

Warszawa, dnia 19. 02. 2013 r.

dr hab. inż. **Robert Kowalski**, prof. nzw. PW
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Lądowej
Instytut Inżynierii Budowlanej

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Bartosza Zegardło
pt.
„Zastosowanie odpadów ceramiki sanitarnej jako kruszywa do
betonów specjalnych”

1. Formalna podstawa recenzji

Recenzję sporządzono na podstawie umowy o dzieło, zawartej w dniu 11. 12. 2012 r., pomiędzy Politechniką Lubelską, reprezentowaną przez Prorektora ds. Nauki dr hab. Marzenę Dudzińską, prof. PL oraz Kwestor mgr Janinę Księską, a recenzentem dr. hab. inż. Robertem Kowalskim, prof. nzw. PW.

Recenzję sporządzono na bazie przepisów Ustawy z dnia 14. marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65 z 2003 r., poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 września 2011 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora. Na podstawie informacji przekazanych recenzentowi przez Zamawiającego ustalono, iż przewód doktorski mgra inż. Bartosza Zegardło jest prowadzony tzw. „nowym trybem”,

2. Ogólna charakterystyka rozprawy, wstępna ocena i uwagi

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy zastosowania odpadów ceramiki sanitarnej jako kruszywa wykorzystywanego do wykonania betonów specjalnych: trudno ścieralnych, dobrze akumulujących ciepło oraz odpornych na działanie wysokiej temperatury. Zasadniczy tekst rozprawy liczy 119 stron formatu A4. Jest podzielony na trzy najistotniejsze części: *Wprowadzenie*, *Studia literaturowe* oraz *Badania i analizy własne*. Przytoczono tam 88 pozycji piśmiennictwa (wśród których „zaplątała się” jedna ustawa) oraz 23 normy. W tej samej oprawie do rozprawy dołączono pięć załączników zawierających protokoły z badań oraz analizy statystyczne wybranych wyników. W sumie materiały te zajmują 132 strony.

Pierwsza część rozprawy, zatytułowana **Wprowadzenie** liczy 3 strony. Autor podaje tu genezę i cel pracy, formułuje problem badawczy, tezy pracy oraz określa jej zakres. Cel pracy, jakim jest, między innymi racjonalne wykorzystanie odpadów o dużej masie i objętości, praktycznie nie ulegających biodegradacji, doskonale odpowiada wprowadzonemu

stosunkowo niedawno¹ wymaganiu podstawowemu nr 7 „Zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych” oraz powszechnie rosnącej społecznej trosce w tym zakresie.

Problem badawczy i tezy pracy są sformułowane trafnie i jednoznacznie. W opisie zakresu pracy podzielono ją jednak na trzy części, co nie odpowiada ani spisowi treści, ani rzeczywistemu układowi pracy. Ponadto, zdaniem recenzenta *Wprowadzeniu* należało „przydzielić” stosowny punkt numeracji.

Rozdział pierwszy, zatytułowany „**Charakterystyka ceramiki sanitarnej**”, rozpoczynający „**Studia literaturowe**” liczy 8 stron. Autor w sposób zwięzły przedstawia tu: rys historyczny wytwarzania ceramiki, podstawowe informacje o stosowanych technologiach oraz najistotniejsze właściwości różnych odmian materiału ceramicznego.

Rozdział drugi, zatytułowany „**Recykling odpadów ceramicznych**” liczy 16 stron. Autor wyjaśnia tu pojęcia podstawowe dotyczące recyklingu, zwracając uwagę, iż „*Priorytetem gospodarki odpadami jest znalezienie sposobów na wtórne ich wykorzystanie, które będzie ekonomicznie uzasadnione*”. Następnie w skrócie podaje podział odpadów ceramicznych w zależności od ich pochodzenia oraz dwa przykłady propozycji wykorzystania odpadów ceramiki czerwonej. Dalej, szerzej są omówione przykłady prób wykorzystania do betonu odpadów ceramiki sanitarno-technicznej. Ich zastosowanie może korzystnie wpływać na wytrzymałość betonu na ściskanie. Podsumowując ten rozdział pracy należy stwierdzić, iż zawiera on wiele cennych informacji, aczkolwiek niestaranna edycja tekstu utrudnia ich odbiór.

Rozdział trzeci, zatytułowany „**Betony specjalne**” liczy 9 stron. Autor krótko omawia tu istotę tych betonów, po czym koncentruje się na ich dwóch rodzajach: betonach odpornych na działanie wysokiej temperatury oraz betonach odpornych na ścieranie.

W omówieniu pierwszego zagadnienia zdecydowanie brakuje jednoznacznego podkreślenia, iż podane informacje odnoszą się jedynie do betonów, które przed narażeniem na działanie wysokiej temperatury zostały poddane procesowi wprowadzenia do tych warunków, opisanego przykładowo na str. 41. Na podstawie opisu przedstawionego w pracy można zatem mylnie wnioskować o zachowaniu się betonów w konstrukcji. W szczególności dotyczy to stwierżeń na temat wytrzymałości betonu po ostygnięciu (str. 36) oraz wpływu rodzaju kruszywa na wytrzymałość na ściskanie betonu poddanego działaniu wysokiej temperatury (str. 38). Od dawna wiadomo, iż wytrzymałość betonu w konstrukcji jest po ostygnięciu mniejsza od występującej w wysokiej temperaturze. Betony z kruszywem o dużej zawartości krzemu (ang. siliceous aggregate) są natomiast znacznie mniej odporne na działanie wysokiej temperatury niż betony z kruszywem wapiennym lub bazaltowym. Zdaniem recenzenta, omawiając wpływ wysokiej temperatury na beton należało się odnieść do prac badaczy, którzy „położyli kamienie milowe” tej tematyki, jak np.: M.S. Abrams, Y. Anderberg, P. Gambarova, M.F. Kaplan, G.A. Khoury, F.L. Malhotra, U. Schneider. Warto też było np. skorzystać z podsumowania podanego w *fib Bulletin 38/2007*. Omawiając „zastosowanie betonu w tunelach” z uwagi na ich bezpieczeństwo pożarowe należało

¹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 305/2011

przynajmniej skrótowo wyjaśnić zjawisko odpryskiwania termicznego betonu, szeroko rozpatrzone w polskim piśmiennictwie w pracach D. Gawina.

Rozdział czwarty, zatytułowany „**Akumulacja ciepła**” liczy 5 stron. Autor przedstawia tu podstawowe informacje na temat możliwości „magazynowania” ciepła przez różne materiały. Zdaniem recenzenta podając jedynie oszacowane przeciw wartości energii, która może być zmagazynowana przez wybrane materiały (str. 48), obliczone wartości należało zaokrąglić. Zbyt dużo cyfr znaczących utrudnia odbiór informacji, stwarzając jedynie pozory dokładności.

W jednostronicowym **rozdziale piątym** podano wnioski sformułowane przez autora na podstawie przeprowadzonych studiów literaturowych.

Po przeczytaniu pierwszej części rozprawy można mieć niedosyt, iż w przeważającej większości część ta zawiera informacje ogólne, podstawowe lub nawet powszechnie znane. Zdaniem recenzenta należy jednak usprawiedliwić autora, biorąc pod uwagę, iż podjęta tematyka jest nowa, a liczba opublikowanych prac naukowo-badawczych na ten temat jest niewielka. Wydaje się, iż niektóre z wyników badań dotyczących rzeczywiście praktycznego (komercyjnego) zastosowania odpadów ceramicznych, najprawdopodobniej mogą nie być publikowane.

Drugą część rozprawy „**Badania i analizy własne**” rozpoczyna **rozdział szósty** pt. „**Badania kruszywa powstałego z odpadów ceramiki sanitarnej**”. Liczy on 12 stron. W rozdziale tym autor opisuje sposób pozyskania stłuczki ceramicznej, wytworzenia z niej kruszywa oraz podstawowe przeprowadzone badania. Zdaniem recenzenta pkt 6.5 powinien być raczej zatytułowany „*Obserwacje struktury...*”, a nie „*Badania...*”. W opisie badania przyczepności zaczynu do kruszywa (pkt 6.7) brakuje jednoznacznej informacji, czy zastosowana metoda jest znana powszechnie, czy została zaproponowana przez autora. Niedosyt budzi zbyt duża liczba pustych miejsc w ostatniej kolumnie tablicy 6.1. Przynajmniej „dla porządku” należało zbadać i podać tam wytrzymałości na ściskanie i moduł sprężystości pozyskanego kruszywa. Zbadanie jego współczynnika rozszerzalności termicznej, z punktu widzenia oceny zachowania się betonu w wysokiej temperaturze wydaje się natomiast absolutnie konieczne.

Rozdział siódmy, zatytułowany „**Projektowanie składu betonu z kruszywem ceramicznym i badania mieszanki betonowej**” liczy 11 stron. Autor przytacza tu ogólne założenia projektowania składu betonu oraz optymalizacji składu ziarnowego kruszywa. Następnie podaje zastosowaną procedurę projektowania mieszanki betonowej i wprowadzone korekty, po czym opisuje badania mieszanki betonowej oraz badania wytrzymałości wytworzonego betonu na ściskanie i zginanie. Niedosyt recenzenta budzi brak wyników badań wytrzymałości betonu na ściskanie, uzyskanych na podstawie próbek sześciennych o boku 15 cm lub walcowych 15/30 cm. Zbadanie statystyczne i w konsekwencji stwierdzenie przez autora wyniku, iż beton z kruszywem ze stłuczki ceramicznej osiągnął wyższą wytrzymałość na ściskanie (90.5 MPa) niż podobny beton z kruszywem żwirowym (80.4 MPa) wydaje się być wnioskiem łatwym do przewidzenia bez badań tego drugiego betonu. W pracy nie podano, jak zniszczyły się próbki betonu ze kruszywem żwirowym. Można jednak domniemywać, iż wystąpiły w nich „przełamy przez kruszywo”. Według

doświadczeń recenzenta, w celu uzyskania betonów wysokiej wytrzymałości wskazane jest zastosowanie kruszywa o odpowiednio wysokiej wytrzymałości, najlepiej łamanego.

Rozdział ósmy, zatytułowany „**Badania betonu na kruszywie ceramicznym w warunkach podwyższonych temperatur**” liczy 13 stron. Autor opisuje tu zastosowane różne składy betonów. Zdaniem recenzenta przedstawienie czarno-białej fotografii zastosowanych kruszyw niewiele wnosi do rozprawy. Zamiast tego należało np. więcej miejsca poświęcić zastosowanym betonom oraz kształtom próbek i lepiej uporządkować ich opis. Tablica 8.1 jest „trudno-czytelna”, a ponadto nie podano w niej informacji na temat kształtu próbek. Szczegółowy opis wykorzystanego pieca, wraz z „ideowym” schematem powinien najwyżej znaleźć miejsce w załączniku. Wystarczyło przecież podać wymiary komory i np. moc grzałek. Niedosyt recenzenta budzi nie podanie, w którym miejscu komory pieca był wykonywany pomiar temperatury traktowanej jako występującej w komorze. Przedstawiony na stronie 77. opis „wprowadzenia betonu do pracy w wysokiej temperaturze” jest praktycznie kopią opisu zamieszczonego na str. 41, z tym że przy obu opisach są podane inne pozycje źródłowe. Opis ten należało podać w jednym miejscu pracy w sposób bardziej uporządkowany.

W punkcie 8.1.3 autor przedstawia wyniki „pierwszego etapu badań”, w którym próbki wygrzewano bardzo powoli do temperatury wynoszącej 1000°C, a następnie, po upływie 30. dni poddano badaniom wytrzymałościowym. Zdaniem recenzenta wynik takich badań betonu „zwykłego” (zniszczenie próbek) był łatwy do przewidzenia bez jakiegokolwiek eksperymentu. W ogóle porównywanie zachowania się betonów projektowanych jako specjalne z zachowaniem się betonów zwykłych w warunkach „specjalnych” jest zdaniem recenzenta niecelowe. Na pozytywne podkreślenie niewątpliwie zasługuje jednak fakt, iż beton zaprojektowany przez autora jako żaroodporny, po ogrzaniu do temperatury 1000°C, zachował wytrzymałość na ściskanie na poziomie 50,4 MPa, a na rozciąganie – 4,6 MPa.

W punkcie 8.1.4 autor przedstawia wyniki „drugiego etapu badań”, w którym próbki wygrzewano sześciokrotnie, powoli do temperatury wynoszącej 1000°C, a następnie poddano badaniom wytrzymałościowym – bezpośrednio po ostygnięciu oraz po upływie 30. dni od ogrzewania. Podobnie jak już napisano wyżej, negatywny wynik badania próbek z betonu ze „zwykłym” kruszywem był łatwy do przewidzenia bez jakichkolwiek badań. Badania tych próbek należy zatem ocenić jako nie do końca zasadne. Zamiast tych badań można było zwiększyć, z trzech do np. pięciu, liczbę próbek wykonanych w betonu z kruszywem ceramicznym. Zastosowanie tylko trzech powtarzalnych próbek może budzić wątpliwości, czy uzyskane wyniki są rzeczywiście wiarygodne. Opis wyników podany w tabl. 8.5 i 8.6 oraz na rys. 8.7 jest niejednoznaczny, zawiera błędy (np. w tabl. 8.6 występuje oznaczenie GA, co według tabl. 8.1 odnosi się do kruszywa kamiennego, a w tytule tablicy wskazano na kruszywo ceramiczne) i istotnie utrudnia odbiór treści rozprawy. Ponadto, zdaniem recenzenta zastosowane przez autora przeliczenie wyników badań wytrzymałości betonu uzyskanych z próbek walcowych, na wyniki mające odpowiadać uzyskanym z badania małych próbek prostopadłościennych, w kontekście wielokrotnego ogrzewania i studzenia próbek, jest mało wiarygodne. Na pozytywne podkreślenie zasługuje fakt, iż beton zaprojektowany przez autora jako żaroodporny (cement glinowy, kruszywo ceramiczne), po sześciu cyklach ogrzewania do temperatury 1000°C, zachował wytrzymałość na ściskanie na poziomie 40–58 MPa, a na rozciąganie – 4 MPa.

Rozdział dziewiąty, zatytułowany „**Badanie zdolności akumulacji ciepła przez beton na kruszywie ze stłuczki sanitarnej**” liczy 8 stron. Autor opisuje tu przeprowadzony prosty

eksperyment oraz podaje wyniki własnych obliczeń pojemności i mocy cieplnej różnych materiałów, w tym betonu z kruszywem ceramicznym. Zdaniem recenzenta porównanie zdolności akumulacyjnych rozpatrywanego betonu i np. betonu komórkowego jest niecelowe, ponieważ wynik jakościowy takiego porównania jest oczywisty. Autor podkreślając zalety betonu z kruszywem ceramicznym w zakresie akumulacji ciepła wielokrotnie eksponuje fakt, iż beton ten może być ogrzany do temperatury wynoszącej około 1000°C. W tym kontekście eksperyment, w którym próbki były ogrzane do temperatury wynoszącej zaledwie 230°C sprawia wrażenie niedokończonego. Zamiast badania wielu materiałów w niezbyt wysokiej temperaturze, ciekawszym byłoby eksperymentalne zbadanie zdolności akumulacji ciepła jedynie kilku wybranych z nich, ale za to w szerszym zakresie maksymalnej temperatury. W podsumowaniu autor rekomenduje beton z kruszywem z odpadów sanitarnych jako „dobry akumulator ciepła”. Należy jednak zwrócić uwagę, iż podkreślanie braku konieczności wypalania betonu może wprowadzać czytelnika w błąd. Betonu oczywiście wypalać nie trzeba, ale konieczne jest „wprowadzenie go do pracy” w wysokiej temperaturze.

Rozdział **dziesiąty**, zatytułowany „**Badanie ścieralności betonu na kruszywie ceramicznym**” liczy 3 strony i sprawia wrażenie niedopracowanego. Opis zastosowanego kruszywa jest nieprecyzyjny. Najpierw występują kruszywa *ceramiczne* oraz *z odpadów ceramiki sanitarnej*, następnie *ceramiczne* i *żwirowe*. Zdaniem recenzenta autor zbyt pochopnie stwierdza, iż przeprowadzone przez niego badania „dowodzą”, iż ścieralność betonu z kruszywem z ceramiki sanitarnej jest około 20% mniejsza od ścieralności betonów z kruszywem tradycyjnym. Spostrzeżenie poczynione przez autora, jakościowo nie budzi wątpliwości, jednak wnioskowanie ilościowe należałoby oprzeć na wynikach większej liczby próbek niż 3 zbadane przez autora.

Rozdział jedenasty, zatytułowany „**Wnioski**” jest podzielony na dwa podrozdziały: „*Wnioski podstawowe*” i „*...szczegółowe*”. W pierwszym autor nieskromnie podsumowuje własne dokonania. Zdaniem recenzenta stwierdzenie, iż tezy postawione w pracy można uznać za udowodnione raczej powinno być pozostawione do oceny czytelnikom. Daleko idąca zgodność tez i wniosków, a właściwie powtórzenie postawionych tez jako wniosków, prawie „słowo w słowo”, może budzić wątpliwości, czy najpierw były sformułowane tezy czy wnioski. Recenzent wyraża wątpliwość, czy podanie opisu przygotowania kruszywa i jednej receptury betonu, służących do wykonania niezbyt dużej liczby próbek o małych wymiarach może być uznane za „*opracowanie technologii*”. Wniosek nr 3 wydaje się być sformułowany niefortunnie. Może on mylnie sugerować, iż beton badany przez autora nadaje się do zastosowania w konstrukcjach poddanych działaniu temperatury pożarowej. W tym zakresie, w pracy nie przeprowadzono ani badań, ani studiów literaturowych. W podrozdziale drugim autor w czterech punktach rozszerza cztery wnioski podane w podrozdziale pierwszym.

Ostatni **rozdział dwunasty**, zatytułowany „**Propozycje zastosowań betonu z kruszywem ze stłuczki sanitarnej i planowane kierunki dalszych prac badawczych**” liczy 8 stron. Jest to właściwie suplement do pracy. Podane tu informacje wydają się być bardzo ogólne, niewiele wnoszące.

Na stronach 122–251 znajduje się pięć **załączników**, w których praktycznie podano protokoły z przeprowadzonych badań. Zdaniem recenzenta lepszy odbiór pracy zapewniłoby przedstawienie załączników w oddzielnej oprawie oraz podanie w spisie treści stosownych numerów stron.

3. Uwagi do rozprawy

3.1. Uwagi krytyczne

- 3.1.1. Niepokój recenzenta budzi zbyt śmiało, a może nawet bezkrytyczne odnoszenie się autora rozprawy się do własnych dokonań. Stwierdzenie, iż tezy postawione w pracy można uznać za udowodnione raczej powinno być pozostawione do oceny czytelnikom. Praktycznie powtórzenie postawionych tez jako wniosków skłania do zadania pytania, czy najpierw były sformułowane tezy czy wnioski.
- 3.1.2. Praca ma niewątpliwie charakter eksperymentalny. Zbadano w niej jednak praktycznie jeden beton wykonany na bazie jednego rodzaju stłuczki sanitarnej. Wnioskowanie o odporności rozpatrywanego betonu na działanie wysokiej temperatury, akumulacji ciepła i ścieralności przeprowadzono na podstawie niezbyt licznych wyników badań, wykorzystując jedynie próbki o małych wymiarach.
- 3.1.3. Recenzent nie jest technologiem produkcji materiałów budowlanych, ale jego zdaniem podanie opisu przygotowania kruszywa i jednej receptury betonu, służących do wykonania niezbyt dużej liczby próbek o małych wymiarach nie upoważnia jeszcze do stwierdzenia, iż opracowano technologię wykorzystania stłuczki sanitarnej jako kruszywa do betonu.
- 3.1.4. Przeprowadzone w pracy badania **wpływu wysokiej temperatury na beton**, aczkolwiek bardzo cenne, odnoszą się jedynie do zastosowania rozpatrywanego betonu jako materiału niekonstrukcyjnego, służącego np. do wykonania obudowy pieców. Autor nie podkreślił jednak tego faktu dostatecznie wyraźnie, co może sugerować czytelnikowi nie znającemu zagadnień bezpieczeństwa pożarowego, iż rozpatrywany beton może być wykorzystany jako materiał konstrukcyjny odporny na warunki pożarowe. Przeprowadzone badania nie dają podstaw do takiego wnioskowania. W studiach literaturowych zupełnie pominięto bogate piśmiennictwo dotyczące wpływu wysokiej temperatury na beton konstrukcyjny. W badaniach eksperymentalnych, między innymi: (1) ograniczono się do rozpatrywania betonu wstępnie wysuszonego, (2) nie rozważono zjawiska pęcznienia termicznego betonu, (3) nie sprawdzono wytrzymałości rozpatrywanego betonu w wysokiej temperaturze, (4) nie badano odpryskiwania termicznego betonu, (5) niepotrzebnie, w celach porównawczych badano beton z kruszywem żwirowym; wynik takiego badania był łatwy do przewidzenia, a to, że próbki ogrzane do temperatury wynoszącej 1000°C w ogóle udało się w całości wyjąć z pieca potwierdza tylko, iż warunki termiczne zastosowane przez autora były „niezbyt surowe” (powolne ogrzewanie i chłodzenie, wstępne wysuszenie materiału). Stwierdzenie autora (wprawdzie niezbyt śmiało), iż rozpatrywany beton może być wykorzystany do obudowy tuneli, bez określenia reakcji tego betonu, w stanie wilgotnym, na gwałtowne ogrzewanie jest nieuzasadnione.
- 3.1.5. Przeprowadzone w pracy badania eksperymentalne zdolności rozpatrywanego betonu do akumulacji ciepła sprawiają wrażenie niedokończonych. Autor wielokrotnie

słusznie podkreśla, iż beton z kruszywem ceramicznym może być ogrzany do temperatury wynoszącej około 1000°C. W tym kontekście ograniczenie badań eksperymentalnych do temperatury wynoszącej zaledwie 230°C pozostawia duży niedosyt. Niepotrzebne i niewiele wnoszące wydaje się natomiast eksperymentalne badanie, w celach porównawczych, zdolności akumulacji ciepła zbyt wielu materiałów (szczególnie betonu komórkowego).

- 3.1.6. Spostrzeżenia poczynione przez autora, w zakresie ścieralności rozpatrywanego betonu, jakościowo nie budzą wątpliwości, jednak wnioskowanie ilościowe należałoby oprzeć na wynikach większej liczby próbek niż zbadane trzy.
- 3.1.7. Zdaniem recenzenta układ pracy pozostawia wiele do życzenia. Wyodrębnienie, poza numeracją rozdziałów, dwóch części: *Studia literaturowe* oraz *Badania i analizy własne* nic nie wnosi. *Wprowadzenie* powinno być objęte numeracją. *Wnioski* powinny być umieszczone na końcu tekstu rozprawy. W obecnym układzie można odnieść wrażenie, iż należą one jedynie do części *Badania i analizy własne*. Rozdział dwunasty niewiele wnosi i raczej powinien być umieszczony jako suplement w załączniku. Lepszy odbiór pracy zapewniłoby przedstawienie załączników w oddzielnej oprawie oraz podanie w spisie treści stosownych numerów stron.

3.2. Uwagi dyskusyjne

- 3.2.1. Zdaniem recenzenta zasadne jest rozważenie, czy z punktu widzenia odporności rozpatrywanego betonu na wysoką temperaturę, wytworzenie betonu bardziej porowatego nie byłoby lepszym pomysłem. Beton taki najprawdopodobniej nie osiągnąłby, aż tak dużej wytrzymałości na ściskanie, ale za to jej zmniejszenie spowodowane wpływem wysokiej temperatury najprawdopodobniej byłoby mniejsze. Wydaje się, iż z punktu widzenia przewidywanego wykorzystania rozpatrywanego betonu w praktyce, aż tak wysoka wytrzymałość na ściskanie (do około 90. MPa) nie jest konieczna. Mniejsza względna redukcja tej wytrzymałości, spowodowana ogrzewaniem, a więc mniejsza degradacja struktury betonu, byłaby natomiast cechą korzystną, pożądaną.
- 3.2.2. Recenzent wyraża wątpliwość, czy przedział temperatury (230-250°C), w której były suszone próbki przed ogrzewaniem nie jest zbyt wysoki. Najczęściej suszenie jest prowadzone w temperaturze wynoszącej około 100°C. Według recenzenta, aby wyeliminować wpływ suszenia na zmianę cech betonu należy go suszyć w temperaturze wynoszącej około 85°C.
- 3.2.3. Z zapisu występującego na stronie 21. można wnioskować, iż autor wyraża pogląd, że beton był wytwarzany już w starożytności. Zdaniem recenzenta można mieć wątpliwości, czy nazwa beton nie powinna być zarezerwowana dla materiałów wytwarzanych po wynalezieniu cementu.

3.3. Uwagi mniej istotne i szczegółowe

3.3.1. Zdaniem recenzenta w rozprawie doktorskiej nie powinny być używane żargonowe lub „niezręczne” sformułowania. Oto niektóre przykłady.

- „...*beton na kruszywie...*”; np. str. 8, 9, 85, 87 (w tytule rozdziału!), 88, 91, 95 (w tytule rozdziału!), 98, 102,
- „...*betonów na ... cementach*”; np. str. 43, 99,
- „... *doświadczalną metodą interakcji (...) na cemencie glinowym.*”, str. 63,
- „*Beton na cemencie...*”, str. 86,
- „...*zaformowano w formach stalowych*”, str. 88,
- „*W przeciwieństwie do natrafionych w literaturze...*”, str. 98,
- „...*analizy wielkości literaturowych...*”, str. 99,
- „...*okres czasu...*”, str. 47,
- „*Porównania ... dokonano w sposób tabelaryczny w tablicy 6.1.*”, str. 61,
- „*Ilość próbek*”, tabl. 8.1, str. 75,
- „...*przedstawiono w postaci wykresu rys. 8.7.*”, str. 83.

3.3.2. Edycja tekstu rozprawy pozostawia wiele do życzenia. Można nawet zaryzykować stwierdzenie, iż praca „woła”: „*Nie przeczytano mnie po wydrukowaniu!!!*”. Oto niektóre przykłady.

- Str. 11 – zła kolejność pozycji piśmiennictwa
- Str. 14 – niepotrzebnie podzielony akapit
- Str. 18 – tabl., kol. 6, wiersz 4.
- Str. 20 – podpis pod rysunkiem na str. 22; podobnie str. 22 – podpis na str. 23; podobnie str. 25, 27
- Bibliografia (str. 110-116) – tekst jest niestarannie sformatowany
- Str. 33 – punkt 2.3, a nie 2.2
- Str. 61 – odwołanie do nie istniejącego załącznika Z1.6 (powinno być Z1.5)
- Str. 91 – „...*obliczono dla porównania obliczono*”

3.3.3. W Bibliografii brakuje szczegółów, ułatwiających potencjalnemu zainteresowanemu odnalezienie poszczególnych pozycji; artykuły z czasopism – brak numerów stron (np. [45, 55, 66]); pozycje książkowe – np. brak jednoznacznego opisu: książka, czy np. zeszyty naukowe uczelni, np. [13, 19, 56, 87]. Bibliografia jest sformatowana niestarannie.

3.3.4. W „Spisie treści” nie podano numerów stron, na których rozpoczynają się poszczególne rozdziały i załączniki, co przy dużej liczbie rozdziałów i załączników oraz dużej „objętości” rozprawy znacznie utrudnia jej odbiór.

4. Merytoryczna ocena rozprawy

W drugim i trzecim punkcie recenzji poczyniono wiele uwag krytycznych. Należy jednak zauważyć, iż przeważnie dotyczą one tego, czego w ramach pracy nie wykonano, a zatem wyrażają niedosyt recenzenta. Pomimo tego niedosytu recenzent jednoznacznie stwierdza, iż praca obejmuje obszerne zagadnienie badawcze, jest ciekawa, napisana poprawnym językiem, a po jej przeczytaniu odnosi się wrażenie poszerzenia posiadanej wiedzy.

Zasadniczy cel rozprawy, jakim jest, między innymi racjonalne wykorzystanie odpadów o dużej masie i objętości, praktycznie nie ulegających biodegradacji, doskonale wpisuje się w aktualne trendy rozwoju szeroko rozumianej współczesnej inżynierii. Problem badawczy i tezy pracy są sformułowane trafnie i jednoznacznie.

W celu rozwiązania postawionych problemów autor przeprowadził studia literaturowe, a następnie samodzielnie wykonał wieloaspektowe badania eksperymentalne. Ogólny poziom wykonania badań i analiz uzyskanych wyników należy uznać za dobry. Spostrzeżenia poczynione przez autora są niewątpliwie cennym przyczynkiem naukowym do racjonalnego i korzystnego ekonomicznie zagospodarowania uciążliwych odpadów.

Dodatkową zaletą pracy jest to, iż można prognozować, że pomysł autora na zagospodarowanie odpadów ceramiki sanitarnej, znacznie rozwinięty w recenzowanej pracy, najprawdopodobniej w przyszłości, po dopracowaniu może znaleźć zastosowanie w praktyce i przynieść wymierne korzyści ekonomiczne i społeczne.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując przeprowadzoną ocenę rozprawy doktorskiej mgra inż. Bartosza Zegardło, pt. „*Zastosowanie odpadów ceramiki sanitarnej jako kruszywa do betonów specjalnych*”, recenzent stwierdza, iż autor określił jednoznacznie oryginalny problem naukowy, który zamierzał rozwiązać, a następnie problem ten rozwiązał.

Doktorant wykazał się dostateczną ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej budownictwo oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Wnioski wynikające z rozprawy stanowią oryginalny wkład naukowy autora w rozwój dyscypliny naukowej budownictwo.

Rozprawa doktorska mgra inż. Bartosza Zegardło spełnia wymagania Ustawy z dnia 14. marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65 z 2003 r., poz. 595, z późn. zmianami) i w związku z tym recenzent wnioskuje o dopuszczenie do publicznej obrony tej rozprawy.