

**PROJEKTOWANIE
WEDŁUG
EUROKODÓW**

Piotr Turkowski, Paweł Sulik

Projektowanie konstrukcji stalowych z uwagi na warunki pożarowe według Eurokodu 3

Designing steel structures
for fire conditions according to Eurocode 3



Instytut Techniki Budowlanej
razem ku przyszłości

Warszawa 2015

KOMITET REDAKCYJNY SERII

Redaktor naczelny

Zastępca redaktora naczelnego

Sekretarz

Członkowie

prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ

dr inż. JADWIGA FANGRAT

mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA

dr inż. BARBARA FRANCKE

dr inż. ROMAN GAJOWNIK

dr inż. TADEUSZ JAROSZ

mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Recenzenci

prof. dr hab. inż. MARIAN GIŻEJOWSKI

prof. dr hab. inż. ALEKSANDER KOZŁOWSKI

Redaktorzy prowadzący serii

dr inż. ROMAN GAJOWNIK, mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

Opracowanie redakcyjne

DANUTA SZCZEPAŃSKA, dr MICHAŁ GAJOWNIK

Skład

SŁAWOMIR KOZIARSKI

Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2015

ISBN 978-83-249-8396-4 (wersja papierowa),

ISBN 978-83-249-8399-5 (PDF)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



Instytut Techniki Budowlanej

Dział Wydawniczy

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

www.itb.pl

[Sklep internetowy klient.itb.pl](http://Sklep.internetowy.klient.itb.pl)

Spis treści

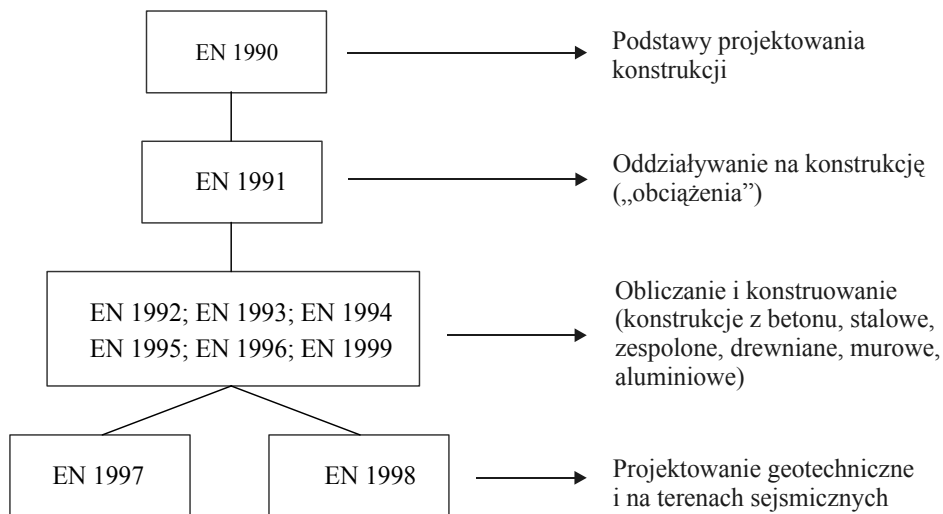
<i>Streszczenie</i>	5
<i>Summary</i>	5
Przedmowa	7
1. Wstęp	9
1.1. Ogólne informacje o projektowaniu z uwagi na warunki pożarowe według Eurokodów	9
1.2. Przeznaczenie i zakres stosowania	10
1.3. Powołania normatywne	10
2. Podstawy projektowania konstrukcji z uwagi na warunki pożarowe	11
2.1. Oddziaływania termiczne pożaru na konstrukcje	11
2.2. Kryteria odporności ogniowej	13
2.3. Obciążenia w warunkach pożarowych	14
2.4. Obliczeniowe właściwości materiałów	18
3. Właściwości materiałów	19
3.1. Stal węglowa	19
3.2. Stal nierdzewna	25
3.3. Informacje uzupełniające	30
3.4. Właściwości termiczne materiałów ogniochronnych	33
4. Temperatura elementów stalowych	38
4.1. Informacje ogólne	38
4.2. Wskaźnik ekspozycji przekroju nieosłoniętego	38
4.3. Wskaźnik ekspozycji przekroju zabezpieczonego	41
4.4. Temperatura stali elementu nieosłoniętego	46
4.5. Temperatura stali elementu z izolacją ogniochronną	49
4.6. Temperatura stali elementów chronionych ekranami cieplnymi	53
4.7. Temperatura stali elementów zewnętrznych	54
4.8. Temperatura węzłów w pożarze	59
5. Odporność ognia elementów stalowych według PN-EN 1993-1-2	62
5.1. Metody oceny	62
5.2. Proste modele obliczeniowe	63
5.3. Zaawansowane modele obliczeniowe	93
6. Zabezpieczenia ogniochronne konstrukcji stalowych	94
6.1. Informacje ogólne	94
6.2. Systemy zabezpieczeń ogniochronnych	95
6.3. Dobór zabezpieczeń ogniochronnych	102

7. Metodyka projektowania konstrukcji stalowych z uwagi na warunki pożarowe.....	104
8. Bibliografia.....	107
Załącznik A	111
Tablice wskaźników ekspozycji kształtowników stalowych typu I lub H walcowanych na gorąco, zabezpieczonych i niezabezpieczonych	111
Załącznik B.....	135
Tablice i nomogramy temperatury stali elementów niezabezpieczonych.....	135
Załącznik C.....	148
Najczęściej zadawane pytania	148

PRZEDMOWA

Eurokody stanowią zestaw Norm Europejskich dotyczących projektowania konstrukcji budowlanych. Zostały one opracowane, aby służyć jako „dokumenty odniesienia do wskazania zgodności budynków i budowli z wymaganiami podstawowymi zawartymi w Dyrektywie 89/106/EWG dotyczącej wyrobów budowlanych oraz w ustawie Prawo budowlane”.

Eurokodów, jak pokazano na schemacie poniżej, jest 10 i są one numerowane kolejno od EN 1990 do EN 1999. Każdy z Eurokodów, z wyjątkiem EN 1990, stanowi pakiet składający się z szeregu części, których łącznie jest 58.



Eurokody mogą być stosowane równolegle z normami PN-B dotyczącymi projektowania konstrukcji, zgodnie z załącznikiem Nr 1 do rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 z późn. zm.). Normy PN-B w marcu 2010 r. zostały wycofane ze zbioru norm aktualnych i przewiduje się, że w niedługim czasie nie będą stosowane w praktyce projektowej.

Komisja Europejska, zdając sobie sprawę z trudności, jakie mogą wystąpić przy wdrażaniu Eurokodów do praktyki, w dokumencie informacyjnym L „Stosowanie

i sposób wykorzystania Eurokodów” (tłumaczenie – ITB 2004 r.) przedstawiła krajom członkowskim postulat ich „obudowania” dokumentami aplikacyjnymi, bezpośrednio odpowiadającymi potrzebom warsztatu projektowego.

W tej sytuacji Instytut Techniki Budowlanej – wychodząc naprzeciw aktualnym potrzebom projektowym w budownictwie – podjął inicjatywę publikacji poradników w ramach serii wydawniczej pt. „Projektowanie według Eurokodów”.

Celem tej serii jest przybliżenie inżynierowi wymagań i metod obliczeniowych zawartych w Eurokodach. Istotą serii nie jest dublowanie informacji zamieszczonych w Eurokodach, a przedstawienie komentarzy do poszczególnych postanowień oraz zilustrowanie ich przykładami obliczeniowymi.

Poradniki są przeznaczone dla osób zajmujących się projektowaniem konstrukcji budowlanych, mogą też służyć pomocą w procesie dydaktycznym na kierunkach budowlanych w szkolnictwie technicznym.

Seria wydawnicza pt. „Projektowanie konstrukcji budowlanych według Eurokodów” powstała w ramach dotacji statutowej przyznanej ITB przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

* * *

Tytuły opublikowanych lub przewidzianych do publikacji w najbliższym okresie poradników z tej serii wydawniczej zamieszczone są zwykle na przedostatniej stronie okładki.

Komitet Redakcyjny
Serii „Projektowanie według Eurokodów”
Instytutu Techniki Budowlanej

1. WSTĘP

1.1. Ogólne informacje o projektowaniu z uwagi na warunki pożarowe według Eurokodów

Odporność ogniowa elementów konstrukcyjnych, która tradycyjnie była i jest ustalana w badaniach ogniowych, wraz z wejściem w życie Eurokodów stała się przedmiotem projektowania i oceny metodami obliczeniowymi, a obowiązek dokonywania takiej oceny spoczywa na projektantach i wykonawcach konstrukcji. Począwszy od marca 2010 r. w systemie Polskich Norm uznano jako jedyne aktualne w tym zakresie Eurokody. Wcześniejsze normy polskie są jednak nadal przywoływane (jako podstawa alternatywna) w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [43]).

Eurokody konstrukcyjne składają się z wielu części; warunkom pożarowym poświęcone są części 1-2 poniższych Eurokodów:

PN-EN 1991 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje,

PN-EN 1992 Eurokod 2 Projektowanie konstrukcji z betonu,

PN-EN 1993 Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych,

PN-EN 1994 Eurokod 4 Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych,

PN-EN 1995 Eurokod 5 Projektowanie konstrukcji drewnianych,

PN-EN 1996 Eurokod 6 Projektowanie konstrukcji murowych,

PN-EN 1999 Eurokod 9 Projektowanie konstrukcji aluminiowych.

We wszystkich częściach pożarowych Eurokodów przyjęto wspólne założenia podstawowe oraz metodykę projektowania i oceny odporności ogniowej konstrukcji. Eurokody stanowią zwarty system norm, pomiędzy którymi występują liczne odwołania. Szczególne znaczenie mają: Eurokod podstawowy PN-EN 1990 [17], w którym określono zasady ogólne projektowania oraz Eurokod 1 – PN-EN 1991-1-2 [19], zawierający zasady ustalania oddziaływań i obciążeń przy projektowaniu z uwagi na warunki pożarowe. Wszystkie pozostałe Eurokody odwołują się do obu tych norm.

U podstaw Eurokodów leży rozróżnienie „zasad”, które muszą być stosowane przez projektantów – od nieobligatoryjnych „reguł stosowania”. Każdy z Eurokodów zawiera załącznik krajowy, w którym wyspecyfikowane zostały wartości parametrów krajowych obowiązujących w danym państwie.

1.2. Przeznaczenie i zakres stosowania

Poradnik dotyczy zasad projektowania elementów konstrukcji stalowych z uwagi na wymagania odporności ogniowej. Poradnik może być także pomocny przy ocenie odporności ogniowej konstrukcji w fazie ich odbioru i eksploatacji. Podstawę do opracowania poradnika stanowiły normy PN-EN 1993-1-2 [23], PN-EN 1991-1-2 [19], PN-EN 13381-4 [34, 35], PN-EN 13381-8 [36] i inne.

Poradnik jest przeznaczony dla projektantów i wykonawców konstrukcji budowlanych oraz rzeczoznawców budowlanych i do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, a także dla osób i instytucji zajmujących się odbiorem i utrzymaniem właściwości użytkowych budynków.

Opracowanie dotyczy elementów stalowych projektowanych z uwzględnieniem oddziaływania wyjątkowego pożaru standardowego, określonego normą PN-EN 1991-1-2 [19].

Jego zakres obejmuje elementy konstrukcji stalowych ujęte w normie [23], zaprojektowane i skonstruowane zgodnie z PN-EN 1993-1-1 [22] oraz normami zawierającymi reguły uzupełniające do wyżej wymienionej, tj. PN-EN 1993-1-3 [24] (kształtowniki i blachy profilowane na zimno), PN-EN 1993-1-4 [25] (konstrukcje ze stali nierdzewnych), PN-EN 1993-1-5 [26] (blachownice), PN-EN 1993-1-8 [27] (węzły), PN-EN 1993-1-11 [28] (konstrukcje cięgnowe).

1.3. Powołania normatywne

Norma PN-EN 1993-1-2 [23] przywołuje inne normy związane zawsze w formie niedatowanej. W związku z tym niniejszy poradnik oparto o najnowsze wydania norm (wraz z ich zmianami i poprawkami), które również przywołano w formie niedatowanej. W celach informacyjnych w bibliografii zawarto pozycje datowane.