

## **Recenzja**

### **rozprawy doktorskiej mgr inż. Nikoliny Poranek pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z ITPOK w betonie o zwiększonej szczelności”**

#### **1. Podstawa formalna opracowania recenzji**

Podstawę opracowania recenzji stanowią:

- pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej z dnia 03.07.2023r. o numerze RIE-BD.512.44.2023 informujące o powołaniu mojej osoby na recenzenta rozprawy Pani mgr inż. Nikoliny Poranek;
- umowa o dzieło UMC/2127/2023;
- rozprawa doktorska mgr inż. Nikoliny Poranek pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z ITPOK w betonie o zwiększonej szczelności”.

#### **2. Ogólna charakterystyka pracy**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z ITPOK w betonie o zwiększonej szczelności”, realizowana przez Panią mgr inż. Nikolinę Poranek, pod kierunkiem: prof. dr hab. inż. Krzysztofa Piekonia oraz dr hab. inż. Beaty Łażniewskiej – Piekarczyk, prof. PŚ.

Rozprawa podlegająca recenzji nie została podzielona na dwie wyraźne części: studium literaturowe i część doświadczalną. Taki podział zdecydowanie ułatwiłby odbiór pracy. Praca rozpoczyna się od wykazów skrótów, rysunków i tabel oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Następnie doktorantka przechodzi do celu i zakresu pracy. W sześciu kolejnych rozdziałach zebrano doniesienia literaturowe i opisano materiał doświadczalny. Pracę kończą

wnioski oraz bibliografia. Rozprawa liczy 194 strony. W spisie literatury Autorka przytacza 248 pozycji. Wykorzystano źródła literaturowe polsko i anglojęzyczne. W zdecydowanej większości są to pozycje nowe, opublikowane w ostatnim dwudziestopięcioleciu.

Rozdział 1 pt. „Wstęp” podzielono dość nietypowo na 5 podrozdziałów. Trzy pierwsze podrozdziały to opis strategicznej roli gospodarki obiegu zamkniętego w postępowaniu z odpadami, następnie krótki, niespełna stronicowy podrozdział dotyczący gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce, kolejno opis termicznego przekształcania odpadów oraz sposobu waloryzacji żużla pochodzącego w ITPOK. W podrozdziale 1.4 otrzymujemy opis wpływu budownictwa na środowisko naturalne, a w 1.5. charakterystykę składników betonu z uwzględnieniem żużli i popiołów z termicznego przekształcania odpadów.

W rozdziale 2 podano metodykę badawczą, a w rozdziale 3 wyniki badań. Kolejno w rozdziale 4 o enigmatycznie brzmiącym tytule „UPS z ITPOK w GOZ” opisano na dwóch stronach teorię dotyczącą zalet zagospodarowania ubocznych produktów spalania z instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych w ujęciu gospodarki obiegu zamkniętego.

Następnie w rozdziale 5 przedstawiono przygotowanie mieszanek budowlanych, uwzględniając składy betonu zaproponowane przez Doktorantkę. W rozdziale 6 dokonano analizy środowiskowej otrzymanych betonów z uwzględnieniem teorii w tym zakresie oraz autorskiej oceny śladu węglowego, uszczuplenia zasobów abiotycznych, wymywalności wybranych zanieczyszczeń oraz spełnienia założeń koncepcji GOZ.

Po tych sześciu rozdziałach następują wnioski oraz spis źródeł literaturowych.

### **3. Ocena rozprawy doktorskiej**

Temat podjęty przez Autorkę rozprawy doktorskiej jest niewątpliwie aktualny i wart dogłębnych badań eksperymentalnych i analiz ze względów techniczno – ekonomiczno – środowiskowych oraz aplikacyjnych. Podjęta tematyka badawcza wychodzi naprzeciw potrzebom gospodarki odpadami oraz współczesnej technologii betonu. Mimo powstawania coraz doskonalszych systemów termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych, wciąż borykamy się z pozostałościami stałymi po tym procesie. Temat jest niezwykle skomplikowany m.in. ze względu na zmienność składu chemicznego takich odpadów, co utrudnia stabilność sposobów postępowania z nimi oraz bezpieczną aplikację w środowisku. Z drugiej strony poszukiwane są materiały odpadowe umożliwiające substytucję surowców naturalnych w

produkcji cementu i betonu, co wpisuje się w filozofię zrównoważonego rozwoju. Poza tym zwiększająca się konsumpcja cementu powoduje wzrost zapotrzebowania na aktywne dodatki typu II jak np. granulowanego żużla wielkopieczowego i popiołu lotnego krzemionkowego, których zasoby nie zawsze są dostępne. Już dziś alarmujące są doniesienia o kurczącym się potencjale tych odpadów, a prognozy na kolejne lata wciąż przewidują znaczny spadek ich pozyskiwania w związku ze zmianami na rynku energetycznym oraz w hutnictwie. Przemysł materiałów budowlanych poszukuje rozwiązań w zakresie zmniejszenia emisyjności i energochłonności procesów wytwórczych zwracając szczególną uwagę właśnie na wykorzystanie odpadów z innych gałęzi przemysłu. Stąd wszelkie badania, które wskazują na możliwość racjonalnego stosowania odpadów zyskują na atrakcyjności. I tego właśnie zadania chciała podjąć się mgr inż. Nikolina Poranek. Uznała, że dodatek popiołów lotnych i żużli pochodzących z procesów termicznego przekształcania odpadów komunalnych będzie odpowiedzią na wyzwania surowcowe i ekologiczne w przemyśle materiałów budowlanych, a także da rezultat w postaci opracowania skutecznej metody ich zagospodarowania.

Niewątpliwie Doktorantka wykonała ogrom badań by szukać rozwiązań, udowodnić postawione cele i tezy pracy. Zapoznała się z wieloma dokumentami, metodykami i zagadnieniami. Tą wykonaną pracę zdecydowanie należy uznać za duże osiągnięcie Pani Poranek. Niestety zebrany materiał w postaci przedstawionej mi do recenzji rozprawy doktorskiej zawiera wiele błędów zarówno natury merytorycznej, edycyjnej jak i stylistycznej. I to jest wielka szkoda. Mogłaby to być praca o walorach interdyscyplinarnego dzieła, o dużym potencjale aplikacyjnym. Poniżej postaram się dość szczegółowo wypunktować uwagi, mając nadzieję, że przyczynią się one do ulepszenia tego materiału.

#### **4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne**

1. Temat rozprawy „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z ITPOK w betonie o zwiększonej szczelności” budzi zastrzeżenia recenzenta pod kątem używania w nim skrótu ITPOK, co w tytule pracy naukowej nie jest powszechne i moim zdaniem nie było konieczne. Tytuł mógł brzmieć „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych w betonie o zwiększonej szczelności”. Dodatkowo, i co może w tym przypadku ważniejsze, w tytule podano, że będzie w pracy poszukiwany beton o zwiększonej szczelności. Szczelność betonu jest



zagadnieniem złożonym, na który wpływa wiele czynników. Moim zdaniem należało omówić to zagadnienie w części literaturowej pracy z syntetycznym podaniem stanu wiedzy na ten temat. Chcąc realizować taki temat należało następnie wskazać metody badawcze, którymi można oceniać szczelność betonu, poszukać optymalnego składu betonu z zastosowaniem popiołów lotnych i żużli z instalacji termicznego przetwarzania odpadów. Tymczasem zagadnienie szczelności pierwszy raz pojawia się na stronie 125, gdzie stwierdzono, że zbadano głębokość penetracji wody, która nie przekroczyła 10mm w badanych betonach. Załączono dwa zdjęcia (rys. 3.40 i 3.41), zresztą błędnie opisane, a czytelnik sam musi dochodzić jakie próbki betonów na każdym ze zdjęć są przedstawione. Nie wspomniano nic w całej pracy o klasach szczelności betonu. Na stronie 141 napisano jeszcze tylko, cyt.: „Dodanie domieszek i dodatków poprawiło szczelność betonów”. Autorka próbuje w kilku miejscach pracy przekonać czytelnika, że betony są szczelne, bo związały zanieczyszczenia takie jak metale ciężkie. Podkreśla nawet we wnioskach, że szczelne betony zapewniają zmniejszenie wymywalność o co najmniej 80%, jednak na próżno poszukiwać w rozprawie informacji jak to oceniono i co do czego zostało tu porównane. Uważam zatem, że zagadnienie szczelności betonów będące tematem pracy zostało niemal pominięte w rozprawie.

2. Cel pracy nie współgra z tytułem rozprawy. Nie wspomina się tu już o zwiększaniu szczelności, a skupiono się na opracowaniu technologii wytwarzania materiału budowlanego z zastosowaniem ubocznych produktów spalania tzw. UPS z instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych (ITPOK).
3. Zdziwienie recenzenta budzi z jaką łatwością Doktorantka nazwała stałe pozostałości z termicznego przekształcania odpadów komunalnych tzw. UPSami. Przecież powstające w tym procesie odpady – popioły lotne i żużle to odpady niebezpieczne, które zgodnie z prawodawstwem polskim wymagają szczególnego postępowania z uwzględnieniem specjalnych warunków magazynowania, transportu i unieszkodliwiania. Tymczasem uboczne produkty spalania to substancje mineralne, które powstają w wyniku spalania węgla, biomasy, paliw alternatywnych, ale nie mieszanki odpadów przypadkowo skomponowanej, którą unieszkodliwiamy w procesie termicznym. Uboczne produkty spalania zaś to niejednokrotnie certyfikowane materiały o ustalonym i niezmiennym składzie oraz właściwościach, które dają pewność stabilnego stosowania w praktyce przemysłowej. Tymczasem odpady, o których mowa w pracy to niebezpieczne pozostałości

stałe należące do grupy 19 01 „Odpady ze spalarni odpadów, w tym z instalacji do pirolizy odpadów”.

Ponadto recenzent poddaje pod wątpliwość zastosowaną klasyfikację odpadów:

- przyjęto popiół lotny jako 19 01 07\* *Odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych. Z niewiadomych przyczyn nie nadano popiołom kodu 19 01 13\* *Popioły lotne zawierające substancje niebezpieczne.**
  - nieprawidłowo zdaniem recenzenta nadano także popiołom dennym kod 19 01 07\* (przecież nie pochodzą z oczyszczania gazów),
  - żużle zaklasyfikowano pod kodem 19 01 12 - *Żużle i popioły paleniskowe inne niż wymienione w 19 01 11*, ale dlaczego akurat tą grupę wybrano, a nie 19 01 11\*, która klasyfikowała by żużle jako niebezpieczne, tego w pracy nie podano. W przypadku odpadów, którym można przypisać zarówno kody odpadów niebezpiecznych, jak i odpadów innych niż niebezpieczne (tzw. kody lustrzane), stosuje się na podstawie rozporządzenia dot. katalogu odpadów m.in. zasadę klasyfikacji odpadów jako posiadających właściwości niebezpieczne, gdy zawierają substancje niebezpieczne, które sprawiają, że odpady te wykazują jedną lub szereg właściwości (od tzw. HP1 do HP8 lub od HP10 do HP15), określonych w rozporządzeniach Komisji UE. Czy podjęto próby pełnej weryfikacji właściwości odpadów tak by możliwa była ich nowa klasyfikacja lub potwierdzenie tej, jak sądzę, przekazanej przez ITPOK w Poznaniu? Praca doktorska wymaga refleksji, nowego podejścia, chęci dochodzenia prawdy o materiałach. Nawet jeśli tego zabrakło, to w rozdziale 1.2 *Gospodarka odpadami komunalnymi* należało rozszerzyć tematykę prawnego ujęcia klasyfikacji odpadów. Tu także można było opisać czym są tzw. UPSy, a czym być nie mogą.
4. Niestety niezbyt pochlebnie oceniam tzw. przegląd literatury zawarty, z niewiadomych przyczyn, w rozdziale 1 pod nazwą *Wstęp*. Podrozdziały 1.1 – 1.4 przygotowano na poprawnym poziomie, ale jako rzeczywiście raczej wstęp do tematyki, niż dogłębną analizę literaturową wymaganą na tym etapie pracy naukowej. Nie znajdziemy tu jednak stanu literatury odnoszącego się do technologii wytwarzania betonu z dodatkiem odpadów przemysłowych, wpływu takiego działania na strukturę, podstawowe cechy i trwałość betonu, a przecież za cel obrano sobie cytując: „... opracowanie technologii wytwarzania materiału budowlanego ...”. Nie analizowano doniesień dot. stabilizacji/solidyfikacji jakim w gruncie rzeczy jest, według recenzenta, dodatek niebezpiecznych odpadów do kompozytów mineralnych (jest tylko wzmianka o tym procesie na str. 51). Dodatkowo

czytelnik, spodziewający się we *Wstępie* i po tytule podrozdziału 1.5. *Charakterystyka składników betonu z wykorzystaniem UPS z ITPOK*, że otrzyma kompendium wiedzy na temat teorii w tym zakresie oraz niejako streszczenia doniesień literaturowych, jest skonfundowany, bo oto okazuje się, że czyta zarówno o teorii jak i otrzymuje opis materiałów użytych w badaniach wraz z ich cechami oraz stwierdzeniami klasyfikującymi te materiały (choć jeszcze na tym etapie czytania pracy nie wiemy skąd taka klasyfikacja wynika według Autorki). Właściwości materiałów użytych w badaniach są tu podawane wrywkowo, a pozostałych trzeba szukać w rozdziale 3.1. Otrzymujemy tu informacje błędne, mylące lub nie poparte literaturowo czy normowo, jak choćby:

- raz czytelnik jest informowany, że żuźle pochodzą z procesu waloryzacji, a raz, że z rusztu posuwisto zwrotnego (str. 35),
- nie mamy wiedzy na tym etapie czytania pracy, dlaczego żuźel sklasyfikowano jako „kruszywo lekkie z recyklingu” czy w innym miejscu jako „kruszywo sztuczne będące UPS”, czy nawet „kruszywo z instalacji termicznego przekształcania odpadów” (str. 45), nie podano żadnych wytycznych w tym zakresie, stosując mix pojęć i określeń,
- na stronach 33-34 znajdziemy informacje dotyczące decyzji o namaczaniu żuźla w kontekście zmian konsystencji mieszanki. Nie ma jednak informacji czy to już badania własne czy dane z literatury, a jeśli tak to z jakiej.
- nie wiadomo, dlaczego niebezpieczny odpad jakim jest popiół lotny został sklasyfikowany jako cyt.: „dodatek do klinkieru typu II” (str. 37),
- w tytule tabeli 1.1. podano, że będzie dotyczyła „składu fizykochemicznego popiołów lotnych” a tymczasem podano jedynie skład chemiczny,
- w podrozdziale 1.5.2 podawane są stwierdzenia dotyczące cech użytych w badaniach popiołów, ale skład i zawartość wybranych metali ciężkich dotyczy danych z literatury,
- w podrozdziale 1.5.4 dotyczącym cementów CEM I i CSA Doktorantka skrótowo charakteryzuje cementy mieszając pojęcia dotyczące składów chemicznych i mineralnych podając je jakby były tym samym (str. 41.), wymiennie używa słów cement i klinkier jakby określały ten sam produkt (str. 39), omawia procesy produkcji tych dwóch cementów powołując się na dwa rysunki (rys. 1.15 i 1.17), które w rzeczywistości są tożsame,
- na str. 42 - różnice pomiędzy cementami CEM I i CSA przedstawia następująco cyt.: „Cement portlandzki i CSA różnią się od siebie składem. Powoduje to różny przebieg hydratacji [56]. Na Rys.1.18. Cement wapniowo siarczanogliniany (CSA)Rys. 1.18 przedstawiono cement



CSA". Czy to rzeczywiście wystarczający opis różnic w pracy doktorskiej, w której te dwa cementy stanowią bazę do opracowania technologii wytwarzania betonu?

- dodatkowa uwaga w tym miejscu – publikacja [56] jest wydana w języku polskim i ma polski tytuł, a nie jak podano w bibliografii tłumacząc tytuł na język angielski,
- w podrozdziałach 1.5.5 – 1.5.7 Doktorantka stosuje wiele twierdzeń, których naturę trudno odgadnąć, czy są wynikające z badań własnych czy z analizy literatury,
- spore zdziwienie recenzenta wzbudza pojawiająca się w podrozdziale 1.5.7 kilkakrotnie (np. str. 47 i 50) teoria, że cyt. "UPS z ITPOK nie posiadają izotopów promieniotwórczych ponieważ odpady komunalne są sprawdzane na bramie wjazdowej wyposażonej w czujnik radioaktywności". Czy badacz może pozwolić sobie na aż takie teoretyzowanie? Wiadomo bowiem, że nawet popioły lotne ze spalania węgla kamiennego w energetyce mają pewien poziom radioaktywności. Dlaczego nie podjęto się próby oceny promieniotwórczości naturalnej żużli i popiołów lotnych chociażby w celach weryfikacyjnych lub dla porządku i naukowego potwierdzania faktów? To pytanie jest tym bardziej zasadne, że Doktorantka we wnioskach na str. 169 o popiołach pisze, że są zwykle składowane w starych kopalniach soli, co powinno dać do myślenia czy nie właśnie dlatego, że zawierają izotopy pierwiastków promieniotwórczych?
- podrozdział 1.5.8 jest próbą syntezy wiedzy na temat klasyfikacji żużli i popiołów jako odpowiednio kruszyw i dodatków do betonu. Tabelaryczne ujęcie tej tematyki wraz z właściwymi normami oraz wynikami badań autorki pozwoliłoby uniknąć chaosu, który panuje w rozprawie w tym zakresie i czytelnik nie ma przekonania, że zbadano wszystko co potrzeba by klasyfikacji dokonać. Tym bardziej byłoby to istotne, że Pani mgr inż. Poranek już w kolejnym podrozdziale przyznaje, cytując: „UPS z ITPOK mają niejednorodną charakterystykę składu. Ich morfologia i właściwości różnią się w zależności od sezonu, lokalizacji spalarni odpadów oraz od samego procesu termicznego przekształcania odpadów komunalnych”. Powołano się tu także na stare normy dot. kruszyw, czyli pozycja 108 w literaturze – norma z 1986 roku. W tym zakresie wiele się zmieniło i dostępne są normy chociażby na kruszywa do betonu (PN-EN 12620) lub kruszywa lekkie (PN-EN 13055). Niestety także w rozdziale 2 poświęconym metodyce badawczej nie wyodrębniono procedur służących ocenie przydatności np. żużli jako kruszyw do betonu. Dopiero takie kompleksowe badania mogłyby stać się punktem wyjścia do dalszych analiz potencjału żużla jako kruszywa dodawanego do betonu. Aby ocenić czy odpad ten nadaje się jako

kruszywo do betonu należało wykonać kompleksowe badania dot. m.in. wskaźnika kształtu, odporności na rozdrabnianie, odporności na ścieranie, nasiąkliwości kruszywa i jego mrozoodporność.

Ta sama sytuacja dotyczy popiołu lotnego. Z pracy trudno wywnioskować, jak Autorka traktuje ten odpad. Raz jako dodatek typu II w składzie betonu (str. 56) i porównuje je ustawicznie z popiołami lotnymi ze spalania węgla kamiennego. Twierdzi, że zawartość tego odpadu może cyt. „stanowić około 5% dodatku typu II innego niż klinkier”, w tabeli 3.23 podając składy betonu wymienia, że jest go 0,485 kg, a na stronie 142 pisze, że cyt. „popiół lotny należy stosować jako dodatek nieaktywny do klinkieru typu II w ilości 0,5% masy cementu”, by już na stronie 143 podać, że popiołu należy stosować 0,5% masy betonu. Naprawdę tworzy to chaos informacyjny. Doprawdy nie wiadomo czy stosowanie popiołu lotnego do betonu miało być odniesione do dodatków czy domieszek do betonu. Doktorantka myli wszystkie możliwe pojęcia ważne w technologii betonu (klinkier, cement, beton to jakby jedno). Te braki i błędy merytoryczne uważam za jeden z poważniejszych mankamentów pracy, w której obrano sobie za cel „...opracowanie technologii materiału budowlanego...”

- podrozdział 1.5.9 o tytule *Przegląd przeprowadzonych badań* mógłby wskazywać na całkiem inną treść. Dotyczy natomiast zagospodarowania nazywanych przez Autorkę UPSów w budownictwie i doświadczeń innych autorów w tym zakresie. Niepokojąco brzmią tu fakty, że dodatek popiołu lotnego może prowadzić do wymywalności metali ciężkich, ale Doktorantka doda ich mniej do mieszanek betonowych co powinno rozwiązać ten problem. I dodaje na str. 60, że cyt.: „Mniejsza zawartość popiołu lotnego jest również uzasadniona mniejszym wolumenem powstającego popiołu lotnego w ITPOK (w ilości 3-5%)”. Przyznam szczerze, że naprawdę nie wiem, jak to odebrać. Czy Doktorantka chciałaby być oszczędna? Czy to może być powód doboru składu betonu?

4. Rozdział drugi poświęcony metodyce badawczej jest poprawny. Doktorantka w sposób w miarę skrócony i uporządkowany podała etapy badań, nazwy badań jakie wykonała i z jakich norm skorzystała. Sam zakres i rozmiar wykonanych badań zasługują na podkreślenie. Ich różnorodność też budzi podziw. Są to zarówno badania związane z inżynierią środowiska jak i obszarem budownictwa, a także analizy i obliczenia o charakterze strategicznych działań nazwijmy to prośrodowiskowych (śląd węglowy,



uszczuplanie zasobów abiotycznych itp.). Niestety ten ilościowy rozmach badawczy nie przełożył się na poprawnie skonstruowaną i jakościowo dobrą rozprawę naukową.

5. Rozdziały 3-6 dotyczące przeprowadzonych badań, ich wyników, analizy tych wyników są słabą stroną pracy. Po rozprawach doktorskich spodziewamy się dogłębnej analizy wyników, porównania z wiedzą już istniejącą, podkreślaniami nowości i osiągnięć w opisywanej tematyce, wskazania różnic. Tego niestety brakuje. W najobszerniejszym z tych rozdziałów (3) na 68 stronach tylko w 15 miejscach przywołano literaturę by dyskutować, a może raczej niejednokrotnie jedynie wskazać, że inni badacze też wykonali badanie. Niestety zdecydowana większość wyników opisywana jest pobieżnie, na zasadzie „tyle a tyle wyszło i pokazano to na rysunku, albo w tabeli”. Przykładem niech będzie opis wyników badań mrozoodporności betonów, na str. 125. cyt. „Badanie wykazało, że wytworzone betonu z dodatkiem żużla, popiołu oraz żużla i popiołu są mrozoodporne”.

Rozdziały 3-6 poświęcone wnioskowaniu zawierają wiele błędów merytorycznych, edycyjnych i stylistycznych. Do głównych należą:

- analiza właściwości fizycznych i chemicznych odpadów z ITPOK jest niepełna i na jej podstawie nie jest możliwa prawidłowa klasyfikacja odpadów oraz uznanie odpadów za kruszywa lub dodatki do betonu,
- przeprowadzone badania nie gwarantują uznania, że wytworzone matryce betonowe są bezpieczne dla środowiska pod kątem wymywalności substancji niebezpiecznych ze względu na niepełny zakres badań odpadów i betonów (brakuje np. oceny WWA, PCB, fluorków, Ar, Ba, Hg, Mo, Sb, Se). Ponadto analiza wymywalności metali ciężkich z betonów przeprowadzona w rozdziale 6.4., zawarta w trzech zdaniach nie daje podstaw by wyciągnąć wnioski dotyczące poziomu immobilizacji. Zdania te przybierają konstrukcję stylistyczną i tok rozumowania trudny do zrozumienia. Cyt.: „Wymywalność zanieczyszczeń z wytworzonych betonów nie przekracza norm środowiskowych. Beton z zawartością żużla odznacza się wyższą wymywalnością zanieczyszczeń niż beton z dodatkiem popiołu lotnego. Popiół lotny jest zaklasyfikowany jako odpad niebezpieczny i odznacza się wysoką wymywalnością zanieczyszczeń, jednak w przypadku wykorzystania go we wskazanych mieszankach jego ilość jest znacznie niższa niż ilość dodanego żużla, w związku z czym zauważa się immobilizację zanieczyszczeń”. Nie tak oceniamy stopień immobilizacji! Jest to zespół czynników fizyko-mechanicznych, a także reakcji wewnątrz matrycy betonowej, który umożliwia trwałe związanie zanieczyszczeń. Z pewnością o poziomie immobilizacji np.

metali ciężkich nie decyduje fakt, że jakiegoś odpadu po prostu dodamy do kompozytu mniej. Taka konstrukcja myślowa jak zaprezentowana przez Doktorantkę i wyżej cytowana doprowadzała by do sytuacji dodawania do np. 1 Mg betonu 1 g popiołu lotnego ze spalarni i już można byłoby obwieszczać sukces dot. immobilizacji zanieczyszczeń. A nie oto chodzi w procesie zestalania odpadów w matrycach betonowych.

- kilkukrotne wskazywanie utraty cech matryc (np. wydłużenie czasu wiązania na str. 107 czy opóźnienie hydratacji na str. 109) ze względu na zawartość cynku w popiele lotnym przy jednoczesnym braku podania zawartości Zn w tym odpadzie (tabela 3.4.) uważam za dalece niewłaściwe,
- błędne opisy analizy zdjęć SEM i EDS, szczególnie dla próbek odpadów. Przykład opisu na str. 89 cyt. "Na Rys. 3.12, Rys. 3.13, Rys. 3.14 przedstawiono analizę EDS w określonych punktach próbki, aby pokazać niektóre pierwiastki w zbyt małej ilości, aby były widoczne na widoku ogólnym, takie jak bar i złoto, oraz uwypuklić inne pierwiastki (cynk, żelazo, tytan itp.)".

Nie wiadomo także które punkty na poszczególnych obrazach są identyfikowane. Często również Doktorantka w opisach SEM wskazuje na zawartości poszczególnych pierwiastków, a to samo w sobie nie jest sensem tego typu analiz. SEM wraz z EDS wykorzystywany jest szczególnie do identyfikacji faz ważnych na kolejnych etapach hydratacji spoiw, wbudowania się poszczególnych pierwiastków w struktury fazowe, a nie li tylko występowania poszczególnych pierwiastków. Na marginesie dodam, że pojawianie się widma złota w analizie EDS wiązać należy z napyłaniem prób tym pierwiastkiem, a nie dlatego że występuje on w odpadzie.

- analiza właściwości technologicznych zaczynów i zapraw cementowych podana jest w sposób chaotyczny, a czytelnik gubi się w niej czytając pierwsze strony podrozdziału 3.2. Nie ma podanego składu przygotowanych mieszanek a już czytamy o wnioskach z badań takich jak pęcznienie, wytrzymałość, pH wyciągu wodnego, wodoządnosc itp.

W tabelach 3.18 i 3.19 podano następnie składy zapraw z żużlem. Z danych tu przedstawionych oraz opisów do tych tabel nie jestem w stanie stwierdzić, ile wody użyto do namoczenia żużla, a zatem ile tak naprawdę wody było dostępne do reakcji hydratacji, czy było to 445,87g czy 120g czy 160g. Inne rodzące się tu pytanie, dlaczego suma składników spoiwa w zaprawie rośnie z normowych 450g do 495g (tab. 3.19) i jak taki zabieg mógł wpłynąć na właściwości zapraw?

- na jakiej podstawie uznano, że popioły lotne nie mają właściwości wiążących i pełnią rolę materiału wypełniającego (str. 109). Zaprzecza to wcześniejszym teoriom stawianym w pracy, że odpad ten to dodatek typu II do betonu, czyli właśnie taki który ma posiadać właściwości pucolanowe lub hydrauliczne.
  - podrozdział 3.3. *Analiza cech mechanicznych i trwałościowych betonów* rozpoczyna się od zdania, cyt. „Założono maksymalny dopuszczalny normowo udział odpadów w betonie, to jest jednocześnie występowanie żużla i popiołu lotnego”. Proszę o podanie jaka to norma i jaki jest ten dopuszczalny udział?
  - pomyłka/nieściśłość w oznaczeniu betonów w tabeli 3.23 i poprzedzającym ją opisie, w porównaniu z podanym składem betonów, uniemożliwia późniejszą identyfikację próbek betonów i właściwie do końca pracy recenzent nie ma pewności, które wyniki dotyczą którego betonu.
6. Rozdział 4. *UPS z ITOPK w GOZ* to dwustronicowy opis korzyści wynikający z zagospodarowania odpadów z termicznego przekształcania odpadów, który Autorka oparła na jednej publikacji. Publikacja ta jest ogłoszeniem rządowym dotyczącym ulg dla firm. To nie jest chyba jednak pełna analiza literaturowa... Dodatkowo taki opis mógł znaleźć się w części literaturowej pracy. Rozdział zakończono zaskakująco, bo powtarzając informacje o waloryzacji żużla, co ponownie powoduje chaos informacyjny w pracy.
7. Nazewnictwo betonów w rozdziale 6 jest jeszcze inne niż w poprzednich rozdziałach i już niczego z niczym nie da się w pracy porównać.
8. Istotne uwagi edycyjne utrudniające odbiór pracy: brak jednostek w niektórych tabelach; brak opisu osi X i Y na niemal wszystkich wykresach; brak konsekwencji w oznaczeniu prób; mylne podanie nazewnictwa betonów na stronie 114 uniemożliwiające późniejszą identyfikację betonów i rozeznanie, o które wyniki chodzi; wprowadzanie anglojęzycznych opisów (np. str. 42 lub tabela 3.13), niespójna numeracja tabel z opisem w tekście lub brak podania numerów tabel do których Autorka się odnosi (np. na stronach: 81, 85, 105, 108, 118); wplatanie opisów metodyki badawczej w rozdziałach opisujących wyniki (np. str. 85 czy 92); częsty brak odnośników literaturowych do przywoływanych norm lub odnośniki błędne (np. str. 145); zdania nieskładne stylistycznie utrudniające zrozumienie przekazywanych informacji; literówki wpływające na odmiany wyrazów niemal na każdej stronie pracy, niestaranna strona edycyjna pracy.



## 5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Nikoliny Poranek pt. „Ocena możliwości zagospodarowania odpadów wtórnych z ITPOK w betonie o zwiększonej szczelności” wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Krzysztofa Piekonia oraz dr hab. inż. Beaty Łązniewskiej – Piekarczyk, odnosi się do niezwykle istotnych zagadnień związanych z zagospodarowaniem odpadów przemysłowych. Stworzony przez Doktorantkę program badawczy i zamysł realizacyjny zasługują na uznanie i z pewnością mogło stać się to bazą do stworzenia pracy o aplikacyjnym charakterze.

Niestety z przykrością przyznaję, że rozprawa została przygotowana bez należytego dopilnowania analizy stanu wiedzy, zawiera wiele błędów merytorycznych (które przedstawiłam szczegółowo powyżej), a także rozbieżności, które tworzą wrażenie chaosu i nie pozwalają na wyciągnięcie wniosków, że zarówno cel jak i hipotezy badawcze zostały spełnione.

Wobec powyższego, przyznaję z przykrością, że przedstawiona mi do recenzji praca nie spełnia kryteriów stawianych rozprawom doktorskim określonym w art.187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023, poz. 742).

Opole, 21.08.2023

