



ANDRZEJ JAROMINIAK

Zapomniany podręcznik „Prowizoryczne wzmocnienia i odbudowa obiektów mostowych”

Oglądając w telewizji relacje z katastrofalnych następstw powodzi w Polsce w 2010 r. często można było odnieść wrażenie nieporadności w odtwarzaniu przejezdności dróg przerwanych zniszczeniem lub uszkodzeniem obiektów mostowych. Narzucała się nieodparta sugestia, że znów, kolejny raz, zabrakło nam wyobraźni i nie potrafimy właściwie przygotować się do wyjątkowych, ale przecież przewidywalnych sytuacji. Odbierałem to z dużą przykrością mając świadomość, że już 15 lat temu zostały stworzone w kraju warunki do szybkiego odtwarzania przepraw przez przeszkody terenowe w przypadku uszkodzenia lub zniszczenia drogowych obiektów mostowych.

W 1995 r. ówczesna Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych opublikowała podręcznik dla cywilnych i wojskowych służb mostowych: „Prowizoryczne wzmocnienia i odbudowa obiektów mostowych”, wprowadzony do użytku decyzją Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych dra inż. Tadeusza Suwary, Szefa Wojsk Inżynieryjnych Sztabu Generalnego WP, gen. bryg. Henryka Tacika i Szefa Zarządu XVI sztabu płk mgra inż. Andrzeja Adamowicza, jako pomoc w planowaniu i realizacji osłony technicznej obiektów mostowych w warunkach wyjątkowych.

Podręcznik opracowano w Katedrze Mostów Politechniki Rzeszowskiej przez zespół pod moim kierunkiem, w składzie: dr inż. Krzysztof Trojnar, mgr inż. Lesław Bichajło, mgr inż. Andrzej Gwozda, mgr inż.

Lucjan Janas, mgr inż. Dariusz Sobala, dr inż. Tomasz Siwowski i techn. Ewa Rajchel. Konsultantem był mgr inż. Franciszek Mac.

We wstępie do podręcznika napisałem m.in.: *Nawet w najlepiej zorganizowanych społeczeństwach zdarzają się na sieci drogowej sytuacje wyjątkowe, które uniemożliwiają działanie transportu, wymagające natychmiastowej interwencji. Negatywne następstwa tych sytuacji są mniejsze, jeżeli służby odpowiedzialne za sprawność infrastruktury drogowej dysponują rozwiązaniami umożliwiającymi w krótkim czasie przywrócenie ruchu pojazdów.*

PODRĘCZNIK dotyczy sposobów prowizorycznego wzmocnienia i odbudowy drogowych obiektów mostowych przy uży-

ciu środków ogólnie dostępnych, w warunkach wyjątkowych: klęsk żywiołowych, zniszczeń w wyniku ataków terrorystycznych i działań wojennych. PODRĘCZNIK nie obejmuje użycia mostów składanych typu wojskowego, ponieważ są ujęte w specjalnych instrukcjach. PODRĘCZNIK przedstawia szybkie sposoby wzmocnienia i odbudowy mostów przy użyciu ogólnie dostępnych materiałów budowlanych i sprzętu, siłami zespołów ludzkich z ograniczoną liczbą fachowców mostowych. Zawiera szereg rozwiązań niekonwencjonalnych, specjalnie opracowanych dla szybkiego przywracania ruchu drogowego przez przeszkody terenowe.

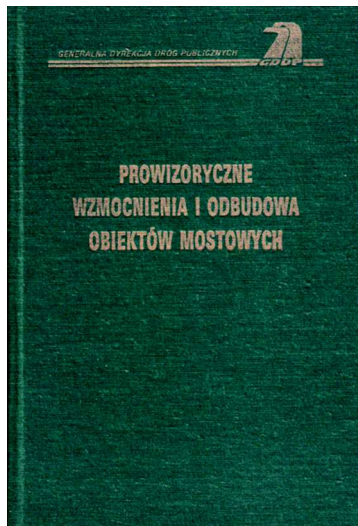
PODRĘCZNIK podaje sposoby wzmocnienia i odbudowy obiektów mostowych o długościach w zasadzie do 100 m. Dotyczy obiektów, których schematy statyczne, konstrukcje oraz warunki terenowe i gruntowe są charakterystyczne dla około 80% wszystkich obiektów mostowych na polskiej sieci dróg publicznych.

Podręcznik zawiera 323 strony.

Założenia podręcznika

Opracowując podręcznik przyjęto według wymagań GDDP następujące założenia:

- otwarcie zniszczonej przeprawy mostowej w jednym kierunku ruchu drogowego powinno nastąpić w czasie nie dłuższym niż:
 - dwie doby, w przypadku wzmocnienia obiektu mostowego i
 - siedem dób, w przypadku jego odbudowy.
 - sposoby prowizorycznej odbudowy lub wzmocnienia obiektu mostowego muszą być dostosowane do realizacji z użyciem łatwo dostępnych materiałów budowlanych, lekkim sprzętem i zespołami ludzkimi z małą liczbą mostowców; stąd masa elementów montażowych nie może przekraczać 4 t, a długość – 16 m.
 - po prowizorycznym wzmocnieniu/odbudowie obiektu powinien być możliwy przejazd przez niego pojazdów gąsienicowych o masie 60 t i kołowych – do 30 t (przy czym w przypadku pojazdów 60- i 30-tonowych wprowadzono ograniczenia: na konstrukcji przęsła może znajdować się wyłącznie jeden pojazd, a prędkość jego przejazdu nie może przekraczać 10 km/h).
 - szerokość jezdni prowizorycznie odbudowanego/wzmocnionego obiektu nie powinna być mniejsza niż 4,20 m, a w przypadku zastosowania kolejinowej konstrukcji pomości szerokość skrajni poziomej – powinna wynosić 3,40 m.
- Ponadto określono warunki odbioru i utrzymania prowizorycznie wzmocnionych/ odbudowanych obiektów oraz okresy ich przydatności użytkowej.



Treść podręcznika

W podręczniku omówiono następujące zagadnienia:

Prace wstępne. Wybór metody prowizorycznej odbudowy/wzmocnienia obiektu mostowego powinno poprzedzić rozpoznanie jego stanu. W podręczniku podano zasady rozpoznania i postępowania w przypadku, gdy obiekt jest zaminowany.

Prowizoryczna odbudowa obiektu mostowego po zniszczeniu podpór i konstrukcji przęseł. W tym rozdziale są ogólnie przedstawione możliwe sposoby odbudowy obiektów o różnych długościach, z użyciem różnych prowizorycznych konstrukcji przęseł i podpór. Są podane schematy rozwiązań i zakresy ich przydatności oraz parametry użytkowe takich przepraw, a także możliwości odtworzenia przeprawy przez wypełnienie przeszkody terenowej, ułożonymi wzdłuż niej, rurami stalowymi lub elementami drewnianymi.

Prowizoryczna odbudowa jedno-przęsłowego obiektu mostowego w przypadku zwalenia z przyczółka konstrukcji przęsa i możliwości jej wykorzystania. W tym przypadku podano charakterystyki oraz zakresy przydatności trzech metod:

- nadbudowy drewnem konstrukcji przęsa zwalonej z jednego przyczółka,
- nadbudowy konstrukcją prowizoryczną konstrukcji przęsa zrzuconej z przyczółka,
- podniesienia zwalonego z przyczółka końca konstrukcji przęsa, z podparciem go klatką/kaszycą.

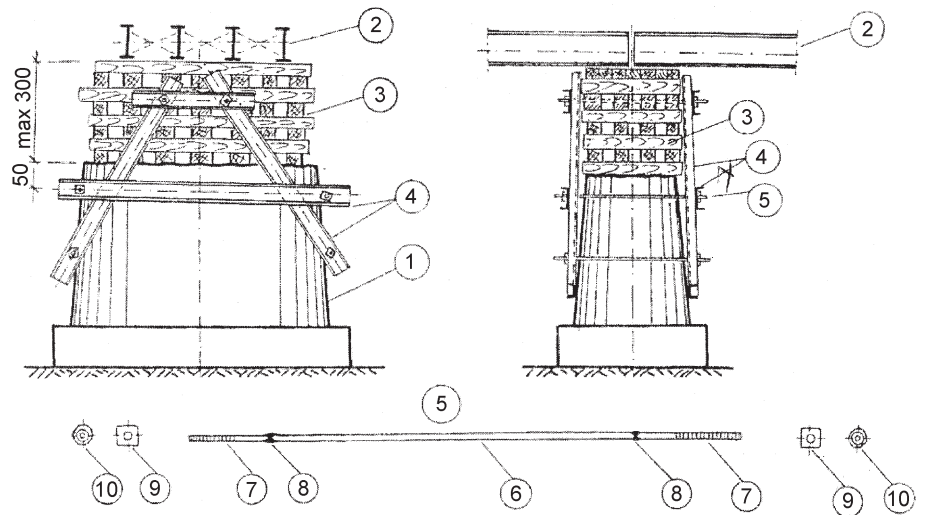
Prowizoryczna odbudowa filarów. Przedstawiono dwa przypadki:

- zniszczenia górnej części korpusu filara
- oraz całkowitego zniszczenia lub nie nadawania się filara do wykorzystania.

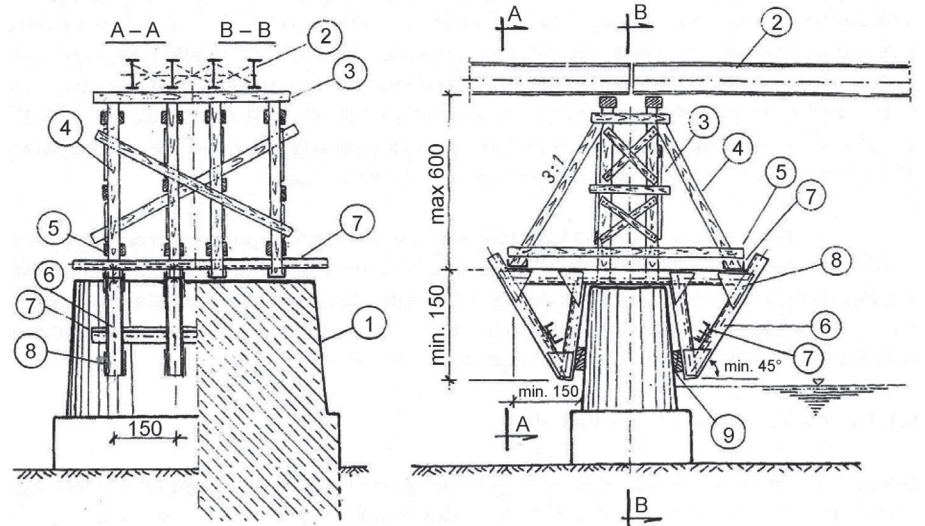
W pierwszym przypadku podano rozwiązanie polegające na nadbudowie filara jarzmem lub klatką (rys. 1 i 2), w drugim – wykonanie tymczasowej podpory w osi mostu, obok zniszczonego filara.

Prowizoryczna odbudowa i wzmocnienie dojazdów do obiektu mostowego. Podano możliwości użycia: ♦ płyt drogowych (do odtworzenia nawierzchni), ♦ gruntu przewarstwionego geowłókniną lub geosiatką, ♦ gruntu zbrojonego oraz ♦ dłużyć drewnianych lub rur stalowych.

Metody prowizorycznego wzmocnienia konstrukcji przęseł. Przedstawiono metody polegające na: ♦ odciążeniu dźwigarów głównych przez zmianę na obiekcie mostowym organizacji ruchu drogowego, ♦ odciążeniu konstrukcji przęsa koleinową konstrukcją pomostu, ♦ wzmocnieniu jej kon-



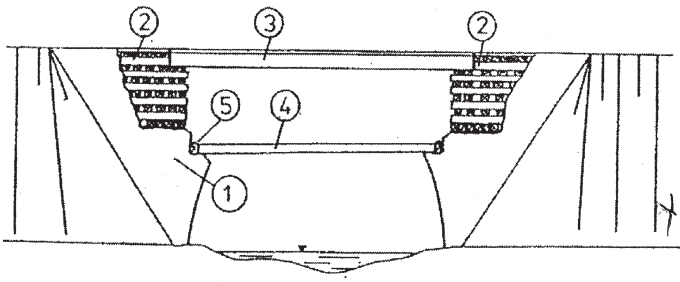
Rys. 1. Nadbudowa zniszczonej górnej części filara klatką drewnianą: 1 – uszkodzony filar, 2 – prowizoryczna konstrukcja przęsa, 3 – klatka drewniana, 4 – kleszcz stalowy z ceownika 300, 5 – ściąg stalowy, 6 – pręt zbrojeniowy \varnothing 18–22 mm, 7 – nagwintowany odcinek śruby ciesielskiej, 8 – spoina, 9 – podkładka, 10 – nakrętka



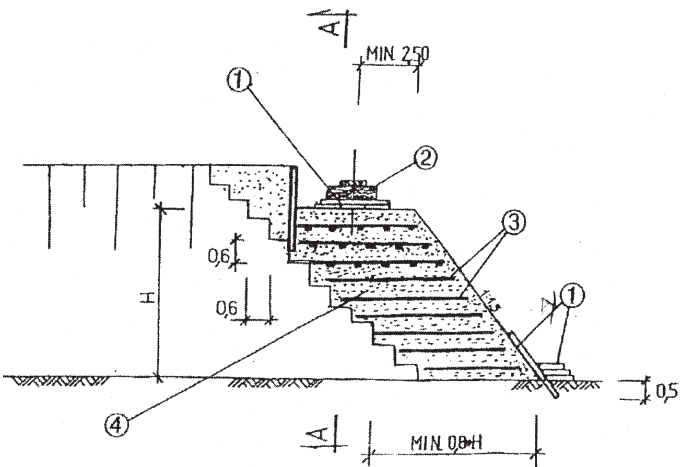
Rys. 2. Nadbudowa zniszczonej górnej części filara jarzmem ramowym: 1 – uszkodzony filar, 2 – prowizoryczna konstrukcja przęsa, 3 – podwójne jarzmo ramowe z okrągłaków drewnianych \varnothing 26–30 cm, 4 – zastrzał drewniana \varnothing 26 cm, 5 – drewniany kleszcz poziomy 10 × 20 cm, 6 – rama stalowa z ceowników 300 mm, 7 – stężenie poziome z ceownika 300 mm, 8 – blacha węzłowa grubości 8 mm, 9 – klina drewniane zgwóździowane

strukcji przęsa prowizorycznymi podporami, ♦ wzmocnieniu konstrukcją trójkątno-zastrzałową, ♦ konstrukcją trapezowo – zastrzałową, a także podano metody: ♦ wzmocnienia konstrukcji przęsa z blachownic lub z belek walcowanych oraz ♦ odciążenia i prowizorycznej odbudowy obiektów mostowych łukowych i sklepionych (rys. 3).

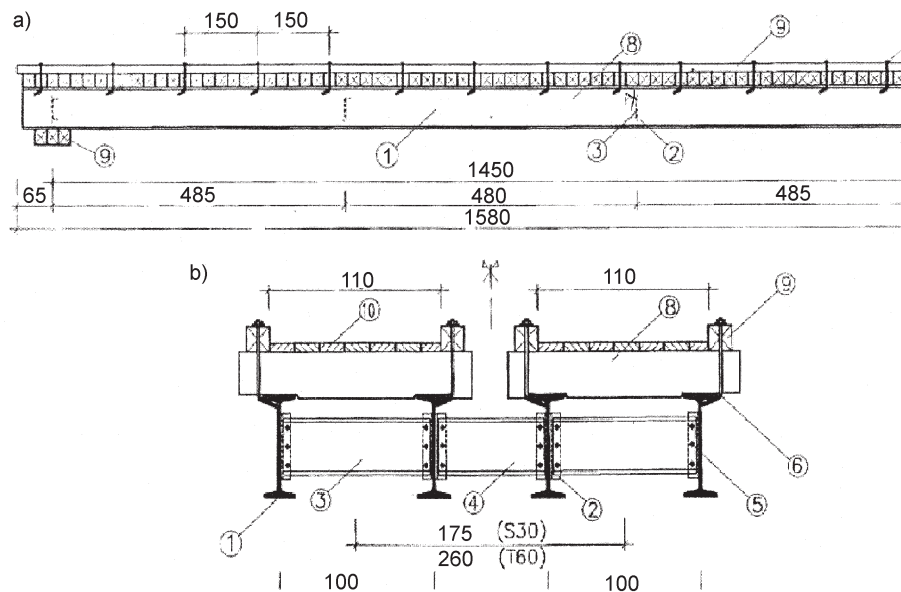
Metody prowizorycznej naprawy i wzmocnienia elementów pomostu. Są to: ♦ pokrycie uszkodzonych miejsc płyty pomostu białami z bali drewnianych lub z ceowników, ♦ wzmocnienie płyty pomostu dodatkowym podparciem jej na dźwigarach głównych, ♦ podparcie płyty pomostu dodatkowymi belkami, ♦ wzmocnienie poprzecznic dodatkowymi belkami, ♦ wzmocnienie poprzecznic stalowej dodatkowym pasem.



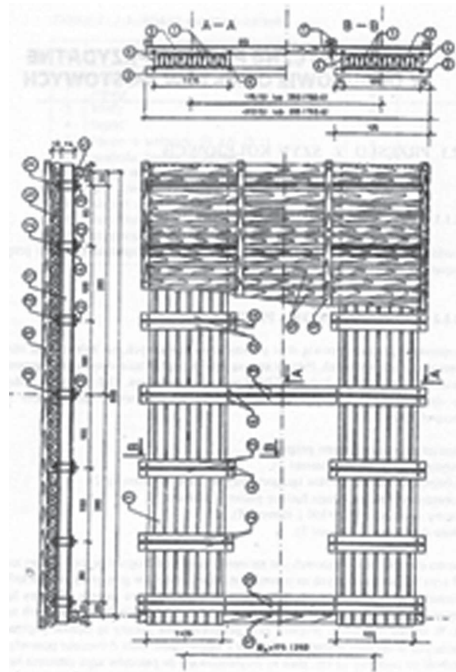
Rys. 3. Prowizoryczna odbudowa mostu ze zniszczonym przęsłem łukowym/sklepionym: 1 – niezniszczona część mostu, 2 – podpora z klatki drewnianej, 3 – koleinowa konstrukcja przęsła tymczasowego, 4 – rozpora z rur stalowych $\varnothing 30$ cm, dwuteowników 300 mm lub drewnianych dłuźyc średnicy co najmniej 30 cm, 5 – bal drewniany lub splazowany dwustronnie okrągłak



Rys. 4. Podpora z gruntu zbrojonego: 1 – płyty drogowe $3,00 \times 1,00 \times 0,15$ m, 2 – podkłady kolejowe, bale lub belki drewniane, 3 – zbrojenie gruntu (płaskowniki, kątowniki lub ceowniki), 4 – zasypka z gruntu niespoistego, zagęszczonego



Rys. 6. Konstrukcja przęsła koleinowego rozpiętości do 14,5 m z dwuteowników walcowanych: a – widok z boku, b – przekrój poprzeczny; 1 – dwuteownik 550 mm, 2 – kątownik 90×90 mm, 3 i 4 – stężenie poprzeczne z ceownika 300 mm, 5 – śruba M16, 6 – śruba hakowa $\varnothing 6$ mm, 8 – bal 25×25 cm, 9 – kantówka 15×15 cm, 10 – bal grubości 5 cm



Rys. 5. Konstrukcja przęsła rozpiętości 6,0 m z szyn kolejowych: 1 – szyny podłużne, 2 – obejma pakietu szyn podłużnych wykonana z poprzecznych odcinków szyn, 3 – stężenie poprzeczne łączące pakiet szyn podłużnych, 4 – śruba ciesielska, 5 – bal drewniany

Metody naprawy elementów stalowych konstrukcji przęseł: ♦ naprawa elementów pękniętych, ♦ naprawa elementów przedziurawionych.

Prowizoryczne podpory przydatne w odbudowie obiektów mostowych: ♦ drewniane jarzmo ramowe, ♦ podpora z klatki drewnianej, ♦ z prefabrykowanych elementów rurowych lub skrzynkowych, ♦ podpora kaszycowa, ♦ stalowe jarzmo ramowe, ♦ podpora z klatek inwentarzowych PRK oraz ♦ z gruntu zbrojonego (rys. 4).

Prowizoryczne konstrukcje przęseł przydatne w odbudowie obiektów mostowych: ♦ z szyn kolejowych (rys. 5), ♦ z belek drewnianych, ♦ z dźwigarów stalowych, ♦ konstrukcja koleinowa z dwuteowników walcowanych o rozpiętości do 14,5 m (rys. 6) i ♦ o rozpiętości od 15,5 do 27,0 m, ♦ konstrukcja stalowa trapezowo-zastrzałowa o rozpiętości 16–27 m, z pomostem koleinowym.

W podręczniku podano charakterystyki i zakresy przydatności poszczególnych metod prowizorycznej odbudowy lub wzmocnienia oraz przedstawiono ich technologię i organizację wykonania. W punktach dotyczących technologii i organizacji robót podano konieczny skład zespołu wykonawczego, wykaz potrzebnych materiałów i niezbędnego sprzętu oraz wytyczne wykonania i harmonogram podstawowych prac prowizorycznej odbudowy lub wzmocnienia.

Zakończenie

Mamy w kraju podręcznik dotyczący prowizorycznego wzmocnienia i odbudowy zniszczonych obiektów mostowych. Do korzystania z niego są zobligowane cywilne i wojskowe służby mostowe. Jeżeli nakład podręcznika został wyczerpany, to Ministerstwo Infrastruktury powinno spowodować drugie jego wydanie, ewentualnie zamieszczenie w Internecie oraz zobowiązać służby mostowe i administratorów obiektów mostowych na drogach publicznych do korzy-

stania z podręcznika. Ułatwi to minimalizowanie uciążliwości dla społeczeństwa konsekwencji zniszczenia obiektów mostowych.

Warto, aby w przypadku nowej edycji podręcznika uzupełnić go rozwiązaniami umożliwiającymi przez nowe materiały i urządzenia np.: bloki styropianowe i wiotkie pojemniki z tworzywa sztucznego wypełniane upłynnionym gruntem; o efektywności tego drugiego rozwiązania świadczy użycie takich pojemników do wykonania w zatoce morskiej tymczasowej drogi w celu zbudowania mostu Incheon w Korei Południowej. ■



SŁAWOMIR KARAS

Politechnika Lubelska
s.karas@pollub.pl



RAFAŁ MIŚKIEWICZ

Budimex S.A.
rafal.miskiewicz@budimex.pl

Zmiany w ocenach wytrzymałości betonu na ściskanie

Od ponad roku weszła do praktycznego stosowania norma PN-EN 13791 [1]. Jest ona wynikiem aktualizacji poprzednich norm tj: PN-88/B-06250 Beton zwykły oraz PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

Norma PN-EN 13791:2008 w sensie logicznym nie wprowadza istotnych zmian, jednakże w zakresie rachunkowym zalecane wzory są inne.

W dalszym ciągu stosuje się relacje wynikające z przyjęcia, że wartości wytrzymałości podlegają rozkładowi normalnemu i dotyczy to 'Przypadku A', tj. wtedy gdy liczba próbek jest ≥ 15 . Zmianie ulega wartość współczynnika przy wyznaczeniu wartości minimalnej z prawdopodobieństwem przekroczenia 95%, a mianowicie w miejsce stosowanej do tej pory wartości 1,64 [2] lub 1,65 [3] zaleca się stosować $k_2 = 1,48$; ($1,64/1,48 \approx 1,11 \rightarrow 11\%$).

Zmiana wartości k_2 wynika z różnych wariantów wnioskowania statystycznego. Stosowanie wzoru (1.1) (numeracja w normie [1])

$$f_{ck, is} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{m(n), is} - k_2 \times s \\ f_{is, lowest} + 4 \end{array} \right\} \quad (1.1-2)$$

obejmuje jeszcze jedną niewielką, ale znaczącą poprawkę. Odchylenie standardowe $s = \max(s; 2,0)$, $[s] = [MPa]$. Zmiana jest istotna z tego względu, że wartość 2,0 nie jest

Ocena wytrzymałości betonu według normy PN-EN 13791

zależna od wartości wytrzymałości $f_{ck, is}$, przy czym, jeśli chodzi o wartość wytrzymałości, jest to na pewno sytuacja po 'stronie bezpiecznej'. Znaczącą zmianą jest wprowadzenie alternatywnego warunku (2), który polega na powiększeniu o 4 MPa najniższej wartości z badanego zbioru. Wartość 4,0 jest bez wątpienia prawidłowa w przypadkach 'zwykłych', może jednak stanowić poważne zakłócenie analizy wyników badań. Wyrazem prawdopodobnych wahań autorów normy PN-EN 13791 jest p. 7.3.2 zawierający UWAGĘ 1, w której napisano: „ aby określenie charakterystycznej wytrzymałości wynikało z przekonania”. Zwrot „wynikało z przekonania” jest trudny do zinterpretowania w sensie technicznym.

Dodatkowo wzory (1) i (2) w normie są rozdzielone, co wskazuje na ich niezależne źródła i brak korelacji między nimi, a tak przecież nie jest. Dlatego tu wzory zapisano jako związane.

Podobnie, jak powyżej, zgrupowano wzory oznaczone w normie jako (3) i (4), dotyczące 'Przypadku B' tj. wtedy gdy liczba rdzeni jest mniejsza niż 15. W omawianej normie wprowadzono warunek:

$$f_{ck, is} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{m(n), is} - k \\ f_{is, lowest} + 4 \end{array} \right\}, \quad (2.1-2)$$

w którym k przyjmuje wartość od 7 do 5 w sposób dyskretny, w zależności od przedziału zdefiniowanej liczby próbek w zakresie od min. 3 do max. 14. Także w tym przypadku zastosowano uproszczenie w sposób świadomy, czego wyrazem jest rozbudowana UWAGA w punkcie 7.3.3.

Trzeba kilka zdań poświęcić faktowi, że normy PN-EN są tłumaczeniami oryginałów EN w języku angielskim. Od razu należy stwierdzić, że tłumaczenie [1] oryginału jest, zdaniem