

O tematyce wykładów XXXV ogólnopolskiej konferencji „Warsztat pracy projektanta konstrukcji” w Wiśle w marcu 2020 r.

Konferencja WPPK 2020 odbędzie się od 3 do 6 marca 2020 r. Będzie dotyczyć współczesnych rozwiązań innowacyjnych z zakresu konstrukcji stalowych, lekkiej obudowy, rusztowań i posadzek przemysłowych. Tematyka wykładów będzie podzielona na trzy omówione niżej grupy.

Prelekcje będą poprzedzone wykładem wprowadzającym pt. „Polskie osiągnięcia z zakresu konstrukcji stalowych”, który wygłosi dr hab. inż. Krzysztof Żółtowski, prof. Politechniki Gdańskiej. Zostaną przedstawione reprezentatywne przykłady konstrukcji stalowych wybudowanych w Polsce w ostatnim dwudziestolecu, w tym mosty i kładki, stadiony, hala widowiskowo-sportowa w Krakowie, dworzec kolejowy w Łodzi oraz terminal lotniska w Gdańsku.

Projektowanie konstrukcji stalowych i zespolonych

W tej grupie tematyki trzy wykłady dotyczą modelowania i analizy konstrukcji prętowych, powłokowych i liniowych. W wykładzie na temat metod obliczeniowych w stalowych konstrukcjach prętowych zostanie przedstawiona teoria I i II rzędu w ujęciu metody przemieszczeń, z uwzględnieniem problematyki dotyczącej elementów cienkościennych, oraz metoda elementów skończonych z uwzględnieniem geometrycznej i fizycznej nieliniowości. Zostaną omówione uproszczenia przyjmowane w teorii II rzędu oraz wpływy efektów II rzędu na sztywność prętów ściskanych i zginanych. W przedstawionym przykładzie łuku o małej sztywności zostaną porównane ścieżki równowagi uzyskane z rozwiązania liniowego według teorii II rzędu oraz nieliniowego metodą elementów skończonych. Wykład zostanie poszerzony o część dotyczącą sztywności połączeń zakładkowych i wpływu podatności takich połączeń na redystrybucję sił wewnętrznych w konstrukcjach kratowych. Autorzy wykładu z zakresu modelowania i stanów granicznych metalowych konstrukcji powłokowych przedstawią kluczowe zagadnienia dotyczące problemów związanych z modelowaniem i wyznaczaniem stanów granicznych konstrukcji powłokowych. Główną uwagę skupią na wymiarowaniu powłok w ujęciu numerycznym (MES), w szczególności na analizie nieliniowej powłok, interpretowaniu uzyskanych wyników oraz wymiarowaniu zgodnie z eurokodami. Trzeci wykład będzie dotyczył konstrukcji liniowych, w szczególności ich wymiarowania zgodnie z eurokodami.

Kolejny wykład z tej grupy będzie obejmował problematykę kształtowania i obliczania hal na terenach wpływów górniczych. Zostaną w nim podane zasady kształtowania geometrii hal, w tym: dobór schematu statycznego z uwagi na minimalizację wpływów górniczych, podział

hali na segmenty, odkształcalność konstrukcji nośnej i połączeń dachowej oraz fundamenty i ściągi. Wykład będzie uzupełniony o analizę hali wzniesionej w 1890 r., poddanej długoletnim wpływom górniczej deformacji podłoża.

Następne dwa wykłady będą obejmowały zagadnienia związane z lekką obudową. Będzie przedstawiony projekt unijny GRISPE oraz ewolucja normy projektowania konstrukcji z elementów profilowanych na zimno. W ramach tego wykładu zostanie m.in. omówione zachowanie się blach fałdowych z wytłoczeniami, będą podane wyniki badań kaset w układach jedno- i dwuprzęsłowych oraz propozycje w zakresie obliczania kasetonów elewacyjnych. Wykład będzie również obejmował tematykę blach falistych, zakrzywionych łukowo i perforowanych.

W innym wykładzie z tej grupy będą omówione zagadnienia związane z kształtowaniem, projektowaniem i realizacją dachów z blach fałdowych. Zostaną zaprezentowane możliwości kształtowania połączeń dachowych z wykorzystaniem blach fałdowych, w zakresie dachów jednokierunkowych i dwukierunkowo zakrzywionych. Będą też zawarte uwagi wykonawcze związane z kształtowaniem połączeń pomiędzy blachami oraz blachami i konstrukcją, a także związane z prognozowaniem obciążenia śniegiem w warunkach zmieniającego się wyposażenia dachowego. Zostaną również omówione zagadnienia związane z wykonywaniem otworów i wymianów w dachach z pokryciem z blach fałdowych. Na zakończenie wykładu zaprezentowane zostanie Stowarzyszenie Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad DAFA, skupiające największych na polskim rynku wykonawców oraz producentów materiałów stosowanych do wykonywania dachów i fasad.

Ostatnie pięć wykładów będzie dotyczyło elementów i węzłów. W wykładzie z zakresu belek podsuwnicowych zostaną przedstawione zagadnienia rzadko poruszane lub całkowicie pomijane w literaturze dotyczącej projektowania belek podsuwnicowych. Będzie omówiony model kinematyczny suwnicy w ruchu, który stanowi teoretyczną podstawę w zakresie normowych oddziaływań dźwignic oraz zostanie omówiona problematyka związana ze zginaniem środkiem i skręcaniem pasa oraz modelowaniem belek. W zakresie obliczeń zmęzeniowych będzie przedstawiony przykład określania widma naprężenia na podstawie analizy historycznej istniejącej jezdni podsuwnicowej. Wykład zostanie uzupełniony o typowe błędy projektowe popełniane na etapie sporządzania dokumentacji projektowej i o błędy wykonawcze.

Drugi wykład będzie dotyczył stateczności przestrzennej elementów stalowych stężonych poprzecznie, w tym: belek, słupów przyrzutowych i słupów o zmiennym skokowo przekroju. Zostanie uzupełniony o opis programów

komputerowych wykorzystywanych do rozwiązywania problemów związanych ze statecznością przestrzenną tych elementów.

Wykład dotyczący węzłów doczołowych w konstrukcjach stalowych będzie obejmował zagadnienia związane ze zdolnością węzłów do obrotu, z węzłami konstrukcji wielkogabarytowych z wieloma szeregami śrub i wieloma śrubami w szeregu oraz odpornością węzłów konstrukcji poddanych obciążeniom wyjątkowym. Wykład zostanie poprzedzony przypomnieniem normowej metody obliczania węzłów, wraz z uwzględnieniem aktualizacji normy PN-EN 1993-1-8 w tym zakresie.

Wykłady na temat konstrukcji zespolonych będą dotyczyć belek i słupów oraz stropów zespolonych na blachach trapezowych. Zostaną przedstawione rozwiązania konstrukcyjne wraz ze wszelkiego rodzaju uwarunkowaniami oraz metody obliczeniowe takich elementów.

Materiały, nowoczesne technologie i realizacje konstrukcji stalowych

Dwa wykłady z tej grupy tematycznej będą dotyczyły wytwarzania i odbioru stalowych konstrukcji spawanych. W wykładzie pt. „Wytwarzanie spawanych konstrukcji stalowych” zostanie zawarta tematyka związana z technologicznością i wymaganiami dotyczącymi wykonania spawanych konstrukcji stalowych. Będzie omówiona technologiczność stalowych konstrukcji spawanych, klasy wykonania konstrukcji stalowych, dokumentacja projektowa i technologiczna, spawalność stali, procesy stosowane przy wytwarzaniu konstrukcji spawanych, skutki procesów spawania, wymagania w zakresie wykonania konstrukcji spawanych, kontrola i nadzór, jakość wykonania oraz błędy projektowe, wykonawcze i eksploatacyjne. Drugi wykład będzie obejmował zakres obowiązków inspektora nadzoru przy wnoszeniu konstrukcji stalowych oraz postępowanie przy odbiorach takich konstrukcji.

Kolejne dwa wykłady będą obejmowały zagadnienia związane ze szkieletami budynków z elementów cienkościennych oraz obudową ścian i dachów. W pierwszym z nich zostaną omówione zasady kształtowania konstrukcji szkieletów parterowych budynków mieszkalnych, wykonanych z prętów o przekrojach cienkościennych, sposoby stężenia takich obiektów, wybrane detale konstrukcyjne oraz materiały stosowane do wykonania izolacji przegród ściennych i dachowych. Następnie będą omówione kryteria doboru technologii wykonania konstrukcji szkieletu oraz sposób obliczeń wybranych elementów konstrukcji takich szkieletów, pomijany zwykle w literaturze przedmiotu. W drugim wykładzie zostaną przedstawione: klasyfikacja obudowy ze względu na jej konstrukcję, wymagania stawiane obudowie ścian i dachów oraz klasy konstrukcji według PN-EN 1993-1-3. Ponadto zostanie omówiony aktualny stan wiedzy w zakresie współpracy płyt warstwowych z konstrukcją dachu, w tym dokument European Recommendations on the Stabilization of Steel Structures by Sandwich Panels.

Następny wykład będzie dotyczył konstrukcji wsporczych pod urządzenia montowane na dachach budynków. Będą to głównie konstrukcje wsporcze pod maszty i urządzenia stacji bazowych telefonii komórkowej. Zostaną przedstawione sposoby posadowienia i kotwienia takich konstrukcji na dachach budynków oraz błędy rozwiązań projektowych i błędy wykonawcze.

W kolejnym wykładzie zostanie przedstawiona problematyka związana z konstrukcjami typu tensegrity, w tym:

dotychczasowe zastosowania, warunki geometryczne kształtowania takich konstrukcji oraz sposób tworzenia obliczeniowych modeli numerycznych. Zagadnienia te będą ilustrowane modelami przykładowych konstrukcji oraz ich analizą obliczeniową i wymiarowaniem programami ROBOT, RFEM i MIDAS. Zostanie zwrócona szczególna uwaga na problemy związane z bezpieczeństwem konstrukcji tensegrity w aspekcie potencjalnych uszkodzeń. Omówione będą także zagadnienia związane z kształtowaniem prętów, cięgien, węzłów oraz stref podporowych. Odrębny wykład będzie poświęcony tematyce związanej z konstrukcjami łukowymi podwójnie giętymi. Omówione zostaną zagadnienia związane ze sztywnością, statecznością i modelowaniem takich konstrukcji.

W ramach kolejnego wykładu zostaną omówione połączenia klejone w konstrukcjach stalowych, w szczególności:

- klasyfikacja klejów wraz z ich ogólną charakterystyką, w tym: parametry mechaniczne, wpływ temperatury na zmiany właściwości klejów;

- zasady wykonania złączy klejowych, w tym: dobór klejów, rola przygotowania powierzchni, czynniki wpływające na wytrzymałość połączeń, kolejne etapy w procesie klejenia, a także kontrola połączeń klejowych;

- zasady projektowania połączeń klejowych wraz z podstawowymi metodami analitycznymi obliczania połączeń zakładkowych, będą także przedstawione przykłady numerycznego modelowania złączy klejowych;

- przykłady zastosowania połączeń klejowych w budownictwie stalowym.

W kolejnym wykładzie zostaną przedstawione przykłady modelowania MES wybranych zrealizowanych konstrukcji stalowych. Omówiona będzie struktura modeli i konsekwencje ich zastosowania.

Ostatni wykład z tej grupy będzie dotyczył technologii Building Information Modelling BIM w cyklu życia budowli od etapów projektowania i budowy do utrzymania obiektu oraz tzw. poszerzonej rzeczywistości (AR).

Obciążenia, trwałość, zabezpieczenia, posadzki i rusztowania

Jeden wykład w tej grupie tematycznej będzie ujmował zagadnienia związane z obciążeniem wiatrem wysokich budowli – wież, masztów i kominów. Szczegółowo zostanie wyjaśnione m.in. obciążenie wiatrem kominów: w linii wiatru, wzbudzenie wirowe, rezonans wirowy, galopowanie i galopowanie interferencyjne, obciążenie odcinkowe masztów i wież oraz odciągów.

Trzy kolejne wykłady będą związane z problemami z zachowaniem się konstrukcji w warunkach pożaru. Pierwszy z nich będzie dotyczył kształtowania elementów konstrukcji i węzłów z uwagi na zabezpieczenie przeciwpożarowe i antykorozyjne. W drugim będzie omówiona problematyka zachowania się różnych gatunków stali konstrukcyjnych w warunkach pożaru. Zostanie pokazana odmienność reakcji na ekspozycję ogniową stali o wysokiej wytrzymałości oraz stali nierdzewnych i stali odpornych na temperaturę pożarową, tzw. stali FRS (Fire Resistant Steels), w porównaniu z typowymi stalami niskowęglowymi. Szczegółowo zostaną przedstawione właściwości termiczne stali (ciepło właściwe, przewodność cieplna i wydłużalność termiczna) w zależności od temperatury materiału, zmienność podstawowych cech mechaniczno-wytrzymałościowych (granica plastyczności, granica

proporcjonalności oraz moduł sprężystości podłużnej) w narastającej temperaturze materiału, odniesiona do różnych modeli opisu relacji naprężenie – odkształcenie, a także zmiany mikrostruktury stali konstrukcyjnej po pożarze i wpływ tych zmian na kruchość i uduerność. Trzeci wykład będzie obejmował zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa pożarowego hal przemysłowych. Zostaną w nim skomentowane wymagania polskiego prawa budowlanego w zakresie ochrony przeciwpożarowej. Wykład będzie też zawierał analizę porównawczą rozmaitych sposobów modelowania ustroju nośnego poddanego oddziaływaniu temperatury pożarowej. Jako model pożaru miarodajny do analizy bezpieczeństwa pożarowego hali przemysłowej zostanie przyjęty pożar zlokalizowany, co pozwoli na bardziej precyzyjną i odpowiadającą rzeczywistości warunkom prognozę rozwoju pola temperatury gazów spalinowych w badanym obiekcie, a w efekcie na bardziej wiarygodne wnioski. Sformułowane zostaną zalecenia konstrukcyjne zapewniające zabezpieczenie przeciwpożarowe ustroju nośnego hali.

Kolejne trzy wykłady będą dotyczyły trwałości. W pierwszym z nich zostanie przedstawiona problematyka zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji stalowych. Zostaną omówione metody badań poprawności wykonania powłok i stanu skorodowania konstrukcji. Będą przedstawione wymagania z tego zakresu. W drugim wykładzie zostaną zawarte zasady projektowania, wykonawstwa i utrzymania sprawności technicznej kominów stalowych w zmieniających się warunkach eksploatacji, w tym kominów dwupowłokowych z przewodami ze stali nierdzewnych. Zostaną także przedstawione autorskie i inne rozwiązania konstrukcji tłumiących, a także wskazane przyczyny uszkodzeń kominów wraz z proponowanymi sposobami ich naprawy i wzmocnień. Trzeci wykład będzie dotyczył metod oceny trwałości zmęczeniowej stalowych konstrukcji budowlanych z wykorzystaniem metod lokalnych – metody naprężeń geometrycznych i metody naprężeń efektywnych w dnie karbu, wraz z praktycznymi przykładami ich zastosowania. Omówione zostaną zasady analizy MES na potrzeby obliczeń zmęczeniowych z zastosowaniem różnych metod oceny, a także będą porównane metody lokalne, w tym dominująca dotychczas metoda naprężeń nominalnych.

Kolejne dwa wykłady będą związane z zapewnieniem jakości konstrukcji stalowych na wszystkich etapach przedsięwzięcia inwestycyjnego oraz tematyką związaną z niszczącymi i nieniszczącymi badaniami materiału, konstrukcji i obiektów budowlanych wykonanych ze stali, w tym połączeń spawanych.

Następne dwa wykłady obejmują tematykę związaną z posadzkami i podłogami przemysłowymi. Ich tytuły to: „Podłogi przemysłowe – teoria i rzeczywistość – na podstawie

wybranych przykładów z realizacji” oraz „Diagnostyka przemysłowych posadzek betonowych w aspekcie trwałości obniżonej w wyniku błędów projektowych, wykonawczych oraz sposobu ich eksploatacji”. W wykładach zostaną omówione przyczyny powstających uszkodzeń, spowodowane błędami na etapie projektowania, wykonawstwa i eksploatacji, a także propozycje napraw.

Ostatni wykład z tej grupy będzie dotyczył nowoczesnych rozwiązań rusztowań.

Podsumowanie

W poprzednich warsztatach poświęconych działowi „Konstrukcje metalowe, posadzki przemysłowe, lekka obudowa, rusztowania” (w 2016 r.) wiodącą tematyką było projektowanie wzmocnień oraz wykonywanie napraw i przebudów konstrukcji stalowych [1]. Omówiono wówczas powiązane merytorycznie zagadnienia związane z diagnostyką połączeń, historycznymi wyrobami hutniczymi, pękaniem konstrukcji, stosowaniem monitoringu, zabezpieczaniem antykorozyjnym i przeciwpożarowym, rozbiórkami konstrukcji oraz zastosowaniem rusztowań przy tych pracach. Treści te uzupełniono o wybrane zagadnienia dotyczące kształtowania i obliczania wybranych nowych konstrukcji. Drugą podstawową grupę tematyczną stanowiły zagadnienia związane z posadzkami – od przeglądu historycznego, przez wzmocnianie podłoża gruntowego, po projektowanie i ocenę stanu technicznego.

W edycji warsztatów w 2020 r. autorzy wykładów przedstawiają wiedzę dotyczącą projektowania, wytwarzania i odbioru oraz zapewnienia jakości różnego rodzaju konstrukcji metalowych i ich obudów, a także prawidłowego modelowania komputerowego konstrukcji powłokowych i prętowych. Zostaną poruszone zagadnienia związane z wpływem zagrożenia pożarem na projektowanie obiektów budownictwa stalowego. Pojawiają się również zagadnienia związane z kształtowaniem i modelowaniem konstrukcji cienkościennych oraz dodatkowo z ewolucją zasad projektowania w tym zakresie. Spora część uwagi zostanie poświęcona zapewnieniu lub zwiększeniu trwałości konstrukcji poddawanych wpływom zmęczeniowym i korozyjnym, a także ocenie ich żywotności. Ważnym uzupełnieniem będą wykłady w zakresie posadzek przemysłowych i rusztowań oraz hal posadowionych na terenach górniczych, wraz z długookresową oceną tych wpływów. Będą też wykłady na temat: konstrukcji typu tensegrity, metod BIM i rozszerzonej rzeczywistości oraz połączeń klejonych.

PIŚMIENNICTWO

- [1] XXXI ogólnopolskie warsztaty pracy projektanta konstrukcji. Materiały konferencyjne, tomy I–IV, PZITB Oddział Katowice, Szczyrk 2016.