

Mariola STEFANICKA*
Manfred WEISS, Tomasz WOJTASZEK**

UNIKATOWY ZAKŁAD PRODUKCJI KRUSZYW GRANITOWYCH W KOPALNI WIEŚNICA

Na przykładzie realizacji inwestycji budowy zakładu produkcji kruszyw w Kopalni Wieśnica, przedstawiono unikatowy model systemu przerobczo-załadowczego, hermetycznie zamkniętego i w pełni zautomatyzowanego, spełniającego najwyższe standardy jakościowe i środowiskowe. Podjęto również próbę klasyfikacji układów przestrzennych istniejących zakładów przeróbczych oraz zwrócono uwagę na znaczenie funkcjonalnego wykorzystywania przestrzeni produkcyjnej jako elementu decydującego o efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego.

1. WSTĘP

Układ przestrzenny ciągu przeróbczego jest istotnym elementem każdego projektu inwestycyjnego zakładu produkcji kruszyw, decydującym o końcowych efektach efektywności przedsięwzięcia.

O ile przy doborze technologii zdecydowanie można korzystać z ogólnie dostępnych programów komputerowych, to modelowanie przestrzenne na etapie projektowania i wykonawstwa, jest zadaniem wymagającym większego doświadczenia i wiedzy o rzeczywistym funkcjonowaniu zakładu przeróbczego w wymiarze eksploatacyjnym, produkcyjnym, środowiskowym, a także rynkowym. Czynniki determinującymi przestrzenny projekt zakładu produkcji kruszyw są: dostępna powierzchnia i jej ukształtowanie, obecność i lokalizacja obiektów chronionych, wielkość i asortymenty produkcji, strategia rynkowa producenta, a przede wszystkim doświadczenia i kultura inżynierska inwestora oraz projektanta.

Analizując systemy przestrzenne istniejących zakładów przeróbczych można wyróżnić modele:

* Politechnika Wrocławska, Instytut Górnictwa, mariola.stefanicka@pwr.wroc.pl
** BERGER SUROWCE Sp. z o. o., manfred.weiss@bergersurowce.pl,
tomasz.wojtaszek@bergersurowce.pl

- liniowy – układ urządzeń o przebiegu liniowym lub łamanym,
- modułowy – urządzenia zgrupowane w wyodrębnionych obiektach funkcyjnych (modułach),
- wielozakładowy – niezależnie funkcjonujące układy z możliwością indywidualnego zasilania nadawą, np. zakład wstępnego przerobu, grysowy, tłuczniowy,
- kompaktowy – układ przeróbczy zwarty przestrzennie z krótkimi połączeniami międzyoperacyjnymi, z wykorzystaniem różnic wysokości do przepływu produktów,
- nieuporządkowany – powstający na zasadzie dostawiania kolejnych urządzeń w sposób nieuporządkowany; najczęściej to wielokrotna modernizacja zakładu,
- mobilne i semimobilne – możliwe zmiany lokalizacji w zależności od potrzeb,
- mieszane – połączenie różnych układów.

Na szczególną uwagę zasługują zakłady przeróbcze modułowe, które przy dużych zdolnościach przeróbczych i magazynowych, zachowują elastyczność produkcyjną i asortymentową. Połączone moduły wstępnego przerobu i kolejnych stopni przeróbki, magazynowania półproduktów i produktów finalnych, ze zautomatyzowanymi systemami załadunkowymi, dają możliwości zarządzania procesem i zapewnienia odpowiedniej jakości. Idea modułów funkcyjnych została wykorzystana i rozwinięta do elementów konstrukcyjnych w systemie „standard plant” przez grupę Lafarge. W systemie tym elementy konstrukcyjne i montażowe działają na zasadzie „klocków lego”, możliwy jest ich demontaż i złożenie w odmiennej lokalizacji [3].

Zakłady przeróbcze typu kompaktowego; zakłady w zasadzie „szyte na miarę” z wykorzystaniem istniejących warunków terenowych tak, aby zapewnić maksymalną zwartość systemu. Charakteryzują się one średnimi zdolnościami produkcyjnymi, ale dają możliwości trwałej hermetyzacji procesu; sprzyja to uzyskaniu produktów wysokiej jakości oraz ograniczaniu uciążliwości środowiskowej.

2. UWARUNKOWANIA ROZWOJU KOPALNI WIEŚNICA

Kopalnia granitu Wieśnica, zlokalizowana jest w odległości 5 km od granicy Strzegomia w obrębie wsi Goczałków i Rogoźnica. Kopalnia została nabyta w 2006 roku przez BERGER SUROWCE Sp. z o.o., z zamiarem realizacji strategicznych inwestycji surowcowych w ramach działającej na obszarze Polski grupy Berger. Poprzednio eksploatacja złóż Wieśnica i Goczałków prowadzona była w sposób dorywczy, bezinwestycyjny, na zasadzie okresowego instalowania mobilnych zestawów przeróbczych. Firma Berger od początku swojego istnienia, a jest to już historia stu-letnia, przyjęła misję świadczenia kompleksowych usług w dziedzinie budownictwa, materiałów budowlanych i surowców. Stąd założone i funkcjonujące na obszarze Polski spółki-córki – BERGER BAU Polska (1995) i BERGER BETON (1997), a celem

integracji regionalnego systemu, zostały uzupełnione o przedsiębiorstwo surowcowe BERGER SUROWCE (2006).

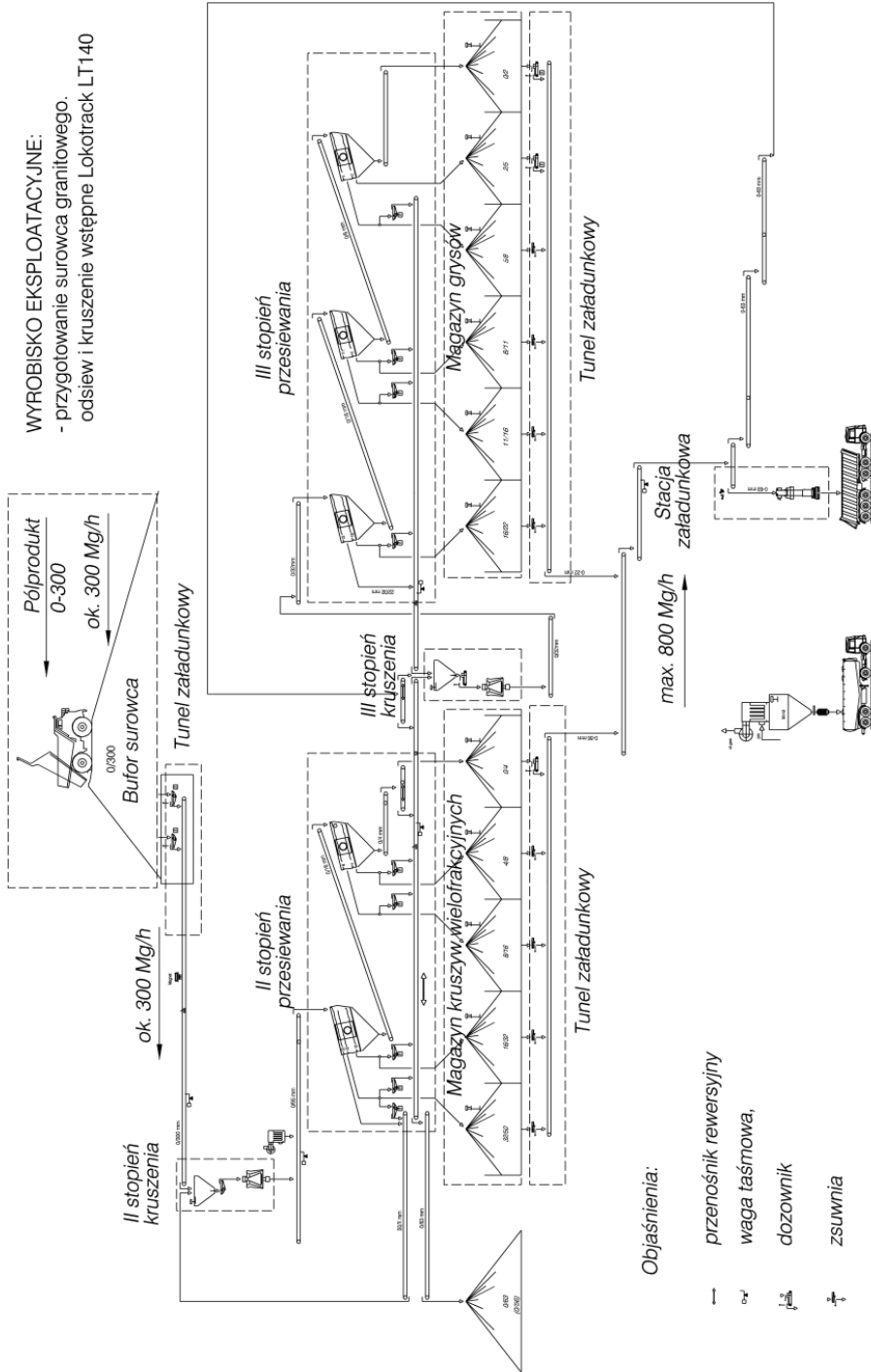
Pozyskanie kopalni Wieśnica było wynikiem konsekwentnej polityki i strategii działania grupy Berger. Zamysłem holdingu była budowa nowoczesnego zakładu produkcji kruszyw najwyższej jakości, głównie z przeznaczeniem do produkcji specjalistycznych betonów i mieszanek mineralno-asfaltowych. Sposób realizacji tego przedsięwzięcia, jego wielość i konfiguracja przestrzenna, zostały zdeterminowane czynnikami środowiskowymi; bliskością zabudowań Goczałkowa zlokalizowanych niespełna 200 m od granicy terenów kopalni oraz ograniczoną powierzchnią pod działalność produkcyjną (tab. 1). Już na etapie uzyskiwania decyzji koncesyjnej, ze względów środowiskowych, część złoża została wyłączona z obszaru górniczego, a na sąsiadujących działkach zobowiązano przedsiębiorcę do wybudowania ziemnych wałów ochronnych. Zabiegi inwestora nabycia terenów dla potrzeb rozwoju kopalni również zostały przyjęte negatywnie. Stąd ostatecznie łączna powierzchnia kopalni wynosi 22,5 ha, w tym 12 ha pod eksploatację górniczą, a powierzchnia terenu przeznaczona pod zabudowę stacjonarnego zakładu przeróbczego (łącznie z magazynami i strefami załadunku) to jedynie 0,3 ha.

Tabela 1

Bilans i struktura terenów Kopalni Wieśnica

Wyszczególnienie	Powierzchnia [ha]	Udział w terenie kopalni [%]
tereny w granicach własności kopalni	22,50	100,0
powierzchnia udokumentowanego złoża	15,25	67,8
obszar górniczy	14,60	64,9
wyrobisko eksploatacyjne	12,10	53,3
drogi, place, zabudowania, tereny otaczające wyrobisko itp.	7,20	32,0
tereny nieprzekształcone	1,40	6,2
składowiska rezerwowe wyrobów	1,00	4,4
zwałowiska	0,50	2,2
zakład przeróbczego łącznie z magazynami, punktem załadunkowym i podjazdami – nowa inwestycja	0,30	1,3
teren górniczy	213,55	–

Wymienione ograniczenia spowodowały, że przedsięwzięcie budowy zakładu przeróbczego wymagało tu indywidualnego podejścia; zakład musiał być „uszyty na miarę” i spełniać wysokie standardy ochrony środowiska. W ten sposób powstała koncepcja budowy w pełni zautomatyzowanego, hermetycznego i kompaktowego zakładu produkcji wysokogatunkowych mieszanek i grysów o zdolności produkcyjnej ok. 300 Mg/h, wyposażonego w zintegrowany system załadunkowy o zdolności ok. 800 Mg/h.



Rys. 1. Schemat ideowy technologii przeróbki w Kopalni Wiesznica
Fig. 1. Schematic diagram of the processing technology in Wiesnica quarry

3. KOMPAKTOWY I HERMETYCZNY ZAKŁAD PRODUKCJI KRUSZYW

Budowa nowego stacjonarnego zakładu przeróbczego została zrealizowana w okresie ośmiu miesięcy. Schemat ideowy (rys. 1) obrazuje technologię produkcji, ale specyfika tego projektu tkwi przede wszystkim w rozmieszczeniu przestrzennym urządzeń oraz w sposobie połączeń międzyoperacyjnych.

Zakład przeróbczy został dowiązany do istniejącego już zbiornika buforowego surowca o uziarnieniu 0–300 mm z tunelem załadowniczym. Magazynowany półprodukt granitowy jest dowożony wozidłami z wyrobiska górniczego wyposażonego w mobilną kruszarnię – Lokotrack LT140. Proces przygotowania półproduktu 0–300 mm polega nie tylko na kruszeniu, ale również istotne jest kierowanie selektywną eksploatacją złoża oraz oczyszczenie nadawy poprzez odsiew wstępny.

Przeróbki w nowym zakładzie polega na realizowaniu kolejnych operacji kruszenia i przesiewania surowca:

- II stopień kruszenia – kruszarka stożkowa HP400,
- II stopień przesiewania – powrót nadziarna oraz klasyfikacja kruszyw wielofrakcyjnych z wykorzystaniem dwóch przesiewaczy (3- i 2-pokładowego),
- III stopień kruszenia – granulador HP4,
- III stopień przesiewania – klasyfikacja grysów na trzech przesiewaczach 2-pokładowych,
- tunel załadowniczy z systemem dozującym do produkcji mieszanek,
- magazynowanie produktów w zamkniętych zasiekach betonowych,
- załadunek wyrobów w stacji automatycznego załadunku.

Kruszarki II stopnia zostały zabudowane w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika buforowego natomiast kolejne stopnie przeróbki umiejscowione są w zwartym kompleksie przeróbczym w połączeniu z magazynami i stacją załadowną. Urządzenia posadowiono na trzech poziomach; przesiewacze na poziomie drogi technologicznej, poniżej z uwzględnieniem skarpy i obniżenia terenu, zabudowano zasieki magazynowe i granulador; pod zasiekami znajduje się tunel załadowniczy połączony przenośnikiem taśmowym z wieżą załadunkową. Zastosowanie różnego rodzaju rozwiązań rewersyjnych oraz grawitacyjnych przepływów produktów spowodowało, że przestrzenna wizualizacja zakładu prezentuje się, jako zintegrowany kompakt produkcyjny realizujący jednocześnie procesy: przeróbki, magazynowania i załadunku (rys. 2–3).

Kompaktowość przestrzenna zakładów przeróbczych jak do tej pory nie była przedmiotem indywidualnej i obiektywnej oceny parametrami wskaźnikowymi. Stąd w niniejszym opracowaniu zaproponowano wskaźniki efektywności wykorzystania powierzchni produkcyjnej wyznaczane, jako iloraz zdolności produkcyjnej P_h (oraz zdolności załadownej Z_h) przez powierzchnię zakładu F . Obliczone wielkości zestawiono w tabeli 2.



Rys. 2. Widok zakładu przeróbczego od strony wjazdu na kopalnię Wieśnica
Fig. 2. The view of the processing plant at the entrance to the Wieśnica quarry



Rys. 3. Hermetyzacja boksów materiałowych i kruszarni III stopnia w Kopalni Wieśnica
(zdjęcie od strony wsi Goczałków)

Fig. 3. The encapsulation of material boxes and the third degree crushing space in the Wieśnica quarry

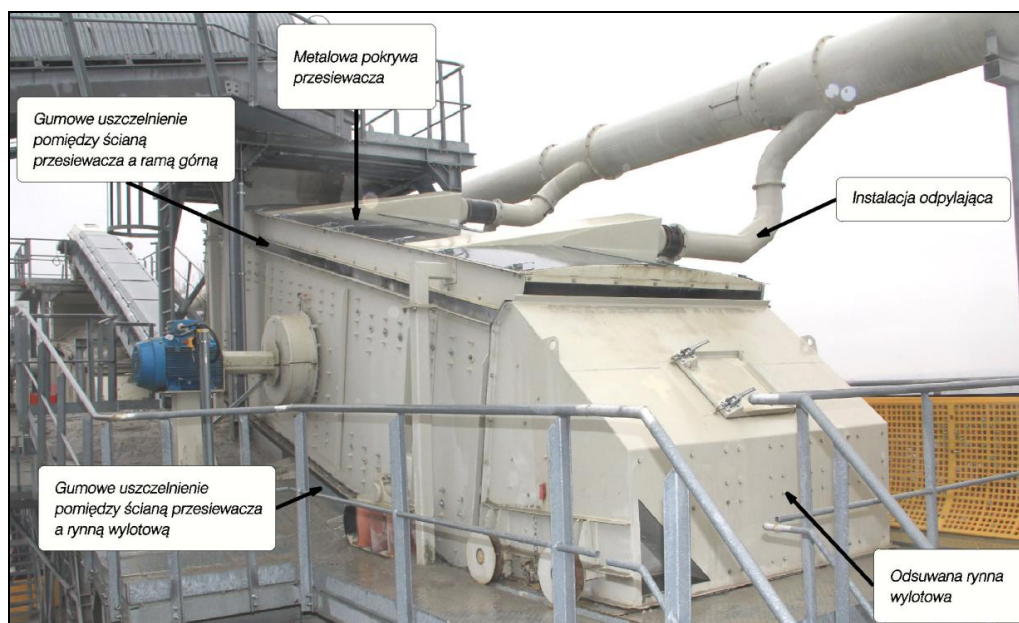
W artykule nie przeprowadzono oceny porównawczej, ale na podstawie wieloletnich obserwacji branży, można stwierdzić, że zaprezentowane wyniki świadczą o wyjątkowej zwartości przestrzennej kompleksu przeróbczo-załadawkowego. Dla przykładu: zdolność produkcyjna układu przypadająca na 1 m^2 zajętej powierzchni pod zakład to $0,1 \text{ Mg/h/m}^2$ i odpowiednio zdolność załadunkowa $0,27 \text{ Mg/h/m}^2$, natomiast produktywność, wyrażona w rocznej wartości sprzedaży przypadającej na jednostkę powierzchni, wynosi $9,67 \text{ tys. zł/m}^2$ (dane za 2011 rok).

Tabela 2

Mienniki efektywności wykorzystania przestrzeni
oraz produktywności zakładu przeróbczego w Kopalni Wieśnica

Rodzaj miennika parametru; formuła obliczeniowa	Wartość
Efektywność wykorzystania powierzchni; $F = 3000 \text{ m}^2$	
a) zdolność produkcyjna P_h powierzchni F	$0,10 \text{ Mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
b) zdolność ładunkowa Z_h powierzchni F	$0,27 \text{ Mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
Wskaźniki produktywności $WS = 29 \text{ mln zł}$ – sprzedaż za 2011 rok „ex work”	
a) WS w odniesieniu do F – produktywność powierzchni	$9,67 \text{ tys. zł/m}^2$
b) WS w odniesieniu do wartości inwestycji – produktywność środków trwałych	1,21
c) WS w odniesieniu do kosztów operacyjnych – produktywność całkowita	1,09

Drugą istotną cechą konstrukcyjną nowego zakładu przeróbczego w kopalni Wieśnica jest jego hermetyczność. Wszystkie istotne źródła emisyjne pyłu: przestrzenie technologiczne, transportowe, międzyoperacyjne, przesypowe są obudowane i uszczelnione. Sposób obudowy przesiewacza oraz uszczelnienia przestrzeni przesypowych nadawcy i produktów podsitowych obrazuje rysunek 4.



Rys. 4. Hermetyzacja i odpylanie przesiewacza w Kopalni Wieśnica (zdjęcie przesiewacza)

Fig. 4. The encapsulation and de-dusting of the sifter in Wieśnica quarry (sifter's image)

Wszystkie elementy osłon i elastycznych uszczelnień w całym zakładzie wykonane są precyzyjnie i jednocześnie w sposób umożliwiający łatwy dostęp do obsługi serwi-

sowej. Warto również zaznaczyć, że poprzez zamknięcie zasieków magazynu kruszyw specjalnymi wrotami ochronnymi oraz zastosowanie szczelnego systemu załadunkowego, ograniczono również wtórną emisję pyłu (rys. 3).

4. AUTOMATYZACJA PROCESU PRZERÓBK I ZAŁADUNKU KRUSZYW

W nowym zakładzie przeróbczym w Kopalni Wieśnica proces produkcji kruszyw i załadunku produktów został całkowicie zautomatyzowany i zintegrowany. Sterowanie procesem odbywa się nie tylko poprzez płynną regulację parametrów technologicznych, ale również zmianę kierunków przepływu produktów, czy też ich podziału na częściowe strugi, z wykorzystaniem urządzeń ważących, dozujących, rewersyjnych i podziałowych. Podstawowe asortymenty produkcji to: grysy, mieszanki o uziarnieniu ciągłym oraz tłuczeń, przy czym handlowa struktura asortymentowa jest znacznie szersza i na bieżąco weryfikowana z wykorzystaniem obsługującego cały system oprogramowania komputerowego.

Na schemacie ideowym procesu (rys. 1), wydzielono dwa sektory produktowe. Pierwszy (strona lewa) dotyczy kruszyw po dwóch stopniach przeróbki; mogą one stanowić gotowe asortymenty handlowe lub też być komponentami do produkcji mieszanek mineralnych o zadanej krzywej składu ziarnowego. Drugi natomiast sektor to grysy; produkty finalne trzech stopni przeróbki. Również wąskie frakcje grysowe mogą być łączone w tunelu załadoczym według zadanej receptury. Produkty podstawowe, jako komponenty wyrobów handlowych, magazynowe są w zasiekach, oczekując na sygnał z punktu ekspedycyjnego. Asortyment handlowy, wg receptury wczytanej do komputera ekspedycyjnego, tworzony jest w tunelu załadoczym, a następnie wyprowadzany przenośnikami do wieży załadunkowej. Wieża załadunkowa wyposażona jest w specjalny elastyczny rękaw, szczelnie przylegający do powierzchni usypu kruszywa i umożliwia równomierne rozprowadzenie materiału w skrzyni ładowanego pojazdu.

Cały proces tworzenia produktu handlowego oraz jego załadunku odbywa się wręcz w sterylnych warunkach, w zamkniętej i odpylanej przestrzeni. Nie ma możliwości zanieczyszczenia produktu czy też pogorszenia jego jakości poprzez desegregację. Wyeliminowano również zagrożenia związane z tzw. czynnikiem ludzkim, polegające na omyłkowym załadowaniu innego produktu, czy też niewłaściwym określeniu jego ilości, ponieważ proces ekspedycyjny sterowany jest i dokumentowany komputerowo. Przedstawiony system produkcji i ekspedycji kruszyw w Kopalni Wieśnica, to swoiste „laboratorium kruszyw” działające na skalę przemysłową.

5. ROZWIĄZANIA TECHNICZNE OGRANICZAJĄCE EMISJĘ PYŁU

Jak już na wstępie zaznaczono, istotnymi czynnikami determinującymi sposób realizacji przedsięwzięcia budowy zakładu przeróbczego w Kopalni Wieśnica, były uwarunkowania środowiskowe związane z bliskością siedlisk mieszkalnych.

Wśród rozwiązań prośrodowiskowych na szczególną uwagę zasługuje instalacja odpylająca. Jej idea jest wychwytywanie pyłów już u źródła, czyli bezpośrednio w procesie produkcyjnym, w warunkach wysokiej hermetyzacji oraz z zastosowaniem worków filtracyjnych. Przewaga tego rodzaju odpylania nad innymi metodami ograniczenia zapylenia polega na skuteczniejszym wychwytywaniu pyłów wysokodyspersyjnych – zwłaszcza PM-10 oraz respirabilnych jako szczególnie szkodliwych dla zdrowia.

Nowy zakład produkcji kruszyw w Kopalni Wieśnica jest odpylany przy wykorzystaniu dwóch stacji odpylnia wyposażonych w wentylatory i worki filtracyjne: centralnej obsługującej zwarty kompleks przeróbczo-załadunkowy oraz decentralnej odpylającej kruszarki stożkowe II stopnia. Odciągi i ssawy zostały zainstalowane w poszczególnych gniazdach technologicznych operacji kruszenia i przesiewania, ale również w przestrzeniach przesypowych, rozładunkowych i transportowych. Koszt systemu odpylania stanowił około 6,2% wartości inwestycji. Ilość uławianych pyłów technologicznych wynosi ok. 7,5 ton na dobę a w ujęciu wskaźnikowym 1,8 kg na tonę produkcji, natomiast udział energii odpylania stanowi ok. 10,5% całkowitej mocy zainstalowanej w zakładzie produkcji kruszyw.

Skuteczność zastosowanych technicznych rozwiązań ochronnych potwierdzają prowadzone okresowe pomiary eksploatacyjne instalacji odpylającej oraz monitoring stężenia pyłów na granicy własności terenów kopalnianych.

W wyniku stosowania odpylania procesów technologicznych niewątpliwie uzyskuje się synergii efektów w zakresie: jakości produktów, warunków eksploatacji maszyn i urządzeń oraz ochrony stanowisk pracy i środowiska.

6. PODSUMOWANIE

Inwestycja budowy zakładu przeróbczego w Kopalni Wieśnica należy do rozwiązań nowatorskich w branży kruszywowej. Innowacyjność tego przedsięwzięcia wynika ze sposobu wykorzystania przestrzeni produkcyjnej oraz zastosowania zintegrowanego systemu automatyzacji procesów produkcyjno-załadunkowych, a także sposobu hermetyzacji układu.

Proces produkcji kruszyw jest powszechnie znany, a technologie ogólnie dostępne. To co różnicuje zakłady stosujące tę samą technologię jest układ przestrzenny. Jest to obszar wiedzy, który można i należy usystematyzować, ponieważ zagospodarowanie przestrzeni na pewno ułatwia podejmowanie właściwych decyzji inwestycyjnych, a także wspomaga proces projektowania i nadzorowania przedsięwzięcia.

W czasach standaryzacji i globalizacji, warto pamiętać, że *każda inwestycja wymaga indywidualnych rozwiązań. Techniczne i ekonomiczne kierowanie przedsiębiorstwami musi opierać się na solidnych podstawach. Potrzebni są eksperci, którzy nie tylko są specjalistami w swojej dziedzinie, ale też postrzegają sprawy całościowo i zauważają to, co jest charakterystyczne dla danej inwestycji, a także potrafią połączyć w sposób nowatorski rozwiązania znane i sprawdzone z nowymi* [4].

LITERATURA

- [1] *Dokumentacja projektowa zakładu przeróbki kruszyw w Kopalni Wieśnica.*
- [2] *Dane ekonomiczno-finansowe BERGER SUROWCE Sp. z o.o. za okres 2010–2011.*
- [3] KOCZARA D., *Innowacyjne podejście do projektowania zakładów Standard Plant 600*, Surowce i Maszyny Budowlane, nr 6/2012.
- [4] *Prospekt BERGER HOLDING GmbH*, Nowe Horyzonty, www.BergerHolding.eu/pl

UNIQUE GRANITE AGGREGATES PRODUCTION PLANT IN WIEŚNICA QUARRY

On the example of the investment of production facilities construction in Wieśnica quarry a unique model concept of compact aggregates processing & loading system has been presented, that is fully automatized, hermetic, and meets highest quality and environmental standards. An attempt has also been made for classification of spatial models of existing processing facilities and importance of functional use of a production space has been emphasized as a factor affecting the efficiency of the investment projects.