

KONSTRUKCJE STALOWE W EUROPIE

**Jednokondygnacyjne
konstrukcje stalowe**

**Część 9: Wprowadzenie do
oprogramowania komputerowego**

Jednokondygnacyjne konstrukcje stalowe

Część 9: Wprowadzenie do oprogramowania komputerowego

PRZEDMOWA

Niniejsza publikacja stanowi dziewiątą część przewodnika projektanta zatytułowanego *Jednokondygnacyjne konstrukcje stalowe*.

Przewodnik *Jednokondygnacyjne konstrukcje stalowe* składa się z następujących 11 części:

- Część 1: Poradnik architekta
- Część 2: Projekt koncepcyjny
- Część 3: Oddziaływania
- Część 4: Projekt wykonawczy ram portalowych
- Część 5: Projekt wykonawczy kratownic
- Część 6: Projekt wykonawczy słupów złożonych
- Część 7: Inżynieria pożarowa
- Część 8: Przegrody zewnętrzne budynku
- Część 9: Wprowadzenie do oprogramowania komputerowego
- Część 10: Wzorcowa specyfikacja konstrukcji
- Część 11: Połączenia zginane

Jednokondygnacyjne konstrukcje stalowe to jeden z dwóch przewodników projektanta. Drugi przewodnik nosi tytuł *Wielokondygnacyjne konstrukcje stalowe*.

Obydwa przewodniki projektanta powstały w ramach europejskiego projektu „Wspieranie rozwoju rynku kształtowników na potrzeby hal przemysłowych i niskich budynków (SECHALO) RFS2-CT-2008-0030”.

Przewodniki projektanta zostały opracowane pod kierownictwem firm ArcelorMittal, Peiner Träger oraz Corus. Treść techniczna została przygotowana przez ośrodki badawcze CTICM oraz SCI współpracujące w ramach joint venture Steel Alliance.

Spis treści

	Nr strony
PRZEDMOWA	iii
STRESZCZENIE	vi
1 WPROWADZENIE	1
1.1 Zestawienie oprogramowania	1
1.2 Zastosowanie oprogramowania	2
2 OGÓLNIE DOSTĘPNE OPROGRAMOWANIE	3
2.1 Projektowanie elementów konstrukcyjnych, takich jak belki i słupy	3
2.2 Konstrukcja zespolona	4
2.3 Projektowanie belek ażurowych	6
2.4 Ramy portalowe	7
2.5 Połączenia proste	7
2.6 Połączenia odporne na zginanie	9
2.7 Obliczenia pożarowe	9
2.8 Obliczenia sejsmiczne	10

STRESZCZENIE

Niniejszy dokument zawiera informacje dotyczące ogólnie dostępnego oprogramowania, wspomagającego projektowanie jednokondygnacyjnych konstrukcji stalowych zgodnie z wymaganiami Eurokodów.

1 WPROWADZENIE

Projektowanie zgodnie z wymogami zawartymi w Eurokodach może być ułatwione dzięki zastosowaniu oprogramowania komputerowego. Wymagane przez normę weryfikacje można w wielu przypadkach łatwo zaprogramować w prostych arkuszach kalkulacyjnych lub w bardziej złożonych programach, które minimalizują ręczny wysiłek i zmniejszają ryzyko powstania błędów liczbowych.

W wielu krajach opracowano i bezpłatnie udostępniono oprogramowanie, którego celem jest ułatwienie projektowania według Eurokodów. W niniejszej publikacji przedstawiono zestawienie dostępnego oprogramowania z marca 2010 r. Wszystkie programy komputerowe wymienione w niniejszym dokumencie są dostępne bezpłatnie.

Nie należy domniemywać, że udzielana jest rekomendacja dla jakiegokolwiek oprogramowania wymienionego w niniejszym dokumencie. Podobnie, pominięcie istniejącego oprogramowania w niniejszym wykazie nie oznacza, że jest ono nieodpowiednie, niedokładne czy nieaprobowane. Niewątpliwie w miarę upowszechniania się projektowania według Eurokodów udostępniane będą kolejne programy komputerowe.

Poza przedstawionym tu zestawieniem programów dostępnych bezpłatnie, wielu producentów oprogramowania oferuje pakiety do kompleksowej analizy i projektowania, obejmujące wszystkie aspekty projektowania konstrukcji stalowych opisane w niniejszym przewodniku.

1.1 Zestawienie oprogramowania

W rozdziale 2 zamieszczono listy oprogramowania pod następującymi tytułami:

- Projektowanie elementów konstrukcyjnych, takich jak belki i słupy
- Konstrukcja zespolona
- Projektowanie belek ażurowych
- Analiza ram
- Ramy portalowe
- Połączenia proste
- Połączenia odporne na zginanie
- Obliczenia pożarowe
- Obliczenia sejsmiczne

Dla każdego programu podano następujące szczegóły:

- **Zakres.** Ogólny opis oprogramowania
- **Norma projektowa.** Normą projektową może być opublikowany Eurokod, lecz mogą to być również jego wcześniejsze wersje. Użytkownik musi upewnić się, że wersja Eurokodu jest właściwa.
- **Załącznik krajowy.** Który załącznik krajowy jest uwzględniony w oprogramowaniu, jeśli w ogóle
- **Źródło.** Miejsce, z którego można pobrać oprogramowanie (witryna internetowa)
- **Język.** Wersja językowa oprogramowania

1.2 Zastosowanie oprogramowania

Ponieważ nie prowadzi się systematycznej analizy oprogramowania przedstawionego w niniejszym dokumencie, użytkownik musi sprawdzić, czy oprogramowanie jest właściwe dla danej sytuacji obliczeniowej.

2 OGÓLNIE DOSTĘPNE OPROGRAMOWANIE

2.1 Projektowanie elementów konstrukcyjnych, takich jak belki i słupy

Oprogramowanie	Verifica di profili sottili piegati a freddo
Zakres	Projektowanie i analiza kształtowników formowanych na zimno
Norma projektowa	EN 1993-1-3, EN10162
Załącznik krajowy	Włoski: NTC2008
Źródło	http://www.promozioneacciaio.it/costruttori_schede.php
Język	Włoski

Oprogramowanie	Corus sections interactive „blue book”
Zakres	Program „Corus sections interactive blue book” zawiera dane projektowe kształtowników z serii Advance®, Celsius® i Hybox®. Wszystkie dane projektowe są generowane przez główne funkcje programowe wykorzystywane do wypełniania bazy danymi z publikacji SCI P363: „Steel Building Design: Design Data in accordance with Eurocodes and the UK National Annexes” oraz publikacji SCI P202: „Steelwork Design Guide to BS 5950-1: 2000. Volume 1 - Section Properties - Member Capacities”.
Norma projektowa	BS 5950 i BS EN 1993-1-1
Załącznik krajowy	Tylko dla Wielkiej Brytanii
Źródło	http://www.corusconstruction.com/en/design_guidance/the_blue_book/
Język	Angielski

Oprogramowanie	A3C (ArcelorMittal CTICM Columns Calculator, kalkulator do projektowania słupów)
Zakres	A3C to nowe oprogramowanie umożliwiające konstruktorowi sprawdzenie nośności elementu konstrukcyjnego przy obciążeniu momentem zginającym i siłą osiową zgodnie z normą EN 1993-1-1. Zakres zastosowania obejmuje kształtowniki walcowane. Weryfikację stanów granicznych nośności (ULS) obejmują klasyfikację przekrojów poprzecznych, nośność przekroju, wyboczenie giętne, zwichrzenie, wyboczenie przy ścinaniu i wszystkie interakcje (M+N, M+V, M+N+V). Dostępne są różne opcje obliczeniowe (na przykład: zgodnie z Załącznikiem A lub Załącznikiem B dla współczynników interakcji podanych w normie EN 1993-1-1). Szczegółowy arkusz obliczeniowy można edytować i drukować.
Norma projektowa	EN 1993-1-1
Załącznik krajowy	Francuski Załącznik krajowy jako opcja
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections http://www.cticm.com
Język	Angielski, francuski

Oprogramowanie	LTBeam
Zakres	<p>Oprogramowanie LTBeam służy do obliczania momentu krytycznego dla zwichrzenia (LTB) w sytuacjach prostych lub złożonych.</p> <p>Nawet w prostych przypadkach moment krytyczny często stanowi skomplikowany element w procesie weryfikacji nośności na zwichrzenie. Ponadto zwykle wzory nie pozwalają konstruktorowi na uwzględnienie szczególnych warunków utwierdzenia występujących w rzeczywistych przypadkach. Prowadzą więc one do przyjmowania przez projektanta założeń zachowawczych. Dlatego można wykorzystywać oprogramowanie LTBeam w celu określenia bardziej realistycznej wartości momentu krytycznego.</p> <p>Oprogramowanie LTBeam opiera się na modelowaniu za pomocą elementów belkowych, co pozwala na uwzględnienie określonych aspektów, takich jak sztywność na zwichrowanie, położenie obciążeń poprzecznych w stosunku do środka ścinania, położenie utwierdzeń bocznych itp.</p> <p>Oprogramowanie LTBeam ma na celu ułatwienie zastosowania Eurokodu 3, lecz może być używane również w przypadku innych standardów do weryfikacji zwichrzenia opartej na pojęciu momentu krytycznego.</p> <p>Chociaż obliczenia są skomplikowane, program LTBeam jest bardzo prosty w użyciu i nie wymaga specjalnego szkolenia pod warunkiem, że zjawisko jest dobrze znane użytkownikowi.</p>
Norma projektowa	nd.
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.cticm.com/spip.php?rubrique6
Język	Francuski, angielski

2.2 Konstrukcja zespolona

Oprogramowanie	ABC V2.11
Zakres	<p>Oprogramowanie ABC umożliwia konstruktorowi sprawdzenie nośności belek zgodnie z normami europejskimi EN 1993-1-1 i EN 1994-1-1.</p> <p>Zakres zastosowania obejmuje belki swobodnie podparte, zespolone i niezespolone, wykonane z dwuteownika walcowanego.</p> <p>W przypadku belek zespolonych połączenie mogą zapewniać kołki spawane lub łączniki HILTI. Dopuszcza się połączenie częściowe. Na etapie montażu belka zespolona może być w pełni podstemplowana, lub można określić podstemplowanie. W razie potrzeby, na etapie montażu przeprowadza się odpowiednie weryfikacje.</p> <p>Obliczenia stanów granicznych nośności (ULS) obejmują weryfikację nośności przekroju przy obciążeniu momentem zginającym i siłą ścinającą, nośność na zwichrzenie i nośność na wyboczenie przy ścinaniu tam, gdzie jest to konieczne. Nośność na zwichrzenie opiera się na momencie krytycznym, obliczanym na drodze analizy modalnej wykonywanej za pomocą silnika oprogramowania LTBeam.</p> <p>Szczegółowy arkusz obliczeniowy można edytować i drukować.</p>
Norma projektowa	EN 1993-1-1 i EN1994-1-1
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=119
Język	Francuski, angielski

Oprogramowanie	ACP V1.02
Zakres	Faza montażu dla rozwiązania zespolonego. Sprawdzenie zachowania dotyczącego zwirzenia belek zespolonych i/lub częściowo obetonowanych podczas montażu
Norma projektowa	EN 1993-1-1 i EN1994-1-1
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=119
Język	Angielski, francuski, niemiecki, hiszpański, portugalski

Oprogramowanie	ACD V3.06
Zakres	Program ArcelorMittal do projektowania słupów zespolonych zgodnie z Eurokodem 4. Zastępuje CDD
Norma projektowa	ENV 1994-1-1
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=119
Język	Angielski, francuski, niemiecki, hiszpański

Oprogramowanie	Kompendium programowe dla konstrukcji stalowych i zespolonych
Zakres	Nowe oprogramowanie (obecnie w wersji beta) do analizy, obliczania i projektowania konstrukcji stalowych i zespolonych, opracowane przez firmę Consulting Engineers FHECOR i finansowane ze środków Stowarzyszenia na rzecz Rozwoju Technologii Stali (APTA) i firmę ArcelorMittal. Narzędzie jest przeznaczone do wykorzystywania w biurach projektowych, w celu ułatwienia wstępnego projektowania konstrukcji i weryfikacji istniejących projektów. Nie jest przeznaczone do konkurowania z oprogramowaniem komercyjnym i można je wykorzystywać jako narzędzie dydaktyczne dla konstrukcji stalowych (stopnie odkształcenia, naprężenia, szerokości efektywne, klasy przekrojów itp.) oraz do opracowywania przykładów sprawdzających.
Norma projektowa	Oprogramowanie jest zgodne z hiszpańskim standardem CTE lub z Eurokodem 3, w zależności od wyboru użytkownika.
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://piem.fhecorconocimiento.es/
Język	Hiszpański

2.3 Projektowanie belek ażurowych

Oprogramowanie	ACB+ V2.01
Zakres	<p>Projektowanie belek ażurowych</p> <p>ACB+ to program do projektowania belek ażurowych wykonanych z kształtowników walcowanych. Obejmuje on zespolone i niezespolone belki ażurowe, w tym belki łukowe.</p> <p>Oprogramowanie ACB+ zawiera praktyczne narzędzia do wyboru średnicy i rozstawu otworów zgodnie z wymogami wytwarzania.</p> <p>Weryfikacje granicznych nośności (ULS) wykonywane są zgodnie z zasadami Eurokodów (EN 1993-1-1 i EN 1994-1-1) ze specyficznymi weryfikacjami przewidzianymi dla belek ażurowych (efekt Vierendeel'a, wybożenia słupków środkowych itp.)</p> <p>Do celów weryfikacji SLS oblicza się ugięcia przez uwzględnienie zginania miejscowego w wyniku efektu Vierendeel'a.</p> <p>Oprogramowanie ACB+ umożliwia konstruktorowi ocenę ognioodporności zgodnie z zasadami norm EN 1993-1-2 i EN 1994-1-2.</p>
Norma projektowa	EN 1993-1-1, EN 1994-1-1, EN 1993-1-2, EN 1994-1-2
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=120
Język	Angielski, niemiecki, francuski, włoski

Oprogramowanie	Angelina™
Zakres	<p>Oprogramowanie Angelina jest przeznaczone w szczególności do obliczania specjalnego rodzaju belek z otworami sinusoidalnymi w środku, tak zwanych belek Angelina, wykonanych z dwuteowników walcowanych na gorąco. To nowe oprogramowanie obejmuje zarówno belki zespolone, jak i niezespolone.</p> <p>Weryfikacje ULS wykonywane są zgodnie z zasadami Eurokodów. Uwzględniają one szczególne aspekty takich belek, jak zginanie miejscowe w wyniku efektu Vierendeel'a. Ugięcia w weryfikacjach SLS również obliczane za pomocą odpowiednich metod.</p>
Norma projektowa	EN 1993-1-1, EN 1994-1-1
Załącznik krajowy	
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=141
Język	Angielski, francuski

2.4 Ramy portalowe

Oprogramowanie	PORTAL wersja 1.1
Zakres	PORTAL jest oprogramowaniem do wstępnego projektowania jednonawowych ram portalowych wykonanych z kształtowników walcowanych. Obejmuje ono automatyczne obliczanie obciążenia śniegiem i oddziaływania wiatru, globalną analizę sprężystą ramy, weryfikacje elementów konstrukcyjnych, obliczanie ugięć. Obliczenia wykonywane są zgodnie z Eurokodami (ENV 1993-1-1). Automatyczne projektowanie wstępne opiera się na kryterium ciężaru dla danego gatunku stali, ale użytkownik może definiować kształtowniki w celu przeprowadzenia weryfikacji.
Norma projektowa	ENV 1993-1-1
Załącznik krajowy	Nieodpowiednie do zastosowania Załącznika krajowego. Tylko częściowe współczynniki bezpieczeństwa mogą być definiowane przez użytkownika.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=118
Język	Angielski, francuski

Oprogramowanie	Wstępne projektowanie jednego przęsła ramy portalowej
Zakres	Wstępne projektowanie jednego przęsła ramy portalowej
Norma projektowa	EN 1993-1-1
Załącznik krajowy	EN 1993-1-1 ANB 2008
Źródło	Obliczenia online na stronie internetowej www.infosteel.be
Język	Holenderski i francuski

Oprogramowanie	Wstępne projektowanie konstrukcji dachowych budynków mieszkalnych
Zakres	Wstępne projektowanie konstrukcji dachowych budynków mieszkalnych
Norma projektowa	EN 1993-1-1
Załącznik krajowy	EN 1993-1-1 ANB 2008
Źródło	Obliczenia online na stronie internetowej www.infosteel.be
Język	Holenderski i francuski

2.5 Połączenia proste

Oprogramowanie	ACOP V1.02
Zakres	Program do projektowania połączeń w budynkach o konstrukcji stalowej.
Norma projektowa	ENV 1993-1-8
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=118
Język	Angielski, francuski, niemiecki

Oprogramowanie	Unioni bullonate
Zakres	Połączenia śrubowe. Aplikacja Scheda di calcolo (ZIP — 4 MB)
Norma projektowa	EN 1993-1-8
Załącznik krajowy	Włoski: NTC2008
Źródło	http://www.promozioneacciaio.it/costruttori_schede.php
Język	Włoski

Oprogramowanie	Unioni saldate
Zakres	Połączenia spawane.
Norma projektowa	EN 1993-1-8
Załącznik krajowy	Włoski: NTC2008
Źródło	http://www.promozioneacciaio.it/costruttori_schede.php Aplikacja Scheda di calcolo (ZIP — 500 KB).
Język	Włoski

Oprogramowanie	Verifica collegamenti a squadretta
Zakres	Projektowanie połączeń.
Norma projektowa	EN 1993-1-1 i EN 1993-1-8
Załącznik krajowy	Włoski: NTC2008
Źródło	http://www.promozioneacciaio.it/costruttori_schede.php Aplikacja Scheda di calcolo (ZIP — 600 KB).
Język	Włoski

Oprogramowanie	Dimensionamento unioni travature reticolari
Zakres	Weryfikacja śrubowych i spawanych połączeń kratownic
Norma projektowa	EN 1993-1-1 i EN 1993-1-8
Załącznik krajowy	Włoski: NTC2008
Źródło	http://www.promozioneacciaio.it/costruttori_schede.php Aplikacja Scheda di calcolo (ZIP — 650 KB)
Język	Włoski

2.6 Połączenia odporne na zginanie

Oprogramowanie	PlatineX
Zakres	PlatineX to oprogramowanie on-line, które obejmuje projektowanie połączeń zginanych wykonanych z kształtowników walcowanych (europejskich dwuteowników i dwuteowników szerokostopowych) zgodnie z normą EN 1993-1-8. Możliwe są różne geometrie połączeń typu belka-belka (połączenia wierzchołkowe) i połączeń typu belka-słup. Program sprawdza prawidłowość wymiarów definiowanych przez użytkownika (odległości krawędzi, rozstaw śrub itp.). Jeżeli geometria jest prawidłowa, wówczas obliczana jest nośność przy zginaniu, nośność przy ścinaniu, nośność osiowa i sztywność zginania. Szczegółowy arkusz obliczeniowy można edytować i zapisać jako plik PDF.
Norma projektowa	EN 1993-1-8
Załącznik krajowy	Francuski Załącznik krajowy
Źródło	http://www.steelbizfrance.com/prog/platinex/
Język	Francuski

2.7 Obliczenia pożarowe

Oprogramowanie	ArcelorMittal Ozone 2.2.6
Zakres	Temperatura gazu w przypadku pożaru zgodnie z normą EN 1991-1-2, odpowiadająca jej temperatura stali zgodnie z normą EN 1993-1-2 i uproszczone sprawdzenie nośności.
Norma projektowa	EN 1991-1-2 i EN 1993-1-2
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=122
Język	Angielski

Oprogramowanie	Oprogramowanie LUCA
Zakres	LUCA to oprogramowanie dołączone do przewodnika projektanta hal przemysłowych w warunkach pożaru. Narzędzie do obliczania przemieszczeń i dodatkowych sił poziomych występujących w halach przemysłowych podczas pożaru, umożliwiające inżynierom uwzględnienie w projekcie ich wpływu w celu uniknięcia zawalenia się konstrukcji oraz niebezpieczeństwa dla życia ludzi. Oprogramowanie opracowano w ramach projektu funduszu badawczego RFCS pod nazwą RFS2-CR-2007-00032.
Norma projektowa	EN 1991-1, EN 1993-1-2
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=122
Język	Angielski, francuski, hiszpański

Oprogramowanie AFCB V3.08	
Zakres	Projektowanie belek zespolonych na wypadek pożaru
Norma projektowa	ENV 1994-1-2
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=122
Język	Angielski, francuski, niemiecki

Oprogramowanie AFCC V3.06	
Zakres	Projektowanie słupów zespolonych na wypadek pożaru
Norma projektowa	ENV 1994-1-2
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=122
Język	Angielski, francuski, niemiecki

Oprogramowanie Fracof	
Zakres	Zespolone płyty stropowe Oprogramowanie do projektowania zespolonych płyt stropowych funkcjonujących w podwyższonych temperaturach uwzględniającego korzystny wpływ oddziaływania membranowego w płycie. Oprogramowanie FRACOF sprawdza także belki obwodowe i podaje temperaturę krytyczną dla każdej z nich.
Norma projektowa	EN 1994-1-1, EN 1990, EN1991-1
Załącznik krajowy	nd.
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=122
Język	Angielski i francuski

2.8 Obliczenia sejsmiczne

Oprogramowanie INERD 1.0.0	
Zakres	Innowacja w projektowaniu konstrukcji narażonych na wstrząsy tektoniczne. Idea oprogramowania INERD jest złożony system konstrukcyjny mający na celu poprawę odporności i bezpieczeństwa konstrukcji ramowej z betonu zbrojonego
Norma projektowa	
Załącznik krajowy	
Źródło	http://www.arcelormittal.com/sections/index.php?id=128
Język	Angielski