

**Prof. dr hab. inż. Michał Knauff**

**SGGW w Warszawie**

**Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska**

**Katedra Konstrukcji Budowlanych**



**Recenzja pracy doktorskiej  
wykonanej na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej**

**STUDIUM PŁASKICH STROPÓW SPRĘŻONYCH KABLAMI  
BEZ PRZYCZEPNOŚCI**

Autor rozprawy: mgr inż. **Krzysztof Golanka**

Promotor: prof. dr inż. **Andrzej Ajdukiewicz**

Warszawa, dnia 5 września 2014

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Budownictwa, Politechniki Śląskiej z dnia 30 czerwca 2014 roku.

## 1. Opis rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska „Studium płaskich stropów sprężonych kablami bez przyczepności”, opracowana przez mgr. inż. Krzysztofa Gołonkę pod kierownictwem prof. Andrzeja Ajdukiewicza, składa się z tomu zawierającego podstawową treść pracy (dziesięć rozdziałów, liczących 253 strony) oraz z obszerniejszego od niego załącznika zatytułowanego „Aneksy”, który zawiera pięć aneksów oznaczonych literami A÷E. W aneksach przedstawiono dane i wyniki obliczeń MES wykorzystane w rozprawie.

W spisie piśmiennictwa umieszczono 88 pozycji - wśród nich jest 17 opracowań będących normami lub wytycznymi projektowania.

Rozprawa rozpoczyna się od wstępu, w którym przedstawiono współczesne tendencje w projektowaniu stropów z betonu. Autor przytacza wiele przykładów konstrukcji monolitycznych i prefabrykowanych, omawia wymagania stawiane dziś tym konstrukcjom (znaczna rozpiętość i duża obciążenia, uwarunkowania geometryczne związane z prowadzeniem poziomych instalacji) i stwierdza, że rozwiązaniem spełniającym większość wymogów mogą być płaskie stropy sprężone.

We „Wstępie” sprecyzowano także cel pracy. Jak pisze autor: „Celem niniejszej pracy jest ukazanie możliwości w projektowaniu płaskich stropów jak też przybliżenie projektantom procedur pozwalających na przeprowadzenie obliczeń płaskich stropów sprężonych kablami bez przyczepności przy zastosowaniu dostępnych na rynku standardowych – programów MES, bazujących na teorii sprężystości, na konkretnym przykładzie stropu o dużej rozpiętości i o niespotykanej smukłości...”.

Rozpatrywany w rozprawie strop, nazwany przez autora AG-25 (rys. 36 na str. 43 rozprawy), przekrywa powierzchnię 63x63 m i ma grubość  $h = 45$  cm. Centralne pole stropu jest wyjątkowo duże - ma wymiary 25 x 25 m, a więc stosunek  $l/h$  w tym polu wynosi 55.

Liczący dwie strony rozdział 2 zawiera krótki rys historii konstrukcji sprężonych ze szczególnym uwzględnieniem stropów płaskich.

W rozdziale 3 przedstawiono stan wiedzy dotyczący płaskich stropów sprężonych. Na początku tego rozdziału przedstawiono istotę korzystnego zastosowania kabli do sprężania belki jednoprzęsłowej. Autor rozdziela wpływ sprężenia na „wpływ osiowy” i „wpływ poprzeczny” (podobny podział będzie potem stosowany do modelowania oddziaływania sprężenia na strop). Taki podział wyczerpuje zagadnienie tylko w przypadku konstrukcji, w

których sprężenie nie wpływa na reakcje podpór (słupów), a przecież w statycznie niewyznaczalnej płycie takie reakcje wystąpią - dlatego w tym miejscu rozprawy należałoby poruszyć to zagadnienie.

W dalszych częściach tego rozdziału omawia się sprężanie kablami bez przyczepności, zalecane grubości płyt, dobór betonu, rozmieszczanie (w planie) cięgien sprężających w stropach płaskich pełnych i z elementami wypełniającymi (np. produkowanymi przez firmę Cobiax), trasowanie kabli w przekroju podłużnym (tu nie omówiono wpływu reakcji wzbudzonych przez sprężenie w konstrukcjach statycznie niewyznaczalnych), obliczanie sił wewnętrznych i stany graniczne nośności na zginanie i przebicie (bardzo pobieżnie), zasady sprawdzania ugięć, zarysowanie i odporność pożarową stropów sprężonych, obliczanie strat sprężenia i wskazówki konstrukcyjne. Tej bardzo obszernej tematyce poświęcono 37 stron – dlatego też informacje przedstawione w tym rozdziale są raczej pobieżne.

Podobnie rozdział 4 o tytule „Możliwości techniczno-technologiczne w projektowaniu i wykonawstwie” jest krótki (liczy 11 stron) i zawiera tylko elementarne informacje, dość przypadkowo dobrane. W tym rozdziale, w p. 4.5 rozwija się informacje o trasowaniu (w przekroju pionowym) kabli i definiuje „obciążenia zastępcze” wywoływane przez kable. Nie wiadomo dlaczego te obciążenia nazywa się zastępczymi – przecież są to realne oddziaływania kabli na brzegi kanałów kablowych. Omówienia wymagałoby natomiast określanie sił działających na system elementów skończonych, reprezentujących oddziaływanie kabli (to te oddziaływania można by nazwać „zastępczymi”).

Na str. 43 rozpoczyna się bardzo długi (146 stron), kluczowy dla całości rozprawy rozdział 5, zatytułowany „Studium pracy statycznej stropu AG-25 – przykład płaskiego stropu o nietypowej smukłości”.

Rozdział 5 zawiera opis i obliczenia stropu. Płyta o wymiarach 63x63 m ma być wykonana jako jedna całość, bez dylatacji. W związku z tym powstaje problem uniknięcia zarysowania, które może być wywołane przez skurcz betonu i odpływ ciepła hydratacji. Autor proponuje zatem zastosowanie klinów (rys. 38) między stropem a sąsiednimi, sztywnymi elementami, które mają pełnić rolę elementów usztywniających konstrukcję (a nie „stabilizujących”, jak pisze Autor) i zapobiec powstawaniu rozciągających sił podłużnych. Tak więc, słupy stropu mają być rozpatrywane jako elementy usztywnione (usztywnienie ma także wpływ na sposób obliczania na przebicie, ale przebicia w pracy nie rozpatrzono). Zastosowanie klinów jest interesującą koncepcją, ale zagadnienie wpływu skurczu i odpływu ciepła hydratacji nadal pozostaje istotne z względu na ograniczenie swobody odkształceń przez słupy.

W p. 5.2 opisano sprężenie stropu. P. 5.3 zawiera obliczenia strat siły sprężającej.

Kluczowe znaczenie ma p. 5.4 zatytułowany „Modele obliczeniowe” – tu wyjaśnia się w jaki sposób sprężenie zostało uwzględnione w systemie MES służącym do obliczania płyt sprężystych. Poza bezpośrednim otoczeniem słupów strop nie jest płytą pełną. W celu zmniejszenia ciężaru zastosowano elementy wypełniające dwóch różnych typów. W związku z tym znaczna część p. 5.4 dotyczy obliczania charakterystyk geometrycznych poszczególnych części stropu.

Jak dowiadujemy się z p. 5.4.4 do obliczeń stosowano trzy modele. Model AG25\_N1 jest modelem liniowo sprężystym, w którym bierze się pod uwagę rzeczywiste cechy geometryczne stropu. Model AG25\_N2 ma służyć do uwzględnienia skutków zarysowania – w związku z tym obszarom zarysowanym przypisano zastępczy moduł sprężystości (50% modułu przyjętego w AG25\_N1). W Modelu AG25\_U1 uwzględniono ponadto wpływ pełzania betonu.

P. 5.5 i 5.6 dotyczą obciążeń. W p. 5.7 przedstawiono wyniki obliczeń dotyczących SGN, a w dalszych punktach rozdziału 5 obliczenia związane z SGU oraz (w p.5.11), jak niezgrabnie pisze Autor, „wpływ efektów wynikający z teorii drugiego rzędu na pracę rozpatrywanej płyty stropowej”.

Przedmiotem rozdziału 6 jest ocena „dynamicznej pracy” stropu AG-25, a w rozdziale 7 przedstawiono studium odporności pożarowej tego stropu.

Trzy ostatnie rozdziały (8, 9 i 10) rozprawy to: „Wskazówki dla konstruktorów”, „Nowatorskie elementy rozprawy”, oraz „Podsumowanie i wnioski”.

Wskazówki dla konstruktorów, oprócz istotnych zaleceń dotyczących właściwego położenia kabli w polach skrajnych i rozmieszczania kabli w planie, wyznaczania miarodajnych przekrojów oraz kolejności prac i monitoringu, zawierają także wymagania oczywiste (np. że minimalna szerokość przekrojów między elementami wypełniającymi powinna być wystarczająca ze względu na ścinanie i że w celu zmniejszenia strat należy stosować naciąg dwustronny). W p.8 stwierdza się, że „bazując na przytoczonych procedurach...można z łatwością obliczać stropy podobnego typu”. Trudno zgodzić się z tą „łatwością”, zwłaszcza w świetle pytań, które zamieściłem w p. 2.2.

Za nowatorski element rozprawy Autor słusznie uważa samą konstrukcję stropu o niezwykle dużej rozpiętości. Wymienione przez doktoranta „wprowadzenie obliczeniowej metody iteracyjnej „quasi nieliniowej” nie wydaje mi się specjalnie oryginalne, a dokładność takich obliczeń jest bardzo wątpliwa.

Nie mogę natomiast zgodzić się, że, jak pisze Autor „nowatorskim elementem jest „maksymalne wykorzystanie siły osiowej od sprężenia – również w obliczeniach SGN (czego nie przewiduje literatura fachowa)”. Ten problem skomentowałem w pytaniach w p.2.2.

W „Podsumowaniu” umieszczono zwięzłe streszczenie pracy oraz opisano podstawowe wyniki.

Praca kończy się wykazem oznaczeń, spisami ilustracji i tablic oraz wykazem piśmiennictwa oraz norm i wytycznych.

## **2. Uwagi krytyczne i pytania**

### **2.1. Uwagi krytyczne**

2.1.1. Wadą rozprawy jest chaotyczna i słabo uporządkowana prezentacja treści.

W pracy umieszczono w formie szkiców i zestawień wszystkie dane niezbędne do wykonania obliczeń, ale brakuje jasnych rysunków konstrukcji stropu, które, moim zdaniem powinny znaleźć się na początku rozprawy. Muszę to uznać za istotne niedopatrzenie.

Podstawowym tematem doktoratu jest projekt stropu nazwanego AG-25. Na podstawie tytułu rozprawy i opisu stropu umieszczonego na początku pracy można sądzić, że jest to płaski strop płytowy o grubości 45 cm. Tymczasem najpierw z krótkiej wzmianki w p.1, a potem z dalszych punktów dowiadujemy się, że podstawowe znaczenie mają ciągnąca sprężające umieszczone poniżej dolnej powierzchni stropu. Ostatecznie grubość stropu, mierzona od górnej powierzchni do spodu betonu otulającego ciągnąca zewnętrzne wynosi metr. Oczywiście, przestrzeń między spodem płyty, a ewentualnym podwieszonym sufitem może być wykorzystana do poprowadzenia instalacji, które mogą zmieścić się nad elementami zawierającymi dolne ciągnąca.

Bardzo dużo miejsc poświęca się niektórym problemom, których rozwiązania są oczywiste, a pobieżnie omawia się niektóre zagadnienia, które mogą być ważne i stwarzać trudności (z tym związane są moje pytania w p. 2.2).

Ważny, obszerny załącznik składa się z aneksów oznaczonych literami A÷E. Aneksy te nie mają innych tytułów – w związku z tym wyszukanie w nich potrzebnych informacji jest mocno utrudnione.

Zastrzeżenia może budzić budzi kolejność i waga przypisywana poszczególnym zagadnieniom, które omawia się w głównej części rozprawy.

2.1.2. Jak już wspomniano, podział efektów sprężenia na „wpływ osiowy” i wpływ poprzeczny” wyczerpuje zagadnienie tylko w przypadku konstrukcji, w których sprężenie nie



wpływa na reakcje podpór (słupów), a przecież w statycznie niewyznaczalnej płycie takie reakcje wystąpią. W tekście i we wnioskach należałoby poruszyć to zagadnienie.

2.1.3. Nie wiadomo dlaczego w rozdziale 4 o tytule „Możliwości techniczno-technologiczne w projektowaniu i wykonawstwie” znalazła się definicja zjawiska „tension stiffening”.

Zjawisko to ma wpływ na rozkład sił w płycie, ale powinno być omówione w innym miejscu – tam gdzie mowa o metodach obliczeń.

2.1.4. Zbyt wiele miejsca poświęcono elementarnemu zadaniu obliczania momentów bezwładności przekrojów osłabionych otworami i ciężaru stropu. W pracy doktorskiej nie musimy informować czytelnika, że do obliczania momentu bezwładności względem osi nie przechodzącej przez środek ciężkości przekroju stosuje się wzór Steinera (st. 105). W tym punkcie wystarczyło by określić dane geometryczne i zdefiniować, co się rozumie przez zastępcze ciężary własne (a nie „właściwe”, jak pisze Autor) i momenty bezwładności oraz omówienie wyników, takie jak na str.113.

2.1.5 W pracy nie rozpatrzono ścinania (świadomie). Można nie wykonywać szczegółowych obliczeń ze względu na przebicie, ale należałoby przynajmniej wykazać, że wymiary głowicy są wystarczające ze względu na nośność.

2.1.6. Autor jest przede wszystkim inżynierem-projektantem (pracującym w Niemczech), a nie naukowcem. Zapewne z tego powodu w pracy znajduje się sporo błędów w polskim słownictwie technicznym. Widać, że Autorowi brak wprawy w pisaniu tekstów naukowych. Jeżeli rozprawa ma być podstawą publikacji, to należałoby w niej przerobić wiele bardzo długich, złożonych zdań, które powodują, że pracę czyta się z dużym trudem. Poniżej przedstawiam tylko wybrane przykłady tych błędów.

Str. 11. Niepotrzebne stosuje się nazwę „mushroom systems” – powinno być po prostu „stropy grzybkowe”.

Str. 26. Zamiast poprawnego terminu „stan graniczny nośności na zginanie” występuje zwrot „stan graniczny złamania”.

Str. 38. Doktorant stwierdza, że „projektanci mają aktualnie możliwość korzystania z programów umożliwiających przeprowadzenie obliczeń nieliniowych metodą iteracyjno-przyrostową”...Programy te (jak dotychczas) nie sprawdziły się w praktycznych zastosowaniach”. Doktorant słusznie zauważa, że stosowanie takich programów jest pracochłonne i skomplikowane, ale zacytowane powyżej stwierdzenie kończące cytata z rozprawy jest gołosłowne i sformułowane zbyt kategorycznie.

Str.43 i inne. W tytułach rozdziałów i w tekście występują określenia „praca statyczna” i „praca dynamiczna”. Te określenia, jakkolwiek szeroko rozpowszechnione, nie są poprawne, ale użycie ich przez inżyniera pracującego w Niemczech można ostatecznie uznać za wybaczalne.

Str. 61 i dalsze. Opis sprężenia mógłby być bardziej syntetyczny. Np. na str. 61 i następnym przedstawiono szczegółowe dane dotyczące długości poszczególnych odcinków kabli (z powodzeniem można było umieścić te dane tylko w Aneksie).

Str. 67 i dalsze. Rozpoczynające się na str. 67 obliczenia strat sprężenia zajmują 27 stron, a większość tych obliczeń polega na podstawianiu do znanych wzorów z normy. Jak można było przewidzieć, w konstrukcji rozpatrywanej w pracy straty te są niewielkie (kable o niskim współczynniku tarcia, niewielkie naprężenia w betonie). Obliczenie strat można było umieścić w Aneksie, a w pracy podać tylko wyniki.

Str. 66. Przykład niezręcznego sformułowania. Doktorant pisze „Trasowanie każdego z ww. typów kabli jest symetryczne w stosunku do płaszczyzny pionowej...”. Powinno się napisać np. „Kable każdego z ww. typów rozmieszcza się symetrycznie względem płaszczyzny pionowej...”.

Str. 69. Występuje tu zwrot „trasowanie kabli na odcinku pomiędzy dewiatorami przewidziano jako prostoliniowe”. Należało napisać po prostu, że pomiędzy dewiatorami kable są proste. Na tej samej stronie występuje „stan graniczny nośności w fazie budowlanej”, a powinno być „w sytuacji początkowej”.

Str. 95. Na str. 95 występuje zwrot „...wystarczy w obliczeniach zapewnić, że w przekrojach zadeklarowanym jako niezarysowane nie dojdzie do dekompresji, tj. do przekroczenia naprężeń rozciągających równych wytrzymałości betonu na rozciąganie”. Pomijając niezręczność tego sformułowania, trzeba uznać, że jest ono błędne. Według normy warunek dekompresji (w danym włóknie) uważa się za spełniony wtedy, gdy nie występują w nim naprężenia rozciągające (a nie naprężenia mniejsze od wytrzymałości na rozciąganie).

Str. 120. Zastosowano dwukrotnie termin „model elasto-sprężysty”. Oczywiście model może być np. sprężysto-plastyczny, ale nie elasto-sprężysty, gdyż oba użyte tu słowa oznaczają to samo.

Str. 120 i inne. Na str. 120 stronie i na stronie następnej (a także na str. 129,130, 131, 139 i zapewne w wielu innych miejscach) występują „słupy rogowe” (powinno być „narożne”).

Str. 121 i inne. Oznaczenia sił wewnętrznych na rys. 77 i w związanym z nim tekście oraz wielu innych miejscach są wysoce niezręczne. Początkowo czytelnik pracy może sądzić,

że momenty i siły oznaczone przez  $Mr_d$ ,  $Nr_d$  i  $Vr_d$  oznaczają graniczne, obliczeniowe wartości tych zmiennych (w normie oznaczane przez  $M_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$  i  $V_{Rd}$ ), co może budzić konfuzję, gdyż – używając języka normy – rozpatrywane tam wartości (wywołane przez obciążenie obliczeniowe) powinny być opatrzone indeksami „Ed”. Dopiero we „wskazówce” umieszczonej pod tablicą na str. 139 znajdujemy wiadomość, że oznaczenie „r” odpowiada kierunkowi „X”, a oznaczenie „s” kierunkowi „Y” według programu MicroFE. Tak więc, należałoby stosować oznaczenia  $M_{Edx}$  i  $M_{Edy}$  albo po prostu  $M_x$  i  $M_y$ .

Str. 210 i inne. Zamiast „forma drgań własnych” powinna być „postać drgań własnych”.

W całej pracy występuje wiele bardzo długich zdań, niezbyt dobrze zbudowanych, które często zawierają niepotrzebne powtórzenia lub truizmy, jak np. (str. 230): „Przykład analizowanej konstrukcji stanowił wytypowany strop, opatrzony symbolem AG-25, obliczany za pomocą różnych modeli zaprojektowany w aspektach nośności, użyteczności, odporności pożarowej i realności technologicznej”. Przecież w każdym projekcie należy sprawdzić wymagania dotyczące stanów granicznych i odporność pożarową oraz zapewnić realność wykonania.

## 2.2. Pytania

A) Rola siły sprężającej w obliczeniach i sprawdzanie SGN.

Siły sprężające są w rozprawie reprezentowane przez oddziaływania tych sił na płytę. Wykonując obliczenia potrzebne do sprawdzenia SGU bierze się pod uwagę siły sprężające po stratach – poprawność takiego postępowania nie budzi zastrzeżeń.

W związku z obliczeniami niezbędnymi do sprawdzenia SGN powstają pewne wątpliwości, zwłaszcza, że doktorant twierdzi, że powszechnie stosowana teoria nie obejmuje przypadków, w których występuje niezerowa siła podłużna.

Wyobraźmy sobie, że projektujemy belkę statycznie wyznaczalną – wtedy metoda postępowania jest jednoznacznie określone w normie. Momenty zginające w SGN oblicza się stosując obciążenia z odpowiednimi współczynnikami, a siła sprężająca nie ma wpływu na momenty w belce.

Do wymiarowania można zastosować jedną z dwóch koncepcji

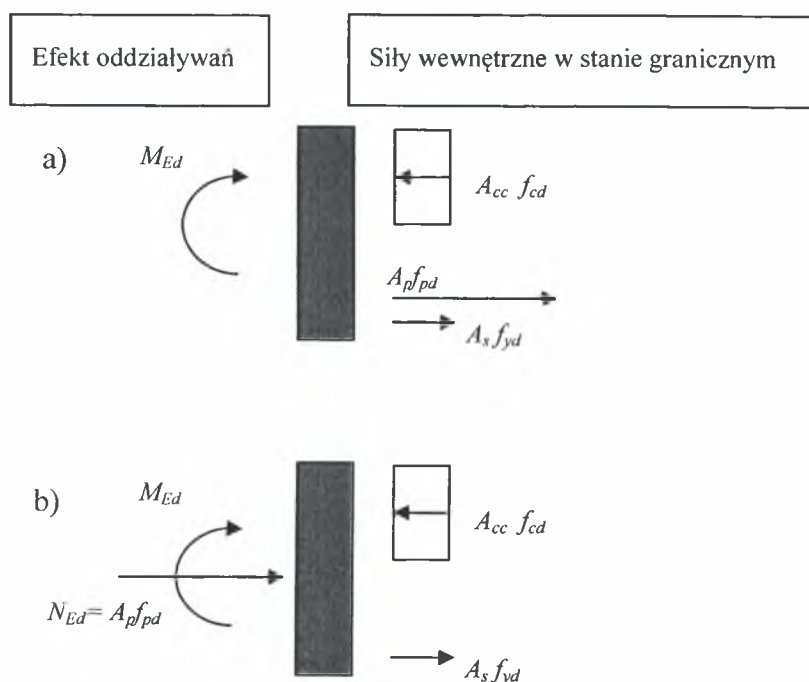
a) nośność krytycznego przekroju oblicza się jako nośność **przekroju zginanego**, zakładając, najpierw, że w SGN naprężenia wstali sprężającej są równe obliczeniowej, granicznej granicy plastyczności (umownej)  $f_{pd}$ . Jeżeli w toku obliczeń okaże się, że odkształcenia na poziomie cięgien sprężających są mniejsze od potrzebnych do osiągnięcia  $f_{pd}$  to na podstawie warunku



równowagi sił oblicza się te naprężenia i wyznacza nośność graniczna dla obliczonych naprężeń mniejszych od  $f_{pd}$ .

b) nośność krytycznego przekroju oblicza się jako nośność żelbetowego przekroju **mimośrodowo ściskanego**, obciążonego momentem pochodzącym od obciążeń i siłą podłużną  $A_{pf_{pd}}$ . Podobnie jak w poprzednim przypadku w trakcie wymiarowania należy sprawdzić, czy rzeczywiście osiąga się granicę plastyczności w cięgnach.

Sposoby a) i b) są równoważne, tzn. doprowadzają do takiego samego wyniku.



W rozprawie rozpatruje się ustrój statycznie niewyznaczalny – siła sprężająca wywołuje w płycie momenty zginające, które nie wszędzie są równe iloczynowi siły przez mimośród. Dlatego do sprawdzenia nośności można zastosować tylko sposób b). Rzeczywiście, z pracy można wywnioskować, że ostateczne wyniki osiągnięto stosując program do wymiarowania elementów żelbetowych obciążonych momentem zginającym i siłą podłużną. Powstaje więc pytanie, czy w tych obliczeniach założono, że naprężenia w cięgnach są równe  $f_{pd}$  i czy sprawdzono, że odkształcenia na poziomie cięgien są wystarczająco duże?

#### B) Zarysowanie płyty i redystrybucja momentów

W rozprawie rozpatrywano trzy modele: liniowo sprężysty Model AG25\_N1 i dwa modele nieliniowe, w których uwzględniono wpływ zarysowania oraz zarysowania i pełzania na

sztynność płyty. Niestety, w głównej części rozprawy nie ma porównania wyników, które otrzymano za pomocą tych modeli (trzeba by ich szukać w bardzo obszernym Aneksie).

Podobne obliczenia wykonywane dla belek ciągłych ze zbrojeniem sprężysto-zgodnym (tzn. wyznaczonym na podstawie rozwiązania klasycznego, w którym przeszłom przypisuje się sztywność stałą), doprowadzają do wniosku, że wpływ zmian sztywności (wywołanych przez zarysowania i pełzanie) na momenty ekstremalne jest znikomy (oczywiście wpływ na ugięcia jest istotny). **Czy w stropie rozpatrywanym w pracy jest podobnie?**

C) Szerokość rys i inne wymagania normy dotyczące zarysowania.

Należałoby jasno sprecyzować, jaki jest wynik sprawdzenia szerokości rys z punktu widzenia wymagań normy dotyczących SG zarysowania (w tym wymagań dotyczących minimalnego zbrojenia ze względu na zarysowanie). Naprężenia rozciągające są nieduże, ale to nie zwalnia konstruktora z obowiązku sprawdzenia szerokości rys. Sprawdzenie takie można pominąć tylko wtedy, gdy naprężenia rozciągające wywołane charakterystyczną kombinacją oddziaływań (characteristic combination) nie przekraczają wytrzymałości na rozciąganie. Jak się zdaje, sprawdzając zarysowanie w rozprawie rozpatrywano tylko kombinację quasi-stałą.

### 3. Podsumowanie

Rozprawa mgr. inż. Krzysztofa Golonki jest oparta na obszernym i właściwie dobranym piśmiennictwie, które zostało wnikliwie przeanalizowane. Zagadnienie, będące przedmiotem rozprawy doktorskiej jest jasno określone w pierwszym rozdziale pracy i na początku podsumowania zawartego w rozdziale 10.

Zgodnie z ustawą rozprawę doktorską może stanowić praca projektowa, jeżeli przedstawia ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz jest dowodem, że kandydat ma ogólną wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Rozprawa będąca przedmiotem recenzji dotyczy oryginalnego, skomplikowanego i bardzo pracochłonnego projektu, w którym występują zaawansowane zagadnienia teorii konstrukcji żelbetowych i sprężonych. Pomimo licznych zastrzeżeń (większość z nich dotyczy uporządkowania pracy, stylu i języka), które przedstawiłem w p. 2, mogę uznać, że rozprawa mgr. inż. Krzysztofa Golonki spełnia wymagania ustawy. Stawiam zatem wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Krzysztofa Golonki i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Prof. dr hab. inż. Michał Knauff

