

# Wpływ niezgodnionych zmian w projekcie na niezawodność układu konstrukcyjnego



dr inż.  
**ANNA RAWSKA-SKOTNICZNY**  
Wydział Budownictwa i Architektury  
Politechnika Opolska  
**ORCID: 0000-0002-0997-5029**



dr inż.  
**IZABELA TYLEK**  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Politechnika Krakowska  
**ORCID: 0000-0002-0477-5028**



dr inż.  
**KRZYSZTOF KUCHTA**  
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii  
Akademia Górniczo-Hutnicza  
**ORCID: 0000-0002-7924-7297**

W artykule przedstawiono wymagania dotyczące niezawodności konstrukcji budowlanych zawarte w krajowych przepisach prawnych i europejskich normach technicznych. Omówiono wpływ zmian projektowych na poziom niezawodności obiektu budowlanego.

Niezawodność jest specyficzną cechą konstrukcji budowlanych, z jednej strony obligatoryjnie wymaganą przepisami obowiązującego prawa i powołanych norm technicznych, a z drugiej uznawaną często za pojęcie abstrakcyjne i trudne do zrozumienia nie tylko dla inwestora, lecz nierzadko również pozostałych uczestników procesu budowlanego. Z reguły wzrost niezawodności powoduje zwiększenie kosztów inwestycji, stąd istotnym problemem jest ustalenie racjonalnego wymaganego poziomu niezawodności, będącego kompromisem pomiędzy ogólnie pojętym bezpieczeństwem użytkowania a kosztami wykonania i utrzymania konstrukcji, przy jednoczesnym uwzględnieniu ryzyka wystąpienia błędów ludzkich [2]. Z racji tego, że bezpieczeństwo – w tym również bezpieczeństwo użytkowania obiektów budowlanych – jest konstytucyjnie gwarantowanym prawem zgodnie z art. 5 i 76 Konstytucji RP, to zakres i środki służące zapewnieniu tego bezpieczeństwa nie są przedmiotem swobodnego wyboru inwestora, lecz narzuca je akt prawny w randze ustawy z towarzyszącymi mu rozporządzeniami.

## Niezawodność a ustawowe bezpieczeństwo konstrukcji budowlanych

Zapewnienie założonej niezawodności konstrukcji zgodnie z krajowymi przepisami prawnymi odbywa się poprzez wprowadzenie zróżnicowanego systemu kontroli jako-

ści, obejmującego projektowanie, wykonanie i utrzymanie obiektów budowlanych [2]. Ustawa Prawo budowlane [8] przewiduje stopniowanie nadzoru w procesie inwestycyjnym, w zależności od stopnia skomplikowania obiektu budowlanego oraz jego wpływu na środowisko lub nieruchomości sąsiednie. Obiekty budowlane o prostej konstrukcji mogą być wykonywane na podstawie projektu sporządzonego przez projektanta z odpowiednimi uprawnieniami. Projekty pozostałych obiektów budowlanych podlegają obowiązkowemu sprawdzeniu przez inną osobę, posiadającą uprawnienia bez ograniczeń w danej specjalności. Dodatkowo dla obiektów, których wykonanie lub użytkowanie może stwarzać poważne zagrożenie dla użytkowników (np. obiekty energetyki jądrowej, rafinerie, zakłady chemiczne, zapory wodne) oraz obiektów o nowych, niesprawdzonych w krajowej praktyce rozwiązaniach technicznych, niezajdujących podstaw w przepisach i Polskich Normach, do wniosku o pozwolenie na budowę należy dołączyć również specjalistyczną opinię sporządzoną przez osobę lub jednostkę wskazaną przez właściwego ministra. Obiekty podlegające procedurze zgłoszenia właściwemu organowi administracji publicznej zazwyczaj mogą być wykonywane bez ustanowienia kierownika budowy, zatem potencjalne błędy na tym etapie realizacji inwestycji powinny być wykryte podczas autoinspekcji wykonawcy robót. Przykładem takich inwestycji może być budowa niewiel-

kich obiektów gospodarczych, wiat, garaży, przydomowych ganków i oranżerii czy przydomowych basenów oraz oczek wodnych. Kontrolę nad poprawnością wykonania obiektów objętych procedurą pozwolenia na budowę zgodnie z [8] sprawuje kierownik budowy, natomiast obiekty wymienione w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [10] podlegają dodatkowo niezależnej kontroli ze strony inspektora nadzoru inwestorskiego. Do tej ostatniej grupy zaliczane są m.in. obiekty zabudowe oraz obiekty posiadające dużą kubaturę, wysokość i skomplikowaną konstrukcję (mosty, konstrukcje powłokowe, wiszące czy sprężane). Nadzór nad prawidłowym wykonaniem obiektu budowlanego może również pełnić autor projektu, który powinien reagować m.in. w sytuacji, gdy budowa nie jest prowadzona zgodnie z dokumentacją projektową. Prawo do wstrzymania robót przysługuje wyłącznie kierownikowi budowy, natomiast zarówno autor projektu, jak i inspektor nadzoru mają prawo żądać takiego działania wpisem do dziennika budowy [2, 3].

Podobną koncepcję zapewnienia niezawodności zawarto w europejskich przepisach normowych. Aktualna wersja normy PN-EN 1990 [6] zaleca trójstopniowe zróżnicowanie poziomu niezawodności konstrukcji budowlanych, przy czym przyjmuje się, że wymagany poziom niezawodności nie musi być jednaki dla każdego obiektu budowlanego, lecz powinien zostać dobrany z uwagi na rodzaj analizowanej konstrukcji, sposób jej użytko-

wania oraz rozważaną sytuację obliczeniową. W odniesieniu do sytuacji związanych z bezpieczeństwem (stany graniczne nośności) będzie się wymagać znacznie większej niezawodności konstrukcji niż w sytuacjach związanych z komfortem lub prawidłowością użytkowania (stany graniczne użyteczności). Wybór poziomu niezawodności powinien również uwzględniać możliwe konsekwencje zniszczenia (zagrożenie życia, uszkodzenie ciała, potencjalne straty materialne i środowiskowe), reakcje społeczne na zniszczenie, a także koszty i zabiegi, które należy podjąć, aby ograniczyć ryzyko zniszczenia. W odniesieniu do konstrukcji budowlanych termin „zniszczenie” obejmuje zarówno bezpieczeństwo, jak i użytkowanie konstrukcji.

Odpowiedni poziom niezawodności obiektu budowlanego uzyskuje się w myśl procedur normowych nie tylko drogą właściwego kształtowania konstrukcji i projektowania odpowiednimi, analitycznymi metodami obliczeniowymi, lecz również poprzez stosowanie niekwantyfikowalnych, lecz stopniowanych, środków takich jak nadzór i kontrola (inspekcja). Przyporządkowanie konstrukcji do jednej z trzech określonych w powyższej normie klas niezawodności konstrukcji RC (ang. *Reliability Class*) określa jednocześnie przypisane im trzy środki zapewnienia niezawodności: ujmowany liczbowo „zapas bezpieczeństwa” w postaci odpowiednich wartości wskaźnika niezawodności  $\beta$  albo współczynników KFI różnicujących wartości obciążeń obliczeniowych, poziomów nadzoru przy projektowaniu DSL (ang. *Design Supervision Level*) i poziomów inspekcji w trakcie wykonania konstrukcji IL (ang. *Inspection Level*, por. rys. 1.).

Mimo obowiązywania od 1 stycznia 2018 r. zmienionego brzmienia rozporządzenia [9], w którym w zakresie projektowania konstrukcji przywołano jedynie normy z serii PN-EN 1990÷1999, zawarte w nich zapisy dotyczące różnicowania niezawodności obiektów budowlanych nie zostały do tej pory skorelowane z przepisami prawnymi. W ustawie Prawo budowlane oraz w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [12] nie wprowadzono klasyfikacji obiektów budowlanych ze względu na konsekwencje ich zniszczenia. Ustawodawca nie zobowiązał również projektanta do deklarowania klasy niezawodności konstrukcji RC ani klasy konsekwencji CC w projekcie budowlanym. Jednocześnie w normach istnieją zapisy wykluczające bierność wymienionych podmiotów w tej sprawie, przykładowo w normie PN-EN 1993-4-2 p. 2.2(4) [7] znajduje się zapis „Klasa konsekwencji powinna być uzgodniona między projektantem, inwestorem i odpowiednimi władzami”.

Inaczej sytuacja wygląda w odniesieniu do budowli hydrotechnicznych. W tym przypad-

Klasa konsekwencji zniszczenia	Współczynnik do oddziaływań	Klasa niezawodności	Poziom nadzoru przy projektowaniu	Poziom inspekcji
CC3 wysokie zagrożenie życia ludzkiego lub bardzo duże konsekwencje ekonomiczne, społeczne i środowiskowe	$K_{FI} = 1,1$	RC3 wysoka	DSL3 zaostrzony	IL3 zaostrzona
CC2 przeciętne zagrożenie życia ludzkiego lub znaczne konsekwencje ekonomiczne, społeczne i środowiskowe	$K_{FI} = 1$	RC2 przeciętna	DSL2 normalny	IL2 normalna
CC1 niskie zagrożenie życia ludzkiego lub nieznaczne konsekwencje społeczne, ekonomiczne i środowiskowe	$K_{FI} = 0,9$	RC1 niska	DSL1 autokontrola	IL1 autoinspekcja

Rys. 1. Zalecane związki pomiędzy klasą konsekwencji zniszczenia a projektowaniem i wykonaniem konstrukcji wg [6]

ku regulacje dotyczące wymaganego poziomu bezpieczeństwa, a co za tym idzie, poziomu niezawodności, funkcjonowały w polskim systemie prawnym przed wprowadzeniem Eurokodów. Zgodnie z nadal obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie [11] wprowadza się klasyfikację budowli hydrotechnicznych, którym jednocześnie przypisuje się odpowiednie poziomy niezawodności w czterostopniowej skali, w zależności od konsekwencji potencjalnego zniszczenia takiego obiektu.

Niespójność przepisów prawnych i aktualnych norm technicznych projektowania budowlanego w tym zakresie jest niezrozumiała tym bardziej, że „mechanizm” zwiększania niezawodności konstrukcji poprzez zwiększenie stopnia kontroli jest zawarty w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie rodzajów obiektów budowlanych, przy których realizacji jest wymagane ustanowienie inspektora nadzoru inwestorskiego [10]. Podobnie w § 204 pkt 7 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [9], dla wybranych obiektów wprowadza się obowiązek instalowania systemów monitoringu, zapewniających stałą kontrolę parametrów istotnych dla bezpieczeństwa konstrukcji.

### Zmiany na etapie realizacji konstrukcji i ich wpływ na niezawodność

W trakcie wykonywania konstrukcji budowlanych zdarzają się sytuacje, w których inwestor zwraca się, zgodnie z art. 23 p.1 Ustawy Prawo budowlane [8], do projektanta o zgodę na wprowadzenie zmian w istniejącym projekcie budowlanym. Projektant, jako osoba odpowiedzialna za zapewnienie niezawodności na etapie projektowania konstrukcji, powinien wypowiedzieć się na temat postulowanych rozwiązań zamiennych zgłoszonych przez kierownika budowy lub inspektora nadzoru inwestorskiego, por. art. 20 ust. 1 ustawy Prawo budowlane [8]. Niedopuszczalne jest wprowadzanie zmian niezgodzonych z projektantem przez innych uczestników procesu budowlanego, ponieważ brak

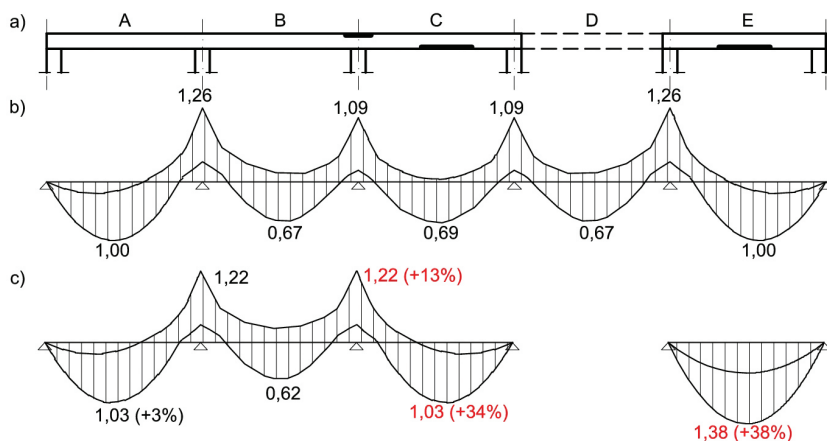
weryfikacji przeprowadzonej przez osobę o odpowiednich kwalifikacjach może prowadzić do obniżenia niezawodności konstrukcji, zarówno ze względu na nośność, użyteczność, jak i trwałość, ponadto wchodzenie w nie swoje kompetencje jest naruszeniem prawa [4]. W skrajnych przypadkach efektem takich zmian może być doprowadzenie obiektu do stanu katastrofy budowlanej lub konieczność jego rozbiórki.

Poniżej przedstawiono przykłady inwestycji, przy których realizacji zostały wprowadzone zmiany w projekcie budowlanym nieuzgodnione z projektantem posiadającym uprawnienia budowlane w odpowiednim zakresie. W konsekwencji niezawodność konstrukcji została obniżona poniżej wymaganego poziomu, co doprowadziło do jej awarii. Dodatkowo, na przykładzie połączenia śrubowanego, pokazano, jak pozornie nieistotna zmiana parametrów geometrycznych znacząco wpływa na stopień wykorzystania nośności połączenia.

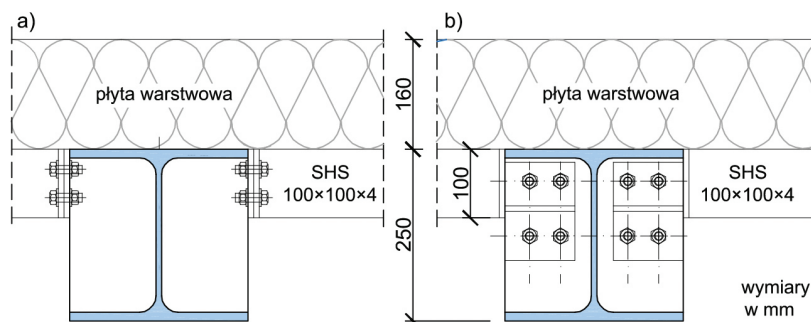
#### Przykład P1

Na żądanie inwestora projektant posiadający uprawnienia budowlane w specjalności architektonicznej, pełniący nadzór autorski, przyjechał na budowę wprowadzić zmiany w projekcie. Inwestor chciał zlikwidować jedno przeszło monolitycznego stropu żelbetowego, aby uzyskać atrium przechodzące przez dwie kondygnacje budynku. Projektant zakwalifikował zmianę jako nieistotną z punktu widzenia ustawy Prawo budowlane [8] i podpisał zgodę na likwidację przeszła.

Pomimo zgłoszonych w dzienniku budowy przez kierownika wątpliwości, dotyczących sposobu zbrojenia przeszła po zmianie, projektant pełniący nadzór autorski uznał, że nie ma potrzeby dostarczenia rysunków zamiennych konstrukcji tych przeszła. Wykonawca wykonał zatem zbrojenie stropu zgodnie z pierwotnym projektem, zmieniając jedynie, zgodnie ze swoją wiedzą techniczną, sposób zakotwienia prętów zbrojeniowych przy podporach. W konsekwencji, jeszcze w okresie gwarancyjnym, strop zarysował się na spodzie płyty w przeszłach C i E oraz na górze płyty nad podporą BC (rys. 2a.), ze względu na wzrost momentów zginających spowodowany zmianą schematu statycznego i brak wystarczającego zbrojenia w tym rejonie.



Rys. 2. Analizowany strop żelbetowy: a) przekrój poprzeczny, b) obwiednie momentów zginających dla schematu statycznego zgodnego z projektem budowlanym, c) obwiednie momentów zginających po zmianie zatwierdzonej przez architekta. Momenty zginające przedstawiono jako wartości względne, przyjmując jako poziom odniesienia wartość maksymalnego momentu w przeszle skrajnym schematu „b”



Rys. 3. Połączenie ryglów ścienny – słup: a) rozwiązanie pierwotne, b) rozwiązanie zamiennie wprowadzone przez wykonawcę



Rys. 4. Realizacja rozwiązania zamiennego połączenia ryglów ścienny – słup, stwarzająca zagrożenie katastrofą budowlaną

W przypadku skierowania sprawy na drogę sądową inwestor będzie się ubiegał o roszczenie odszkodowawcze za naprawę stropu z polisy jednego z uczestników procesu budowlanego. Zapewne będzie to projek-

tant sprawujący nadzór autorski, który wydał zgodę na wprowadzenie zmian bez analizy ich wpływu na niezawodność stropu. Rozpatrywane w przykładzie zmiany dotyczyły układu nośnego budynku, możliwość ich wprowadzenia powinna więc być zweryfikowana przez osobę posiadającą uprawnienia w specjalności konstrukcyjno-budowlanej. Projektant sprawujący nadzór autorski takich uprawnień nie posiadał, a nie zapewniając udziału w nadzorze osoby ze stosownymi kwalifikacjami i podejmując nieuprawnione decyzje, swoimi działaniami doprowadził do obniżenia rzeczywistej niezawodności konstrukcji.

Należy tutaj podkreślić, że z punktu widzenia przepisów prawa analizowane w przykładzie odstępstwo od zatwierdzonego projektu było być może nieistotne i nie wymagało uzyskania decyzji o zmianie pozwolenia na budowę, jednak z punktu widzenia zapewnienia niezawodności konstrukcji zmiana była znacząca i wymagała wprowadzenia przez uprawnione osoby korekt w rozwiązaniach konstrukcyjnych, które powinny zostać przekazane do realizacji kierownikowi budowy.

### Przykład P2

W trakcie wykonywania wolnostojącej hali stalowej, mającej pełnić funkcje magazynu warzyw korzeniowych w warunkach chłodni-

czych, wprowadzono bez uzgodnienia z projektantem zamienne rozwiązanie połączenia rygli ściennych ze słupami. W pierwotnym projekcie budowlanym przewidziano do wykonania wrażliwe na niedokładności montażu połączenia doczołowe, jednak ze względu na brak odpowiednich umiejętności wykonawca zastosował prostsze w wykonaniu połączenia zakładkowe (rys. 3).

Mimo że zaproponowane przez wykonawcę rozwiązanie zmieniło sposób pracy konstrukcji (poprzez zmianę sztywności połączenia i wprowadzenie mimośrodów sił działających na łączniki), nie zostało ono zweryfikowane przez projektanta posiadającego odpowiednie uprawnienia budowlane – nie było więc wiadomo, czy po zmianach nadal spełnione są chociażby warunki nośności. Dodatkowo inspektor nadzoru inwestorskiego dopuścił do realizacji robót wykonawcę bez wymaganych uprawnień zakładowych, doświadczenia zawodowego i wiedzy technicznej, który nie potrafiąc prawidłowo wykonać wprowadzonych przez siebie połączeń, rozciął blachy węzłowe, doprowadzając do zagrożenia katastrofą budowlaną – rys. 4.

Przypadek sprawił, że nieswiadomy stanu technicznego konstrukcji inwestor po wykryciu śladów korozji wstrzymał zapłatę za wykonane roboty, przez co wykonawca skierował sprawę na drogę sądową. Na podstawie przeprowadzonej ekspertyzy biegły sądowy wykazał, że przedstawione powyżej błędy nie były jedynymi, a ich łącznym efektem był stan, w którym naprawa konstrukcji wiązała się z jej częściową rozbiórką i znacznymi kosztami. Wprowadzenie zmian niezgodzonych z projektantem i brak odpowiedniego nadzoru podczas wykonywania konstrukcji doprowadziło do tak dużego obniżenia niezawodności konstrukcji, że podjęta została decyzja o całkowitym demontażu obiektu przed jego oddaniem do eksploatacji. Na szczęście nie doszło do potencjalnie tragicznej w skutkach katastrofy budowlanej, jednak z finansowego punktu widzenia inwestycja była pełnym fiaskiem, ponieważ oprócz kosztów budowy inwestor poniósł kilkukrotnie wyższe straty z tytułu niezrealizowanych umów. Inwestor zapewne będzie chciał te straty przynajmniej częściowo zrekompensować, występując z roszczeniami m.in. wobec wykonawcy [3].

### Przykład P3

Ze względu na konieczność przeprowadzenia przewodów instalacyjnych wykonawca bez powiadomienia projektanta zmienił przekrój ściagu z pierwotnie zaprojektowanego płaskownika 150 x 16 mm (rys. 5a) na dwa kątowniki nierównoramienne L100 x 65 x 8 (rys. 5b), nie zmniejszając przy tym założonego pola przekroju ściagu. Zmiana ta spowodowała jednak wprowadzenie do połączenia mimośrodu równego 1/3 wysokości pierwotnie zaprojektowanego płaskowni-



ka. Przyjęte rozwiązanie (rys. 5b) wywołało pojawienie się dodatkowych naprężeń nie tylko w połączeniu śrubowym, lecz również w spoinach i ściągach. Poniżej określono, w jaki sposób zmieni się wyężenie śrub w rozciągającym połączeniu zakładkowym kategorii A. W rozważaniach pominięto analizę nośności blach, wykorzystano dane z przykładu 9.12 pracy [1].

Nośność pojedynczej śruby w połączeniu kategorii A należy ustalić jako mniejszą wartość z nośności śruby na docisk do blachy środkowej i nośności śruby na ścięcie. Ze względu na obciążenie działające w osi grupy łączników można przyjąć, że stopień wykorzystania nośności wszystkich śrub jest jednakowy. Zatem jeśli przyjąć, że siła, jaką jest zdolna przenieść pojedyncza śruba w tym połączeniu, wynosi  $P$ , to nośność grupy łączników wyniesie

$$F_{rd} = 6P$$

Po wprowadzeniu mimośrodowo siły obciążającej  $e = 5$  cm (1/3 wysokości łączonych elementów) zmieni się rozkład sił w każdej ze śrub. Oprócz siły rozciągającej w połączeniu powstanie dodatkowo moment  $M_0$ , wywołany przesunięciem siły o dystans  $e = 5$  cm:

$$M_0 = 6Pe,$$

zatem oprócz składowej siły w śrubie  $F_{1,P}$  pochodzącej od siły rozciągającej  $P$  pojawi się dodatkowo składowa siła w śrubie  $F_{1,M}$  pochodząca od momentu zginającego  $M_0$ . Składowe siły w śrubie pochodzące od siły  $P$  i dodatkowego momentu  $M_0$  można wyznaczyć na podstawie zależności geometrycznych i założenia o proporcjonalnym rozdziale obciążenia na śruby układu (por. PN-B-03200:1990 [5]):

$$r_1 = \sqrt{(70/2)^2 + 50^2} = 61 \text{ mm},$$

$$\sum r_i^2 = 4 \cdot 61^2 + 2 \cdot 35^2 = 17350 \text{ mm}^2,$$

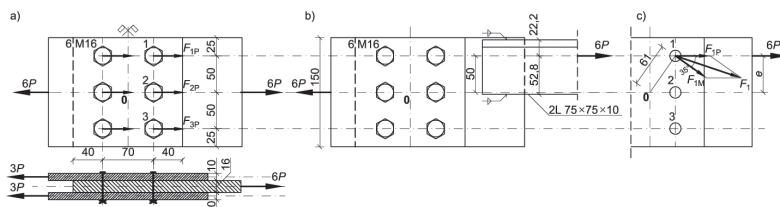
$$F_{1,P} = \frac{6P}{6} = P,$$

$$F_{1,M} = \frac{M_0 r_1}{\sum r_i^2} = \frac{6P \cdot 0,05 \cdot 0,06}{17350 \cdot 10^{-6}} = 1,1P.$$

Siła wypadkowa w śrubie nr 1.

$$F_1 = \sqrt{(F_{1,M} + F_{1,P} \cos \Theta_1)^2 + (F_{1,P} \sin \Theta_1)^2} = \sqrt{(1,1P + P \cos 35^\circ)^2 + (P \sin 35^\circ)^2} = 1,96P.$$

Z powodu przesunięcia siły o 5 cm, co stanowi 33% wysokości łączonych elementów, wypadkowa w skrajnej śrubie wzrosła o prawie 100%. Należy tutaj zwrócić uwagę, że gdyby zamiast zwiększenia mimośrodowo o 33% zwiększono wartość siły rozciągającej  $P$  o 33%, to wartość siły w śrubie nr 1 również zwiększyłaby się o 33%, a nie o prawie 100%, jak to miało miejsce w rozpatrywanym przypadku.



Rys. 5. Połączenie zakładkowe: a) pierwotnie zaprojektowane – rozciągane osiowo, b) po zmianie – rozciągane mimośrodowo, c) rozkład wektorów sił w skrajnej śrubie nr 1 przy rozciąganiu mimośrodowym

Przytoczony przykład wyraźnie pokazuje, że pozornie niewielka zmiana parametrów geometrycznych może mieć znaczący wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji. Ponadto zmiana niektórych parametrów może mieć nieproporcjonalnie duży wpływ na niezawodność, o czym niekiedy zapominają uczestnicy procesu budowlanego. Z tego powodu wprowadzanie zmian dotyczących rozwiązań konstrukcyjnych w zatwierdzonym projekcie budowlanym powinno być poprzedzone stosowną analizą przeprowadzoną przez osoby posiadające kompetencje w odpowiedniej specjalności, potwierdzone uprawnieniami.

## Podsumowanie

Zgodnie z aktualnymi przepisami prawnymi oraz wymaganiami normowymi konstrukcję należy zaprojektować w taki sposób, aby była niezawodna, a więc posiadała odpowiednią nośność, użyteczność i trwałość. Wymaga się zatem od konstrukcji, aby w założonym projektowym okresie użytkowania (np. 50 lat) była w stanie przenieść wszystkie oddziaływania i wpływy, których pojawienia się można oczekiwać zarówno podczas montażu konstrukcji, jak i w trakcie jej eksploatacji, a także pozostawała zdolna do pełnienia założonej funkcji użytkowej. Zadania te konstrukcja powinna wypełniać bez konieczności ponoszenia przez inwestora lub użytkownika nadmiernych kosztów i przy odpowiednio niskim teoretycznym prawdopodobieństwie zniszczenia.

Na etapie opracowania dokumentacji projektowej za zapewnienie wymaganego dla danego rodzaju konstrukcji poziomu niezawodności odpowiadają wszyscy projektanci i solidarnie ewentualni sprawdzający – każdy zgodnie z zakresem posiadanych uprawnień. Opracowując lub zlecając opracowanie projektu obiektu budowlanego, należy pamiętać, że niezawodność nie jest synonimem bezpieczeństwa rozumianego jako zapewnienie odpowiedniej nośności, lecz jest to pojęcie szersze, obejmujące również możliwość właściwego użytkowania konstrukcji i jej odpowiednią trwałość. Zgodnie z koncepcją zarządzania niezawodnością przyjętą w normie europejskiej PN-EN 1990 [6] dla stanów granicznych nośności wymaga się znacznie większej niezawodności niż dla stanów granicznych użyteczności, co znajduje swo-

je odzwierciedlenie w procedurach obliczeniowych. Inżynier-konstruktor odpowiada zatem za niezawodność konstrukcji w zakresie nośności i innych parametrów związanych z użytkowaniem oraz trwałością (przemieszczenia, drgania, rozwarcie rys itp.), natomiast architekt i projektanci instalacji za zapewnienie niezawodności w zakresie innych właściwości, niezbędnych do możliwości zamierzonego użytkowania budynku (komfort cieplny, odpowiednia ilość światła, dostęp do mediów i sprawne działanie wymaganych instalacji). Podobny podział zadań przewiduje ustawa Prawo budowlane [8], zgodnie z którą projektant (w domyśle: główny) ma obowiązek zapewnienia w razie potrzeby udziału w opracowaniu projektu osób posiadających uprawnienia budowlane do projektowania w odpowiedniej specjalności oraz wzajemne skoordynowanie techniczne wykonanych przez te osoby opracowań projektowych.

Dokumentacja opracowana przez projektantów biorących udział w procesie budowlanym powinna umożliwiać wykonanie konstrukcji o założonym w projekcie poziomie niezawodności. W praktyce oznacza to, że część opisowa projektu oraz załączone rysunki powinny tworzyć spójną całość i być na tyle szczegółowe, żeby umożliwić wykonanie konstrukcji zgodnie z intencją projektanta przez osobę nieuczestniczącą w procesie projektowania.

Istotne jest, aby każdy z uczestników procesu budowlanego wykonywał swoje obowiązki rzetelnie, nie przerzucając ich na innych uczestników. Podział obowiązków i praw jest wyraźnie podany w ustawie Prawo budowlane [8], a jego uzupełnienie w zakresie projektowania stanowią zapisy normowe.

Artykuł opracowano w ramach pracy statutowej WGiG AGH w Krakowie nr 11.11.100.197.

## Literatura

- [1] Kozłowski A. i inni, Konstrukcje stalowe. Część 1: wybrane elementy i połączenia, OW Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2010.
- [2] Kuchta K., Tylek I., Rawska-Scotniczny A., Przyczyny i metody zapobiegania błędom ludzkim w inżynierskiej działalności budowlanej. Część 1: Klasyfikacja i źródła błędów. „Przegląd Budowlany” nr 5, 2017.
- [3] Kuchta K., Tylek I., Rawska-Scotniczny A., Przyczyny i metody zapobiegania błędom ludzkim w inżynierskiej działalności budowlanej. Część 2: Błędy podczas wytwarzania, montażu i rozbiórki konstrukcji stalowych. „Przegląd Budowlany” nr 6, 2018.
- [4] Rawska-Scotniczny A., Tylek I., Kuchta K., Niezawodność obiektów budowlanych. Rola projektu budowlanego.



nego w zapewnieniu niezawodności konstrukcji. DOI: 10.5604/01.3001.0013.6410. „Builder” nr 1, 2020.

[5] PN-B/03200:1990 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie. PKN Warszawa.

[6] PN-EN 1990 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji. PKN Warszawa.

[7] PN-EN 1993-4-2. Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 4-2: Zbiorniki. PKN Warszawa.

[8] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.2019.1186 – tekst jednolity).

[9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2019.1065).

[10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 19 listopada 2001 r. w sprawie rodzajów obiektów budowlanych, przy których realizacji jest wymagane ustanowienie inspektora nadzoru inwestorskiego (Dz.U. 01.138.1554).

[11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Dz.U.2007.86.579).

[12] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.2018.1935).

DOI: 10.5604/01.3001.0014.0806

#### PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Rawska-Skotniczny Anna, Tylek Izabela, Kuchta Krzysztof, 2020, Wpływ niezgodnionych zmian w projekcie na niezawodność układu konstrukcyjnego, „Builder” 05 (274). DOI: 10.5604/01.3001.0014.0806

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wymagania dotyczące niezawodności konstrukcji

budowlanych zawarte w krajowych przepisach prawnych i europejskich normach technicznych. Omówiono wpływ zmian projektowych na poziom niezawodności obiektu budowlanego. Podano przykłady wprowadzania zmian w projekcie budowlanym bez zgody osoby posiadającej odpowiednie projektowe uprawnienia budowlane oraz omówiono konsekwencje takich działań.

**Słowa kluczowe:** niezawodność, projekt budowlany, zmiany projektowe, odpowiedzialność

**Abstract:** THE IMPACT OF UNRECONCILED DESIGN CHANGES ON THE RELIABILITY OF THE STRUCTURAL SYSTEM. The article described structural reliability requirements included in national law and European technical standards. The influence of design changes on the reliability level of construction work was discussed. The authors described the examples of design changes introduced without permission of designer with appropriate building license and their consequences.

**Keywords:** reliability, building permit design, design changes, responsibility