

# Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej – cz. 16



**prof. UZ dr hab. inż. ADAM WYSOKOWSKI**, kierownik Zakładu Dróg i Mostów, Uniwersytet Zielonogórski

**mgr inż. JERZY HOWIS**, konstruktor, Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród

## STRESZCZENIE

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację tematyki związanej z projektowaniem przepustów według eurokodów. Dotyczy on zagadnień związanych z materiałami stosowanymi jako konstrukcje przepustów w ujęciu nowych norm europejskich.

**SŁOWA KLUCZOWE:** przepusty, przejścia dla zwierząt, projektowanie, obliczenia, eurokody

## 1. Wstęp

Po omówieniu wprowadzających zagadnień dotyczących projektowania przepustów i przejść dla zwierząt według eurokodów, podstaw projektowania i oddziaływań na konstrukcje, a także zagadnień związanych z konstrukcyjną zasypką gruntową [7] kolejnym ważnym tematem do omówienia są zagadnienia projektowania związane z materiałami konstrukcyjnymi w ujęciu nowych norm. Jest to istotna tematyka z uwagi na fakt, że przypadku przepustów mamy do czynienia z dużą różnorodnością stosowanych materiałów i technologii. Podobnie jak w przypadku innych konstrukcji, będących częścią nowoczesnej infrastruktury komunikacyjnej, oprócz walorów użytkowych ważnym aspektem jest trwałość tych budowli. Szczególnie ma to znaczenie przy stale rosnących potrzebach komunikacyjnych, a co za tym idzie, zwiększonej liczbie pojazdów. Z tego względu odpowiedni dobór materiału konstrukcyjnego, rozwiązania projektowego i sposobu utrzymania stają się tu niezwykle ważne.

Biorąc pod uwagę poszczególne materiały konstrukcyjne w ujęciu nowych norm, można jednoznacznie stwierdzić, że dokumenty te skupiają się na poszczególnych rodzajach materiałów, a nie rodzajach konstrukcji w zależności od ich przeznaczenia (np. budownictwo ogólne, mosty, silosy, maszty itp.). Dlatego też w tej części autorzy postanowili omówić właśnie zagadnienia związane z tymi materiałami przy zastosowaniu do budowy przepustów i przejść dla zwierząt.

## 2. Podział materiałów konstrukcyjnych według eurokodów

Jak już wielokrotnie wspomniano, także w poprzednich artykułach z niniejszego cyklu, gama materiałów wykorzystywana do budowy przepustów komunikacyjnych w praktyce inżynierskiej jest obecnie bardzo szeroka. Oprócz materiałów tradycyjnych, takich jak kamień, cegła czy beton, do budowy omawianych konstrukcji wprowadzono materiały nowoczesne, jak polimerobeton, cienkościennie blachy faliste ze stali bądź

aluminium, tworzywa sztuczne, w tym m.in. polimery zbrojone włóknem szklanym GRP i CC-GRP, PE, PEHD, PCV, bądź też beton wysoko modyfikowany dodatkami [4, 5, 6].

Jak ogólnie wiadomo, normy z grupy eurokodów stanowią zbiór przepisów dotyczących projektowania konstrukcji budowlanych. Należy jednak brać pod uwagę, że normy te bazują w głównej mierze na europejskich zbiorach norm materiałowych oraz zbiorach norm na wyroby budowlane, które stanowią klucz do właściwego i optymalnego projektowania konstrukcji, w tym omawianych konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt.

W tabeli 1 zestawiono materiały konstrukcyjne do budowy przepustów i przejść dla zwierząt w dostosowaniu do wymagań eurokodów.

W tabeli 2 wymieniono zeszyty eurokodów do ewentualnego wykorzystania przy projektowaniu przepustów i przejść dla zwierząt z różnych wcześniej wymienionych w tabeli 1 materiałów.

Wymienione w tabeli materiały konstrukcyjne oraz wymagania, jakie powinny spełniać, omawiają poszczególne części eurokodów. Zawierają one nie tylko szczegółowe wymagania wytrzymałościowe i jakościowe, ale również zasady projektowania poszczególnych elementów konstrukcyjnych dla różnych rozwiązań materiałowych.

Należy zauważyć, że nie wszystkie materiały, z których budowane są konstrukcje przepustów, zostały uwzględnione w zbiorze eurokodów. Jak uczy doświadczenie, przepusty budowane są obecnie z coraz szerszej gamy materiałów. Ponadto coraz częściej stosuje się również geotekstyli do zbrojenia zasypki gruntowej, co także powinno być uwzględnione w projektowaniu.

Do budowy przepustów tradycyjnych stosowane były praktycznie wszystkie znane w danym czasie materiały. Podobnie jest obecnie, w dobie stosowania nowoczesnych materiałów, w tym np. materiałów kompozytowych, wysoko modyfikowanego betonu, geotekstyliów, które stosunkowo szybko zostały wdrożone do praktyki budowy

Tab. 1. Stosowane materiały konstrukcyjne do budowy przepustów i przejść dla zwierząt uwzględnione w zbiorze eurokodów

MATERIAŁY DO BUDOWY KONSTRUKCJI PRZEPUSTÓW KOMUNIKACYJNYCH WEDŁUG EUROKODÓW		
1.	Kamień Cegła	
2.	Beton, beton sprężony, żelbet Polimerobeton	
3.	Stalowe blachy faliste	
4.	Aluminiowe blachy faliste	
5.	Konstrukcje zespolone, np. stalowe dźwigary obetonowane itp.	

przepustów. Dlatego też część z tych materiałów nie została uwzględniona w zbiorze eurokodów.

W trakcie tworzenia tych norm [9] obejmowały one konstruowanie obiektów budowlanych jedynie z najpowszechniejszych w tym czasie materiałów.

Ponadto konstrukcje przepustów, wbrew temu, co się powszechnie uważa, należą do konstrukcji złożonych. Dotyczy to zarówno przepustów tradycyjnych, jak i nowoczesnych. Oprócz samej konstrukcji rury bądź też sklepienia występuje różnego typu posadowienie; często spotykamy się z fundamentami, a także zasypką gruntową, która obecnie może być zbrojona itp. Występuje również problem współpracy zasyпки z konstrukcją przepustu bądź braku tej współpracy. Wszystkie te elementy utrudniają lub komplikują bezpośrednie stosowanie zbioru eurokodów do projektowania nowoczesnych przepustów.

### 3. Sposoby konstruowania przepustów i przejść dla zwierząt dla różnych rozwiązań materiałowych

Jak już wspomniano, poszczególne części eurokodów dotyczą projektowania dla różnych rozwiązań materiałowych. Poniżej autorzy zestawili ogólny zarys procedur projektowania przepustów i przejść dla zwierząt z różnych materiałów konstrukcyjnych na podstawie poszczególnych części norm. Należy w tym miejscu nadmienić, że bazując na wiedzy na temat powstawania eurokodów oraz ich aktualnego zakresu,

Tab. 2. Poszczególne części eurokodów dotyczące różnych materiałów konstrukcyjnych [8, 10] możliwe do wykorzystania przy projektowaniu przepustów i przejść dla zwierząt

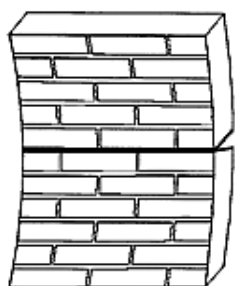
Lp.	RODZAJ MATERIAŁU KONSTRUKCYJNEGO	NUMER NORMY ORAZ POSZCZEGÓLNYCH CZĘŚCI
1.	Kamień Cegła	<b>PN-EN 1996 Eurokod 6 Projektowanie konstrukcji murowych:</b> PN-EN 1996-1-1:2010 <i>Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych</i> PN-EN 1996-2:2006 <i>Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów</i> PN-EN 1996-3:2006 <i>Uprozczone metody obliczania konstrukcji murowych niezbrojonych</i>
2.	Beton, beton sprężony, żelbet Polimerobeton	<b>PN-EN 1992 Eurokod 2 Projektowanie konstrukcji z betonu:</b> PN-EN 1992-1-1:2008 <i>Reguły ogólne i reguły dla budynków</i> PN-EN 1992-2:2010 <i>Mosty z betonu. Obliczanie i reguły konstrukcyjne</i>
3.	Stalowe blachy faliste	<b>PN-EN 1993 Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych:</b> PN-EN 1993-1-1:2006 <i>Reguły ogólne i reguły dla budynków</i> PN-EN 1993-1-3:2008 <i>Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1–3. Reguły ogólne. Reguły uzupełniające dla konstrukcji z blach profilowanych na zimno</i> PN-EN 1993-1-8:2006 <i>Projektowanie węzłów</i>
4.	Aluminiowe blachy faliste	<b>PN-EN 1999 Eurokod 9 Projektowanie konstrukcji aluminiowych:</b> PN-EN 1999-1-1:2011 <i>Reguły ogólne</i> PN-EN 1999-1-4:2012 <i>Konstrukcje z blach profilowanych na zimno</i> PN-EN 1999-1-5:2007 <i>Konstrukcje powłokowe</i>
5.	Konstrukcje zespolone	<b>PN-EN 1999 Eurokod 4: Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo – betonowych</b> PN-EN 1994-1-1:2008 <i>Reguły ogólne i reguły dla budynków.</i> PN-EN 1994-2:2010 <i>Reguły ogólne i reguły dla mostów</i>

można stwierdzić, że konstrukcje przepustów komunikacyjnych zostały potraktowane marginalnie [9].

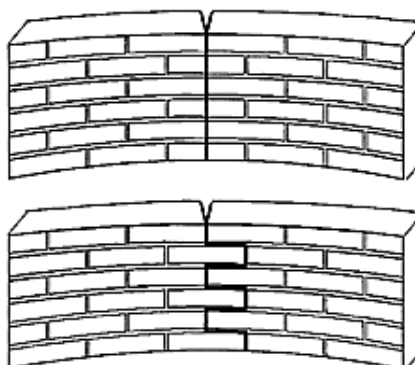
#### 3.1. Konstrukcje kamienne i ceglane. Kamień i cegła jako konstrukcje murowe

Podstawowymi dokumentami prawnymi dotyczącymi projektowania konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt z kamienia i cegły jako konstrukcji murowych są PN-EN 1996-1-1 *Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych* oraz PN-EN 1996-2 *Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów*.

W normach tych (szczególnie w części 1–1) podano szczegółowe wymagania dotyczące właściwości elementów murowych. Dodatkowo w rozdziale 3 przedmiotowej normy przedstawiono szczegółowe wymagania dotyczące zapraw murarskich, tj. podział zapraw murarskich, specyfikacje i oznaczenia zapraw,



a) płaszczyzna zniszczenia równoległa do spoin wspornych  $f_{xk1}$



b) płaszczyzna zniszczenia prostopadła do spoin wspornych  $f_{xk2}$

Ryc. 1. Płaszczyzny zniszczenia konstrukcji murowej poddanej zginaniu według PN-EN 1996-1-1

właściwości fizyczno-mechaniczne zapraw, w tym oprócz wymagań wytrzymałości omówiono również wymagania dotyczące przyczepności zaprawy do podłoża, adhezji.

Przedmiotowa norma określa również podstawy projektowania konstrukcji murowych w stanach granicznych nośności i użytkowania, uwzględniając przy tym kombinacje oddziaływań.

W przypadku konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt wykonywanych w tej technologii mamy do czynienia ze złożoną konstrukcją – najczęściej sklepioną – na którą wpływa szereg oddziaływań. Z racji tego, że są to konstrukcje zagłębione w gruncie, w procesie projektowania należy uwzględnić wszystkie oddziaływania, zarówno od projektowych obciążeń komunikacyjnych, jak i siły statyczne, np. poziome siły pochodzące od parcia gruntu. Dodatkowo w przypadku omawianych konstrukcji występuje zjawisko znacznego zginania elementu murowego, dlatego też istotne jest uwzględnienie właściwej płaszczyzny zniszczenia w wymiarowaniu tych konstrukcji.

Na rycinie 1 przedstawiono przykładowe płaszczyzny zniszczenia konstrukcji murowej poddanej zginaniu według PN-EN 1996-1-1.

Z uwagi na fakt, że w tego typu konstrukcjach, najczęściej mających charakter budowli tradycyjnych, fundamenty były wykonywane z tych samych materiałów, do ich obliczeń stosuje się te same części norm, co dla zasadniczej konstrukcji

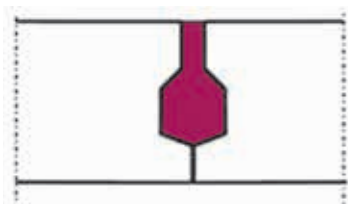
nośnej. Należy przy tym uwzględnić szczególnie zapisy rozdziału 4 przedmiotowej normy, dotyczące murów zagłębionych w gruncie.

### 3.2. Konstrukcje betonowe – beton, żelbet i polimerobeton

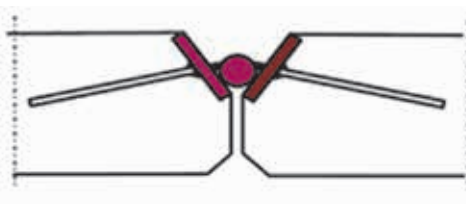
W minionych latach z materiałów tych powstało wiele – eksploatowanych do dzisiaj – konstrukcji; materiały te są w dalszym ciągu wykorzystywane do budowy przepustów i przejść dla zwierząt.

Podstawową normą do projektowania omawianych konstrukcji jest norma PN-EN 1992-1-1 oraz PN-EN 1992-2 – część dotycząca konstrukcji mostowych.

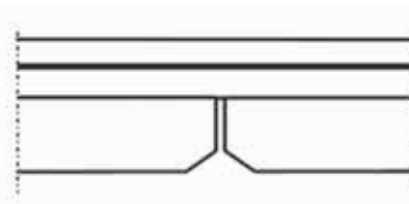
W dokumentach tych podano zasady stosowane zarówno w projektowaniu budynków, jak również obiektów inżynierskich z betonu niezbrojonego, z betonu zbrojonego i z betonu sprężonego. Zawarto w nich wymagania dla nośności, użyteczności, trwałości i odporności ogniowej konstrukcji wykonanych z betonu. Ponadto opisano szczegółowe wymagania, jakie musi spełniać mieszanka betonowa oraz zbrojenie w konstrukcjach wykonywanych na miejscu (np. elementy głowic, skrzydełka) oraz w elementach prefabrykowanych (np. prefabrykaty o przekroju kołowym lub skrzynkowe). W dużej mierze przedmiotowa norma opiera się na normach materiałowych dotyczących betonu, wprowadzonych do praktyki inżynierskiej dużo



a) złącza betonowe lub iniektowane



b) złącza spajane lub śrubowe (przykładowo pokazano jeden rodzaj połączenia spajanego)



c) zbrojona warstwa górna (nadbeton) - mogą być potrzebne pionowe łączniki (zbrojenie) nadbetonu z prefabrykatem, zapewniające przekazywanie sił statycznych w ULS

Ryc. 2. Przykładowe złącza stosowane w elementach prefabrykowanych, przenoszące siły ścinające według PN-EN 1992-1-1, które można odnieść do projektowania przepustów



wcześniej (np. PN-EN 206-1 [12]), jak również stali zbrojeniowej (np. PN-EN 10080 [13]).

W normie PN-EN 1992-1-1 omówiono również procedury związane z prawidłowym konstruowaniem wybranych szczegółów w elementach konstrukcyjnych, które można odnieść także do przepustów, np. odpowiedniego zbrojenia naroży (m.in. w przepustach skrzynkowych) czy też projektowania złączy prefabrykatów, co pokazano na rycinie 2.

Dla konstrukcji rur osłonowych wykonanych z betonu modyfikowanego – polimerobetonu – nie ma bezpośrednich odniesień w przedmiotowych normach. W związku z powyższym, zdaniem autorów, projektant zmuszony jest indywidualnie dostosować zapisy norm z grupy PN-EN 1992 dotyczące konstrukcji z betonu i żelbetu. Istnieje w tym przypadku konieczność modyfikacji niektórych procedur obliczeniowych ze względu na różniące się od betonu tradycyjnego parametry fizykochemiczne i wytrzymałościowe mieszanek polimerobetonowych.

Z uwagi na coraz powszechniejsze stosowanie tego typu modyfikowanych materiałów nie tylko w Polsce, ale również w Europie, siłą rzeczy zagadnienia te będą musiały być uwzględnione w nowych wersjach opracowywanych eurokodów.

### 3.3. Konstrukcje metalowe. Stalowe i aluminiowe blachy faliste

Intensywny rozwój konstrukcji przepustów gruntowo-powłokowych z wykorzystaniem stalowych i aluminiowych blach falistych jako konstrukcji osłonowych spowodował również modyfikacje dotyczące procedur projektowania przedmiotowych konstrukcji [3, 5]. Dotyczy to szeroko rozumianej optymalizacji tych konstrukcji, mającej na celu zwiększenie nośności, trwałości i cech użytkowych.

Przy projektowaniu konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt w przypadku tego typu materiałów można posłużyć się normami z 1993 (stal) i 1999 (aluminium).

Podstawową normą w zakresie materiału konstrukcyjnego, jakim jest stal i jej wyroby, jest norma PN-EN 1993-1-1 oraz PN-EN 1993-1-3. Część pierwsza, oprócz wymagań materiałowych dla stali konstrukcyjnych, opisuje również podstawowe reguły projektowania konstrukcji stalowych z materiałów o grubości  $t > 3$  mm, a także postanowienia dodatkowe dotyczące projektowania budynków o konstrukcji stalowej. W normie tej podano też procedury obliczeniowe dotyczące poszczególnych układów konstrukcyjnych oraz modelowania połączeń.

Według powyższych norm stal stosowana na konstrukcje powinna być ciągliwa, spawalna i odporna na kruche pęknięcie. Jako wartości charakterystyczne granicy plastyczności ( $f_y$ ) przyjmuje się wyspecyfikowane w normach wyrobów wartości nominalne. Powyższe warunki spełniają w szczególności stale S 235, S 275, S 355, S 420 oraz S 460 – jako gatunki wykorzystywane również do wytwarzania blach do konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt.

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że według normy PN-90/B-03200 [11] jako charakterystykę wytrzymałościową materiału przyjmuje się parametr w postaci wytrzymałości obliczeniowej stali:

$$f_d = f_y / \gamma_s$$

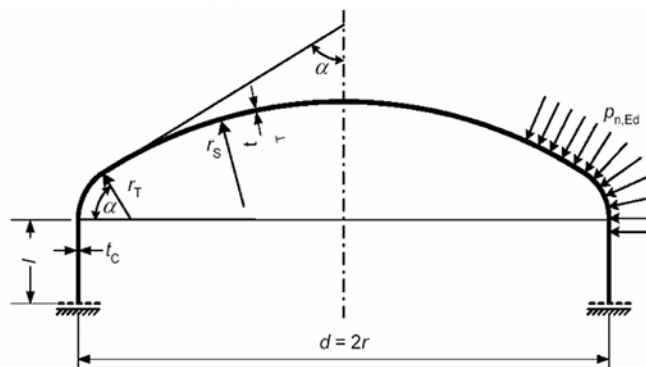
Współczynnik materiałowy  $\gamma_s$  nie jest we wcześniejszej Polskiej Normie PN-90/B-03200 jasno określony, gdyż ustalając nośność, korzysta się z wartości wytrzymałości obliczeniowej stali  $f_d$ .

W eurokodzie w celu określenia nośności korzysta się z wartości granicy plastyczności stali  $f_y$ , którą w zależności od analizowanego stanu wyτέżenia dzieli się przez odpowiedni, podany współczynnik materiałowy  $\gamma_M$  [1].

Jednocześnie w procesie projektowania konstrukcji, w tym konstrukcji przepustów z wyrobów stalowych (blach walcowanych, blach falistych), należy pamiętać o rozbieżności wartości modułu sprężystości dla stali. W przypadku normy PN-90/B-03200 moduł ten wynosi  $E = 205\ 000$  N/mm<sup>2</sup>, natomiast eurokod z 1993 r. definiuje tę wartość jako  $E = 210\ 000$  N/mm<sup>2</sup>.

Oprócz konstrukcji wykonywanych ze stalowych blach falistych odnotowuje się rozwój blach wykonanych ze stopów aluminium (z uwagi na ich znane zalety). Podstawowym dokumentem normalizacyjnym określającym wymagania dotyczące materiału konstrukcyjnego, jakim jest aluminium i jego stopy, oraz podstawowe zasady projektowania jest norma PN-EN 1999-1-1.

W przypadku projektowania konstrukcji gruntowo-powłokowych z blach falistych z aluminium szczególnie przydatna jest norma PN-EN 1999-1-5. Określa ona zasady projektowania konstrukcji powłokowych oraz projektowania połączeń poszczególnych segmentów konstrukcyjnych. Przykładowy schemat modelowania obciążeń oraz geometrii konstrukcji powłokowej wykonanej ze stopów aluminium według PN-EN 1999-1-5 przedstawiono na rycinie 3.



Ryc. 3. Schemat modelowania obciążeń oraz geometrii konstrukcji powłokowej według PN-EN 1999-1-5

Dodatkowo w przedmiotowej normie, w załączniku A, zawarto obszernie informacje na temat modelowania połączeń w tych konstrukcjach ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki konstrukcji powłokowych. Podano również procedury związane z projektowaniem elementów usztywniających powłoki w postaci dodatkowych stężeń liniowych.

Materiał, jakim jest aluminium, charakteryzuje się z oczywistych względów zwiększoną odpornością na czynniki atmosferyczne, a co za tym idzie, odpornością na korozję. Jest to szczególnie ważne w przypadku omawianych przepustów i przejść dla zwierząt z uwagi na specyfikę i warunki pracy tych konstrukcji.

### 3.4. Konstrukcje przepustów zespolonych

Jak ogólnie wiadomo, konstrukcje zespolone stalowo-betone tworzy się przez połączenie części stalowych i żelbetowych



Ryc. 4. Kolejowa konstrukcja gruntowo-powłokowa na południu Polski, fot. A. Wysokowski

w taki sposób, by wspólnie przenosiły siły zginające i ściskające. Celem takiego połączenia jest właściwe wykorzystanie cech mechanicznych składowych materiałów, czyli stali i betonu, co również jest powodem budowania, choć rzadko, tego typu przepustów.

W przypadku przepustów o konstrukcji zespolonej mamy do czynienia głównie z istniejącymi, eksploatowanymi konstrukcjami. Przeważnie występują one w ciągach linii kolejowych.

Obecnie coraz częściej odchodzi się od stosowania tego typu rozwiązań w konstruowaniu przepustów i przejść dla zwierząt na rzecz nowoczesnych i mniej skomplikowanych konstrukcyjnie rozwiązań, co omówiono wcześniej.

Jednakże należy stwierdzić, że istniejące przepusty o konstrukcji zespolonej często wymagają remontu bądź przebudowy, co wiąże się z koniecznością wykonania obliczeń statyczno-wytrzymałościowych takiego obiektu w celu określenia jego nośności, opartych na nowych normach, i często wykonania projektu ich wzmocnień.

Według normy PN-EN 1994 dotyczącej konstrukcji zespolonych, przekrój zespolony należy zakwalifikować z najmniej korzystną klasą stalowych ścianek ściskanych kształtownika. Modelując konstrukcję według przedmiotowej normy, trzeba mieć na uwadze, że istnieje konieczność jednoczesnego korzystania z gamy norm dotyczących konstrukcji betonowych PN-EN 1992, jak i stalowych PN-EN 1993, gdyż są one ściśle z nią powiązane i wiele parametrów jest jedynie tam opisanych.

Zazwyczaj stosowane w konstrukcjach zespolonych przepustów kształtowniki mają przekroje efektywne klasy 1 i 2. Natomiast stalowe wystające półki przekrojów zespolonych obetonowanych (najczęściej spotykane w istniejących konstrukcjach przepustów) należy klasyfikować według zasad określonych w tabeli 3.

W przypadku przekrojów obetonowanych beton powinien być zbrojony oraz mechanicznie połączony z elementami stalowym w celu ograniczenia wybożenia i niekorzystnego skręca-

Tab. 3. Klasyfikacja stalowych półek ściskanych w częściowo obetonowanych przekrojach [2]

	klasa	ograniczenie
	1	$c/t \leq 9\varepsilon$
	2	$c/t \leq 14\varepsilon$
	3	$c/t \leq 20\varepsilon$
		$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$



nia przekroju (sprawy te trzeba uwzględnić w projekcie, zgodnie z wymaganiami właściwych części eurokodów).

Nośność obliczeniową omawianych przekrojów na zginanie należy określić na podstawie analizy sprężystej i teorii nieliniowej. Warto również nadmienić, że w przypadku określania nośności przedmiotowych przekrojów konstrukcyjnych tradycyjnie nie uwzględnia się wytrzymałości betonu na rozciąganie [2].

#### 4. Podsumowanie

Opierając się na doświadczeniu autorów wynikającym ze zrealizowanych prac projektowych, a także szkoleń przeprowadzonych w tym zakresie [9], wymienione w artykule czynniki implikują konieczność doboru poszczególnych części eurokodów do właściwych materiałów konstrukcyjnych, z których projektowana jest konstrukcja przepustu bądź przejścia dla zwierząt. Wymaga to dobrej znajomości wszystkich części eurokodów, tak aby ich wybór był jak najwłaściwszy i najefektywniejszy.

Tym samym właściwa procedura projektowania przedmiotowych konstrukcji z użyciem tych dokumentów normalizacyjnych powinna opierać się na szczegółowej analizie ich treści i dostosowania ich zapisów w zależności od typu analizowanej konstrukcji.

Jak widać, wymaga to licznych doświadczeń, a także odpowiednio długiego czasu na wdrożenie tych procedur obliczeniowych w przypadku projektowania przepustów i przejść dla zwierząt.

Celem niniejszego artykułu, jak i wcześniejszych części związanych z eurokodami, nie jest, z oczywistych względów, szczegółowe przedstawianie procedur obliczeniowych. Wynika to m.in. ze szczytych ram artykułu, a tym samym braku możliwości przedstawienia wszystkich procedur projektowania konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt dla całej gamy rozwiązań materiałowych. Zgodnie z założeniem, autorzy przedstawili jedynie ogólne, wprowadzające informacje na temat projektowania przedmiotowych konstrukcji wykonywanych z różnych materiałów, ale także istotne, specyficzne dla danych materiałów ważniejsze informacje.

Jest oczywiste, że przy projektowaniu poszczególnych konstrukcji należy korzystać z odpowiednich części norm z grupy eurokodów. Można też skorzystać z coraz częściej ukazujących się, co cieszy, informatorów, książek i podręczników na ten temat.

Zdaniem autorów, w publikacjach tych ważne i cenne dla praktyki projektowej są wyjaśniające komentarze, a także przykłady praktycznych obliczeń dla tego typu omawianych konstrukcji.

Z tego względu przy okazji kolejnych publikacji z tej serii autorzy planują przedstawić własne przykłady takich praktycznych procedur projektowych wraz z komentarzami, dla konstrukcji przepustów i przejść dla zwierząt.

#### Literatura

- [1] Biegus A.: *Projektowanie konstrukcji stalowych według PN-EN 1993-1-1* [online]. Politechnika Wrocławska [dostęp: 24 kwietnia 2013]. Dostępny w internecie: <http://www.dos.piib.org.pl/var/userfiles/Czytelnia/EC1993-1-1%20cz1.pdf>.
- [2] Biegus A.: *Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych według eurokodu 4. Wykłady* [online]. Politechnika Wrocławska, 2012 [dostęp: 24 kwietnia 2013]. Dostępny w internecie: [http://www.kkm.pwr.wroc.pl/KONSTRUKCJE%20METALOWE%20ELEMENTY,%20HALE,%20OBIEKTY%20-%20WYKLAD/03\\_A.Biegus%20-%20Konstrukcje%20zespolone%20stalowo-betonowe.pdf](http://www.kkm.pwr.wroc.pl/KONSTRUKCJE%20METALOWE%20ELEMENTY,%20HALE,%20OBIEKTY%20-%20WYKLAD/03_A.Biegus%20-%20Konstrukcje%20zespolone%20stalowo-betonowe.pdf).
- [3] Janusz L., Madaj A.: *Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i wykonawstwo*. WKiŁ. Warszawa 2007.
- [4] Jasiński W., Łęgosz A., Nowak A., Pryga-Szulc A., Wysokowski A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych drogowych konstrukcji inżynierskich z tworzyw sztucznych*. GDDKiA-IBDiM. Żmigród 2006.
- [5] Rowińska W., Wysokowski A., Pryga A.: *Zalecenia projektowe i technologiczne dla podatnych konstrukcji inżynierskich z blach falistych*. GDDKiA-IBDiM. Żmigród 2004.
- [6] Wysokowski A., Howis J.: *Przepusty w infrastrukturze komunikacyjnej*. Cz. 1–12. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2008 (nr 2) – 2012 (nr 6).
- [7] Wysokowski A., Howis J.: *Projektowanie przepustów według eurokodów*. Cz. I. Wprowadzenie. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2013, nr 2, s. 72–78; Cz. II. *Podstawy projektowania i oddziaływania na konstrukcje*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2013, nr 4, s. 76–81; Cz. III. *Posadowienie i zasyпка gruntowa*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2013, nr 6, s. 20–25.
- [8] Wysokowski A., Howis J.: *Zakres eurokodów w infrastrukturze komunikacyjnej*. „Materiały Budowlane” 2009, nr 4.
- [9] *Eurokody w mostownictwie I*. Materiały szkoleniowe. Infrastruktura Komunikacyjna Sp. z o.o., Żmigród. Żmigród–Rawicz 2009.
- [10] Polski Komitet Normalizacyjny, Polska Norma, aktualnie obowiązujący zestaw eurokodów z zakresu konstrukcji inżynierskich.
- [11] PN-90/B-03200 *Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie*.
- [12] PN-EN 206-1 *Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*.
- [13] PN-EN 10080 *Stal do zbrojenia betonu. Spajalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne*.

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW.

zobacz więcej



**budownictwo**  
inżynieryjne.pl

## Przepusty i przejścia dla zwierząt w infrastrukturze komunikacyjnej

prof. UZ dr hab. inż. Adam Wysokowski



Wydanie: pierwsze  
Miejsce i data wydania:  
Kraków 2013  
Wydawca: Nowoczesne  
Budownictwo Inżynieryjne  
Oprawa miękka, s. 256  
ISBN 978-83-938649-0-4  
Sprzedaż: tel. 12 292 70 70  
e-mail: [wydawnictwo@nbi.com.pl](mailto:wydawnictwo@nbi.com.pl)