0,5	2-3	X					X	+	+	+	++	++	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	X	X	X	

Tabela 24. Przykładowa mieszanka traw i roślin motylkowych zalecana do wysiewu na glebach lekkich i piaszczystych.

Gatunek	% udział
Kostrzewa czerwona ( <i>Festuca rubra</i> )	30
Mietlica pospolita ( <i>Agrostis capillaris</i> )	30
Wiechlina łąkowa ( <i>Poa pratensis</i> )	10
Stokłosa bezostna ( <i>Bromus inermis</i> )	10
Koniczyna biała ( <i>Trifolium repens</i> )	15
Komonica zwyczajna ( <i>Lotus corniculatus</i> )	5

Tabela 25. Przykładowe mieszanki traw i roślin motylkowych zalecane do wysiewu na glebach organicznych.

Gatunek	% udział
Wyczyniec łąkowy ( <i>Alopecurus pratensis</i> )	30
Wiechlina błotna ( <i>Poa palustris</i> )	20
Mietlica rozłogowa ( <i>Agrostis stolonifera</i> )	15
Kostrzewa trzcinowa ( <i>Festuca arundinacea</i> )	15
Koniczyna biało-różowa ( <i>Trifolium hybridum</i> )	15
Komonica błotna ( <i>Lotus corniculatus</i> )	5
Kostrzewa łąkowa ( <i>Festuca pratensis</i> )	50
Tymotka łąkowa ( <i>Phleum pratense</i> )	10
Mietlica rozłogowa ( <i>Agrostis stolonifera</i> )	10
Wiechlina zwyczajna ( <i>Poa trivialis</i> )	10
Koniczyna biało-różowa ( <i>Trifolium hybridum</i> )	10
Koniczyna pogięta ( <i>Trifolium medium</i> )	10



# XIX. Wytyczne w zakresie bieżącej kontroli technicznej i utrzymania przejść dla zwierząt

## 1. Przejścia dla zwierząt

### 1.1 Przejścia dla zwierząt dużych i średnich (wszystkie typy)

#### a) Zakres prac:

- kontrola drożności dolnych przejść.

Usuwanie wszystkich przeszkód ograniczających przepustowość ekologiczną obiektu, w przypadku obiektów zlokalizowanych w sąsiedztwie terenów rolniczych należy zwrócić uwagę także na niekorzystne zjawisko składowania sprzętu i odpadów pochodzących z prowadzenia gospodarki rolnej.

- kontrola wszystkich elementów stanowiących mikrosiedliska (karp korzeniowe, kłody, konary, stopy gałęzi).

Ocena stanu pod kątem stopnia rozkładu biologicznego oraz przemieszczenia w wyniku wpływu warunków atmosferycznych i ludzkiej działalności – w przypadku stwierdzenia uszkodzeń, ubytków i zmiany lokalizacji należy podjąć działania dla przywrócenia stanu pierwotnego.

- kontrola intensywności penetracji przez ludzi powierzchni przeznaczonych wyłącznie dla zwierząt.

W przypadku stwierdzenia śladów intensywnego wykorzystywania (zwłaszcza regularnego) obiektów należy zastosować (lub skorygować istniejące) działania mające na celu utrudnienie dostępu.

#### b) Harmonogram i termin realizacji:

- co najmniej raz w roku, wczesną wiosną – najpóźniej do 15 kwietnia.

### 1.2 Przepusty dla płazów i małych ssaków (samodzielne i zespolone z ciekami)

#### a) Zakres prac:

- kontrola drożności przepustu.

Usuwanie wszelkiego materiału obcego blokującego światło obiektu i przepustowość ekologiczną.

- kontrola wszystkich elementów stanowiących mikrosiedliska (karp korzeniowe, kłody, konary, stopy gałęzi).

Ocena stanu pod kątem stopnia rozkładu biologicznego oraz przemieszczenia w wyniku wpływu warunków atmosferycznych i ludzkiej działalności – w przypadku stwierdzenia uszkodzeń, ubytków i zmiany lokalizacji należy podjąć działania dla przywrócenia stanu pierwotnego.

#### b) Harmonogram i termin realizacji:

- kontrola drożności przepustów suchych – zaleca się przeprowadzanie 3-krotne w ciągu roku,
- kontrola drożności przepustów zespolonych z ciekami – na początku roku (wczesną wiosną) oraz po każdym wezbraniu wód,
- kontrola mikrosiedlisk – co najmniej raz w roku, wczesną wiosną – najpóźniej do 15 kwietnia.

## 2. Ogrodzenia ochronne i naprowadzające

### a) Zakres prac:

- kontrola szczelności ogrodzeń dla dużych i średnich zwierząt oraz ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla małych zwierząt (w tym płazów).

Należy zwrócić szczególną uwagę na:

- połączenia ogrodzeń z obiektami inżynierskimi i ekranami,
- połączenia siatek dla dużych zwierząt z siatkami dla gatunków małych (jeśli zostały zastosowane),
- stabilność konstrukcji samodzielnych ogrodzeń dla małych zwierząt,
- szczelność ogrodzeń (wszystkich typów) przy powierzchni gruntu,
- szczelność bram i furtek oraz intensywność ich niepożądanego wykorzystywania.

W przypadku stwierdzenia wszelkich nieszczelności należy podjąć natychmiastowe działania zmierzające do usunięcia usterek. W przypadku stwierdzenia częstego wykorzystywania bram i furtek przez okoliczną ludność, i tym samym dużego ryzyka ich niedomykania, należy wprowadzić stosowne zabezpieczenia w postaci kłódek lub skutecznych mechanizmów samozamykających.

- w przypadku ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów,

Oczyszczanie bieżni (pasów dla ruchu zwierząt), jeśli ogrodzenia zostały wyposażone w takie rozwiązanie. Prace obejmują usuwanie roślinności (martwej i przerastającej konstrukcje ogrodzeń) oraz wszelkiego materiału utrudniającego przemieszczanie zwierząt.

- rynny zatrzymujące i kraty wpadowe dla płazów,

W przypadku zastosowania tego typu rozwiązań, należy je całkowicie oczyścić ze szczątków roślinnych i gruntu. Należy jednocześnie sprawdzić szczelność i stabilność konstrukcji.

### b) Harmonogram i termin realizacji:

- kontrola szczelności ogrodzeń dla dużych i średnich zwierząt – 2 razy w ciągu roku (marzec, sierpień),
- kontrola szczelności ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów oraz oczyszczanie bieżni – 3 razy w ciągu roku: przed migracjami wiosennymi (luty – marzec), przed migracjami młodych osobników (koniec maja – początek czerwca), przed migracjami jesiennymi (sierpień),
- czyszczenie rynien i krat wpadowych – 2 razy w ciągu roku (marzec, sierpień).

## 3. Pielęgnacja roślinności osłonowej i naprowadzającej

### a) Zakres i harmonogram prac:

- kontrola rozwoju roślinności osłonowej i naprowadzającej w otoczeniu przejścia – prowadzenie nasadzeń uzupełniających drzew i krzewów w przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub nieprzyjęcia się sadzonek – co najmniej raz w roku, wczesną wiosną – najpóźniej do 15 marca,
- kontrola stanu zabezpieczenia sadzonek przed zwierzętami z usunięciem wszelkich usterek – co najmniej 2 razy w roku: wczesna wiosna, późna jesień,
- w przypadku, gdy na powierzchni przejść górnych założone zostały trawiaste pasy (równoległe do ekranów) – należy je regularnie wykaszac – najlepiej 1 raz w roku, po 1 IX; skoszona biomasa powinna pozostać na miejscu,
- kontrola rozwoju drzew i krzewów pod kątem zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu (przede wszystkim docinanie gałęzi rozwijających się w kierunku jezdni, w starszym wieku także ocena stopnia stabilności zakorzenienia drzew na skarpach) oraz stabilności konstrukcji przejść – przynajmniej 1 raz w roku (jesień),

- wykaszanie roślinności wzdłuż ogrodzeń dla płązów (pas szerokości min. 50 cm) – 2 razy w roku: 20 V – 15 VI oraz 1–30 VIII; skoszoną biomasę należy usunąć – zalecane wykorzystanie do użyczenia gleby na powierzchni przejść dużych i średnich,
- wszystkie powierzchnie otwarte (trawy, ziołorośla) na przejściach górnych i dolnych powinny być regularnie koszone – z reguły 2 razy w roku,
- powierzchnie w promieniu min. 2 m od małych przejść powinny regularnie koszone – z reguły 2 razy w roku,
- z wykaszania powinny być wyłączone powierzchnie obsadzone gatunkami drzew liściastych (co najmniej przez pierwsze 10 lat) – pokrywa trawiasta stanowi naturalną ochronę przed przemarzaniem oraz zmniejsza intensywność uszkodzania sadzonek przez zwierzęta.

# XX. Projektowanie przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność zwierząt przy liniach kolejowych

## 1. Bariery oddziaływanie linii kolejowych na dziko żyjące zwierzęta

W przypadku infrastruktury kolejowej efekt bariery ekologicznej w odniesieniu do fauny kształtują:

a) bariera fizyczna, którą powodują:

- sztuczne modyfikacje rzeźby terenu (nasypy i wykopy) – utrudniające przemieszczanie wszystkim grupom zwierząt,
- nierówności powierzchni pokrytych tłuczniem – utrudniające przemieszczanie małym zwierzętom,
- obecność szyn, których wysokość powoduje trudności z przekraczaniem przez niektóre małe zwierzęta np. ropuchy,

b) bariera behawioralna (odstraszanie zwierząt), na którą mają wpływ:

- usuwanie roślinności z obszaru torowisk oraz przerwanie struktury zbiorowisk roślinnych w otoczeniu linii kolejowej – bariera w przekraczaniu linii przez małe zwierzęta roślinożerne,
- skażenie chemiczne nawierzchni kolejowych przez stosowanie herbicydów w ramach czynności utrzymaniowych – odstraszające i toksyczne oddziaływanie na małe zwierzęta,
- podwyższona temperatura nawierzchni kolejowej i tłucznia – odstraszające oddziaływanie na zwierzęta zmiennocieplne – głównie płazy,
- emisje hałasu i światła związane z ruchem pociągów – odstraszające oddziaływanie na duże i średnie ssaki,

c) śmiertelność zwierząt w wyniku:

- kolizji z pociągami – wszystkie grupy fauny,
- kolizji z elementami sieci trakcyjnej – nietoperze, ptaki,
- wycięczenia przy próbach przekraczania torów – płazy.

## 2. Śmiertelność zwierząt – podstawy merytoryczne

Dotychczas w żadnym kraju europejskim nie był prowadzony ciągły monitoring wypadków/kolizji ze zwierzętami na liniach kolejowych. Istnieją jedynie fragmentaryczne dane z obszaru Szwajcarii, Holandii, Niemiec i Ameryki Płn. W warunkach polskich dane są również bardzo ubogie – dotyczą zwykle przypadków stwierdzanych w trakcie obserwacji terenowych prowadzonych w ramach opracowań środowiskowych dla wybranych odcinków linii oraz spektakularnych przypadków kolizji z dużymi ssakami, które były nagłaśniane przez media.

Zwierzęta giną na każdej linii kolejowej nieposiadającej odpowiednio zaprojektowanych ogrodzeń ochronnych. Liczba wypadków będzie zawsze zależna od natężenia ruchu, prędkości jazdy pociągów oraz przebiegu samej linii, przy czym (w odróżnieniu od dróg), istnieją szczególne sytuacje powodujące wzmożone ryzyko kolizji:



- zimowe przemieszczanie się zwierząt wzdłuż torów oraz pomiędzy nimi (w przypadku linii 2-torowych),

Ssaki kopytne wykorzystują szlaki kolejowe do przemieszczania w okresach zalegania grubej pokrywy śniegu – zwłaszcza łoś i dzik często korzystają z odśnieżonych torów. W sytuacji nadjeżdżającego pociągu ucieczka poza torowisko bywa często utrudniona więc zwierzę decyduje się uciekać przed pociągiem, ginąc pod jego kołami.

- żerowanie w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowej.

W przypadku występowania atrakcyjnej pokrywy roślinnej wzdłuż torów ssaki kopytne (zwłaszcza sarna) często tam żerują. Nie będąc w żaden sposób niepokojone (pomiędzy przejazdami pociągów) zachowują się mało ostrożnie i dostrzegają nadjeżdżające składy bardzo późno, wpadając wówczas w panikę wybierają często niewłaściwy kierunek ucieczki.

Z dostępnych danych odnośnie śmiertelności zwierząt na torach wynikają następujące wnioski:

- a) największy udział wypadków przypada na gatunki liczne, pospolicie występujące – duże i średnie ssaki kopytne,
- b) istnieje szereg gatunków (grup gatunków) o zwiększonej podatności na wypadki – np. ptaki i ssaki padlinożerne.

### 3. Planowanie przejść dla zwierząt oraz działań ograniczających liczbę kolizji

Analiza dostępnych publikacji i opracowań europejskich, a także przegląd rozwiązań projektowych przy istniejących odcinkach linii kolejowych, pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- przejścia dla zwierząt dużych i średnich z zasady nie są projektowane przy liniach kolejowych – typowych obiektów (przeznaczonych wyłącznie dla zwierząt) w skali całej Europy jest zaledwie kilkanaście; znacznie więcej istnieje przejść dolnych typu zespolonego w postaci wiaduktów dla dróg gospodarczych i mostów nad ciekami,
- przejścia dla małych zwierząt i płazów – projektowane są przede wszystkim jako obiekty zespolone z przepustami dla cieków wodnych,
- ogrodzenia ochronne – sytuacja wygląda różnie w zależności od kraju (patrz: Tabela 27) – zarówno w zakresie wprowadzania ogrodzeń, jak i ich parametrów; dotychczas jedynym argumentem przemawiającym za stosowaniem ogrodzeń było zachowanie bezpieczeństwa ruchu kolejowego i pasażerów – w przypadku kolei dużych prędkości.

Tabela 27. Stosowanie ogrodzeń ochronnych wzdłuż linii kolejowych dużych prędkości w krajach europejskich.

Kraj	Obecność ogrodzenia, podstawy stosowania	Rodzaj ogrodzenia
Niemcy	Linie dużych prędkości (ICE) grodzone są w przypadku zagrożenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego	Brak wytycznych odnośnie parametrów ogrodzeń
Francja	Linie dużych prędkości (TGV) posiadają ogrodzone odcinki, na których prędkość pociągów przekracza 220-230 km/h. Podstawą stosowania ogrodzeń jest bezpieczeństwo ruchu kolejowego	Brak wytycznych odnośnie parametrów ogrodzeń. Istniejące ogrodzenia mają wysokość od 1 m do ponad 2 m

Ciąg dalszy tabeli 27

Wielka Brytania	Na podstawie prawa pochodzącego z XIX w. wszystkie linie kolejowe muszą posiadać ogrodzenia	W zależności od lokalizacji stosuje się 3 rodzaje ogrodzeń o wysokości 1,35–1,80 m
Austria	Zasady stosowania ogrodzeń nie zostały określone	–

Pomimo kilkudziesięcioletniej historii funkcjonowania kolei dużych prędkości w Europie Zachodniej dotychczas w żadnym kraju nie powstały jednolite wytyczne w zakresie działań minimalizujących oddziaływanie barierowe na zwierzęta. Ubogie są również podstawy merytoryczne ze względu na fakt, że nie prowadzono dotychczas żadnych szeroko zakrojonych prac badawczych związanych z wpływem budowy i eksploatacji infrastruktury kolejowej na populację fauny oraz zachowanie ciągłości siedlisk i korytarzy ekologicznych. W tej sytuacji trudno wskazać jednoznacznie optymalny wariant działań związanych z ochroną fauny, który powinien zostać wdrożony przy nowopowstających i modernizowanych liniach kolejowych w Polsce. Mając na uwadze fakt, że większość planowanych w kraju inwestycji dotyczy nieznacznego wzrostu prędkości pociągów oraz fakt dużych trudności z optymalną lokalizacją przejść dla zwierząt w postaci obiektów inżynierskich – jako podstawowa metoda minimalizacji należy wskazać zachowanie przejść po powierzchni torów. Możliwe warianty działań minimalizujących w warunkach polskich wraz z zaleceniami ich stosowania przedstawia Tabela 28.

Tabela 28. Możliwe warianty działań minimalizujących oddziaływanie linii kolejowych na zwierzęta w Polsce.

Opis wariantów	Zalecenia aplikacyjne	Uzasadnienie i uwagi
<p><b>Wariant 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Linia kolejowa bez ogrodzeń ochronnych</li> <li>Rezygnacja z budowy samodzielnych przejść dla zwierząt – przejścia wyłącznie po powierzchni torów</li> <li>Adaptacja wszystkich mostów nad ciekami wodnymi do spełniania funkcji zespolonych przejść dla płazów i ssaków ziemnowodnych</li> </ol>	<p>Wariant zalecany w przypadku linii kolejowych poddawanych przebudowie i modernizacji bez ingerencji w przebieg niwelety i obiekty inżynierskie o docelowej prędkości ruchu pociągów &lt; 160 km/h</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Obserwacje prowadzone na wybranych odcinkach istniejących w Polsce linii kolejowych o prędkości pociągów 120–140 km/h potwierdzają dane zagraniczne o braku znaczącej ingerencji w sposób użytkowania siedlisk i korytarzy ekologicznych przez duże i średnie zwierzęta z jednocześnie utrzymującym się stabilnym poziomem kolizji</li> <li>Należy bezwzględnie zastosować modyfikacje nawierzchni kolejowej ułatwiające przekraczanie torów płazom (przejścia pod szynami)</li> </ol>
<p><b>Wariant 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Linia kolejowa bez ogrodzeń ochronnych lub z ogrodzeniami dla dużych zwierząt na krótkich odcinkach spełniających funkcję naprowadzania zwierząt do przejść</li> <li>Przejścia dla zwierząt dużych i średnich po powierzchni torów – znaczenie kluczowe</li> <li>Adaptacja wybranych mostów na ciekami wodnymi oraz przejazdów gospodarczych do spełniania funkcji zespolonych przejść dla zwierząt dużych i średnich – znaczenie uzupełniające</li> </ol>	<p>Wariant zalecany w przypadku wszystkich linii kolejowych poddawanych przebudowie i modernizacji oraz budowanych od podstaw o docelowej prędkości pociągów &lt; 220 km/h</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Bez względu na liczbę przejść dla małych zwierząt, należy zastosować modyfikacje nawierzchni kolejowej ułatwiającej przekraczanie torów płazom (przejścia pod szynami)</li> <li>W przypadku stosowania odcinkowych ogrodzeń dla dużych zwierząt ich zakończenia muszą być doprowadzone do miejsc ewidentnie przez zwierzęta unikanych (np. stacje) lub obiektów umożliwiających im bezpieczne przekroczenie torów</li> </ol>

<p>4. Adaptacja wszystkich mostów nad ciekami wodnymi do spełniania funkcji zespolonych przejść dla płazów i ssaków ziemnowodnych.</p> <p>5. Budowa przejść dla małych zwierząt (w tym płazów) – samodzielnych i zespolonych wraz z ogrodzeniami naprowadzającymi</p>		<p>Na odcinkach ogrodzonych nie mogą znajdować się skrzyżowania z drogami w poziomie torów, gdyż spowodowałoby to konieczność przerywania ciągłości ogrodzeń</p>
<p><b>Wariant 3</b></p> <p>1. Linia kolejowa w pełni ogrodzona.</p> <p>2. Budowa przejść dla wszystkich grup zwierząt – liczba i parametry obiektów dostosowane do uwarunkowań i zagrożeń przyrodniczych</p>	<p>Wariant nie powinien być stosowany w przypadku linii kolejowych</p>	<p>Uwzględniając uwarunkowania przyrodnicze Polski i wymagania odnośnie parametrów i zagęszczenia przejść dla zwierząt powyższy wariant jest praktycznie niemożliwy do realizacji bez znaczących skutków środowiskowych ze względu na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– brak odpowiedniej ilości nasypów i wykopów pozwalających na lokalizację przejść dla zwierząt o wymaganych parametrach,</li> <li>– bardzo wysokie koszty realizacji inwestycji z uwagi na wymaganą liczbę i zagęszczenie przejść dla zwierząt</li> </ul>



Fot. 159. Ogrodzenie ochronne dla dużych zwierząt wzdłuż linii kolejowej E20 w Puszczy Rzepińskiej.

### 3.1. Wyznaczanie lokalizacji przejść dla zwierząt

Zalecane jest zastosowanie analogicznej procedury wyznaczania lokalizacji przejść jak w przypadku dróg – patrz: Rozdział III.

Szczególne uwarunkowania i problemy lokalizacji przejść przy liniach kolejowych:

- obecność trakcji elektrycznej – powoduje konieczność znaczącego wyniesienia konstrukcji przejść górnych względem powierzchni terenu, co wpływa niekorzystnie na długość nasypów najść i może decydować o skuteczności przejścia; w związku z powyższym konieczne jest lokalizowanie przejść w wykopach (przekopach),

- brak odpowiednich warunków topograficznych (wysokie nasypy i głębokie wykopy) umożliwiającą lokalizację przejść górnych i dolnych – w warunkach polskich większość magistralnych linii kolejowych przebiega na długich odcinkach w poziomie otaczającego terenu lub na niewysokich nasypach (< 2 m), co uniemożliwia budowę przejść dolnych (nawet przepustów) w wielu lokalizacjach wynikających z wymagań przyrodniczych oraz znacząco utrudnia właściwą lokalizację przejść górnych; ze względu na małe, dopuszczalne pochylenie przebiegu linii kolejowych (w przypadku głównych linii 6‰) praktycznie brak możliwości dostosowania (korekty) przebiegu niwelety pod kątem lokalizacji przejść – zwłaszcza, że większość realizowanych w Polsce projektów modernizacji i przebudowy linii kolejowych w ogóle nie zakłada ingerencji w niweletę lub tylko nieznaczną jej zmianę.

### 3.2. Parametry przejść dla zwierząt

Parametry przejść dla zwierząt przy liniach kolejowych powinny być analogiczne jak w przypadku dróg, przy czym stosunkowo mała szerokość przeszkody (nawet w przypadku linii dwutorowych) powoduje, że wymiary obiektów zwykle nie muszą przekraczać dopuszczalnych wartości minimalnych.

## 4. Projektowanie przejść dla zwierząt

**4.1. Typowe rozwiązania konstrukcyjne – przy projektowaniu parametrów, konstrukcji oraz zagospodarowania powierzchni i otoczenia typowych przejść dla wszystkich grup zwierząt należy kierować się wytycznymi i zasadami obowiązującymi dla dróg – patrz: Rozdział X**



Fot. 160. Przejście górne dla dużych zwierząt przy linii E20 – zastosowano parametry i rozwiązania projektowe konstrukcji analogiczne jak w przypadku obiektów drogowych.





Fot. 161. Przejście dolne samodzielne dla małych zwierząt przy linii kolejowej Warszawa – Łódź.



Fot. 162. Przejście dolne zespolone (z półką podwieszaną) dla małych zwierząt przy linii kolejowej Warszawa – Łódź.



Fot. 163. Przejście dolne zespolone (z półką podwieszaną) dla małych zwierząt przy linii kolejowej Warszawa–Łódź.



Fot. 164. Przejście dolne dla średnich zwierząt pod poszerzonym mostem przy linii kolejowej Warszawa–Łódź.



## 4.2 Specyficzne rozwiązania kolejowe

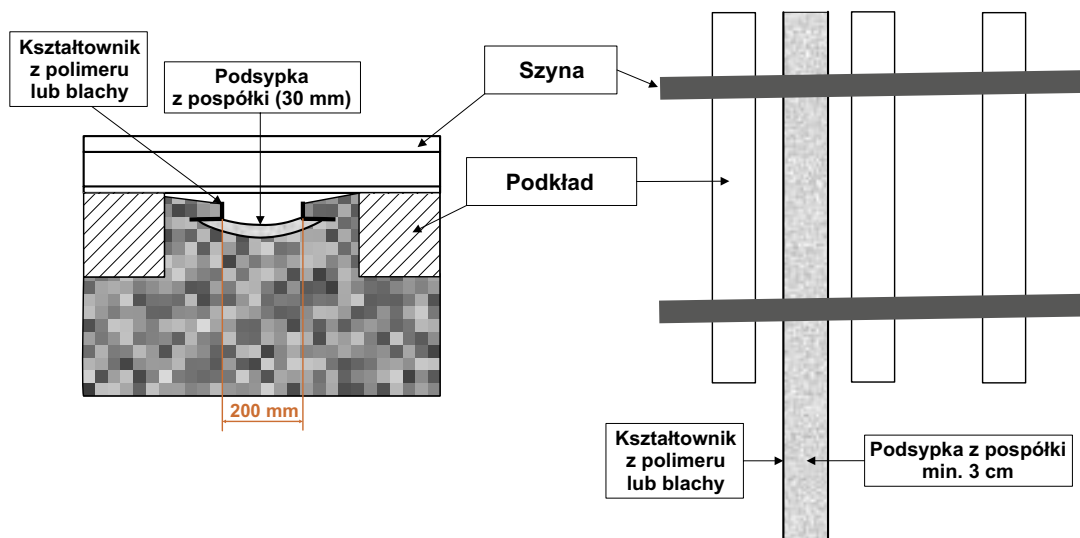
### 4.2.1. Przejścia pod szynami dla małych zwierząt:

- a) przeznaczenie: zapewnienie możliwości przemieszczania się małych zwierząt naziemnych o ograniczonych zdolnościach wspinania się i pokonywania pionowych przeszkód (płazy, niektórych gatunki małych ssaków oraz bezkręgowców), dla których obecność szyn (wysokość nominalna stosowanych w Polsce typów szyn 120–172 mm) stanowi istotną przeszkodę w pokonywaniu linii kolejowej,
- b) rozwiązania projektowe:
- wariant I – pozostawienie szczelin pomiędzy stopą szyny a górną krawędzią warstwy tłucznia o wysokości min. 10 cm; szczeliny powyższe powstają zwykle samoistnie w trakcie eksploatacji linii jednak w ramach prowadzonych remontów i modernizacji istnieją tendencje do przesadnie wysokiego zasypywania szyn tłuczniem – co nie posiada uzasadnienia ekonomicznego i jest przyrodniczo szkodliwe,



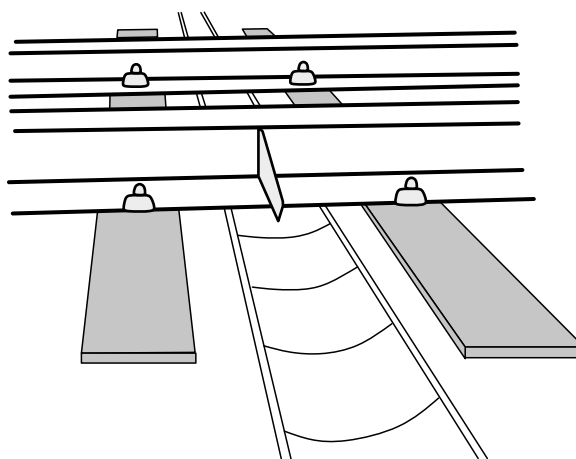
Fot. 165. Szczeliny pod szynami należy pozostawiać na każdym odcinku linii kolejowej kolidującej z siedliskami płazów.

- wariant II – pozostawienie szczelin pomiędzy stopą szyny a górną krawędzią warstwy tłucznia o wysokości min. 10 cm wraz z dodatkowym usypaniem ścieżek z drobnopziarnistego kruszywa, ułatwiających przemieszczanie małym zwierzętom (patrz: Ryc. 67),



Ryc. 67. Ścieżki pod szynami wysypane pospółką – koncepcja firmy Jacobs Polska.

- wariant III – pozostawienie szczelin pomiędzy stopą szyny a górną krawędzią warstwy tłucznia o wysokości min. 10 cm wraz z zastosowaniem rynien betonowych lub stalowych ułatwiających przemieszczanie małym zwierzętom (przekrój rynny półokrągły lub prostokątny) (patrz: Ryc. 68),



Ryc. 68. Schemat rynny (betonowej, stalowej) pod szynami (na podstawie: luell et all 2005).

c) lokalizacja:

- przejścia pod szynami powinny być lokalizowane na wszystkich odcinkach linii kolejowych nieposiadających przejść dla małych zwierząt lub posiadających przejścia w formie przepustów bez ogrodzeń ochronno-naprowadzających dla płazów i małych ssaków,
- w przypadku kolizji linii ze szlakami sezonowych migracji płazów oraz przecięcia wszystkich obszarów wodno-błotnych zalecane jest stosowanie przejść w wariacie II i III,
- przejścia pod szynami powinny obejmować całą szerokość przecinanych szlaków migracji płazów i być wykonane w taki sposób, że rozwiązanie w wariacie II obejmuje cały odcinek kolizji a dodatkowo wprowadzane są rynny (wariant III) położone w odległości 30–50 m względem siebie,
- na całych odcinkach przebiegu linii przez obszary występowania płazów i małych ssaków powinny być stosowane przejścia w wariacie I – szczeliny na długości co najmniej 5 m, w odstępach maksymalnie 500 m.



#### 4.2.2. Wytyczne w zakresie projektowania przejść górnych przy liniach kolejowych

Niekorzystne uwarunkowania terenowe powodują, że przejścia górne muszą być lokalizowane w miejscach, gdzie linia przebiega w stosunkowo płytkich wykopach lub w poziomie otaczającego terenu. Ze względu na konieczność ograniczenia wyniesienia przejść ponad poziom terenu oraz obecność towarzyszących linii kolejowej instalacji należy uwzględnić następujące rozwiązania projektowe:

- rozstaw słupów trakcyjnych – przejścia górne należy lokalizować bezpośrednio ponad siecią trakcyjną, pomiędzy górnymi krawędziami słupów z wyjątkiem bardzo głębokich wykopów (> 6,0 m), pozwalających na przejście łagodnym łukiem ponad słupami; rozstaw słupów należy dostosować do parametrów (szerokości) i geometrii przejścia – w praktyce maksymalna możliwa szerokość przejścia górnego położonego pomiędzy słupami to ok. 40 m,
- linia potrzeb nietrakcyjnych (LPN), montowana zwykle ponad liniami nośnymi przewodów trakcyjnych – wymaga zastosowania izolacji („skablowanie”) i przeprowadzenia pod wiaduktem przejścia górnego,
- odwodnienie podtorza (rowy boczne) – ich ciągłość należy zachować pod wiaduktem stanowiącym przejście; przebieg rowów w obrębie przejścia należy skorygować tak, aby położone były możliwie najbliżej linii kolejowej, nie powodują wzrostu rozpiętości przejścia,
- nie należy lokalizować przejść dla zwierząt nad przęsłami naprężeń, rozjazdami, w sąsiedztwie semaforów i w miejscach lokalizacji urządzeń sterowania ruchem (srk).



Fot. 166. Odpowiednie wkomponowanie w otoczenie przejść górnych przy linii E2o wymagało m.in. korekty rozstawu słupów trakcyjnych, korekty odwodnienia podtorza i przebudowy linii LPN.

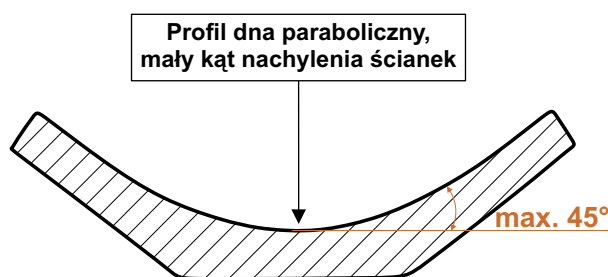
## 5. Ograniczenie barierowego oddziaływania sieci odwodnieniowej

a) opis problemu:

- rowy umocnione przy użyciu prefabrykowanych korytek betonowych o stromych ściankach („korytka krakowskie”), stanowią pełną barierę dla przemieszczania się płazów, gadów i niektórych małych ssaków. Zwierzęta uwięzione w korytkach przemieszczają się wzdłuż umocnionych rowów i giną z wycieńczenia lub wpadają do studni wpadowych/kanalizacyjnych.

b) metody rozwiązania:

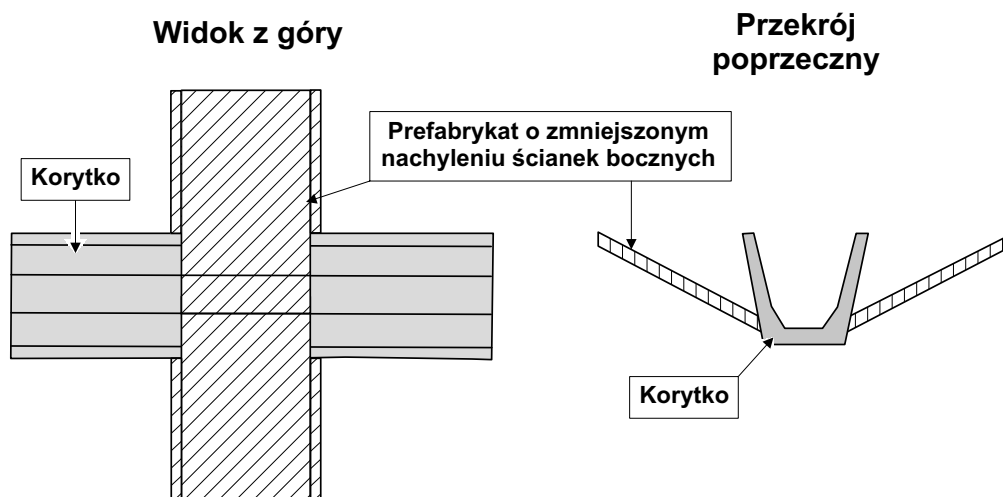
- zaniechanie umacniania koryt i skarp rowów – zaleca się projektowanie rowów ziemnych z pokrywą trawiastą wszędzie, gdzie dopuszczają to przepisy techniczne,
- kanalizowanie rowów (rurociągi podziemne, przepusty) – w obszarach nasilonego przemieszczania się zwierząt (np. sąsiedztwo przejść dla zwierząt) rowy otwarte powinny zostać skanalizowane, zapewniając w ten sposób niezakłócony ruch wszystkich gatunków fauny,
- przekrycia powierzchniowe – powinny być stosowane w podobnych sytuacjach jak kanalizowanie rowów; wykonane z pełnych płyt betonowych pokrytych warstwą gruntu mineralnego i gleby urodzajnej,
- stosowanie płytkich korytek betonowych – umożliwiających samodzielne wychodzenie zwierząt i przekraczanie odwodnienia liniowego – zalecane są „korytka słowackie”, których dno jest zaokrąglone, a maksymalne nachylenie ścianek bocznych (bez względu na wysokość) wynosi 1:1,25 (patrz: Ryc. 69); korytka tego typu powinny być stosowane na każdym odcinku nowobudowanych i modernizowanych linii, na których istnieje konieczność umacniania rowów,



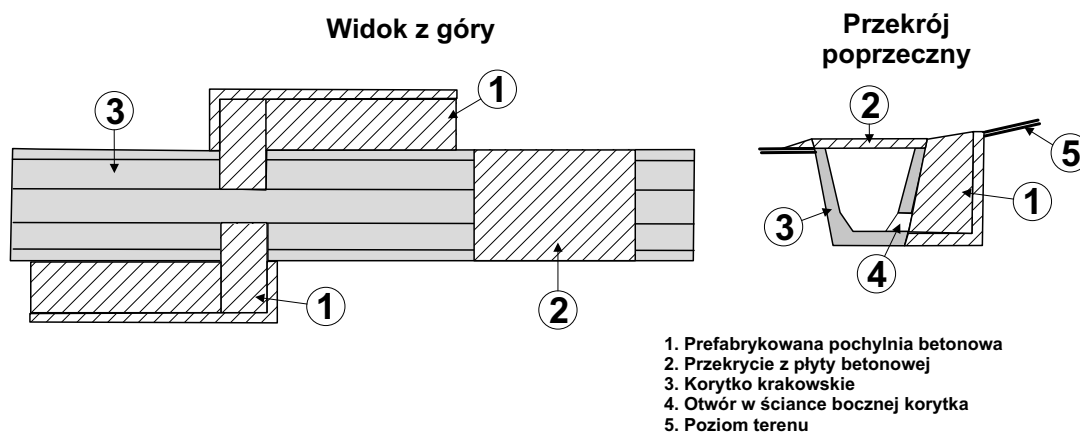
Ryc. 69. Przekrój korytka typu „słowackiego”.

- modyfikacje głębokich korytek betonowych („korytek krakowskich”),

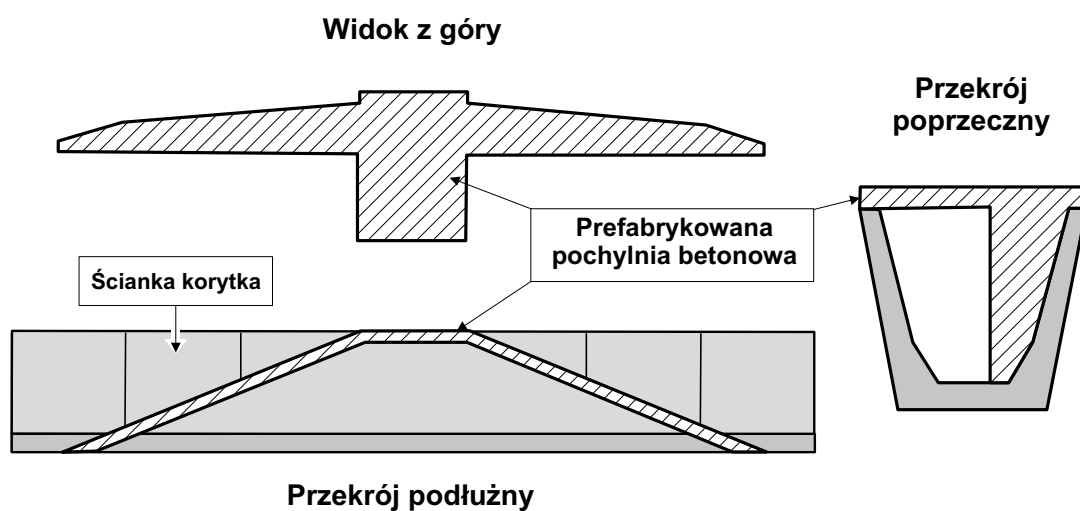
W przypadku istniejących linii kolejowych posiadających rowy umocnione przy użyciu głębokich korytek, konieczne jest zastosowanie specjalnych rozwiązań umożliwiających swobodne wychodzenie zwierząt. Rozwiązania takie powinny być zastosowane na całych odcinkach przebiegu linii przez obszary występowania oraz migracji płazów i małych ssaków – nie rzadziej niż 1 obiekt na 200 m. W przypadku przecinanych szlaków migracji płazów należy zastosować co najmniej 1 obiekt co 30 m. Na poniższych rycinach przedstawiono schematy rozwiązań opracowanych i wdrażanych przez PKP PLK S.A. (Ryc. 70–73):



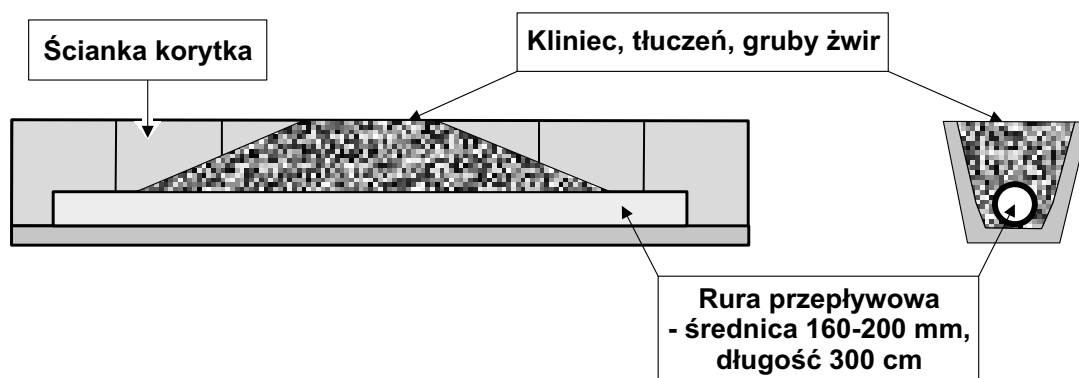
Ryc. 70. Pochylnie żelbetowe prostopadłe do osi rowu (rycina opracowana na podstawie obserwacji terenowych).



Ryc. 71. Pochylnie żelbetowe równoległe do osi rowu (rycina opracowana na podstawie obserwacji terenowych).



Ryc. 72. Pochylnie żelbetowe montowane wewnątrz rowu (rycina opracowana na podstawie obserwacji terenowych).



Ryc. 73. Pochylnie wewnątrz rowu w postaci pryzmy z tłućnią z rurą przepływową (rycina opracowana na podstawie obserwacji terenowych).

## 6. Pozostałe metody ograniczania liczby kolizji i śmiertelności zwierząt

### 6.1. Odpłaszacze dźwiękowe typu UOZ-1

a) przeznaczenie:

- ograniczenie kolizji z udziałem ssaków kopytnych i drapieżnych.

b) rozwiązania techniczne i projektowe:

Pojedyncze urządzenie ma kształt walca o wysokości ok. 110 cm i średnicy ok. 30 cm, zamontowane jest w bezpośrednim sąsiedztwie linii kolejowej, na betonowym fundamencie. Urządzenia montowane są w grupach, w odległości 70 m, naprzemiennie – po obu stronach linii. Urządzenie wyposażone jest w głowice elektro-akustyczne.

Działanie polega na emisji akustycznych sygnałów ostrzegawczych o wysokiej głośności, wykorzystuje się sekwencje odgłosów różnych gatunków zwierząt (ssaki dzikie i domowe, ptaki) mających charakter ostrzegający i motywujących zwierzęta do opuszczenia linii kolejowej. Sekwencja dźwięków uruchamiana jest automatycznie przed nadjeżdżającym pociągiem i wycofana po jego przejechaniu, czas trwania emisji 1–3 min – w zależności od uwarunkowań ruchowych, m.in. prędkości jazdy pociągów.

c) cechy szczególne:

Urządzenie UOZ-1 ma charakter nowatorski w skali światowej. Dotychczas przeprowadzone zostały jedynie wstępne badania skuteczności, które potwierdziły fakt odstraszenia ssaków kopytnych i lisa.

Istnieje szereg potencjalnych zagrożeń ekologicznych związanych z funkcjonowaniem urządzeń, które powinny zostać wyeliminowane w toku stosownych badań naukowych, w szczególności:

- brak wiedzy na temat rzeczywistych skutków populacyjnych funkcjonowania UOZ, w szczególności wpływu na degradację warunków siedliskowych, sposób wykorzystania przestrzeni przez osobniki, intensywność i kierunki przemieszczania się osobników, utrzymanie naturalnych cykli dobowych – w tym pór odbywania cyklicznych migracji w obrębie siedlisk,
- tworzenie znaczącej bariery behawioralnej dla osobników odbywających długodystansowe wędrówki (czyli takich osobników, które zwykle tylko jednej raz w życiu przekraczają linię kolejową i dotąd nie zetknęły się z urządzeniami UOZ) – ich skuteczne odpłoszenie może spowodować, że w ogólnie nie przekroczą linii kolejowej, co zmieni kierunek dyspersji gatunku,
- brak wiedzy w zakresie wpływu na populacje dużych drapieżników – zwłaszcza wilka i rysia – w odniesieniu do degradacji warunków siedliskowych oraz kierunków przemieszczania się; należy mieć na uwadze fakt, że gatunki te odznaczają się bardzo dobrym słuchem a ich obszary siedliskowe zwykle posiadają bardzo niski poziom tła akustycznego – co czyni powyższe gatunki wrażliwymi na wszelkie zewnętrzne emisje hałasu, nawet z bardzo dużych odległości,
- brak wiedzy na temat długotrwałej skuteczności działania odstraszonego – w kontekście zdolności adaptacyjnych gatunków.

We wszelkich analizach oddziaływania urządzeń UOZ-1 należy uwzględnić fakt, że przy dużym obciążeniu ruchem dwutorowej linii magistralnej łączna dobową emisja sekwencji dźwiękowych będzie trwała od kilku do nawet kilkunastu godzin – obecnie w Polsce obciążenie niektórych linii wynosi powyżej 200 pociągów (w obu kierunkach) na dobę (co daje łączny czas emisji dźwięków 200–600 min) zaś docelowe obciążenie (nowych odcinków lub istniejących po modernizacji) może wynieść powyżej 400 składów – dając łączny czas emisji 400–1200 min. Już obecnie, na najbardziej obciążonych liniach, stosowanie UOZ jest



sprzeczne z podstawowym założeniem metody – krótki czas emisji dźwięku w stosunku do długiego czasu bezczynności, co posiada kluczowe znaczenie dla uspokojenia zwierząt do poziomu umożliwiającego im przekroczenie linii.

Urządzenia UOZ-1 powodują także konflikty społeczne z mieszkańcami miejscowości położonych w sąsiedztwie linii kolejowych. Konflikty wynikają z percepcji emitowanych dźwięków przez psy, wywołując u nich niepokój i uciążliwe dla właścicieli szczekanie w trakcie każdego przejazdu pociągu – także w porze nocnej. Dotychczas nie przeprowadzono szczegółowych analiz skutków społecznych funkcjonowania urządzeń.

Powyższe argumenty powodują, że urządzenia UOZ-1 nie powinny być stosowane (do czasu przeprowadzenia rzetelnych badań ekologicznych na poziomie populacji), ze względu na zagrożenie powstaniem szkód w środowisku.

## 6.2. Odpłaszacze świetlne (reflektory, lustra, „wilcze oczy”)

a) przeznaczenie:

- ograniczenie kolizji z udziałem ssaków kopytnych.

b) rozwiązania techniczne i projektowe:

- montaż elementów odblaskowych (zwykle w postaci gotowych modułów, np. Swareflex) na samodzielnych słupkach, barierach ochronnych lub drzewach,
- działanie polega na wzmocnieniu i odbiciu światła pochodzącego z reflektorów lokomotyw na zewnątrz linii kolejowej w kierunku nadchodzących zwierząt i ich oślepienie; zwykle stosuje się rozwiązania emitujące światło czerwone, zielone i pomarańczowe.

c) cechy szczególne:

- pomimo kilkudziesięciu lat stosowania powyższych rozwiązań (wybrane odcinki dróg w Europie i Ameryce Północnej) – brak jednoznacznych dowodów potwierdzających ich skuteczność ekologiczną,
- skuteczność rozwiązania jest niska w okresie zmierzchu i świtu – w okresach najbardziej intensywnego przemieszczania kopytnych w cyklu dobowym,
- rozwiązanie wymaga skomplikowanych czynności obsługowych – precyzyjne ustawienie urządzeń, czyszczenie powierzchni transparentnych,
- duże narażenie na akty kradzieży i wandalizmu z jednocześnie ograniczonymi możliwościami zapobiegania.

## XXI. Nazewnictwo przejść dla zwierząt

Tabela 26. Schemat tworzenia oznaczeń podstawowych rodzajów przejść dla zwierząt.

Nazwa	Oznaczenie cząstkowe				Oznaczenie pełne
	Oznaczenie wspólne	Typ konstrukcji	Przeznaczenie	Funkcje	
Przejście górne dla dużych zwierząt	PZ	G	d	–	PZGd
Przejście górne zespolone dla dużych zwierząt				z	PZGdz
Przejście górne dla średnich zwierząt			s	–	PZGs
Przejście górne zespolone dla średnich zwierząt				z	PZGsz
Przejście dolne dla dużych zwierząt		D	d	–	PZDd
Przejście dolne zespolone dla dużych zwierząt				z	PZDdz
Przejście dolne dla średnich zwierząt			s	–	PZDs
Przejście dolne zespolone dla średnich zwierząt				z	PZDsz
Przejście dla małych zwierząt (przepust)		–	M	–	PZM
Przejście dla płazów (przepust)		–	P	–	PZP

Typ konstrukcji: G – górne, D – dolne

Przeznaczenie: d – duże zwierzęta, s – średnie zwierzęta, M – małe zwierzęta, P – płazy

Funkcje: – ekologiczne, z – zespolone

## Cytowana i zalecana literatura

Bohatkiewicz J. (red.). 2006. *Poradniki dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych*. Opracowanie na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad w Warszawie. Biuro Ekspertyz i Projektów Budownictwa Komunikacyjnego EKKOM, Kraków.

*Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen*. 2000. Merkblatt zum Amphibien-schutz an Strassen, Bonn.

Forman R.T.T., Sperling D., Bissonette J.A., Clevenger A.P., Cutshall C.D., Dale V.H., Fahrig L., France R., Goldman C.R., Heanue K., Jones J.A., Swanson F.J., Turrentine T., Winter T.C. 2003. *Road ecology. Science and solutions*. Island Press, Washington.

*Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (FGSV)*. 2008. Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Strassen, Bonn.

Georgii B., Peters-Ostenberg E., Henneberg M., Herrmann M., Müller-Stiess H., Bach L. 2007. *Nutzung von Grünbrücken und anderen Querungsbauwerken durch Säugetiere*. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 971, Bonn.

Iuell B., Bekker G.J., Cuperus R., Dufek J., Fry G., Hicks C., Hlaváč V., Keller V.B., Rosell C., Sangwine T., Tørsløv N., Wandall B., le Maire B. (red.). 2003. *Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. COST 341. KNNV Publishers, Delft.

Jackowiak B. (red.). 2007. *Oddziaływanie infrastruktury transportowej na przestrzeń przyrodniczą*. Materiały z Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej, Poznań, 13–15 września 2006 r. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Warszawa – Poznań – Lublin.

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.

Jędrzejewski W., Nowak S., Kurek R., Mysłajek R., Stachura K., Zawadzka B., Pchałek M. 2009. *Animals and Roads. Methods of mitigating the negative impact of roads on wildlife*. Mammal Research Institute PAS, Białowieża.

Kneitz G., Oerter K. 1997. *Minimierung der Zerschneidungseffekte durch Strassenbauten am Beispiel von Fliessgewässerquerungen bzw. Brückenöffnungen*. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 755, Bonn.

Kurek R. (red.). 2007. *Ochrona dziko żyjących zwierząt przy inwestycjach drogowych w Polsce*. Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot, Bystra.

Limpens H.J.G.A., Twisk P., Veenbaas G. 2005. *Bats and road construction*. Rijkswaterstaat, Dens Weg- en Waterbouwkunde, Delf; Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem.

Oggier P., Righetti A., Bonnard L. (red.) 2001. *Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen*. COST 341. Schriftenreihe Umwelt Nr. 332, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Bundesamt für Raumentwicklung; Bundesamt für Verkehr; Bundesamt für Strassen. Bern.

Pfister H.P., Keller V., Reck H., Georgii B. 1997. *Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege*. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 756, Bonn.

Völk F.H., Glitzner I., Wöss M. 2001. *Kostenreduktion bei Grünbrücken durch deren rationellen Einsatz. Kriterien, Indikatoren, Mindeststandards*. Strassenforschung Heft 512, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.



## **Poradnik projektowania przejść dla zwierząt i działań ograniczających śmiertelność fauny przy drogach**

Budowa przejść dla zwierząt jest od wielu lat najważniejszą i powszechnie stosowaną metodą minimalizacji negatywnego oddziaływania dróg na dziką faunę. Duże znaczenie przyrodnicze, a także znaczące koszty budowy przejść powodują, że należy dołożyć wszelkich starań, by powstające obiekty posiadały możliwie najwyższą skuteczność. Na każdym etapie planowania, projektowania, a także budowy i utrzymania przejść należy uwzględnić specyfikę tych obiektów w stosunku do innych budowli inżynierskich, wynikającą z wymagań i preferencji poszczególnych gatunków zwierząt, dla których są przeznaczone. Kilkunastoletnie doświadczenia z budowy przejść dla zwierząt w Polsce wskazują jednoznacznie, że są to obiekty trudne do realizacji, a wdrożenie optymalnych rozwiązań nie jest możliwe bez prowadzenia konstruktywnego dialogu pomiędzy przyrodnikami i inżynierami.

Intencją autorów było, aby publikacja niniejsza stała się przydatnym narzędziem dla wszystkich podmiotów i instytucji uczestniczących zarówno w opracowaniu dokumentacji środowiskowej i projektowej, jak i wydających decyzje administracyjne konieczne do realizacji inwestycji drogowych.

Publikacja została przygotowana w ramach projektu „Ochrona obszarów siedliskowych i korytarzy ekologicznych dzikiej fauny przy drogach szybkiego ruchu w Polsce”, realizowanego przez Stowarzyszenie Pracownia na rzecz Wszystkich Istot ze środków Funduszu dla Organizacji Pozarządowych, we współpracy i pod patronatem Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska.

**Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska**  
**Departament Ocen Oddziaływania na Środowisko**  
ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa  
tel. (+48 22) 579 21 05, faks (+48 22) 579 21 26, [www.gdos.gov.pl](http://www.gdos.gov.pl) (menu 005)