

# WYMAGANIA TECHNICZNO-PRAWNE MIESZANEK POPIOŁOWO-ŻUŻLOWYCH – PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE W DROGOWNICTWIE

dr inż. Daria Zielińska  
EKO-ZEC Sp. z o.o.

mgr Marcin Pacocha  
Baulab Sp. z o.o.

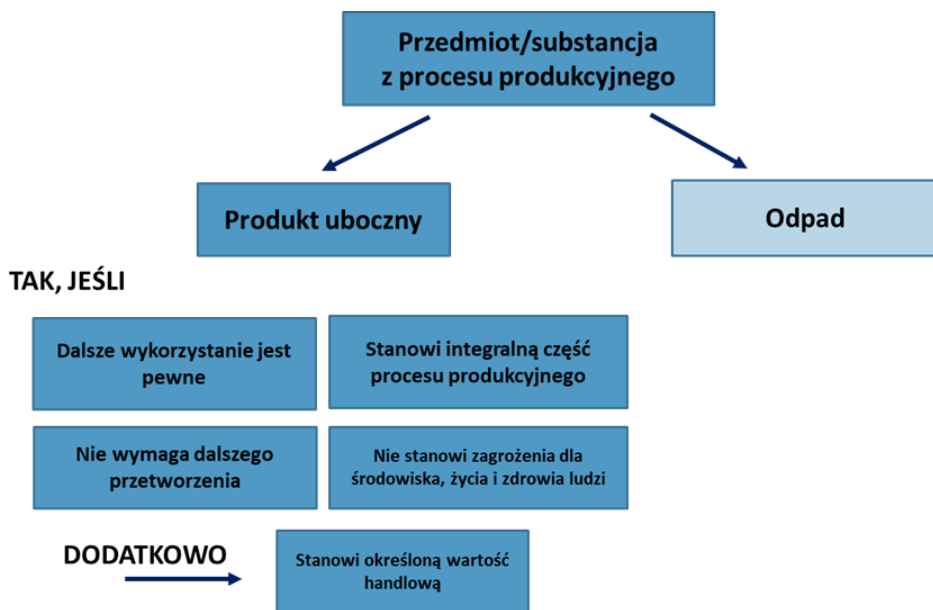
## WPROWADZENIE

Racjonalna gospodarka zasobami naturalnymi jest podstawowym warunkiem funkcjonowania i rozwoju całej gospodarki, zwłaszcza w Europie, w której zasoby surowcowe w wielu asortymentach są ograniczone. Budownictwo jest tym obszarem, w którym nadal wykorzystuje się bardzo duże ilości nieodnawialnych surowców naturalnych [1]. Szacuje się, że budownictwo w krajach Unii Europejskiej „zużywa” aż 40% surowców naturalnych, wytwarzając jedynie 4% PKB UE. W tym aspekcie zastąpienie kruszyw naturalnych pełnowartościowymi produktami pochodzenia antropogenicznego jest istotnym działaniem na rzecz ochrony środowiska, zwłaszcza jeśli alternatywy poszukuje się wśród zasobów będących odpadami nieprzydatnymi w innych branżach. Podstawowym warunkiem akceptacji takiego postępowania jest zapewnienie, że zastosowanie tychże odpadów nie spowoduje obniżenia jakości materiałów i wyrobów budowlanych. Takie działania wpisują się również w obowiązujący w Unii Europejskiej nurt „circular economy”, w którym odpady powinny być zagospodarowywane, a nie składowane.

## ODPADY CZY PRODUKTY UBOCZNE

Zgodnie z obowiązującym prawem do Wytwórcy UPS (elektrownie i elektrociepłownie) należy podjęcie decyzji, czy będzie on traktował swoje UPS jako odpady ze wszelkimi tego konsekwencjami prawnymi i finansowymi, czy też obszar UPS potraktuje jako integralną część swojej produkcji podlegającej zarządzaniu i kontroli. W tym drugim przypadku będzie miał możliwość ustanowić warunki dla wdrożenia i utrzymywania organizacji procesu zarządzania UPS jako produktem

ubocznym. Podstawowe wymagania dla produktu ubocznego definiuje Ustawa o odpadach (Dz. U. 2019, poz. 701 tekst jednolity) w art. 10 [Rys. 1.].



**Rys. 1.** Definicja produktu ubocznego według ustawy o odpadach

Zmiana wprowadzona ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz ustawy o odpadach, wprowadziła nowe uwarunkowania prawne:

- uznanie za produkt uboczny następuje w drodze decyzji Marszałka Województwa po zasięgnięciu opinii WIOŚ (bez procedury odwoławczej) – dotychczas zgłoszenie do Marszałka bez opinii WIOŚ;
- decyzja wydawana jest na czas oznaczony, nie dłużej niż 10 lat;
- dokonane wcześniej zgłoszenia produktu ubocznego wygasły z dniem 1 marca 2019 roku, czyli należy uzyskać nowe decyzje na podstawie ww. zmian ustawowych.

Z punktu widzenia gospodarowania odpadami, istotne jest aby odpady, które posiadają możliwe wykorzystanie przemysłowe, w myśl gospodarki o obiegu zamkniętym, stały się produktami ubocznymi. Jednym z takich odpadów, który pożądanym jest zarówno w budownictwie drogowym jak i w cementowniach jest mieszanka popiołowo-żużlowa. Zagospodarowanie mieszanki odbywa się przede wszystkim na podstawie obowiązujących decyzji na przetwarzanie odpadów. W myśl prawa budowlanego, w celu zastosowania mieszanki popiołowo-żużlowej

w drogownictwie, odpad powinien posiadać status wyrobu budowlanego, zgodnego z właściwą normą techniczną lub obowiązującymi wcześniej Aprobatami Technicznymi, a obecnie Krajowymi Ocenami Technicznymi (KOT).

**Dlaczego więc nie pójść w kierunku przekształcenia mieszanki popiołowo-żuźlowej w produkt uboczny, którego wykorzystanie jest pewne, gdyż stanowi bardzo dobry wyrób budowlany?**

## JAKOŚĆ MIESZANKI POPIOŁOWO-ŻUŻLOWEJ (MPŻ)

Jednym z najważniejszych w Polsce Operatorów UPS i dostawców usług związanych z zagospodarowaniem odpadów paleniskowych i produktów ubocznych z przemysłu energetycznego, takich jak: popiół lotny, żużel, czy mieszanka popiołowo-żuźłowa jest spółka EKO-ZEC działająca na polskim rynku już ponad 20 lat. EKO-ZEC pełniąc rolę operatora UPS gwarantuje kompleksowe zarządzanie produktami ubocznymi, zagospodarowanie pozostałych odpadów paleniskowych oraz przejęcie pełnej prawnej odpowiedzialności za wykonywane zadania. Ponadto zarządza również przepływem bieżących informacji w zakresie popytu i podaży, organizując w całości logistyczną część procesu dystrybucji UPS. W przypadku operatorów UPS realizujących usługi jednocześnie na kilku zakładach wytwarzających UPS, pojawia się dodatkowo możliwość redukcji nierównowagi popytu i podaży poprzez działania typowo logistyczne. Taką rolę pełni również spółka EKO-ZEC, która gospodaruje ubocznymi produktami spalania węgla kamiennego czy biomasy, które pochodzą głównie od Wytwórców takich jak Veolia Energia Poznań, Veolia Energia Łódź, Enea Wytwarzanie – Elektrownia Kozienice i Enea Elektrownia Połaniec.

Zagospodarowanie mieszanki popiołowo-żuźlowej wymaga uzyskania decyzji administracyjnych na zagospodarowanie odpadów, jak również dokonania oceny technicznej pod kątem możliwości jej wykorzystania w drogownictwie. Spółka EKO-ZEC posiada Aprobata Techniczne na „Kruszywo popiołowo-żuźłowe EKO-ZEC” obejmujące mieszankę popiołowo-żuźłową pochodzącą z Poznania, Łodzi i Kozienic, a w tym roku uzyskała Krajową Ocenę Techniczną nr IBDiM-KOT-2019/0310 mpż pochodzącej z Elektrowni w Połańcu.

Badania jakości wykazują, że mieszanki popiołowo-żuźłowe spełniają m.in. wymagania normy PN-EN 13242+ A1:2010 oraz Wymagania Techniczne WT-4:2010 z zastosowaniem, jako kruszywo do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym. Badania laboratoryjne wykonane w ramach uzyskania Krajowej Oceny Technicznej dla mieszanki popiołowo-żuźlowej z Połańca przedstawiono w poniższej tabeli.

Tab. 1.

Kruszywo żuźlowo-popiołowe – EKO-ZEC typu „A” – wybrane parametry [2]

Lp.	Zasadnicze charakterystyki wyrobu budowlanego dla zamierzonego zastosowania lub zastosowań	Deklarowane właściwości użytkowe	Uwagi	
1.	Gęstość i nasiąkliwość – gęstość objętościowa ziarn $\rho_a$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	$\geq 1,5$ i $\leq 3,0$	KOT Nr IBDiM-KOT-2019/0310 wydanie 1 Tablica 1	
	– gęstość ziarn wysuszonych w suszarce $\rho_{rd}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]			
	– gęstość ziarn nasyconych i powierzchniowo osuszonych $\rho_{ssd}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]			
	– nasiąkliwość $WA_{24}$ [%]	$\leq W_{opt}$		
2.	Zawartość wody $w_n$ [%]	$\leq W_{opt}+2$	KOT Nr IBDiM-KOT-2019/0310 wydanie 1 Tablica 2	
3.	Zawartość składników: [%]	– materiałowych	-	
		– teksturalnych	-	
4.	Stabilność nośności po zagęszczeniu metodą Proctora wg PN-EN 13286-2:2010 z obciążeniem:		KOT Nr IBDiM-KOT-2019/0310 wydanie 1 Tablica 2	
	– wskaźnik nośności bezpośredni bez obciążenia $w_0$ [%]	$\geq 10$		
	– gwarantowany wskaźnik nośności po nasączeniu $w_{noś}$ [%]	$\geq 10$ (8)		
	– początkowe pęcznienie liniowe po nasączeniu $p_x$ [%]	$\leq 2,0$		
	– maks. zmiana pęcznienia liniowego po nasączeniu $\Delta p_{>x}$ [%]	$\leq 0,4$		
5.	Wartości zanieczyszczeń w wyciągu wodnym:		KOT Nr IBDiM-KOT-2019/0310 wydanie 1 Tablica 2	
	A) Nieorganicznych: [mg/dm <sup>3</sup> ]	chlorki siarczany i chlorki sól		$\leq 50,0$
		potas		$\leq 450,0$
				$\leq 50,0$
				$\leq 50,0$
	B) Nieorganicznych niebezpiecznych: [mg/dm <sup>3</sup> ]	cynk		$\leq 2,0$
kadm		$\leq 0,2$		
miedź		$\leq 0,5$		
nikiel		$\leq 0,5$		
ołów		$\leq 0,5$		
chrom ogólny		$\leq 0,5$		
cyjanki wolne	$\leq 0,1$			
siarczki	$\leq 0,2$			
C) Innych:	odczyn pH	$6,0 \div 13,0$		
	ChZT-Mn	$\leq 125$		
D) Dodatkowe: [mg/dm <sup>3</sup> ]	bar	$\leq 2,5$		

Badania prowadzone dla każdej partii mieszanki popiołowo-żużlowej wykonywane przez Baulab Sp. z o.o. zarówno na etapie wstępnej oceny próbek do przydatności, jak również poszczególnych badań w zakresie wyszczególnionym w powyższej tabeli również potwierdzają szerokie zastosowanie tego materiału. Badania wykazują, że najkorzystniejszym wariantem jest „wyprodukowanie” mieszanki bezpośrednio przed jej wbudowaniem w nasyp, z uwagi na możliwość przesuszania lub zawilgocenia w przypadku długotrwałych opadów atmosferycznych.

Przykładowo mieszanka popiołowo-żużłowa z Połańca charakteryzuje się następującymi cechami:

- jednorodnością złoża;
- wysoką zawartością frakcji żwirowo-piaskowej – powyżej 60%;
- niskim pęcznieniem – poniżej 0,4%;
- niską zawartością frakcji pon. 0,063 (0,075) - 20,0-40,0%;
- wysokim współczynnikiem CBR – powyżej 15% (50%).

Takie parametry mieszanki popiołowo-żużlowej z Połańca, zgodnie z oceną techniczną i potwierdzonymi badaniami, powodują, że może być z powodzeniem zastępowana przez kruszywa naturalne i wykorzystywana m.in.:

- do nawierzchni twardej nieulepszonej realizowanej w technologii nawierzchni z kruszywa stabilizowanego mechanicznie wg wymagań PN-S-06102:1997, jako kruszywo doziarniające;
- do warstw nasypów według wymagań PN-S-02205:1998, jako kruszywo doziarniające (ewentualnie osuszające) lub samodzielnie;
- do robót ziemnych i przy budowie nawierzchni lotniskowych po ulepszeniu spoiwami wymienionymi w Załączniku 1 (np. cement, wapno budowlane, popioły lotne, w tym fluidalne, żużel paleniskowy czy kruszywa naturalne)
- do budowy podtorza w zakresie gruntu rodzimego lub nasypu, bez ulepszenia lub po ulepszeniu spoiwami wymienionymi w Załączniku 1.
- do niwelacji i makroniwelacji terenów, wypełnienia pustek przy budowie dróg,
- do budowy dróg, ciągów pieszo-jezdných na wałach przeciwpowodziowych i zaporach ziemnych.

Ze względu na proces produkcji i kombinację składników, wyróżnia się następujące rodzaje kruszywa popiołowo-żużłowego EKO-ZEC:

- jednoskładnikowe: składające się z podstawowego kruszywa popiołowo-żużłowego EKO-ZEC w 100 %,
- wieloskładnikowe: które może składać się z surowców, takich jak:
  - a) podstawowe kruszywo popiołowo-żużłowe EKO-ZEC co najmniej 50 %,
  - b) kruszywa naturalne lub z recyklingu budowlanego do 35%,
  - c) kruszywa uzupełniające do 25 lub 15 %,
  - d) kruszywo dodatkowe do 10 %.

Kruszywa uzupełniające, jakie zostały dopuszczone do zastosowania to m.in.:

- żużel paleniskowy i popioły ze spalania węgla kamiennego z kotłów pyłowych z odsiarczaniem;
- żużel i popioły z kotłów fluidalnych;
- żużel i popioły ze spalania węgla brunatnego;
- żużel ze spalarni odpadów komunalnych;
- gips syntetyczny z mokrego odsiarczania.

### **WYKORZYSTANIE MIESZANKI POPIOŁOWO-ŻUŻLOWEJ W BUDOWIE NASYPÓW DROGOWYCH**

Wyniki wielu prac naukowych, jak również badań prowadzonych przez firmę Baulab Sp. z o.o. wskazują, że odpady paleniskowe mogą być stosowane jako wartościowy materiał konstrukcyjny do wznoszenia nasypów ziemnych. Stateczność nasypów zależy w dużym stopniu od wilgotności budujących je gruntów. W przypadku powierzchniowych warstw zboczy głównym zjawiskiem powodującym pogorszenie stateczności zboczy są przede wszystkim opady deszczu. Woda opadowa infiltrując w głąb budowli zwiększa wilgotność gruntu i tym samym powoduje redukcję ciśnienia ssania, przy czym intensywność tego procesu zależy od wodoprzepuszczalności ośrodka gruntowego oraz rozkładu ciśnienia ssania w profilu gruntowym [3]. Obliczenia infiltracji potwierdzają, że intensywność tego procesu jest zależna od wodoprzepuszczalności mieszaniny oraz początkowej wartości ciśnienia ssania. Opad o założonej intensywności nie powoduje bezpośrednio nasycenia mieszaniny. Badania prowadzone na placu budowy przez Baulab Sp. z o.o. wskazują, iż nasyp wykonany z mieszaniny o wysokim zagęszczeniu charakteryzuje się wysoką wartością współczynnika stateczności. W związku z tym można stwierdzić, że zastosowana mieszanka popiołowo-żużłowa jest wartościowym substytutem gruntów naturalnych.

Przykładowe inwestycje, w których dostawcą mieszanki-popiołowo-żużłowej była firma Baucem Sp. z o., we współpracy z laboratorium badawczym Baulab Sp. z o.o. przedstawiono na poniższych fotografiach:

- 1) Drogi gminne, Miejscowość: Wola Rzędzińska, Wykonawca robót: Eurovia, Realizacja: 2016 r.



- 2) Droga wojewódzka DW 869 Rzeszów – Jasionka oraz droga powiatowa Nr 1382 w Łukawcu, z drogą powiatową 1367R w Wólce Podleśnej wraz z budową mostu na rzece Wiśłok, Wykonawca robót: Skanska, Realizacja: 2017/2018 r.



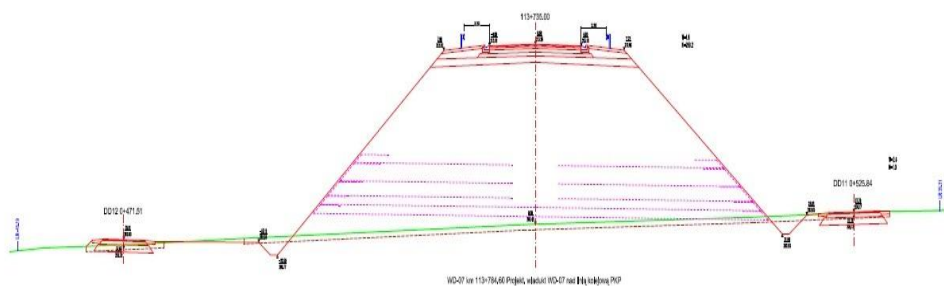
- 3) Budowa obwodnicy m. Strzyżów w ciągu drogi wojewódzkiej nr 988, Wykonawca robót: Mostostal Warszawa S.A., Realizacja: 2018/2019 rok





- 4) Budowa obwodnicy m. Dąbrowy Tarnowskiej w ciągu drogi krajowej nr 73,  
Wykonawca robót Banimex Sp. z o.o., Realizacja: 2019/2020 rok

*Schemat wiaduku nad linią kolejową – projekt budowlany*



- 5) Budowa obwodnicy m. Dąbrowy Tarnowskiej w ciągu drogi krajowej nr 73,  
Wykonawca robót Banimex Sp. z o.o., Realizacja: 2019/2020 rok

*Etap realizacji*





### LITERATURA:

- [1] Uzunow E., Surowce odpadowe jako alternatywa wobec kruszy naturalnych, Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Warszawa 2014
- [2] Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Krajowa Ocena Techniczna nr IBDiM-KOT-2019/0310
- [3] Gruchot A., Zydroń T., Właściwości geotechniczne mieszaniny popiołowo-żużlowej ze spalania węgla kamiennego w aspekcie jej przydatności do celów budownictwa ziemnego, Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, Rocznik Ochrona Środowiska, Tom 15, 2013