

# Współpraca Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej z branżą konstrukcji stalowych na przykładzie międzynarodowego projektu SKILLS

Szeroko rozumiana branża konstrukcji stalowych obejmuje produkcję i dystrybucję stali, wytwarzanie konstrukcji stalowych, logistykę, montaż, zabezpieczenia antykorozyjne, materiały złączne oraz projektowanie i zaplecze naukowo-badawcze. Współpraca w ramach wymienionych obszarów jest niezbędna, aby konstrukcje stalowe spełniały współczesne oczekiwania inwestora, a stal ujawniła walory tworzywa budowlanego XXI wieku [1]. Wprowadzenie norm europejskich do projektowania, wytwarzania i wykonywania konstrukcji budowlanych wymusiło potrzebę ich szybkiego wdrożenia i dostosowania się branży konstrukcji stalowych do aktualnych realiów.

Odpowiedzią na potrzebę w zakresie przystosowania inżynierów budownictwa do nowych standardów była inicjatywa współpracy organizacji zrzeszających firmy branży konstrukcji stalowych z ośrodkami naukowymi i instytucjami szkoleniowymi w ramach projektu **SKILLS (Steel Construction Industry Lifelong Learning Support)**. Projekt był współfinansowany w ramach programu LEONARDO DA VINCI „Uczenie się przez całe życie”, realizowanego we Francji i prowadzonego przez CTICM (Centre Technique Industriel de la Construction Métallique), we współpracy z PIKS (Polska Izba Konstrukcji Stalowych) i ASCEM (Asociación para la Construcción de Estructuras Metálicas), stowarzyszeniami wytwórców i wykonawców konstrukcji stalowych w Polsce i Hiszpanii oraz z Wydziałem Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (WIL PW) i Universitat Politècnica de Catalunya i ConstruirAcier (organizacją promującą konstrukcje stalowe we Francji). Założeniem projektu SKILLS było wsparcie instytucji szkoleniowych we Francji, Polsce i Hiszpanii w zakresie potrzeb ustawicznego doszkalania, powstałych w ostatnich latach w związku ze zmianami związanymi z wprowadzeniem do praktyki projektowej eurokodów konstrukcyjnych i norm zharmonizowanych. Celem było opracowanie i rozpowszechnienie materiałów szkoleniowych, zawierających praktyczne zalecenia dotyczące stosowania norm europejskich, m.in. EN 1993-1-1 i EN 1993-1-8 w projektowaniu oraz EN 1090-1 i EN 1090-2 w wytwarzaniu i wykonywaniu konstrukcji stalowych w budynkach parterowych.

Projekt SKILLS objął swym zakresem opracowanie modułów szkoleniowych w ujednoczonej formie, w językach angielskim, francuskim, hiszpańskim i polskim, dostosowanych do warunków określonych w załącznikach krajowych do norm europejskich [2÷5] i rozszerzonych o najlepsze doświadczenia w kluczowych aspektach realizacji budownictwa stalowego. Koordynatorem projektu SKILLS w Polsce była autorka niniejszego artykułu.

## Realizacja projektu

Projekt SKILLS był realizowany w latach 2011–2013, a jego rezultaty były następnie upowszechniane we Francji, Hiszpanii i Polsce. Projekt został podzielony na siedem pakietów zadaniowych (Work Packages): WP1 – Zarządzanie konsorcjum;

WP2 – Badania i analiza potrzeb; WP3 – Przygotowanie/adaptacja i wymiana materiałów szkoleniowych; WP4 – Szkolenia pilotażowe; WP5 – Wartość dodana i dodatkowa zawartość; WP6 – Ocena projektu; WP7 – Upowszechnianie i wykorzystywanie.

W obszarze WP1 znajdowała się koordynacja projektu i sprawy administracyjne, w tym umowy, plan i budżet projektu, raportowanie i zapewnienie zgodności projektu z przepisami LdV (Leonardo da Vinci) w zakresie realizacji i rozliczania oraz kontrola jakości i terminowości wykonania wszystkich zaplanowanych rezultatów projektu.

Jedno z czterech spotkań partnerów projektu miało miejsce w Politechnice Warszawskiej [6].

## Analiza potrzeb użytkowników

Zakres WP2 obejmował zebranie i przedstawienie dowodów określających potrzeby przyszłych użytkowników projektu w krajach partnerskich. Opracowano ankiety w celu zbadania zapotrzebowania branży konstrukcji stalowych oraz potwierdzenia dydaktycznej stosowności formatu materiałów szkoleniowych i określenia zakresu opracowania materiałów dodatkowych. Wynikiem tych działań był raport UNA (User Needs Analysis), przygotowany przez każdy z krajów partnerskich. Ponadto w ramach pakietu WP2 przeprowadzono identyfikację sposobów integracji projektu SKILLS z istniejącą krajową infrastrukturą szkoleniową. W odniesieniu do polskich partnerów, WIL PW i PIKS nawiązały współpracę z Urzędem Dozoru Technicznego i Mazowiecką Okręgową Izbą Inżynierów Budownictwa.

Potrzeby użytkowników projektu SKILLS były analizowane na podstawie ankiet, przygotowanych oddzielnie dla potencjalnych uczestników szkoleń, jak i osób zawodowo zajmujących się działalnością dydaktyczną i szkoleniową. Było to przedsięwzięcie wspólnie zorganizowane przez Polską Izbę Konstrukcji Stalowych i Urząd Dozoru Technicznego, w siedzibie UDT w Warszawie, w ramach akcji „Akademia UDT” [7]. W programie seminarium znalazł się m.in. referat pt. „Wdrożenie eurokodów konstrukcyjnych do krajowej praktyki projektowania konstrukcji stalowych”, wygłoszony przez koordynatora projektu SKILLS w Polsce. Panel dyskusyjny seminarium zakończył się przeprowadzeniem ankietyzacji, stanowiącej (wraz z materiałami uzyskanymi z ankiet elektronicznych) podstawę do opracowania raportu UNA.

Ponad 2/3 uczestników badania stanowili potencjalni uczestnicy szkoleń, a około 1/3 – szkoleniowcy i nauczyciele akademicy. Pierwszą badaną grupę reprezentowali, w przeważającej liczbie, inżynierowie budownictwa w specjalności konstrukcyjnej, pracujący w wytwórniach konstrukcji stalowych i niezależnych biurach projektów. Na podstawie wyników analizy oceniono, że większość potencjalnych użytkowników projektu SKILLS nie miała wcześniej kontaktu (lub miała sporadyczny kontakt) z eurokodami konstrukcyjnymi i potrzebowała

pomocy w zakresie wdrożenia nowych zasad projektowania do praktyki inżynierskiej.

Analiza potrzeb użytkowników umożliwiła weryfikację założeń co do zawartości i formy prezentacji modułów szkoleniowych projektu SKILLS. Respondenci obu badanych grup wskazywali na przygotowanie materiałów szkoleniowych w postaci prezentacji programu PowerPoint. Wielu z nich wyraziło też potrzebę wzbogacenia treści prezentacji o dodatkowe notatki wyjaśniające bardziej skomplikowane części prezentacji oraz opracowanie przykładów liczbowych. Większość ankietowanych zgodziła się z przedstawioną w kwestionariuszu tematyką szkoleń, dotyczącą projektowania stalowych budynków parterowych na podstawie założeń Eurokodu 3 [2, 3]. Część tematów szczegółowych, zaproponowanych przez badanych jako dodatkowe, pokrywała się z zakresem merytorycznym projektu i docelowo weszła w skład poszczególnych materiałów szkoleniowych (np. projektowanie węzłów i połączeń konstrukcji stalowych, objaśnienie zakresu normy PN-EN 1090 [4, 5], projektowanie ram stalowych z kształtowników walcowanych i spawanych, zebranie obciążeń i tworzenie kombinacji obciążeń, układy stężące). Tylko w kilku ankietach uczestników szkoleń były podane tematy niepokrywające się z zakładanym w projekcie SKILLS zakresem, jak np. projektowanie mostów i belek podsuwnicowych, konstrukcji zespolonych czy specyfika projektowania konstrukcji o przekrojach klasy 4. W ankietach analizy potrzeb użytkowników było zawarte również pytanie dotyczące znajomości innych projektów europejskich o charakterze dydaktycznym.

#### **Przygotowanie materiałów szkoleniowych**

Celem WP3 był wybór (na podstawie wyników raportów UNA) materiału źródłowego z przewodnika „Steel Buildings in Europe” [8] oraz docelowo opracowanie 12÷15 modułów szkoleniowych w każdym z krajów partnerskich. W ramach WP3 opracowano jednolity szablon prezentacji i podstawowy zakres 10 niżej wymienionych modułów szkoleniowych w języku angielskim:

**Oddziaływania** – moduł zawiera informacje dotyczące określania oddziaływań na budynek jednokondygnacyjny według różnych części EN 1991, a także kombinacji obciążeń zgodnie z EN 1990; w tym module szkoleniowym zamieszczono dwa przykłady obliczeniowe dotyczące określania obciążenia budynków parterowych śniegiem i wiatrem;

**Ramy portalowe** – moduł dotyczy projektowania głównego układu nośnego budynków parterowych w postaci ramy portalowej oraz układów stężących; jego celem jest wyjaśnienie zagadnień zawartych w EN 1993-1-1, w tym analizy globalnej i imperfekcji;

**Kratownice, część I** – moduł jest poświęcony projektowaniu konstrukcji kratownicowych; przedstawiono poszczególne etapy projektowania (analiza statyczna, wymiarowanie elementów kratownicy i połączeń);

**Kratownice, część II** – w module zawarto przykład obliczeniowy ilustrujący ogólne zasady projektowania kratownic przedstawione w module „Kratownice, część I”;

**Węzły ramowe, część I** – moduł dotyczyjący projektowania węzłów w konstrukcjach ramowych budynków parterowych, zgodnie z EN 1993-1-8; przedstawiono szczegółową procedurę projektowania doczołowych połączeń śrubowych poddanych zginaniu;

**Węzły ramowe, część II** – jest to kontynuacja modułu „Węzły ramowe, część I”; zawiera przykład obliczeniowy objaśniający projektowanie węzła typu rygiel – słup z blachą czołową (połączenie okapowe ze skosem);

**Słupy złożone** – moduł obejmuje projektowanie wielogązgowych słupów stalowych według EN 1993-1-1; zawiera przykład opisujący wszystkie etapy procedury projektowej, w tym również projektowanie połączeń;

**Projektowanie podstaw słupów** – w module opisano projektowanie stopy słupa; na rysunkach pokazano typowe rozwiązania konstrukcyjne w celu wyjaśnienia funkcji każdej części składowej połączenia; załączono również szczegółowo opracowany przykład obliczeniowy;

**Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe** – w module zawarto proste i praktyczne podejście do projektowania stalowych elementów konstrukcyjnych budynków parterowych z uwagi na warunki pożarowe według EN 1993-1-2.

**EN 1090** – moduł stanowi prezentację zakresu EN 1090, zharmonizowanej z rozporządzeniem budowlanym 305/2011 (CPR), przeznaczonej do stosowania przy wytwarzaniu i wznoszeniu konstrukcji metalowych (stalowych i aluminiowych); prezentacja została podzielona na dwie części: pierwsza dotyczy wymagań EN 1090-1, a druga – wymagań dotyczących poszczególnych procesów wytwarzania konstrukcji stalowych według EN 1090-2.

Materiały szkoleniowe przygotowane w języku angielskim stanowiły podstawę opracowań w językach krajów partnerskich (francuski, hiszpański i polski), z dostosowaniem do miejscowych przepisów objętych załącznikami krajowymi i lokalną praktyką projektową.

#### **Szkolenia pilotażowe**

Po opracowaniu kilku prezentacji w językach francuskim, hiszpańskim i polskim partnerzy projektu mieli za zadanie ocenić je podczas szkoleń pilotażowych. To działanie wchodziło w zakres WP4. Szkolenia były ocenione przez uczestników w opracowanych do tego celu ankietach. Sporządzony na podstawie tej ankietyzacji raport miał być wzięty pod uwagę przy wprowadzaniu ewentualnych zmian w szkoleniu.

W ramach działalności WIL PW i PIKS zorganizowano szkolenia pilotażowe w Centrum Szkolenia Akademia UDT [9] oraz w Mazowieckiej Okręgowej Izbie Inżynierów Budownictwa [10]. Uczestnikom tych szkoleń zaprezentowano dwa wykłady: „Węzły ramowe I” i „Węzły ramowe II”.

W obu szkoleniach wzięło udział łącznie około 70 osób. Ogólna ocena szkoleń pilotażowych przez przeważającą większość użytkowników była bardzo dobra. Doceniono zwłaszcza przedstawienie praktycznego zastosowania zawartości teoretycznej pierwszej części prezentacji w szczegółowym przykładzie obliczeniowym. Uczestnicy szkoleń pilotażowych wyrazili pogląd, że wartościowe byłoby również porównanie podejścia eurokodowego z ujętym w wycofanej normie PN/B-03200:1990 oraz – w kontekście obliczania węzłów ram z połączeniami doczołowymi – opracowanie tablic do projektowania lub programów komputerowych.

#### **Dodatkowe materiały szkoleniowe**

Na podstawie informacji zebranych od potencjalnych użytkowników projektu w ramach działań WP2 i WP4, w pakiecie roboczym WP5 partnerzy uznali za możliwe do opracowania dodatkowe materiały szkoleniowe, niewymienione wcześniej we wniosku do agencji LdV. Zadecydowano o powstaniu następujących dodatkowych modułów:

**Wymiarowanie elementów konstrukcyjnych** – obejmuje przepisy dotyczące sprawdzania SGN oraz weryfikacji SGU stalowych elementów konstrukcyjnych poddanych różnym oddziaływaniom i interakcji tych oddziaływań, zgodnie z EN 1993-1-1, wraz z przykładami obliczeniowymi; moduł dostępny w językach francuskim i polskim.

**Projektowanie płatwi** – zakres tego modułu dotyczy kształtowania i wymiarowania płatwi dachowych w halach stalowych oraz możliwości uwzględnienia w obliczeniach poszycia stabilizującego płatwie; moduł dostępny w językach francuskim i polskim.

**Projekt koncepcyjny** – moduł zawiera informacje niezbędne przy wyborze i zastosowaniu konstrukcji stalowych na eta-

pie projektu koncepcyjnego, w odniesieniu do strategii projektowania układów konstrukcyjnych budynków parterowych; moduł dostępny w języku hiszpańskim.

**Korozja** – w tym module zawarto opis przyczyn i skutków korozji oraz informacje na temat metod ochrony przed korozją konstrukcji stalowych i wymagań zgodnie z EN 1090-2; moduł dostępny w językach francuskim, hiszpańskim i polskim.

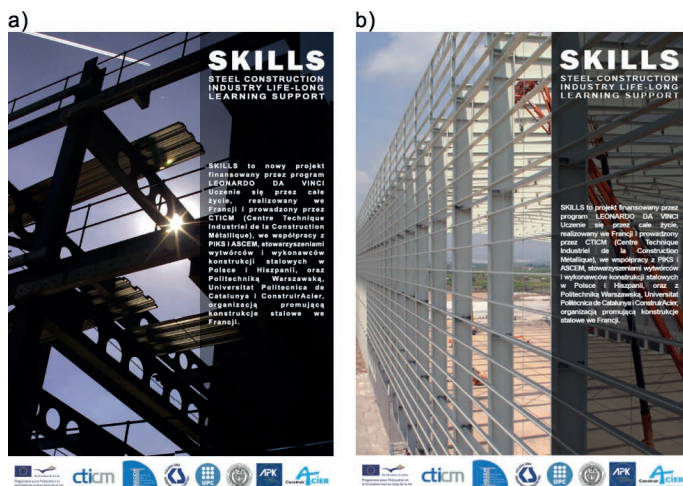
Ponadto, w grupie opracowań dodatkowych znalazły się:

**Zrównoważony rozwój** – dokument dotyczy zagadnień zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do stali jako materiału budowlanego; jest opracowany w języku angielskim i adresowany głównie do architektów.

**Mapa informacyjna** – zawiera wprowadzenie do organizacji i zarządzania projektami budowlanymi konstrukcji stalowych w krajach partnerskich; określa i wyjaśnia relacje między różnymi podmiotami procesu budowlanego oraz zastosowanie odpowiednich przepisów prawnych, norm i dokumentów technicznych; przygotowano dwa niezależne dokumenty w językach francuskim i polskim.

### Upowszechnienie wyników projektu SKILLS

Zakres WP7 obejmował wszelkie działania mające na celu upowszechnienie wyników projektu oraz promocję projektu SKILLS. Do zadań partnerów należało opracowanie i realizacja planów marketingowych w różnych okresach trwania projektu, jak również po jego zakończeniu. Stałymi punktami planów marketingowych były m.in.: opracowanie ulotek informacyjnych (rys. 1); listy e-mailingowe, wykorzystywane do rozsyłania informacji o postępach projektu SKILLS, ankiet i materiałów szkoleniowych do oceny; kontakty z naukowymi, technicznymi i biznesowymi stowarzyszeniami branżowymi; imprezy organizowane przez partnerów, takie jak seminaria [7], walne zgromadzenia (rys. 2); uczestnictwo w cyklicznych wydarzeniach branżowych; organizacja lub udział w szkoleniach i kursach dla grup użytkowników docelowych [9, 10] oraz publikacje w czasopiśmie branżowych [6, 7, 9÷11] i na stronie internetowej <http://www.piks.com.pl/projekt-skills/>.



Rys. 1. Ulotki informacyjne z początkowego (a) i końcowego (b) etapu realizacji projektu SKILLS

Istotną kwestią była również decyzja dotycząca formy publikacji materiałów szkoleniowych, przygotowanych w ramach projektu SKILLS. Przyjęto strategię uwzględniającą umieszczenie kompletnych materiałów w postaci plików pdf na stronach internetowych partnerów reprezentujących przemysł branży konstrukcji stalowych. Szczegółowe zestawienie wszystkich modułów szkoleniowych wraz z informacją o ich dostępności w poszczególnych wersjach językowych i lokalizacji w Internecie podano w tabeli.



Rys. 2. Prezentacja projektu SKILLS na XVI Walnym Zgromadzeniu PIKS w Mikorzynie koło Konina (Fot. Monika Witkiewicz)

### Zestawienie i lokalizacja modułów szkoleniowych

Tytuł	Dostępne w języku			
	angielskim	francuskim	polskim	hiszpańskim
	na stronie internetowej			
	<a href="http://www.cticm.com">www.cticm.com</a>	<a href="http://www.cticm.com">www.cticm.com</a>	<a href="http://www.piks.com.pl">www.piks.com.pl</a>	<a href="http://www.ascem.org">www.ascem.org</a>
Projekt koncepcyjny				✓
Oddziaływania	✓	✓	✓	✓
Ramy portalowe	✓	✓	✓	✓
Wymiarowanie elementów konstrukcji		✓	✓	
Słupy złożone	✓	✓	✓	✓
Kratownice, część I	✓	✓	✓	✓
Kratownice, część II	✓	✓	✓	✓
Projektowanie płatwi		✓	✓	
Węzły ramowe, część I	✓	✓	✓	✓
Węzły ramowe, część II	✓	✓	✓	✓
Projektowanie podstaw słupów	✓	✓	✓	✓
Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe	✓	✓	✓	✓
Korozja		✓	✓	✓
EN 1090	✓	✓	✓	✓
Mapy informacyjne		✓	✓	✓
Wykaz zasobów zrównoważonego rozwoju	✓			

Efekty współpracy polskich partnerów zostały przedstawione na dwóch konferencjach pt. „Połączenia stosowane w konstrukcjach stalowych”, organizowanych przez UDT i PIKS w Katowicach i w Warszawie. Podczas pierwszej z tych konferencji przeprowadzono kolejną ankietę uczestników w celu zbadania wpływu wyników projektu SKILLS, jak również szerszego oddziaływania procesu wprowadzania eurokodów w Polsce.

Większość ankietowanych inżynierów wykazała zrozumienie potrzeby wdrożenia norm europejskich w Polsce. Dlatego też wszelkie inicjatywy, na przykład projekt SKILLS przyczynia-

ją się do wdrażania eurokodów do krajowej praktyki projektowania konstrukcji stalowych.

### Podsumowanie

Projekt SKILLS jest przykładem współpracy środowiska akademickiego z przemysłem, zarówno na arenie międzynarodowej, jak i w każdym kraju partnerskim. Wkład Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej miał charakter przede wszystkim merytoryczny i koordynujący udział polskich partnerów w międzynarodowym konsorcjum. Natomiast udział Polskiej Izby Konstrukcji Stalowych był istotny w zakresie realizacji programu marketingowego i upowszechnienia rezultatów projektu. Współpraca w ramach projektu SKILLS umożliwiła bezpłatne i ogólnie dostępne doształcanie zawodowe w branży konstrukcji stalowych.

\* \* \*

Autorka niniejszego artykułu jako koordynator i główny wykonawca projektu SKILLS w Polsce dziękuje koleżankom i kolegom z WIL PW oraz pracownikom biura PIKS za zaangażowanie i pomoc w realizacji projektu.

Projekt SKILLS – Steel Construction Industry Lifelong Learning Support (Nr 2011-1-FR1-LEO05-24391) był współfinanso-

wany przez Komisję Europejską ze środków LEONARDO DA VINCI Transfer of Innovation w ramach Lifelong Learning Programme.

### PIŚMIENICTWO I WYKORZYSTANE MATERIAŁY

- [1] Współpraca branż składających się na branżę konstrukcji stalowych – jaka jest, jaka powinna być? „Konstrukcje Stalowe”, nr 2/2012.
- [2] PN-EN 1993-1-1 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [3] PN-EN 1993-1-8 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 1-8: Projektowanie węzłów.
- [4] PN-EN 1090-1+A1 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych – Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcyjnych.
- [5] PN-EN 1090-2+A1 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych – Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.
- [6] Projekt SKILLS. „Konstrukcje stalowe”, nr 6/2012.
- [7] Bezpieczeństwo konstrukcji stalowych. „Konstrukcje Stalowe”, nr 2/2012.
- [8] [http://www.constructalia.com/prg/selfware.pl?id\\_sitemap=5986#.WQoE2WnyhaQ](http://www.constructalia.com/prg/selfware.pl?id_sitemap=5986#.WQoE2WnyhaQ).
- [9] Szkolenie pilotażowe projektu SKILLS. „Konstrukcje Stalowe”, nr 4/2012.
- [10] Szkolenie pilotażowe projektu SKILLS. „Konstrukcje Stalowe”, nr 5/2012.
- [11] Połączenia stosowane w konstrukcjach stalowych. „Konstrukcje Stalowe”, nr 3/2013.