

UBOCZNE PRODUKTY SPALANIA W DROGOWNICTWIE – NORMY A APROBATY TECHNICZNE

Wstęp

Stosowanie popiołów z energetyki zawodowej w polskim drogownictwie rozpoczęło się w latach pięćdziesiątych, po zbudowaniu elektrowni spalających miał węglowy. Pierwsze normy branżowe opracowano w latach 60 i 70 ubiegłego stulecia. Ostatnia nowelizacja tych norm miała miejsce w latach 1997-98. Popioły lotne na bazie norm polskich obejmują bardzo szerokie zastosowania; od traktowania popiołów jako materiału do budowy nasypów drogowych, poprzez stosowanie popiołów jako dodatku ulepszającego, poprawiającego właściwości geotechniczne gruntów i kruszyw do zastosowań w mieszankach związanych hydraulicznie, tzw. betonach popiołowych. Norma produktowa PN-S-96035:1997 określa właściwości popiołów lotnych stosowanych w budownictwie drogowym.

Wyżej omówione polskie normy dotyczą niestety tylko popiołów ze spalania węgla w kotłach pyłowych, tzw. popiołów konwencjonalnych. Nie obejmują one jeszcze popiołów fluidalnych i popiołów zawierających produkty odsiarczania spalin.

Nowe normy europejskie dotyczące popiołów lotnych wdrażane są na razie na zasadzie uznaniowej PN EN (U), wprowadzają nową klasyfikację i zwiększają obszar wykorzystania wszystkich rodzajów popiołów obecnie uzyskiwanych w elektrowniach czy elektrociepłowniach. Są dużą szansą dla popiołów fluidalnych i produktów odsiarczania spalin.

Do głównych polskich norm drogowych należą:

PN-S-06103:1997 – Drogi samochodowe. Podbudowa z betonu popiołowego dotyczy stosowania popiołów z węgla kamiennego lub brunatnego (wg wymagań PN-S-96035:1997) w kompozycjach z kruszywami do wykorzystania w podbudowach.

Norma wyróżnia trzy klasy wytrzymałościowe betonu popiołowego:

- klasa wytrzymałości $R_{42}^m = 1,5 \div 3,0$ MPa,
- klasa wytrzymałości $R_{42}^m = 3,0 \div 5,0$ MPa,
- klasa wytrzymałości $R_{42}^m = 5,0 \div 8,0$ MPa.

Zastosowanie podbudowy o odpowiedniej klasie wytrzymałościowej uzależnione jest od obciążenia ruchem oraz od u umiejscowienia podbudowy w konstrukcji nawierzchni (podbudowy zasadniczej lub pomocniczej). Zawartość popiołu z węgla kamiennego PK w mieszance wynosić może do 95%.

PN-S-96035:1997 – Drogi samochodowe. Popioły lotne; która podaje systematykę i wymagane właściwości popiołów lotnych przydatnych w drogownictwie. Norma obejmuje popioły z węgla kamiennego PK i brunatnego PB.

Dodatkowo występują trzy odmiany popiołów:

- PK odmiana a – popiół jako dodatek hydrauliczny do materiałów wiążących,
- PK odmiana b – popiół jako materiał doziarniający do materiałów mineralnych o słabszym uziarnieniu,
- PB odmiana c – popiół jako materiał wiążący.

Norma podaje wymagania i badania i stanowi ogólne wytyczne przydatności popiołów w drogownictwie.

PN-S-02205:1998 – Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania. Norma dopuszcza między innymi popioły lotne oraz mieszaniny popiołowo-żużlowe jako materiały przydatne do budowy nasypów drogowych. Dla mieszanin popiołowo-żużlowych podano wymagania jakie powinny odpowiadać PN-S-96035:1997. Wg normy popioły lotne mogą być wykorzystane na dolne warstwy nasypów, pod warunkiem wbudowania ich w suche miejsca. Stosowanie ich w górnych warstwach nasypów dopuszczalne jest pod warunkiem ulepszenia spoiwem. Norma podaje również wymagania jakim powinny odpowiadać poszczególne warstwy nasypów, które są identyczne dla materiałów mineralnych jak i dla popiołów bądź popioło-żużli.

PN-S-06102:1997 – Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie, gdzie popiół może stanowić dodatek polepszający parametry mieszanki. Mieszanka kruszywa nie spełniających stawianych wymagań może być ulepszona dodatkiem popiołów.

PN-S-96012:1997 – Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem, dopuszczająca stosowanie popiołów jako środka odziarniającego lub ulepszającego właściwości stabilizowanego gruntu. Popiół w tym przypadku ma poprawić uziarnienie stabilizowanego gruntu lub kruszywa.

Grupę dokumentów uzupełniających normy stanowią aprobaty techniczne. Uzyskanie aprobaty technicznej jest wymagane dla wszystkich materiałów budowlanych i prefabrykatów, dla których nie ustanowiono odpowiedniej normy PN.

Przykładem jest **Aprobata Techniczna IBDiM Nr AT/2008-03-2381** na grupę mieszanek betonowych popiołowo-żużlowa UTEX-CEN wydana dla Utex-Centrum.

Dokumentem niezbędnym do wytwarzania i dystrybucji produktu jest **Certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji Nr 34/ZKP/09**, wydany przez niezależną, uprawnioną jednostkę, w tym przypadku przez Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Betonów „CEBET”.

Dokumentem uzupełniającym dla tych mieszanek jest **Atest Higieniczny nr NR/B/0807/01/2008** Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, stwierdzający, że produkty odpowiadają wymogom higienicznym bez zastrzeżeń.

Normy europejskie w zakresie UPS w drogownictwie

Normy Europejskie EN w zakresie stosowania UPS do budowy dróg przygotowane są przez Komitet Techniczny CEN / TC 227:

EN 14227-1 – Specyfikacje mieszanek niezwiązanych i hydraulicznie wiązanych. Część 1: Wiązane mieszanki cementowe dla warstw nośnych drogi i warstw podbudowy – specyfikuje wymagania, metody badawcze i kryteria zgodności dla cementowych wiążących mieszanek granulowanych używanych do budowy i utrzymania warstw nośnych i warstw podbudowy dróg, lotnisk i innych obszarów komunikacyjnych.

EN 14227-3 – Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Wymagania, Część 3: Mieszanki związane popiołami lotnymi zawiera wymagania dla mieszanek stabilizowanych popiołami, które mogą być składnikiem spoiwa oraz głównym składnikiem mieszanek.

EN 14227-4 – Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Część 4: Popiół lotny do mieszanek stabilizowanych hydraulicznie, zawiera charakterystykę popiołów i stawiane im wymagania.

EN 14227-5 – Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Mieszanki stabilizowane spoiwem drogowym norma definiuje „mieszanki stabilizowane lepiszczem drogowym” używane do budowy dróg, pasów lotniskowych i innych powierzchni przeznaczonych dla ruchu kołowego oraz określa zalecenia dotyczące poszczególnych składników, składu mieszanki oraz badań laboratoryjnych.

Stan normalizacji w Polsce i Europie w zakresie stosowania ubocznych produktów spalania umożliwia szerokie spektrum stosowania popiołów i żużli jako samodzielnego materiału drogowego lub w kompozycjach z materiałami mineralnymi w technologiach stabilizacji cementem.

W zależności od zastosowania w konstrukcji drogowej mogą to być:

- mieszanki do robót ziemnych,
- mieszanki do ulepszenia i stabilizacji spoiwami hydraulicznymi.

Warstwa ścieralna	Warstwy nawierzchni drogowej	
Warstwa wiążąca		
Podbudowa zasadnicza		
Podbudowa pomocnicza		
Podłoże ulepszone	Warstwa odsączająca	Roboty ziemne
	Warstwa mrozoochronna	
	Warstwa wzmacniająca	
Podłoże naturalne lub nasyp		
Elementy konstrukcji drogowej		

Właściwości popiołów lotnych wg normy PN EN 14227-4

Nowa norma PN EN 14227-4 dotyczy popiołów lotnych do mieszanek związanych hydraulicznie w bardzo szerokim zakresie. Popioły lotne w mieszankach związanych hydraulicznie mogą stanowić:

- dodatek do kruszyw polepszający uziarnienie mieszanki (ilość popiołów do 20%),
- dodatek pucolanowy lub nawet samodzielne spoiwo (ilość popiołów od 3 do 20%),
- główny składnik mieszanek popiołowych - betony popiołowe (ilość popiołów do 97%).

Także popioły lotne zgodne z PN EN 14227-4 stosowane są do ulepszania gruntów (*soil treatment*) w celu zwiększenia ich przydatności do budownictwa wg PN EN 14227-14. Popioły lotne stanowią czynnik osuszający, zwiększający nośność gruntów oraz czynnik hydrauliczny lub pucolanowy powodujący wiązanie gruntów i uzyskiwanie wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności.

Badań dla popiołów lotnych krzemionkowych wg EN 14227-4

Lp.	Rodzaj badania	Wykonanie według normy
		Popioły krzemionkowe
1.	Skład ziarnowy (ziarna przechodzące przez sita 90 i 45 μm)	EN 451-2
2.	Strata prażenia	PN EN 196-2
3.	Oznaczenie bezwodnika siarkowego (trójtlenek siarki)	PN EN 196-2
4.	Oznaczenie wolnego tlenku wapnia i stałości objętościowej *)	EN 451-1
5.	Wilgotność	-
6.	Aktywność pucolanowa, (jeżeli wymagana)	Pomiar wytrzymałości na ściskanie
7.	*)Stałość objętości (badać, jeżeli zawartość wolnego CaO>1%)	PN EN 196-2

Badań dla popiołów lotnych wapiennych wg EN 14227-4

Lp.	Rodzaj badania	Wykonanie według normy
		Popioły wapienne
1.	Skład ziarnowy (ziarna przechodzące przez sита 90 i 315 μm)	PN EN 196-6
2.	Stażość objętościowa	PN EN 196-3
3.	Reaktywny tlenek wapnia	PN EN 197-1
4.	Zawartość wody	-
5.	Aktywność hydrauliczna, (jeżeli wymagana)	Pomiar wytrzymałości na ściskanie

Ilość badań wg nowej normy jest znacznie mniejsza niż w normie PN-S-96035, co upraszcza zakładową kontrolę produkcji. Klasyfikację popiołów do danej odmiany można dokonać w oparciu o skład chemiczny, który jest badany w każdej elektrowni. Norma ta nie przewiduje badań promieniotwórczości. Systematyczne badania prowadzone przez Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej potwierdziły jednoznacznie, że promieniotwórczość popiołów lotnych spełnia wymagania dla materiałów budowlanych.

PN EN 14227-4 podaje zakres badań oraz wymagania oddzielnie dla każdej odmiany popiołu. Na przykład dla popiołów wapiennych nie wymaga się badania zawartości SO_3 , strat prażenia, co stwarza możliwości stosowania popiołów fluidalnych i zawierających produkty odsiarczania spalin, w których znajduje się więcej SO_3 niż w przypadku popiołów konwencjonalnych. To badanie stałości objętości pokazuje jak dany popiół będzie się zachowywał w mieszance związanej hydraulicznie.

Znalazły się także dwie nowe cechy: aktywność pucolanowa oraz aktywność hydrauliczna. Z punktu widzenia klasyfikacji popiołów jest to parametr bardzo ważny, wskazujący na potencjalne właściwości, jakie będzie uzyskiwała mieszanka wykonana na danym popiele lotnym. Aktywność pucolanowa i hydrauliczna ustalana jest na podstawie badań wytrzymałościowych mieszanki popiołu i standardowego kruszywa (oraz wapna jako aktywatora przy oznaczaniu aktywności pucolanowej).

Popioły lotne wg PN EN 14227-4 stosowane są do mieszanek popiołowych związanych hydraulicznie zgodnie z PN EN 14227-3. Związane mieszanki popiołowe to mieszanki o wytrzymałościach od 0.5 do 36 MPa stosowane w podbudowach drogowych. Norma ta wyróżnia 5 typów mieszanek zależnych przede wszystkim od składu i uziarnienia mieszanki.

Mieszanki popiołowe można podzielić na trzy typy:

- Mieszanki FABM1÷3 – to mieszanki składające się przede wszystkim z kruszyw drobnych lub grubych i dodatków popiołów i spoiw,
- FABM4 – mieszanki o deklarowanym składzie i uziarnieniu oraz deklarowanych właściwościach.
- FABM5 – mieszanki, których podstawowym składnikiem są popioły oraz dodatki spoiw,

Na przykład spoiwo drogowe do osuszania i ulepszania gruntów **TEFRA 15** produkowane przez Spółkę Ekotech na podstawie normy **EN 14227-3 /4** posiadają **Certyfikat Zakładowej Kontroli Produkcji Nr 92/ZKP/09** wydany przez Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Betonów „CEBET” oraz **Atest Higieniczny nr NR/B/1701/01/2008** Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny. Na życzenie Klient każdorazowo wydawana jest **Deklaracja Zgodności z Normą**.

Zalety stosowania materiałów z ubocznych produktów spalania:

- Trwały i różnorodny materiał,
- Wysoka wytrzymałość i mrozoodporność,
- Materiał o niskim ciężarze objętościowym (po zagęszczeniu wynosi od 1,1-1,3 kg/dm^3), a więc oszczędność kosztów transportu nawet do 40%,
- Szeroka dostępność na terenie kraju,
- Konkurencyjny cenowo,
- Zachowanie zasobów naturalnych.

Norma czy aprobaty techniczna

Aprobaty techniczne są dokumentami niższej rangi niż normy i wydawane są dla materiałów nie spełniających wszystkich wymogów normy. Są szansą dla materiałów poza normowych ale skutecznie spełniających cele określone dla materiałów normowych. Praktyka wydawania aprobat technicznych dla materiałów spełniające normy jest naganna. Pobierane są w tej sytuacji nieuzasadnione opłaty a aprobaty techniczne wydawane na czas określony muszą być odnawiane. W ten sposób w Polsce przyjęła się szkodliwa praktyka traktowania materiałów z aprobatą techniczną wyżej niż materiałów normowych, nawet posiadających znak bezpieczeństwa CE. Odpowiedzialność za ten stan ponoszą krajowe jednostki notyfikowane odpowiedzialne za wdrażanie w kraju norm unijnych oraz edukację w tym zakresie. GDDKiA, projektanci, nadzory i wykonawcy powinni być na bieżąco informowani w tym zakresie aby zapisy projektów i specyfikacji przetargowych odpowiadały standardom UE, szczególnie w zakresie wolnej konkurencji. W projektach i specyfikacjach przetargowych zapisy o konieczności posiadania aprobat technicznych dla materiałów powinny być opatrzone komentarzem – dla materiałów nie spełniających norm.

Podsumowanie

Przyjęcie nowej klasyfikacji popiołów wg PN EN 14227-4 jest znacznie korzystniejsze i spowoduje możliwość wykorzystania szerszej gamy popiołów lotnych niż było dotychczas.

Nowa klasyfikacja obejmuje wszystkie rodzaje popiołów pod względem technologii spalania węgla i odsiarczania spalin, nawet te odmiany, które dotychczas nie spełniały wymagań normy PN-S-96035.

Popioły fluidalne niezależnie od rodzaju spalanego węgla zakwalifikowane zostaną wg nowej klasyfikacji do popiołów wapiennych.

Nowa klasyfikacja i program badań klasyfikacyjnych wg PN EN 14227-4 jest znacznie prostszy i jednoznaczny niż dotychczasowy.

Popioły wapienne i krzemionkowe spełniające PN EN 14227-4 mogą być stosowane w mieszankach związanych hydraulicznie wg PN EN 14227-3.

Literatura:

1. Szczygielski T. z zespołem: Raport dla BOT, Szczecin 2008
2. Pachowski J, Kraszewski C.: Normy drogowe a popioły z energetyki. Biuletyn VHP 2007
3. Hycnar J.J., Szczygielski T.: Stan i perspektywy zagospodarowania popiołów lotnych i żużli rodzaju wapiennego. Karbo 2007 nr 1
4. Źródła własne PU UPS