

Dr hab. inż. Janusz Rymsza, prof. IBDiM
Instytutu Badawczego Dróg i Mostów
ul. Instytutowa 1
00-302 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej pt.

**Wpływ wybranych czynników
na nośność i trwałość
Zintegrowanych obiektów inżynierskich**

Autor:

mgr inż. Marek Copija

Promotor:

Dr hab. inż. Arkadiusz Madaj, profesor Politechniki Poznańskiej

Warszawa, 21 lipca 2022 r.

1. PODSTAWA OPRACOWANIA RECENZJI

Podstawę opracowania recenzji stanowi umowa o dzieło nr 0410/2022/82 oraz pismo prof. dr. hab. inż. Jacka Pielechy, przewodniczącego Rady Dyscypliny „Inżynieria lądowa i transport” na Politechnice Poznańskiej, informujące o powierzeniu mi funkcji recenzenta rozprawy doktorskiej.

2. PRZEDMIOT RECENZJI

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pana mgra inż. Marka Copija pt. „Wpływ wybranych czynników na nośność i trwałość Zintegrowanych obiektów inżynierskich”, przygotowana w Zakładzie Budowy Mostów i Dróg Kolejowych Instytutu Inżynierii Lądowej na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej. Promotorem rozprawy doktorskiej jest pan dr hab. inż. Arkadiusz Madaj, prof. Politechniki Poznańskiej.

Rozprawa liczy 314 stron (z załącznikami) i jest podzielona na 14 rozdziałów. Bibliografia zawiera 135 pozycji, w tym około 60% pozycji stanowi literatura obcojęzyczna. Praca zawiera jednostronicowe streszczenia w języku polskim i angielskim. Liczbę rysunków, fotografii, wykresów i tabeli podano przy charakterystyce poszczególnych rozdziałów pracy.

W dalszej części niniejszej recenzji obiekty Zintegrowane i Pół-zintegrowane będą nazywane „obiettami zintegrowanymi”, a obiekty, w których występują urządzenia dylatacyjne i łożyska, będą nazywane „obiettami klasycznymi”.

3. CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

1) Rozdział 1 pt. „Wstęp” liczy 8 stron.

W rozdziale podano definicje i oznaczenia wykorzystywane w rozprawie. Przedstawiono również przegląd stan wiedzy na temat obiektów zintegrowanych (nazywając ten podrozdział przeglądem piśmiennictwa) oraz cele i zakres rozprawy.

2) Rozdział 2 pt. „Wprowadzenie – cechy szczególne Zintegrowanych i Pół-zintegrowanych obiektów inżynierskich” liczy 8 stron oraz zawiera 6 rysunków, 4 fotografie, 1 wykres i 2 tabele.

a) W rozdziale omówiono zalety obiektów zintegrowanych w stosunku do obiektów klasycznych. Są to m.in.: mniejsza wysokość konstrukcyjna (mniejsze zużycie materiałów), brak potrzeby stosowania łożysk i urządzeń dylatacyjnych, łatwe wykonawstwo i większa trwałość. Pokazano 6 różnych schematów podpór skrajnych i przykłady ich zastosowania w konstrukcji obiektów zintegrowanych.

b) Z przedstawionej analizy dotyczącej długości obiektów zintegrowanych wywnioskowano, że: po pierwsze - w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej obiekty zintegrowane są często budowane, a po drugie - mają one stosunkowo dużą rozpiętość przeseł (większą niż 100 m), zarówno w wypadku konstrukcji betonowanych na budowie, jak i prefabrykowanych.

Ponadto np. w Wielkiej Brytanii obiekty o długości do 60 m muszą być wykonywane jako zintegrowane.

- c) Stwierdzono różne wartości temperatur przyjmowane do obliczeń konstrukcji według wytycznych krajowych i zagranicznych oraz brak zależności między przyjmowaną temperaturą a rozpiętością przęsła.
- 3) Rozdział 3 pt. „Analiza propozycji naukowych i badań określających zachowanie się zasyпки za podporami skrajnymi obiektów Zintegrowanych/Pół-zintegrowanych” liczy 8 stron oraz zawiera 2 fotografie i 6 wykresów.
 - a) W rozdziale przeanalizowano zachowanie się zasyпки o różnym zagęszczeniu przy skrajnej podporze obiektu, bez płyty przejściowej i z płytą przejściową o nachyleniu do poziomu 10 i 20%.
 - b) Stwierdzono, że uszkodzenia obiektów zintegrowanych to przede wszystkim uszkodzenia nawierzchni, które powstają zazwyczaj na dojeździe do obiektu w początkowym okresie użytkowania.
 - c) Wykazano, że na redukcję uszkodzeń nawierzchni ma wpływ duże zagęszczenie zasyпки oraz mała wysokość podpory skrajnej.
 - 4) Rozdział 4 pt. „Analiza sposobów szacowania obciążenia parciem gruntu obiektów Zintegrowanych i Pół-zintegrowanych” liczy 17 stron oraz zawiera 8 rysunków, 2 wykresy i 3 tabele.
 - a) W rozdziale podano podstawy teoretyczne do wyznaczania obciążenia parciem gruntu według różnych modeli, które umożliwiają obliczenie maksymalnej wartości parcia.
 - b) Parcie gruntu w obiektach zintegrowanych zmienia wartość i położenie wypadkowej. Dotychczas stosowane metody nie podają propozycji szacowania wartości parcia przy zmianach właściwości zasyпки, wynikających z ruchu podpory obiektu.
 - c) Na wartość parcia gruntu ma wpływ przede wszystkim wysokość podpory.
 - d) Z przeprowadzonej analizy wynika, że największa różnica – czterokrotna – występuje między maksymalną i minimalną wartością parcia biernego obliczaną według różnych modeli.
 - 5) Rozdział 5 pt. „Charakterystyka uszkodzeń Zintegrowanych i Pół-zintegrowanych obiektów inżynierskich” liczy 10 stron oraz zawiera 10 fotografii i 2 tabele.
 - a) W rozdziale przeanalizowano uszkodzenia obiektów zintegrowanych i klasycznych w Polsce i w Stanach Zjednoczonych AP.
 - b) Na podstawie analizy stwierdzono, że uszkodzenia obiektów zintegrowanych i klasycznych są podobne i dotyczą przede wszystkim nawierzchni. Charakterystycznym uszkodzeniem obiektów zintegrowanych jest pęknięcie nawierzchni w okolicach skrzydełek lub płyty przejściowej, prostopadłe do osi podłużnej obiektu. Uszkodzenia w minimalnym stopniu ulegają propagacji (w obiektach klasycznych występuje propagacja uszkodzeń).
 - c) Analizując stan techniczny obiektów zintegrowanych w Polsce stwierdzono, że przy stosunkowo niskich podporach uszkodzenia są niewielkie lub nie występują.

- d) Przyjęto, że uszkodzenia związane z zintegrowanymi obiektami wynikają przede wszystkim z niewłaściwego modelowania współpracy gruntu na styku ze skrajnymi podporami i obciążenia wynikającego z różnicy temperatur.
- 6) Rozdział 6 pt. „Analiza rozwiązań połączeń obiektów Zintegrowanych i Pół-zintegrowanych z nasypem drogowym (dojazdem)” liczy 5 stron oraz zawiera 4 rysunki.
- a) W rozdziale przeanalizowano sposoby połączenia obiektu zintegrowanego z nasypem drogowym. Jednym z istotnych elementów połączenia jest płyta przejściowa. W dokumentach technicznych jej długość jest podawana zazwyczaj arbitralnie i ma różną wartość - od 4,5 do 9,0 m.
- b) Podano przekładowe – z katalogu - połączenia obiektu z nasypem drogowym w wypadku nawierzchni asfaltowej i betonowej. Nie uwzględniają one jednak specyfiki konstrukcji obiektów zintegrowanych, tj. m.in. zachowaniu się zasypki poddanej obciążeniom zmiennym.
- 7) Rozdział 7 pt. „Przegląd metod określania szybkości korozji profili stalowych w podłożu gruntowym” liczy 2 strony.
- a) W tym rozdziale podano metody określania ubytku korozyjnego profili stalowych w podłożu gruntowym, na których mogą być posadowione przęsła obiektu zintegrowanego.
- b) Stwierdzono, że są konieczne badania określające stopień agresywności podłoża gruntowego zarówno w odniesieniu do betonu, jak i stali.
- 8) Rozdział 8 pt. „Analiza możliwości stosowania profili stalowych w podporach obiektów Zintegrowanych/Pół-zintegrowanych z uwagi na ich korozję w podłożu gruntowym” liczy 5 stron oraz zawiera 3 wykresy.
- a) W tym rozdziale przeanalizowano możliwość stosowania profili stalowych jako podpór obiektu zintegrowanego tzw. „typu amerykańskiego.
- b) Uznano, że jest następująca kolejność stosowania dwuteowników szerokostopowych przy budowie obiektów zintegrowanych - począwszy od najbardziej przydatnych: HEA, HEB i HEM. Przy czym, o przydatności zadecydowała możliwość uzyskania największego obwodu profilu, wpływającego na wartość tarcia na pobocznicy.
- 9) Rozdział 9 pt. „Analiza obiektów Zintegrowanych (ramowych) poddanych obciążeniu ciężarem własnym konstrukcji i zmianami temperatur” liczy 18 stron oraz zawiera 10 rysunków i 2 wykresy.
- a) W tym rozdziale przeanalizowano wartości sił wewnętrznych wywołanych ciężarem własnym i zmianami temperatury w konstrukcji ramowej jednoprzęsłowej, w zależności od: rozpiętości przęsła (od 10 do 40 m, co 10 m), wysokości podpory (2, 5 i 8 m), sztywności podpory (dwie sztywności), sztywności przęsła (dwie sztywności) i sposobu podparcia (dwa sposoby - przegubowo nieprzesuwany i sztywno zamocowany).
- b) Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że zmiany temperatury wpływają niekorzystnie na obiekt o niskich i masywnych podporach sztywno

zamocowanych. Ten niekorzystny wpływ zmniejsza się wraz ze wzrostem rozpiętości przęsła.

- c) Zaleca się projektowanie obiektów zintegrowanych: o podparciu przegubowo przesuwным (a nie sztywnym zamocowaniu), o podporach jak najniższych (do 5 m) i o stosunkowo małej sztywności. Natomiast w wypadku konieczności stosowania podpory sztywno zamocowanej, zalecana się, aby jej wysokość wynosiła więcej niż 5 m.
 - d) Przy projektowaniu zaleca się zwiększenie projektowego zakresu zmiany temperatury o 10-15°C (wynoszącego w Polsce 25°C).
 - e) Natomiast nie zaleca się stosowania dotychczasowego typowego rozwiązania ramy wieloprzęsłowej z podporami skrajnymi sztywno zamocowanymi i łożyskami przesuwными na podporach pośrednich.
- 10) Rozdział 10 pt. „Analiza zintegrowanych obiektów (ramowych) o podporach posadowionych na profilach stalowych poddanych obciążeniu ciężarem własnym konstrukcji i zmianami temperatury” liczy 22 strony oraz zawiera 11 rysunków.
- a) W tym rozdziale przeanalizowano wartości sił wewnętrznych wywołanych ciężarem własnym i zmianami temperatury w konstrukcji ramowej jednoprzęsłowej z podporami posadowionymi na profilach stalowych. Wartości sił uzależniono od: rozpiętości przęsła (od 10 do 40 m, co 10 m), typu profilu stalowego (dwa typy), z przegubem lub bez w podporze, zmiennymi warunkami gruntowymi (dwa moduły oporu bocznego podpory) i sztywności przęsła (dwie sztywności).
 - b) Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że jest duża możliwość regulacji sił wewnętrznych w zależności od przyjętego rozwiązania konstrukcyjnego – w porównaniu do schematu wyjściowego siły wewnętrzne można zmniejszyć do 50% lub kilkakrotnie zwiększyć. Istotne (do 50%) pogorszenie się warunków gruntowych nie ma istotnego wpływu na wartość maksymalnego momentu zginającego w przęśle.
 - c) Przy wyborze rozwiązania konstrukcyjnego obiektu zintegrowanego zaleca się branie pod uwagę konstrukcji typu amerykańskiego.
- 11) Rozdział 11 pt. „Analiza obiektów Zintegrowanych (ramowych) poddanych obciążeniu ciężarem własnym konstrukcji i parciem gruntu” liczy 34 strony oraz zawiera 5 rysunków i 14 wykresów.
- a) W tym rozdziale przeanalizowano wartości sił wewnętrznych wywołanych parciem gruntu i ciężarem własnym konstrukcji ramowej jednoprzęsłowej, w zależności od: rozpiętości przęsła (od 10 do 40 m, co 10 m), wysokości (od 2 do 8 m, co 1 m), sztywności podpór (dwie sztywności) i sposobu ich posadowienia (sztywno zamocowane i przegubowo nieprzesuwne).
 - b) Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że zmniejszenie wysokości podpór zmniejsza niepewność oszacowania obciążenia parciem gruntu.
 - c) Nie należy zwiększać sztywności podpór, z wyjątkiem tych, o wysokości nie przekraczającej 3,8 m.

- d) Niewielki wpływ obciążenia parciem gruntu na moment przęsłowy pozwala na wykonanie standardowych przęseł niezależnie od wysokości podpory i warunków gruntowych.
 - e) Występują znaczne różnice w przyjmowaniu wartości obciążenia parciem gruntu według różnych wytycznych.
- 12) Rozdział 12 pt. „Połączenie obiektu Zintegrowanego i Pół-zintegrowanego z drogą (nasypem) – propozycja rozwiązania projektowego” liczy 6 stron oraz zawiera 2 rysunki.
- a) W tym rozdziale zaproponowano rozwiązanie połączenia obiektu zintegrowanego z drogą (nasypem).
 - b) Podano granice przemieszczeń obiektu zintegrowanego, do których można stosować zaproponowane rozwiązanie. Ponadto podano sposób wyznaczania długości płyty przejściowej.
- 13) Rozdział 13 pt. „Podsumowane” liczy 3 strony.
- 14) Załączniki
- (1) Załącznik 14.1 pt. „Wybrane cechy obiektów Zintegrowanych, Pół-zintegrowanych i Klasycznych wybudowanych w Polsce przed 1989 r.” liczy 4 strony oraz zawiera 3 fotografie, 2 rysunki i 2 tabele.
 - (2) Załącznik 14.2 pt. „Przykłady uszkodzeń i ich ewidencji z lat 2002-2019 obiektów Zintegrowanych wybudowanych w Polsce przed 1989 r.” liczy 4 strony oraz zawiera 6 fotografii i 1 tabelę.
 - (3) Załącznik 14.3 pt. „Przykłady uszkodzeń i ich ewidencji z lat 2002-2019 dla obiektów Klasycznych wybudowanych w Polsce przed 1989 r.” liczy 3 strony oraz zawiera 7 fotografii i 1 tabelę.
 - (4) Załącznik 14.4 pt. „Przykłady uszkodzeń i ich ewidencji dla obiektów Pół-zintegrowanych wybudowanych w Polsce w latach 2003-2004” liczy 3 strony oraz zawiera 4 fotografie i 3 tabele.
 - (5) Załącznik 14.5 pt. „Przykłady uszkodzeń i ich ewidencji z lat 2002-2019 dla obiektów Klasycznych” liczy 1 stronę i zawiera 3 fotografie.
 - (6) Załącznik 14.6 pt. „Opis Pół-zintegrowanych wiaduktów drogowych WD88 i WD101” liczy 2 strony i zawiera 1 fotografię i 1 rysunek.
 - (7) Załącznik 14.7 pt. „Opis uszkodzeń wiaduktów drogowych WD88 i WD101” liczy 3 strony i zawiera 5 fotografii.
 - (8) Załącznik 14.8 pt. „Przykład kryteriów, schematów decyzyjnych dla wykonywania płyt przejściowych oraz minimalnego wskaźnika zagęszczenia zasypki I_s ” liczy 6 stron i zawiera 6 rysunków i 2 tabele.
 - (9) Załącznik 14.9 pt. „Dane do analiz opisanych w Rozdziale 8” liczy 2 strony i zawiera 1 tabelę.
 - (10) Załącznik 14.10 pt. „Dane do analiz opisanych w Rozdziale 9” liczy 38 stron i zawiera 41 wykresów i 1 tabelę.
 - (11) Załącznik 14.11 pt. „Dane do analiz opisanych w Rozdziale 10” liczy 23 strony i zawiera 24 wykresy.
 - (12) Załącznik 14.12 pt. „Dane do analiz opisanych w Rozdziale 11” liczy 53 strony i zawiera 25 wykresów.

Spis Rysunków
Spis Tabel
Bibliografia

4. OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY

4.1. Ocena doboru tematu

Według Recenzenta obecnie są budowane obiekty mostowe o zbyt dużych gabarytach w stosunku do potrzeb. Ponadto często są budowane obiekty nietypowe, o charakterze jednostkowym, oryginalnym i jedynym w swoim rodzaju.

Przewidywany okres użytkowania obiektu mostowego określa się uwzględniając okresy użytkowania poszczególnych elementów konstrukcji oraz urządzeń obiektu. Jednymi z najważniejszych urządzeń są urządzenia dylatacyjne i łożyska. Są to jednocześnie urządzenia najczęściej ulegające uszkodzeniom. Tak więc, nietypowe, duże obiekty o konstrukcji wymagającej stosowania urządzeń dylatacyjnych i łożysk, wymagają znaczących nakładów finansowych na ich utrzymanie w dobrym stanie technicznym.

Obiekty tanie w budowie i utrzymaniu to obiekty zintegrowane. Ze względu na ich dużą trwałość, w projekcie rozporządzenia Ministra Infrastruktury, które wchodzi w życie 21 września 2022 r. w § 107 pkt 5) jest następujący zapis: „Zwiększenie trwałości mostu lub wiaduktu uzyskuje się w szczególności poprzez (...) projektowanie mostu lub wiaduktu o konstrukcji zintegrowanej”.

Biorąc powyższe pod uwagę Recenzent stwierdza, że temat recenzowanej rozprawy doktorskiej w dyscyplinie inżynierii lądowej i transportu jest wyjątkowo aktualny i został bardzo dobrze wybrany.

4.2. Ocena strony naukowej rozprawy

Teza rozprawy dotyczyła możliwości stosowania konstrukcji zintegrowanych w obszarze mostownictwa, bez ograniczeń związanych z rozpiętością przęsła. Tego typu konstrukcje różnią się od konstrukcji klasycznych przede wszystkim tym, że obciążenia związane ze zmianą temperatury i parciem gruntu mają istotny wpływ na wartość sił wewnętrznych w konstrukcji.

Na podstawie analizy stanu wiedzy o obiektach zintegrowanych w poszczególnych rozdziałach (oznaczonych w nawiasach), że:

- budowa takich obiektów w Stanach Zjednoczonych AP jest powszechna (2);
- różne temperatury są przyjmowane do obliczeń konstrukcji w wytycznych w Polsce i za granicą oraz brak jest zależności między przyjmowaną temperaturą a rozpiętością przęsła (2);
- uszkodzenia obiektów to przede wszystkim uszkodzenia nawierzchni na dojeździe do obiektu, które powstają zazwyczaj już w początkowym okresie użytkowania, a na redukcję tych uszkodzeń ma wpływ duże zagęszczenie zasypki oraz mała wysokość podpory skrajnej (3);

- stosowane dotychczas metody obliczania wartości parcia gruntu nie uwzględniają zmiany właściwości zasypki przy podporze, wynikających z cyklicznych ruchów konstrukcji (skracanie i wydłużanie konstrukcji) (4),

Doktorant postawił tezę, że uszkodzenia wynikają z błędów popełnionych na etapie projektowania oraz, że „Błędy na etapie projektowania dotyczą przed wszystkim niewłaściwych założeń dotyczących modelowania obciążeniem parciem gruntu, współpracy ośrodka gruntowego na styku z podporami skrajnymi, obciążenia temperaturą” (5).

Aby tę tezę udowodnić (lub obalić) Doktorant wykonał naukowe analizy, które doprowadziły do niżej podanych wniosków:

- połączenia obiektu z nasypem drogowym podane w katalogach nie uwzględniają specyfiki konstrukcji obiektów zintegrowanych, tj. m.in. zachowania zasypki poddanej obciążeniom zmiennym (6),
- z wielu metod można przyjąć jedną metodę określania ubytku korozyjnego profili stalowych w podłożu gruntowym, na których mogą być posadowione przęsła obiektu zintegrowanego (7),
- jest możliwe stosowanie ogólnodostępnych profili stalowych w podporach obiektu zintegrowanego, ale zalecane są profile HEA (8),
- zmiany temperatury wpływają niekorzystnie na obiekt o niskich i masywnych podporach sztywno zamocowanych (ten niekorzystny wpływ zmniejsza się wraz ze wzrostem rozpiętości przęsła), a ponadto przy projektowaniu obiektów zaleca się zwiększenie o 10-15°C projektowego zakresu zmiany temperatury (9),
- przy wyborze rozwiązania konstrukcyjnego obiektu zintegrowanego zaleca się branie pod uwagę konstrukcji typu amerykańskiego – o podporach posadowionych na stalowych profilach (10),
- zmniejszenie wysokości podpór zmniejsza niepewność oszacowania obciążenia parciem gruntu, przy czym przy wysokości podpór nie przekraczającej 3,8 m, sztywność podpór powinna być dostatecznie duża (11),

oraz do propozycji rozwiązania projektowego połączenia obiektu zintegrowanego z drogą (nasypem) (12).

Biorąc powyższe pod uwagę Recenzent stwierdza, że Doktorant postawił tezę i na podstawie naukowych analiz tezę tę udowodnił. Tym samym cel został rozprawy osiągnięty. Ponadto Doktorant przedstawił wiele trafnych zaleceń projektowych, które mając podstawy naukowe mogą z powodzeniem być stosowane w projektowaniu konstrukcji zintegrowanych.

4.3. Ocena strony edytorskiej rozprawy

4.3.1 Uwagi ogólne

- 1) Nie należy pisać w pierwszej osobie liczby mnogiej np. „wyznaczamy” (str. 32) itd., ale bezosobowo.

- 2) Pozycje bibliograficzne powinny być wymieniane w zachowaniu kolejności ich przywoływania. Kolejność ta nie powinna sprawiać wrażenie przypadkowej (str. 13, 49, 52 i 111).
- 3) Jeżeli dany punkt ma podpunkty, nie powinien zawierać treści i mieć co najmniej 2 podpunkty (w punkcie 4.3. jest jeden podpunkt 4.3.1.; w punkcie B (str. 76), jest jeden podpunkt; punkt 11.2 (str. 112) zawiera tekst mimo, że ma podpunkty).
- 4) Wyrażenia „przegubowo nieprzesuwne” i „sztywno zamocowane” należy pisać bez łącznika. W rozprawie z zasady te wyrażenia są pisane z łącznikiem.
- 5) Przęsło powinno być charakteryzowane przez jego rozpiętość, a w rozprawie jest charakteryzowane przez długość (to tylko kwestia nazewnictwa).

4.3.2 Uwagi szczegółowe

- 1) W tabeli 2.1. na str. 20 zestawiono dopuszczalną rozpiętość przęsła (nazwaną długością) i długość obiektu. Z zasady długość obiektu jest większa niż rozpiętość przęsła. W tabeli tej zależności często nie ma.
- 2) We wzorze 4.26 na str. 39 gamma to ciężar objętościowy gruntu zasypki, a nie jednostkowe obciążenie parciem gruntu.
- 3) W tabeli 4.1 na str. 41 w 3. kolumnie jest inna wartość minimalna, niż podana w tabeli jako minimalna. Treść punktów a) i d) na str. 41 powinny być wzajemnie skorygowane.
- 4) Na str. 42 (w. 3 od d.) na badaniach Springmana. Tu zapewne chodzi nie o pana, a o panią prof. Sarah Springman z Oxfordu.
- 5) W tabeli 4.3. na str. 47 podano ciężar gruntu zasypki równy 22 kN/m³. Taki ciężar ma już grunt spoisty, z którego raczej nie należy robić zasypki.
- 6) W ppkt 6.2 na str. 60 przy analizie połączeń obiektów zintegrowanych z nasypem drogowym wzięto pod uwagę również urządzenia dylatacyjne. Akurat te urządzenia nie powinny stanowić elementu obiektu zintegrowanego.
- 7) Należy używać określenia „nawierzchnie asfaltowe”, a nie „nawierzchnie bitumiczne” (str. 60), gdyż bitumem była również smoła, której stosowanie jest zabronione.
- 8) W punkcie 11.2.2 na str. 115 brakuje spójności tekstu.
- 9) W punkcie 11.5 na str. 144, 7 wiersz od dołu: zamiast słowa „podania” powinno być inne, np. słowo „doprecyzowania”.
- 10) Na str. 146 nie ma powołania na rys. 12.1.

- 11) Na str. 146 napisano, że „Podobnie jak w Rozdziale 9.6 proponuje się zwiększenie ΔT o 20°C”. Tyle, że w rozdziale 9.6 na str. 87 zaproponowano zwiększenie ΔT o 10-15°C.
- 12) Punkt 8 na str. 147 powinien być przeredagowany.
- 13) W załączniku 14.2 i 14.3. należy skreślić w tytule „z lat 2002-2019”.
- 14) W załącznikach np. 14.3. używana jest forma „Przykłady uszkodzeń i ich ewidencji (...) dla obiektów”. To są przykłady uszkodzeń i ich ewidencja.

4.3.3 Posumowane oceny edytorskiej

Biorąc powyższe pod uwagę Recenzent stwierdza, że przedstawione powyżej uwagi edytorskie można uznać za mało istotne, nie wpływające na wysoką ocenę merytoryczną rozprawy.

4.4. Uwagi do dyskusji

- 1) W opiniowanej rozprawie w rozdziale 4 nie ma sprecyzowanego kształtu analizowanych podpór. Mogą mieć one formę ściany lub rzędu słupów wtopionych w czoło nasypu. Wzory podane w tym rozdziale dotyczą podpory w kształcie ściany (parcie gruntu jest reakcją zasyпки zależną od przemieszczeń ściany). Ponadto wzory dotyczą ścian sztywnych. W odniesieniu do ścian podatnych (ścian szczelnych stalowych, ścian obudowy wykopów) rozkłady parcia są bardziej skomplikowane. Warto zwrócić uwagę, że wzbudzenie pełnego parcia biernego (oporu granicznego) wymaga tak dużego przemieszczenia ściany, że zapewne byłoby ono nieakceptowane ze względu na poprawne zachowanie się konstrukcji (w odróżnieniu do tarcia czynnego, do wzbudzenia którego jest potrzebne dużo mniejsze przemieszczenie).
- 2) W nawiązaniu do rys. 5.10 na str. 57 Recenzent nie uważa pęknięcia pala żelbetowego (podpory skrajnej) ok. 1 m od miejsca zakotwienia za „najbardziej niebezpieczne”. Została przekroczona niewielka wytrzymałość betonu na rozciąganie, a tak niewielka szerokość pęknięcia nie wskazuje na lokalne uplastycznienie stali. Powstał rodzaj przegubu. Jeżeli w palach powstał przegub, to może konstrukcja w takim stanie – czyli z przegubami – będzie przenosiła obciążenie poprawnie?
- 3) Recenzent ma następujące uwagi do propozycji rozwiązania połączenia obiektu zintegrowanego z nawierzchnią drogową (dojazdem) (rys. 12.2 na str. 148):
 - czy zamiast styropianu nie lepiej byłoby zastosować np. piankę poliuretanową?,
 - przestrzeń (szczelina) bez zbrojenia poprzecznego powinna być czymś wypełniona np. pianką poliuretanową,
 - w szczelinie tej powinien być jakiś element wzmacniający to szczególne miejsce, np. profil poliuretanowy lub nad szczeliną blacha stalowa; zbrojenie nawierzchni bezpośrednio nad szczeliną raczej nie będzie wystarczające.

Biorąc powyższe pod uwagę Recenzent stwierdza, że przedstawione powyżej uwagi nie wpływają na wysoką ocenę merytoryczną rozprawy i mogą być przedyskutowane podczas obrony rozprawy doktorskiej.

5. WNIOSEK KOŃCOWY

Rozprawa doktorska pana mgra inż. Marka Copija pt. „Wpływ wybranych czynników na nośność i trwałość Zintegrowanych obiektów inżynierskich” spełnia wszystkie wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, w zakresie wymagań stawianych rozprawom doktorskim.

Zawiera oryginalne rozwiązania dotyczące problemu naukowego – wpływu zmian temperatury i parcia gruntu na wartość sił wewnętrznych w konstrukcji obiektów zintegrowanych. Rozwiązanie tego problemu posłużyło do stworzenia podstaw naukowych do wielu zaleceń rozwiązań konstrukcyjnych, a przede wszystkim projektowych. Z uwagi na to, że - jak to udowodnił Doktorant – uszkodzenia obiektów są zazwyczaj wynikiem błędów projektowych, Doktorant sformułował m.in. następujące wnioski:

- 1) Niedoszacowanie obciążania konstrukcji zmianami temperatury może wystąpić przed wszystkim w wypadku podpór niskich i sztywno zamocowanych w fundamencie. To niedoszacowanie zmniejsza się wraz ze zwiększeniem rozpiętości przęsła i zmniejszeniem sztywności podpory.
- 2) W wypadku konieczności stosowania podpór sztywno zamocowanych w fundamencie zaleca się, aby podpora miała wysokość co najmniej 5 m, a przy obliczeniach konstrukcji, aby różnica temperatur była zwiększona o 10-15°C.
- 3) Niedoszacowanie obciążania konstrukcji parciem gruntu może wystąpić przede wszystkim w wypadku stosowania wysokich podpór. Zaleca się doprecyzowanie w wytycznych wartości obciążenia parciem gruntu.
- 4) Zaleca się projektowanie podpór skrajnych o jak najmniejszej sztywności i podpartych przegubowo nieprzesuwnie.
- 5) Zaleca się stosowanie konstrukcji obiektu z oparciem na stalowych profilach konstrukcja typu amerykańskiego. W tym celu można stosować dostępne profile stalowe typu HEB, HEM i HEA.
- 6) Zaleca się stosowanie zaproponowanego w rozprawie połączenia obiektu z drogą (nasypem).

Zalecenia są sformułowane jasno i jednoznacznie, przez co mogą być skutecznie powszechnie wykorzystane. Tym bardziej, że w rozprawie wskazano na dużą możliwość regulacji sił wewnętrznych w konstrukcji w zależności od przyjętego rozwiązania konstrukcyjnego. Powiedzieć o tej rozprawie, że poszerza wiedzę o obiektach zintegrowanych to zdecydowanie za mało – to polskie kompendium wiedzy na temat obiektów zintegrowanych.

Doktorant wykazał ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport oraz wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Postawiony w pracy cel został zrealizowany, a wnioski wynikające z tej realizacji mogą z powodzeniem zostać wdrożone w praktyce projektowej w całym kraju.

Z uwagi na to, że recenzowana rozprawa doktorska czyni zadość wszystkim wymaganiom, o których mowa w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, wnoszę o dopuszczenie pana mgra inż. Marka Copija do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

6. WNIOSEK O WYRÓŻNIENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Z uwagi na to, że wartość rozprawy doktorskiej pana mgra inż. Marka Copija jest ponadprzeciętna, w szczególności ze względu na:

- nowatorskie podejście do tworzenia zasad projektowania na podstawach naukowych,
- aktualność i ważność tych rozwiązań w kontekście zmiany rozrządzenia Ministra Infrastruktury, w którym takie konstrukcje są zalecane ze względu na ich trwałość,
- poziom warsztatu naukowego, który prowadzi do wykorzystania wniosków w praktyce,
- wartości rozprawy, o których mowa w pkt 5 niniejszej recenzji,

zgłaszam wniosek o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej.