

WIZUALIZACJA PROCESU PRODUKCJI CYNKU I OŁOWIU ORAZ RAPORTOWANIE PRODUKCJI BIEŻĄCEJ

Sara ALSZER, Jolanta KRYSTEK

Streszczenie: W oparciu o autorską aplikację, przedstawiającą proces produkcji cynku i ołowiu, zwrócono uwagę na najważniejsze aspekty związane z wizualizacją procesów produkcyjnych. Zaprezentowano i szczegółowo omówiono wybrane ekrany synoptyczne w celu przedstawienia przebiegu procesu otrzymywania metali, jak i wyszczególnienia niektórych z reguł projektowania wizualizacji przy pomocy systemów SCADA. Omówiona została również problematyka raportowania produkcji bieżącej wraz z zaprezentowaniem możliwości raportowania zaimplementowanych w ramach aplikacji.

Słowa kluczowe: monitorowanie procesu, proces produkcji cynku i ołowiu, wizualizacja, system SCADA, raportowanie produkcji bieżącej

1. Wprowadzenie

1.1. Systemy zarządzania i wspomagania produkcji

Dynamiczny rozwój automatyki przemysłowej zainicjował tworzenie oprogramowania odpowiedzialnego za bieżącą kontrolę pracy poszczególnych maszyn, urządzeń bądź innych elementów, tworzących ciąg produkcyjny. Nadzorowanie procesów technologicznych istotne jest nie tylko z punktu widzenia szybkiej, skutecznej i pewnej wymiany informacji między urządzeniami a operatorami, ale przede wszystkim z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa ludzi, procesów oraz obiektów przemysłowych czy magazynowych. Szczególnie ważne są funkcje alarmowania, filtrowania i powiadamiania operatora o problemach występujących w trakcie procesu produkcji oraz skuteczne, często zdalne, zarządzanie alarmami co skutkuje możliwością zmiany parametrów pracy bez konieczności przerywania procesu produkcji. Oprogramowanie sterująco-wizualizacyjne, jakim jest system SCADA (ang. *Supervisory Control And Data Acquisition*), realizuje wymienione zadania na drodze monitorowania przebiegu procesu, czyli systematycznej analizy postępów danego przedsięwzięcia, przeprowadzanej w celu osiągnięcia planowanych rezultatów [1]. Systemy SCADA są jednym z podstawowych elementów infrastruktury informatycznej i pełnią rolę nadrzędną w stosunku do urządzeń sterowania połączonymi bezpośrednio z urządzeniami wykonawczymi takimi jak zawory, pompy, napędy oraz pomiarowymi (czujniki i detektory). Całości struktury informatycznej dopełniają systemy planowania zasobów przedsiębiorstwa – ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*), systemy realizacji produkcji – MES (ang. *Manufacturing Execution Systems*) oraz systemy wsparcia szeroko rozumianego Utrzymania Ruchu w firmach produkcyjnych – CMMS (ang. *Computerised Maintenance Management Systems*). Na etapie projektowania struktury informatycznej firmy produkcyjnej należy wziąć pod uwagę integrację systemów różnych klas oraz skuteczną wymianę informacji pomiędzy nimi.

Regularne gromadzenie informacji stanowi podstawę zarówno przeprowadzania analiz pod kątem jakości przebiegu procesów, kwestii finansowych, weryfikacji

harmonogramów czy wykrywania ryzyka odstępstw od założonych planów, jak i pozwala na śledzenie bieżących zdarzeń, ewentualnych nieprawidłowości i awarii występujących w procesie produkcji [2]. W procesie monitoringu, który ma charakter ciągły, raporty, generowane za pośrednictwem modułów raportowania oferowanych przez systemy SCADA, spełniają istotną funkcję, jaką jest bieżące przekazywanie informacji o kształtowaniu się wybranych wielkości związanych pośrednio bądź bezpośrednio z monitorowanym przedsięwzięciem [3].

Systemy wizualizacji i sterowania wspomagają i ułatwiają zatem podejmowanie decyzji oraz śledzenie rezultatów wykonywanych działań, nie tylko w chwili bieżącej, ale również w perspektywie dłuższych horyzontów czasowych. Zastosowanie systemów SCADA istotne jest więc zwłaszcza w kontekście kontroli procesów, które wymagają dużej precyzji sterowania i których nadzorowanie jest zazwyczaj wysoce skomplikowane, jak w przypadku procesu wsadowego otrzymywania cynku i ołowiu.

1.2. Metody otrzymywania cynku i ołowiu

Metody wytwarzania cynku i ołowiu, opracowywane na przestrzeni lat, kategoryzuje się w trzy charakterystyczne grupy, tj.:

- hydrometalurgiczną;
- pirometalurgiczną (ogniową);
- elektrometalurgiczną.

Metoda hydrometalurgiczna opiera się na ługowaniu prażonego koncentratu roztworem kwasu siarkowego (VI), a następnie oczyszczaniu otrzymanego roztworu z domieszek i wydzieleniu z niego, w wannach elektrolitycznych, cynku.

Przykładem metody ogniowej jest technologia ISP (ang. *Imperial Smelting Process*) stosowana w Hucie Cynku „Miasteczko Śląskie”. Procedura otrzymywania cynku i ołowiu metodą ISP polega na redukcji tlenków tych dwóch metali w piecu szybowym – redukcja wyprażonego koncentratu odbywa się przy udziale koksu. Cechą charakterystyczną metody jest możliwość jednoczesnego otrzymywania cynku i ołowiu w jednym cyklu produkcyjnym, co w dużym stopniu wpływa na ekonomikę procesu, a ponadto eliminuje konieczność budowania oddzielnych zakładów lub instalacji dla produkcji tych metali.

Metodę elektrometalurgiczną cechuje podobna procedura jak metodę ogniową, z tą różnicą, że ciepło niezbędne do przeprowadzenia reakcji redukcji uzyskuje się z energii elektrycznej doprowadzanej do pieców oporowych. Koszty tego typu produkcji są wyjątkowo wysokie, stąd też metody te są bardzo rzadko stosowane w przemyśle metali niezależnych [4].

Na potrzeby wizualizacji jednej z metod produkcji cynku i ołowiu wybrano technologię ISP, z uwagi na możliwość jednoczesnego otrzymywania obydwóch metali, co przyczynia się do zwiększenia efektywności huty. Huta Cynku „Miasteczko Śląskie” jest obecnie jedynym zakładem w Polsce, w którym wykorzystuje się metodę ogniową w procesie ISP. W hucie czynne są dwa piece szybowe o zdolności produkcyjnej 120 tys. ton cynku i 50 tys. ton ołowiu rocznie. Wytwarzane są dwa rodzaje cynku: rektyfikowany (99,995% Zn) i rafinowany (98,5% Zn) oraz ołów rafinowany (99,99-99,5% Pb) i ołów stopowy (99,8%-99,4% Pb) [4].

2. Wizualizacja procesu produkcji cynku i ołowiu. Badania własne

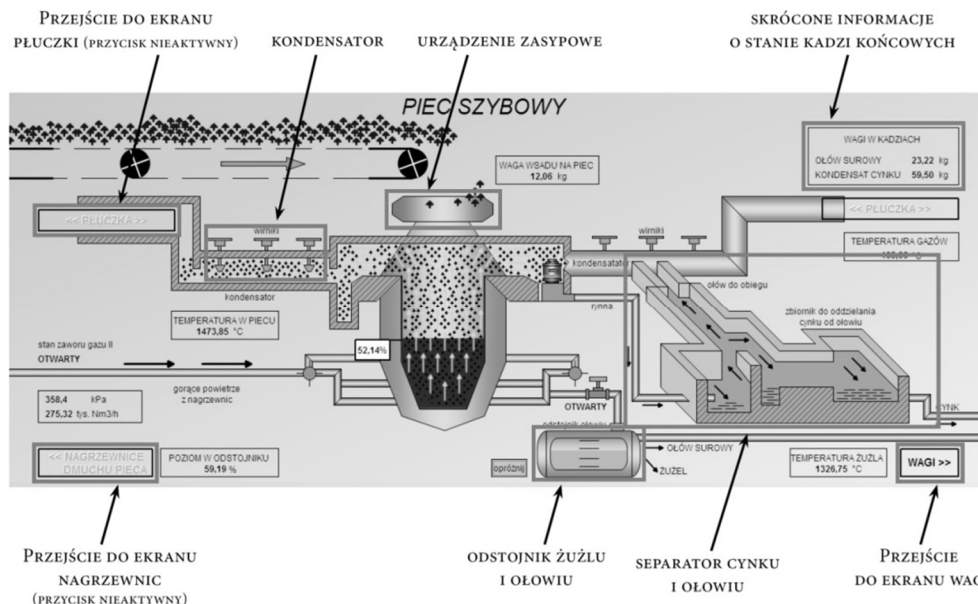
Zaprojektowane ekrany synoptyczne, przedstawiające zasadę działania wybranych oddziałów huty cynku i ołowiu. Ciąg produkcyjny huty obejmuje swoim zakresem 4 wydziały [4]:

- 1) Wydział Spiekalni z Fabryką Kwasu Siarkowego i Zakładem Kadmu – w wyniku procesu prażenia spiekającego na wydziale powstaje spiek cynkowo-ołowiowy, poddawany kruszeniu i przesiewaniu, spiek jest następnie transportowany do pieca szybowego;
- 2) Wydział Pieca Szybowego – zadania realizowane przez wydział oparte są na procesie redukcji związków cynku i ołowiu;
- 3) Wydział Rafinacji Ołowiu – na wydziale przeprowadzane jest odzyskiwanie metali szlachetnych oraz proces oczyszczenia ołowiu surowego z domieszek, który odbywa się metodą pirometalurgiczną w 13 kotłach;
- 4) Wydział Rektyfikacji Cynku – na wydziale przeprowadzane jest rozdzielanie cynku na frakcje różnego typu.

Koncentrując się wyłącznie na etapie redukcji tlenków cynku i ołowiu, zaprezentowane zostaną trzy ekrany synoptyczne, przedstawiające funkcjonowanie pieca szybowego, oddziału wag i kadzi końcowych oraz ekran odpowiedzialny za raportowanie produkcji.

2.1. Ekran synoptyczny pieca szybowego

Ekran synoptyczny pieca szybowego (rys. 1.) wizualizuje główny etap procesu ISP, czyli spalanie mieszanki wsadowej oraz odzyskiwanie ołowiu surowego i koncentratu cynku.



Rys. 1. Ekran synoptyczny pieca szybowego [5]

Na podstawie symulacji pracy maszyn i urządzeń, można prześledzić przebieg pracy całego wydziału pieca szybowego. Z namiarowni wsadu do pieca dostarczana jest taśmociągami mieszanka, składająca się ze spieku oraz koksu. Proces ten zobrazowany jest w lewym górnym rogu ekranu, gdzie dla zilustrowania wykonywanej akcji została umieszczona strzałka – miganie konturów strzałki sygnalizuje prawidłowe dostarczanie mieszanki. Na potrzeby wizualizacji ekranu pieca szybowego, waga wsadu na piec, wypracowywana na wydziale spiekalni, symulowana jest jako wartość zmieniająca się w zakresie <7;17> kg. Zmiana ilości surowców w piecu, a zatem zmiana poziomu (objętości) szybu pieca, warunkuje położenie wskaźnika – wskaźnik ten wyświetla procentowe zapełnienie zbiornika, które zależy od procentowego załadunku pieca szybowego.

System rurociągów, zobrazowany po lewej stronie ekranu, odpowiada za dostarczanie do szybu pieca, od jego dołu, gorącego nadmuchu z nagrzewnic. Ciśnienie oraz przepływ gorącego powietrza z nagrzewnic symulowane są jako wartości zmieniające się odpowiednio w zakresach: <325;375>kPa oraz <200;300> tys. Nm³/h. Prawidłowość dostarczania powietrza jest dodatkowo sygnalizowana za pomocą migających strzałek. Gazy te unoszą się w górę, a następnie natrafiają na zasypywaną mieszankę wsadową, w wyniku czego dochodzi do jej spalania. Do kondensatorów kierowany jest, unoszący się w postaci pary, cynk. Praca kondensatorów przedstawiona została za pomocą wirników z migającymi w trakcie działania konturami. W przypadku zatrzymania ich pracy, kolor wyświetlania wirników zmienia się na czerwony. W kondensatorach dochodzi do spotkania pary cynku z ciekłym ołowiem, jak powinno zostać to zrealizowane w ramach metody ISP. Mieszanka trafia kolejno do separatora za pośrednictwem systemu pomp i rur, w którym dochodzi do grawitacyjnego oddzielenia kondensatu cynku od ciekłego ołowiu. Ciekły ołów zawracany jest do obiegu, natomiast ołów surowy pozyskiwany jest bezpośrednio z szybu pieca.

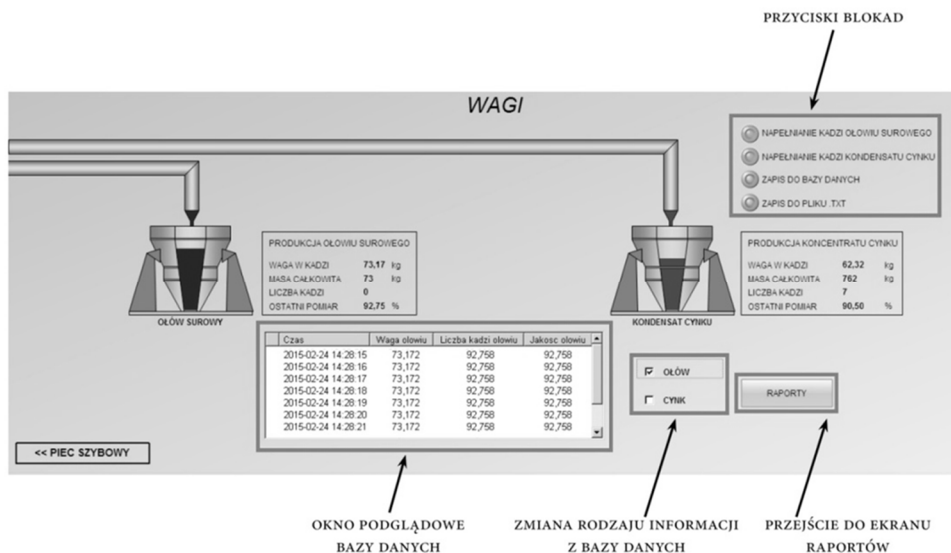
Wymieszany z żuzłem, surowy ołów ścieka w dół po ściankach szybu pieca, dostając się ostatecznie do odstoju, gdzie metodą grawitacyjną następuje jego ponowne oddzielenie od żuzła. Znajdujący się na lewo od odstoju przycisk OPRÓŻNIJ pozwala na ręczne i natychmiastowe opróżnienie całego odstoju – ołów jest odzyskiwany i trafia do kadzi końcowych.

Zarówno kondensat cynku, jak i ołów surowy, zostają przetransportowane za pomocą systemu rurociągów do kadzi końcowych, gdzie następuje ich ważenie. W celu łatwiejszego monitorowania zmian zachodzących w procesie, skrócone informacje o aktualnym stanie kadzi końcowych wyświetlane są również na ekranie synoptycznym pieca szybowego – w prawym górnym rogu.

Bieżące zmiany wielkości procesu mogą być obserwowane w prostokątach, umieszczonych w różnych miejscach ekranów. Prostokąty te zawierają statyczne pole tekstowe określające poszczególne wielkości oraz pola I/O (pola wejścia-wyjścia), wyświetlające wartości zmiennych. Kliknięcie parametrów wyświetlanych w poszczególnych prostokątach pozwala na otwarcie dodatkowego okna informacyjnego, które przedstawia zmiany wartości zmiennych procesowych w postaci trendu.

2.2. Ekran synoptyczny oddziału wag i kadzi końcowych

Kolejnym ekranem, istotnym szczególnie dla przebiegu procesu produkcji cynku i ołowiu, jest ekran wag i kadzi końcowych (rys. 2.). Dostarcza on najważniejszych i niezbędnych dla operatora informacji, dotyczących wytwarzania produktów końcowych procesu, czyli kondensatu cynku i ołowiu surowego.



Rys. 2. Ekran Wag i Kadzi Końcowych [5]

Najważniejszymi elementami ekranu są dwa modele kadzi końcowych o pojemności 100 kg, dla każdego z wytwarzanych produktów. Po prawej stronie kadzi ołowiu surowego i kondensatu cynku znajdują się pola odzwierciedlające wskaźniki cyfrowe. Dostarczają one szczegółowych informacji na temat aktualnego zapelnienia wagowego danej kadzi, masy całkowitej produktu wytworzonego od początku działania symulatora oraz liczby pełnych kadzi. Ostatnia z wyświetlanych pozycji dotyczy procentowej czystości każdego z produktów. Umieszczenie na ekranie wymienionych informacji daje operatorowi pełny pogląd na wydajność pracy pieca. Dodatkowo operator ma możliwość wybrania poszczególnych pól danych w celu otwarcia okien informacyjnych, wyświetlających przebiegi danych bieżących lub historycznych z wybranego zakresu czasu – mechanizm adekwatny do opcji zastosowanej na ekranie pieca szybowego.

W prawym górnym rogu ekranu znajdują się dwa przyciski blokad napełniania kadzi. Pod uwagę należy jednak wziąć fakt, iż symulator steruje procesem napełniania w sposób automatyczny. Rozwiązanie takie zostało wprowadzone w celu wyeliminowania możliwości przepełnienia się odstoju i separatora, stąd stan obu przycisków ustawiony jest domyślnie na 1. Trzeci z przycisków przeznaczony jest do włączania/wyłączania zapisu bieżących wartości procesowych do bazy danych *Microsoft SQL Server*. Dodatkowo wprowadzono możliwość zapisu do pliku tekstowego (.txt). Obie z wymienionych opcji pozwalają na zarchiwizowanie danych dotyczących procesów produkcji cynku, jak i ołowiu wraz ze stemplem czasowym. Nie ma w tym przypadku możliwości wyboru typu danych, które zostaną zapisane. Funkcja ta została zaimplementowana wyłącznie na potrzeby

tworzenia raportów. Zapis wartości odbywa się tak długo, jak długo włączony jest odpowiedni przycisk.

Stany wszystkich wymienionych przycisków symbolizowane są odpowiednią kolorystyką: kolor zielony oznacza przycisk aktywny (stan 1), natomiast kolor szary informuje o braku aktywności danej opcji (stan 0).

Wyświetlane na ekranie wag i kadzi końcowych poglądowe okno raportów ułatwia szybkie przeglądanie aktualnych wartości zmiennych procesowych zapisanych w bazie danych, w kolejności od najstarszego do najnowszego wpisu. W oknie wyświetlane są dane z ostatnich 10 sekund, a odświeżanie prezentowanych informacji następuje automatycznie. Do dyspozycji są również dwa elementy typu *Check Box*, pozwalające na zmianę produktu huty, dzięki czemu dane wyświetlane w oknie zmieniają się adekwatnie do zaznaczonej opcji.

3. Raportowanie produkcji bieżącej

Akwizycja danych w nowoczesnych zakładach w przeważającej części przeprowadzana jest automatycznie. Taki sposób rejestracji zmian zachodzących w procesie minimalizuje udział operatorów, dzięki czemu zmniejsza się czas akwizycji, a wiarygodność i dokładność zgromadzonych danych jest znacznie większa. Zebrane informacje i sterowanie wypracowywane na ich podstawie przekazywane są w postaci sygnałów do maszyn i urządzeń wykonawczych. Natomiast na potrzeby analizy i planowania, przeprowadzanych przez pracowników zakładów produkcyjnych, pozyskane dane przedstawiane są w postaci raportów.

Raporty, w odróżnieniu od prezentacji danych w postaci trendów, zawierają znacznie większą liczbę danych, z uwagi na fakt, że obejmują swoim zakresem dłuższy horyzont czasowy. Na podstawie raportów dokonuje się szeregu obliczeń statystycznych, pozwalających na ustalenie ogólnych trendów występujących w procesie produkcyjnym. Zestawienie informacji dotyczących przebiegu procesu produkcyjnego w formie raportów to możliwość nie tylko monitorowania produkcji, ale również wykrycie wąskich gardeł czy zmian zachodzących w procesie i mających miejsce w różnych okresach czasu – zmian wydajności, zmian zapotrzebowania materiałowego czy zmian jakości surowców. Dzięki takiemu postępowaniu można skutecznie usprawnić proces planowania i zarządzania co wspomaga proces optymalizacji produkcji i dopasowania do potrzeb rynkowych.

Możliwości oferowane przez przedstawiany moduł raportowania to [5]:

- przedstawianie informacji w różnorodnej formie, np. trendy, wykresy słupkowe, tabele;
- raportowanie zarówno wartości zmiennych procesowych, jak i alarmów czy komunikatów;
- sortowanie danych – np. w zależności od rodzaju zmiennej procesowej, czasu wystąpienia alarmu, priorytetu alarmu bądź komunikatu;
- prowadzenie dodatkowych obliczeń statystycznych, np. częstotliwość występowania alarmów, średni czas potwierdzenia komunikatu, liczba występujących alarmów o danym priorytecie;
- uzupełnianie raportów dodatkowymi komentarzami;
- przedstawianie trendów występujących w zbiorze informacji, np. wartość średnia, minimalna, maksymalna, suma, wariancja;

- generowanie charakterystyk zmiennych archiwalnych, np. opis zawierający nazwę zmiennej, czas cyklu, czas archiwizacji, metody agregacji;
- wybór medium wyjściowego, np. ekran monitora, plik PDF, drukarka;
- udostępnianie zasobów w sieci, dające nieograniczony dostęp do informacji, niezależnie od miejsca, w którym znajduje się operator;
- automatyzacja dystrybucji generowanych raportów, np. wykorzystanie poczty elektronicznej;
- stosowanie powiadomień w postaci wiadomości tekstowych;
- integracja z programami biurowymi, jak np. arkusze kalkulacyjne;
- udostępnianie gotowych szablonów raportów, pozwalających na dopasowanie formy raportu do wymagań użytkownika, np. określenie formy prezentacji danych (wykres, tabela), zakresu czasowego;
- implementacja dedykowanych szablonów raportów, przeznaczonych dla konkretnych rozwiązań.

3.1. Ekran synoptyczny raportowania

Ekran synoptyczny modułu raportowania (rys. 3.) pełni istotną rolę w dostarczeniu operatorowi bardziej szczegółowych danych w stosunku do informacji wyświetlanych w poglądowym oknie na ekranie wag i kadzi końcowych. Dzięki temu użytkownik w łatwy sposób może przeanalizować dane dotyczące dwóch wyrobów procesu – ołowiu surowego oraz kondensatu cynku. Ekran raportowania jest zatem pewnego rodzaju rozwinięciem, jak i uzupełnieniem ekranu wag i kadzi końcowych, przy czym posiada on również dodatkowe i znaczące funkcje, pozwalające na usprawnioną obsługę i tworzenie raportów.

Rys. 3. Ekran procesowy raportów [5]

W projektowaniu ekranu raportowania zastosowano poziomo-pionowy podział ekranu na następujące sekcje:

- część górna zawiera elementy pozwalające na określenie zakresu czasowego;
- część środkowa zawiera obiekty typu *Check Box*, pozwalające na zdefiniowanie żądanych danych oraz lampki połączenia z bazą danych, odzwierciedlają stan połączenia zgodnie z konwencją: kolor zielony – prawidłowe połączenie, kolor szary – brak połączenia;
- część dolna podzielona jest w układzie pionowym na:
 - część lewą związaną z danymi dotyczącymi łowiu surowego,
 - część środkową zawierającą informacje o kondensacie cynku,
 - część prawą pozwalającą na wybór opcji zapisu raportu wyświetlanego na ekranie.

Wprowadzenie takiego rozwiązania znacznie zwiększa przejrzystość oraz wygodę użytkownika ekranu.

Jednym z kolejnych udogodnień dla operatora jest sposób wyboru typu pobieranych i wyświetlanych danych, powiązany bezpośrednio z elementami typu *Check Box*. Istnieje również możliwość zaznaczenie wszystkich dostępnych opcji za pomocą pozycji WSZYSTKO. Na obiektach wyświetlane są wyłącznie te dane, których typ został zaznaczony „ptaszkiem”. Ponadto wprowadzona została także opcja wyboru zakresu czasowego, z którego będą pochodzić prezentowane dane. Zmiany, oddzielnie zarówno daty, jak i godziny, dokonuje się przy pomocy zestawu narzędzi, pól i przycisków zgrupowanych w górnej części ekranu. Kalendarz wyświetlany po naciśnięciu strzałki (znajdującej się bezpośrednio w polu daty) usprawnia wybór określonej przez operatora daty. Definiowanie czasu odbywa się przez podanie godziny, minut i sekund. Przycisk ZRESETUJ GODZINY pozwala na wyświetlenie danych z ostatniej godziny bez konieczności definiowania przedziału czasowego.

Przycisk POTWIERDŹ wykorzystywany jest w celu potwierdzenia przez operatora zakończenia procesu definiowania danych, które mają być wyświetlane na ekranie, a także odpowiada za przekierowanie zapytania operatora do bazy danych.

Opcjonalne wyświetlenie danych na ekranie raportowania następuje po kliknięciu przycisku WYŚWIETL DANE. W przypadku, gdy operator zainteresowany jest wyłącznie wygenerowaniem raportu, żądanie to można pominąć i wybrać bezpośrednio jedną z opcji zapisu (blok przycisków w prawej części ekranu).

Przedstawiona struktura ekranu raportowania oferuje ogromne możliwości personalizacji i modyfikowania sposobu wyświetlania danych. Z poziomu ekranu procesowego operator ma możliwość bezpośredniego wygenerowania raportu, który wyświetlany jest w danej chwili na ekranie. Raport może zostać zapisany w postaci pliku PDF, arkusza kalkulacyjnego, pliku tekstowego bądź do bazy danych *Microsoft SQL Server*. Wskazuje to na dużą uniwersalność rozwiązania, dzięki czemu zakres obowiązków operatora podczas tworzenia raportu ogranicza się wyłącznie do określenia przedziału czasowego oraz rodzaju raportowanych danych, co stanowi znaczne ułatwienie w obsłudze ekranu i skraca czas definiowania samego raportu.

4. Wnioski

Obecnie obserwuje się coraz większą tendencję do usprawniania przebiegu produkcji przy pomocy informatycznych systemów wspomaganego zarządzania i sterowania produkcją. Systemy SCADA, odpowiadające za akwizycję i wizualizację danych, przyczyniają się

do zwiększenia szybkości działania i podejmowania decyzji przez operatorów. Zwiększyła się świadomość, jakie informacje można uzyskać z takiego systemu i w jakim stopniu ich znajomość wpływa na poprawę zarządzania przedsiębiorstwem. Należy również zdawać sobie sprawę, że na dzień dzisiejszy automatyzacja nie osiągnęła jeszcze etapu, na którym działanie człowieka zostałoby całkowicie wyeliminowane. W związku z tym niezbędne jest uwzględnienie w organizacji procesu produkcyjnego czynnika ludzkiego. Najbardziej problematycznym aspektem w zakresie zarządzania i sterowania produkcją jest właśnie zrozumienie, że sprawność i szybkość działania procesów wciąż w dużej mierze zależą od sprawności i szybkości działania pracowników. Ograniczone możliwości wykonawcze i percepcyjne człowieka sprawiają, że przedsiębiorstwa decydują się na stosowanie narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji zarówno przez inżynierów, jak i kadrę zarządzającą. Na poziomie sterowania nadrzędnego i operatorskiego są to systemy wizualizacji i sterowania, czyli systemy SCADA. Od programisty systemu SCADA wymaga się zatem, aby tworzone wizualizacje były przejrzyste, zgodne z pewnymi umownymi normami, a z kolei moduły, przeznaczone do dokumentowania zmian zachodzących w procesie produkcyjnym, powinny umożliwiać jak najszybsze raportowanie produkcji bieżącej.

W oparciu o aplikację przedstawiającą proces otrzymywania cynku i ołowiu, zwrócono uwagę na najistotniejsze aspekty związane z projektowaniem ekranów synoptycznych oraz z implementacją modułu raportowania. Poruszona problematyka pozwala na prześledzenie wpływu zastosowania z pozoru mało istotnych reguł na podniesienie wydajności realizacji poszczególnych zadań oraz usprawnienie monitorowania i nadzorowania procesu produkcyjnego, co bezpośrednio przekłada się na poprawę ekonomiki zakładów produkcyjnych.

Literatura

1. Jeruzalski T.: Efektywność i skuteczność wdrażania systemów IT w administracji publicznej. Wspomaganie procesów podejmowania decyzji. CeDeWu, Warszawa, 2009.
2. Grzeszczyk T.: Ocena Projektów Europejskich 2007-2013. Placet, Warszawa, 2009.
3. Radośniński E.: Systemy informatyczne w dynamicznej analizie decyzyjnej. Systemy wspomaganie decyzji. Modelowanie symulacyjne. Techniki inteligentne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2001.
4. Pozzi M., Nowińska K.: Dystrybucja wybranych pierwiastków towarzyszących koncentratom Zn-Pb w technologii Imperial Smelting Process. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2006.
5. Alszer S.: Raportowanie produkcji w systemach SCADA. Praca dyplomowa (niepublikowana). Gliwice, 2015.

Mgr inż. Sara ALSZER
Dr inż. Jolanta KRYSZEK
Instytut Automatyki, Zakład Inżynierii Systemów
Politechnika Śląska
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 16
tel./fax: 32 237 15 39
e-mail: sara.alszer@polsl.pl
jolanta.krystek@polsl.pl