

mgr inż. Krzysztof Łuczaj¹⁾
mgr inż. Paulina Urbańska¹⁾

Certyd – nowe, lekkie, wysokowytrzymałe kruszywo spiekane

DOI: 10.15199/33.2015.12.13

Lekkie, wysokowytrzymałe kruszywo Certyd jest wytwarzane przez spółkę LSA wg unikatowej, autorskiej technologii. Powstaje w wyniku wysokotemperaturowego spiekania (1000 – 1200 °C) odpowiednio przygotowanych minerałów antropogenicznych w kontrolowanych warunkach, a następnie rozfrakcjonowania i ewentualnego przekruszenia. Głównym surowcem do wytwarzania kruszywa Certyd jest popiół powstały ze spalania węgla kamiennego w kotłach miałowych Elektrociepłowni Białystok. Dotychczas pokutuje opinia, że taki surowiec to zanieczyszczony, toksyczny i promieniotwórczy odpad, a przecież węgiel, z którego powstają popioły, to organiczne paliwo kopalne. Jest skałą osadową utworzoną pod wpływem procesów geologicznych przemieniających obumarłą roślinność w złoża węglowe. Pochodzi głównie z okresu karbońskiego, a proces formowania miał miejsce ok. 285 – 360 milionów lat temu. Węgiel jako kopalina składa się ze składnika organicznego – pierwiastkowego węgla oraz towarzyszącej mu materii mineralnej (skały płonnej). Po spaleniu węgla skała płonna pozostaje w postaci produktu ubocznego, który można uznać za **wydobyty minerał kopalny, który uległ obróbce cieplnej**. Węgiel nie jest przecież odpadem. Poddany obróbce cieplnej jako paliwo zmienia więc tylko swoją postać, nabierając nowych właściwości. Na poparcie tej tezy można przeanalizować jego skład chemiczny, który tworzą zupełnie typowe tlenki (tabela 1).

Paradoksalnie, minerały antropogeniczne traktowane przez wiele lat jako odpad z „brudnej energetyki”, za sprawą postępu wiedzy technicznej, który przyczynił się do ich powszechnego wykorzystania w gospodarce i zastąpienia nimi wielu surowców naturalnych wydobywanych na potrzeby przemysłu przetwórczego, mogą być szan-

Tabela 1. Skład popiołów z węgla kamiennego i brunatnego [%]

Składnik	Popiół z węgla	
	kamiennego	brunatnego
CaO	3,0	31,2
SiO ₂	54,5	33,5
Al ₂ O ₃	27,5	19,2
Fe ₂ O ₃	6,5	5,4
MgO	1,7	1,8
Na ₂ O	0,9	0,3
K ₂ O	3,3	0,1
SO ₃	0,5	4,3

są polskiej gospodarki na pozyskanie znacznej ilości surowców do produkcji na terenie całego kraju.

Traktowanie popiołów i innych ubocznych produktów spalania jako „brudnego odpadu” nie ma dzisiaj racji bytu ani też żadnego racjonalnego i naukowego uzasadnienia.

Obecnie wykorzystanie minerałów antropogenicznych z energetyki regulowane jest zapisem ustawy z 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21), a także Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów, zgodnie z którym odpady paleniskowe nie należą do odpadów niebezpiecznych. Nie zaobserwowano ich negatywnego wpływu na środowisko ani na zdrowie ludzi. Wyniki badań uwzględniły kierunki ich dalszego gospodarczego wykorzystania. W 2010 r. zostały z powodzeniem zarejestrowane w ECHA (European Chemicals Agency) i są dostępne do wglądu dla każdego, kto chciałby rozwiać swoje ewentualne wątpliwości lub uzyskać szczegółowe dane na ich temat. W ocenie ich wpływu na środowisko kluczowe były kompleksowe badania przeprowadzone w ramach systemu REACH w akredytowanych europejskich laboratoriach. Wykluczyły one jakiegokolwiek niekorzystny wpływ produktów wytworzonych na bazie popiołów i żużli ze spalania węgla na środowisko naturalne, dając tym samym gwarancje bezpieczeństwa ich stosowania.

Historia

Opracowanie własnej, autorskiej technologii wytwarzania kruszywa popiołoporytowego Certyd rozpoczęto w 1999 r. W ich wyniku uzyskano kilka naście patentów krajowych i zagranicznych. Dzięki dofinansowaniu ze środków unijnych technologia została wdrożona w skali przemysłowej po raz pierwszy na świecie. W miejscowości Sowłany k. Białegostoku powstał zakład o rocznej zdolności produkcyjnej 50 000 ton kruszywa. W związku z tym, że producent – spółka LSA zamierza uruchamiać kolejne fabryki, zakład w Sowłanach jest też wykorzystywany jako instalacja pokazowa. Zakład zakończył rozruch technologiczny w 2015 r., a w 2016 r. osiągnie pełną moc produkcyjną (fotografia 1). Jest to pierwszy na świecie, zbudowany całkowicie od podstaw, zakład w takiej technologii. Główne urządzenia produkcyjne, a więc: suszarka granulatu i piec do spiekania są niespotykane w dotychczasowej praktyce przemysłowej, chronione patentami krajowymi i zagranicznymi. W takiej skali zostały zbudowane po raz pierwszy i z obserwacji ich pracy wynika, że prawidłowo funkcjonują w procesie technologicznym.

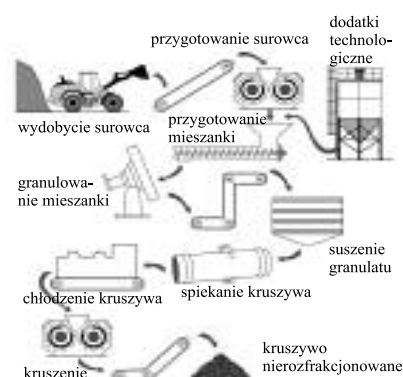


Fot. 1. Pierwszy zakład wytwarzania kruszywa z popiołów w technologii LSA w Sowłanach uruchomiony w 2015 r., zlokalizowany przy haldzie popiołów

Technologia produkcji kruszywa Certyd i kontrola jakości

Technologia polega na spiekaniu odpowiednio przygotowanych surowców w piecu obrotowym (rysunek). Przygotowywany wcześniej surowiec trafia na

¹⁾ LSA Sp. z o.o. Białystok
^{*)} Autor do korespondencji:
e-mail: krzysztof.luczaj@lsa.biz.pl



Poglądowy schemat nitki technologicznej

wewnętrzny plac buforowy, skąd podawany jest partiami, po kilkaset ton, do dołownika, a następnie za pomocą automatycznej koparki pobierany do wnętrza hali produkcyjnej. Na zewnątrz hali zlokalizowane są również silosy przeznaczone na:

- popioły suche, które mogą być dostarczane cysternami bezpośrednio z elektrociepłowni;
- pyły procesowe wychwytywane ze spalin kierowanych do komina;
- inne dodatki produkcyjne.

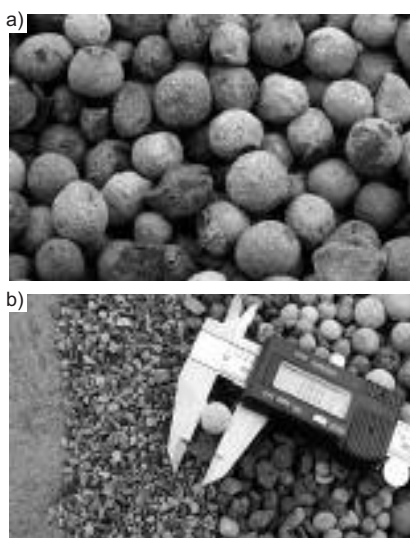
Silosy są połączone z pozostałymi urządzeniami za pomocą urządzeń dozujących. Trafiający do produkcji surowiec, po wstępnej obróbce mechanicznej, podlega granulowaniu na granulatorach talerzowych. Wilgotny granulat jest podawany do suszarki wykonanej wg własnego pomysłu, gdzie suszą go gazy spalinowe z pieca obrotowego. Wyszuszony i podgrzany granulat jest podawany porcjami przez układ dozujący do pieca obrotowego, w którym ulega spiekaniu w temperaturze 1000 – 1200 °C. Proces dozowania i zapłonu powtarza się cyklicznie. Dzięki pochyleniu osi pieca i jego ruchowi obrotowemu spiekający się wsad oraz gorące spaliny przesuwały się do głowicy odbiorczej pieca, stanowiącej jednocześnie początek chłodnika. W głowicy rozdziela się strumień gorących spalin (temperatura 500 ÷ 1000 °C) od strumienia gorącego, spieczonego wypadu (temperatura powyżej 500 °C).

Gorący materiał studzony jest strumieniem powietrza, a następnie w postaci luźnych ziaren oraz spieków trafia na zewnątrz hali produkcyjnej, skąd pobierany jest do kruszenia i przesiewania. Dopiero po tym etapie możemy mówić o kruszywie jako o produkcie handlowym. Z tego procesu technologicznego nie powstają żadne odpady.

Jakość kruszywa Certyd jest oceniona zgodnie z Zakładową Kontrolą Produkcji (ZKP) wg PN-EN 13055-1 i PN-EN 13055-2. Obejmuje ona wszystkie etapy produkcji: od pozyskiwania surowca aż do załadunku kruszywa do klienta. Surowiec poddawany jest podstawowym badaniom, w tym zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych K-40, Ra-226 i Th-228. Częsta kontrola promieniotwórczości naturalnej, jeszcze przed wprowadzeniem surowca do produkcji, nałożona została na popiół celowo. Daje to całkowitą pewność, że wyprodukowane kruszywo nie przekroczy wskaźników aktywności. Ponadto prowadzona jest kontrola wyrobu na kolejnych etapach produkcji, co pozwala na bieżąco reagować w sytuacji odchylenia procesu od założonych warunków. Zgodnie z PN-EN 13055-1 i PN-EN 13055-2 badane są z różną częstotliwością m.in. następujące parametry: gęstość nasypowa; skład ziarnowy; zawartość związków chemicznych. Większość badań wykonywana jest w zakładowym laboratorium. ZKP obejmuje także ustalanie warunków działania podczas np. przesiewania kruszywa, jego składowania na placu, czy załadunku dla klienta.

Właściwości i zastosowanie Certydu

Przetwarzając surowce antropomorficzne, z wykorzystaniem technologii LSA, uzyskuje się kruszywo w formie regularnego granulatów (fotografia 2a) lub ziarn łamanych, o kształcie kubicznym (fotografia 2b).



Fot. 2. Kruzywo Certyd: a) kuliste; b) kuliste i łamane

Zastosowanie technologii wytwarzania wysokowytrzymałego kruszywa Certyd zmniejsza wykorzystanie naturalnych zasobów środowiska, ograniczając jego degradację. Tym samym, w ekonomiczny i ekologiczny sposób pozwala otrzymać lekkie kruszywo ceramiczne, wykorzystując do produkcji uboczne produkty spalania, jakimi są popioły elektrowniane.

Kruszywo spełnia wymagania normowe dotyczące kruszyw lekkich wg norm PN-EN 13055-1 *Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i rzadkiej zaprawy* oraz PN-EN 13055-2 *Kruszywa lekkie do mieszanek bitumicznych niezwiązanych i związanych hydraulicznie oraz powierzchniowych utwardzeń*.

Certyd, ze względu na małą gęstość nasypową (w zależności od frakcji produktu waha się ona w granicach 600 – 750 kg/m³) oraz dużą odporność na miażdżenie (ok. 10 MPa) stanowi korzystną alternatywę dla kruszywa keramzytowego, glinoporytowego, żużla granulowanego oraz pumeksu hutniczego jako jeden z podstawowych składników lekkich betonów konstrukcyjnych. Bez problemu uzyskuje się na jego bazie beton do klasy LC55/60. Certyd stanowi również doskonały surowiec do produkcji betonów jamistych.

Certyd charakteryzuje się współczynnikiem przewodzenia ciepła $\lambda = 0,16 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, natomiast współczynnik przewodzenia ciepła betonu lekkiego wykonanego z jego użyciem wynosi $\lambda = 0,32 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ w przypadku klas LC25/28 i LC30/33, a betonu jamistego $\lambda = 0,21 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ (tabela 2). Jak widać, Certyd, perlit i keramzyt mają korzystny

Kruszywo	Współczynnik przewodzenia ciepła λ [W/m·K]
Certyd	0,16
Piasek pylasty	0,55
Żwir	0,90
Keramzyt	0,10
Perlit	0,05

współczynnik przewodzenia ciepła, znacznie niższy od kruszyw naturalnych.

Ze względu na to, że proces spiekania przebiega w atmosferze półredukcyjnej, żelazo występuje w spiekonym materiale jako FeO i razem z zawartym w popiołach CaO pełni rolę topnika i w temperaturze 900 – 1100 °C tlenki żelaza i wapnia tworzą z krzemionką łatwo topliwie krzemiany. Spieczony

granulat zawiera dużą ilość substancji szklistej i stopionej, szczególnie we wnętrzu ziaren, która otulone jest jaśniejszą otoczką tlenkową. Ziarna kruszywa otrzymane w takich warunkach mają bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną, a śladowe pierwiastki i ewentualne inne zanieczyszczenia są trwale związane w fazie szklistej wnętrza ziaren. Dzięki temu wymywalność pierwiastków i związków chemicznych mieści się w granicach dopuszczalnych norm (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego). Wartości wymywalności z podaniem granicznych wartości dopuszczalnych przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Zawartość związków chemicznych i pierwiastków w wyciągu wodnym w Certydu

Związek chemiczny/pierwiastek	Zawartość w wyciągu wodnym [mg/dm ³]	Wartość dopuszczalna [mg/dm ³]
Sód jako Na	2,36	800
Azot amonowy jako N _{NH4}	0,03	10
Azot azotanowy jako N _{NO3}	< 0,10	30
Azot azotynowy jako N _{NO2}	0,003	1
Chlorki jako Cl ⁻	0,40	1000
Fluor jako F ⁻	0,13	25
Siarczany jako SO ₄ ²⁻	86	500
Siarczyny jako SO ₃ ²⁻	< 1,00	1
Siarczki jako S ²⁻	< 0,005	0,2
Cynk jako Zn	0,021	2
Kadm jako Cd	< 0,001	0,07
Miedź jako Cu	< 0,001	0,1
Ołów jako Pb	< 0,001	0,1
Nikiel jako Ni	< 0,001	0,1
Bar jako Ba	0,098	2
Chrom jako Cr	0,001	0,5
Chrom (VI) jako Cr ⁶⁺	0,001	0,1
Rtęć jako Hg	< 0,00005	0,06
Bor jako B	0,238	1
Arsen jako As	0,041	0,1

Certyd podczas obróbki termicznej nie pęcznieje, lecz ulega spiekaniu i dlatego ma mniejszą porowatość w porównaniu z innymi kruszywami sztucznymi, a to z kolei powoduje większą gęstość nasypową, większą gęstość ziarn i mniejszą nasiąkliwość (kruszywo jest odporne na działanie mrozu). Na uwagę zasługuje też dosyć duża, jak na kruszywa sztuczne, odporność na miażdżenie (tabela 4). Po-

Tabela 4. Wartości podstawowych parametrów Certydu wg normy PN-EN 13055-1

Właściwość	Norma	Fracje			
		0/2	2/4	4/8	8/16
Gęstość nasypowa [kg/m ³]	PN-EN 1097-3	930 – 990	600 – 630	650 – 750	740 – 750
Gęstość ziarn [kg/m ³]	PN-EN 1097-6	–	–	1350 – 1430	1350 – 1430
Nasiąkliwość po 24h [%]	PN-EN 1097-6	–	–	17	16
Odporność na miażdżenie [MPa]	PN-EN 13055-1	–	–	6 – 10	6 – 8
Mrozoodporność [%]	PN-EN 13055-1	–	–	do 1	do 1

nadto Certyd jest odporny na działanie grzybów, gryzoni i owadów; obojętny dla środowiska i bezpieczny dla ludzi; może być wielokrotnie użyty w stanie luźnym; nie ulega rozkładowi; niepalny. Na uwagę zasługuje fakt, że przy gęstości nasypowej 600 – 750 kg/m³ bez problemu uzyskuje się z jego zastosowaniem betony lekkie o gęstości od 1400 kg/m³ (na ogół betony na kruszywach naturalnych mają gęstość 2400 – 2800 kg/m³). Wymienione cechy Certydu sprawiają, że może on być stosowany jako zamiennik kruszyw naturalnych w średnich i ciężkich betonach konstrukcyjnych, drogownictwie czy geotechnice, a także w lekkich betonach konstrukcyjnych, w betonach jamistych czy lekkich elementach budowlanych ze względu na małą gęstość, dobre właściwości izolacyjne i akustyczne (tabela 5).

Zalecane zastosowanie kruszywa Certyd:

- lekkie betony konstrukcyjne;
- produkcja małowabarytowych prefabrykatów betonowych, takich jak: pustaki wentylacyjne, kominowe, ściennne, pustaki alfa, pustaki i stropy teriva,

Tabela 5. Porównanie obszarów zastosowań kruszyw sztucznych i kruszyw naturalnych

Zastosowanie	Lekkie kruszywa sztuczne	Kruszywa naturalne
Betony konstrukcyjne	+	+
Prefabrykowane elementy budowlane	+	+
Drogownictwo	+	+
Geotechnika	+	+
Warstwy drenażowe	+	+
Lekkie betony konstrukcyjne	+	–
Lekkie prefabrykowane elementy budowlane	+	–
Beton jamisty	+	–
Warstwy termoizolacyjne	+	–
Tynki, zaprawy i elementy ciepłochronne	+	–
Podłoża do upraw hydroponicznych	+	–
Izolacje na gruncie i stropach	+	–
Drogowe nawierzchnie ścieralne	+	+

pustaki szalunkowe, gazony i palisady, bloczki fundamentowe, nadproża;

■ ekrany i inne prefabrykowane osłony akustyczne;

■ składnik zapraw ciepłochronnych;

■ izolacje na gruncie i stropach;

■ warstwa izolująca termicznie i kształtująca spady dachów, gdzie jako materiał niepalny i nieodgazowujący może być stosowane w szerszym zakresie niż inne (np. styropian);

■ izolacja termiczna ścian piwnicznych i fundamentowych oraz przestrzeni pod posadzkami. Certyd, z uwagi na korzystny współczynnik przewodzenia ciepła, całkowitą mrozoodporność oraz odporność na działanie grzybów, pleśni i szkodników, stanowi alternatywę dla izolacji wykonanych ze styropianu czy wełny mineralnej;

■ w posadzkach przemysłowych na gruncie, gdzie zastępuje tradycyjne warstwy konstrukcyjne łącznie z ociepleniem;

■ jako izolacja akustyczna i cieplna (stosowane luzem);

■ zapobiega drganiom gruntu z ciągów komunikacji drogowej i kolejowej, które powodują pękanie oraz inne uszkodzenia okolicznych budynków. Stosuje się przez wkopanie wzdłuż drogi ekranów z kruszywa otulonego geotkaniną;

■ w budowlanych i drogowych warstwach filtracyjnych i drenujących;

■ ochrona przed efektami erozji wodnej i eolicznej poboczy i skarp dróg;

■ drenaż francuski, zastępujący przydrożne rowy, gdzie funkcję warstwy filtracyjnej pełni geowłóknina, a funkcję wewnętrznego wypełnienia, odtransportowującego przefiltrowaną wodę, spełnia Certyd;

■ w geotechnice (zmniejszenie osiadania budynków, zmniejszenie parcia poziomego i odciążenia konstrukcji, stabilizacja fundamentów, wymiana podłoża);

■ lekkie i stabilne wypełnienie form kształtowania terenu (pagórków, skarp, nasypów, nierówności itp.). Jego niska

gęstość nasypowa zabezpiecza przed osiadaniem podłoża, a struktura pozwala swobodnie łączyć elementy nasypów oraz innych konstrukcji;

- warstwa rozsączająca w przydomowych oczyszczalniach ścieków, gdzie błona biologiczna rozwijająca się na warstwie chropowatego i porowatego kruszywa skutecznie neutralizuje substancje biogenne i odory;

- zabezpieczenie sieci podziemnych przed pionowym parciem gruntów oraz równoczesne zabezpieczenie termiczne;

- składnik podbudowy przy dużych powierzchniach obiektów sportowych, np. murawy stadionów i boisk, gdzie najczęstszym problemem jest nierównomierne osiadanie podłoża spowodowane wodą opadową. Certyd zapewnia równomierne odwodnienie obiektu na całej powierzchni, a dzięki dobrej regulacji powietrzno-wodnej grunt utrzymuje optymalną wilgotność, a trawa na stadionie nie wysycha tak szybko. Ze względu na lekkość warstwy kruszywa zmniejsza się także nacisk na podłoże;

- w warstwach filtracyjnych i kumulujących wilgoć pod terenami zielonymi i sportowymi;

- w ogrodnictwie jako warstwa drenażowa pod ziemię uprawną lub składnik służący do spulchniania gruntu, regulujący dostęp wody i powietrza;

- podłoże do upraw bezglebowych (hydroponicznych);

- zabezpieczenie roślin rosnących na terenach miejskich, jak drzewa i krzewy w chodnikach, przed niedoborem wody i powietrza;

- istotny składnik substratu do wykonywania zielonych dachów. Konstrukcja zielonego dachu, zważywszy na swoje umiejscowienie, musi być lekka, powinna dobrze odprowadzać nadmiar wód opadowych oraz posiadać dobrą izolację termiczną dla pomieszczeń pod nim;

- wykorzystane w ogrodnictwie utrzymuje mechanicznie system korzeniowy. Zapobiega przerastaniu chwastów, zmniejsza podatność podłoża na przemarzanie oraz odparowywanie wilgoci, chroni przed niedoborem wody i powietrza. Przy zagęszczaniu się gruntu, np. na skutek opadów, reguluje

je dostęp powietrza do korzeni oraz zapobiega odparowywaniu wilgoci;

- uprawy roślin ozdobnych w skrzyniach, rękawach foliowych, jako dodatek w uprawach gruntowych i doniczkowych (zewnętrznych i tradycyjnych), a także przy ściółkowaniu roślin i podsypkach. Jest chemicznie obojętny, gryzonio- i szkodnikoodporny, trwały, nie butwieje (jak kora) i nie zmienia swoich właściwości;

- nośnik nawozów sztucznych.

Podsumowanie

LSA to innowacyjna firma zajmująca się wytwarzaniem bezpiecznych, lekkich kruszyw sztucznych. Technologia ich produkcji jest nowatorska w skali światowej, chroniona wieloma międzynarodowymi patentami. Stosowany proces wytwarzania jest ekologicznym, korzystnym energetycznie i ekonomicznie sposobem zagospodarowania minerałów antropogenicznych. Umożliwia otrzymanie atrakcyjnego wyrobu budowlanego wyłącznie z surowców przemysłowych.

Przyjęto do druku: 26.10.2015 r.

TWORZYMYSY NOWE W ZGODZIE Z NATURĄ

- 🌱 lekkie i bardzo **wytrzymałe**
- 🌱 **bezpieczne** dla ludzi i środowiska
- 🌱 do zastosowania **w budownictwie, drogownictwie i ogrodnictwie**

www.certyd.pl

 **certyd®**
lekkie kruszywo spiekane

ul. Gen. Wł. Andersa 3, 15-124 Białystok
e-mail: biuro@lsa.biz.pl, tel.: 85 733 61 40, fax: 85 733 61 45