

Linia produkcyjna warzelni piwa cz. I

W wielu gałęziach przemysłu spożywczego funkcjonują linie produkcyjne, w których maszyny i urządzenia realizują ciągły proces technologiczny. Ciągłość realizacji procesu technologicznego zależy od wielu czynników, jednak w dużej mierze od niezawodności obiektów technicznych wchodzących w skład linii produkcyjnej. Pełne wykorzystanie obiektów technicznych uczestniczących w realizacji procesu technologicznego wymaga podjęcia wielu działań zapobiegających ich uszkodzeniom. Wynika stąd potrzeba przeprowadzania analiz awaryjności linii produkcyjnej, które umożliwiają budowę optymalnego systemu utrzymania ruchu.

Stworzony system powinien być dostosowany do specyfiki konstrukcji i eksploatacji obiektów wchodzących w skład linii, a także rodzaju produkcji. Jednym z dobrych rozwiązań okazuje się być tworzenie systemu eksploatacji z naciskiem na tzw. słabe ogniwa. W poniższym artykule, oprócz przedstawienia specyfiki pracy linii produkcyjnej w przemyśle spożywczym, przeprowadzono identyfikację słabych ogniw linii produkcyjnej

maszyn, które odpowiadają za utratę zdolności wytypowanych słabych ogniw oraz zaproponowane zostaną zmiany w obsłudze linii.

Specyfika pracy linii produkcyjnych w przemyśle spożywczym

Zadaniem przemysłu spożywczego jest wytworzenie produktów żywnościowych, które powinny długo zachowywać świeżość i cechować się jak największą wartością odżywczą. Dobry wynik zależy od wielu czynników, między innymi jakości przerabianych surowców, zastosowania właściwej technologii, właściwych środków produkcji oraz czystości i higieniczności procesu. Aby zapewnić czystość produkcji, wiele procesów realizowanych jest w zamkniętych liniach technologicznych, co oznacza, że produkt od momentu rozpoczęcia produkcji do jej zakończenia nie ma kontaktu ze środowiskiem zewnętrznym. Przykładem są młeczarnie, gdzie mleko, płynne produkty oraz wyroby gotowe przepływają rurami przez system zaworów, pomp i zbiorników oraz urządzeń technologicznych, aż do momentu ich zapakowania. W ten sposób ogranicza się do minimum niebezpieczeństwo zanieczyszczenia produktu.

Przykładem są młeczarnie, gdzie mleko, płynne produkty oraz wyroby gotowe przepływają rurami przez system zaworów, pomp i zbiorników oraz urządzeń technologicznych, aż do momentu ich zapakowania. W ten sposób ogranicza się do minimum niebezpieczeństwo zanieczyszczenia produktu.

warzelni piwa, przy wykorzystaniu analizy Pareto. Druga część artykułu dotyczyć będzie uszkodzalności elementów

momentu ich zapakowania. W ten sposób ogranicza się do minimum niebezpieczeństwo zanieczyszczenia produktu.



Praca linii produkcyjnej, oprócz wspomnianej ochrony przed zanieczyszczeniami, oznacza zwykle mniejszą ilość magazynów międzyoperacyjnych, mniejszy transport półproduktów czy mniejszą powierzchnię maszyn wykonujących kolejne operacje. Istotnym czynnikiem decydującym o zastosowaniu produkcji ciągłej w zakładach jest możliwość otrzymania gotowego produktu bez znacznego udziału pracy ludzkiej. Konsekwencją automatyzacji procesów technologicznych w linii jest zwykle wzrost jakości otrzymywanych produktów.

Mimo szeregu korzyści, jakie wynikają z produkcji ciągłej, należy również wspomnieć o problemach eksploatacyjnych związanych ze specyficzną pracą linii produkcyjnych. Do problemów tych zaliczyć można między innymi brak możliwości wycofania uszkodzonego surowca w czasie produkcji. Zanieczyszczenie lub uszkodzenie surowca będącego w trakcie procesu produkcyjnego nie tylko generuje koszty związane z eliminacją całej partii produkcyjnej, ale również stwarza niebezpieczeństwo zatrucia potencjalnego konsumenta w przypadku, gdy jest to produkt

REKLAMA

 Grodno® - Hurtownie Elektryczne i Oświetleniowe

gama produktów TWIDO

sprawdź cenę!



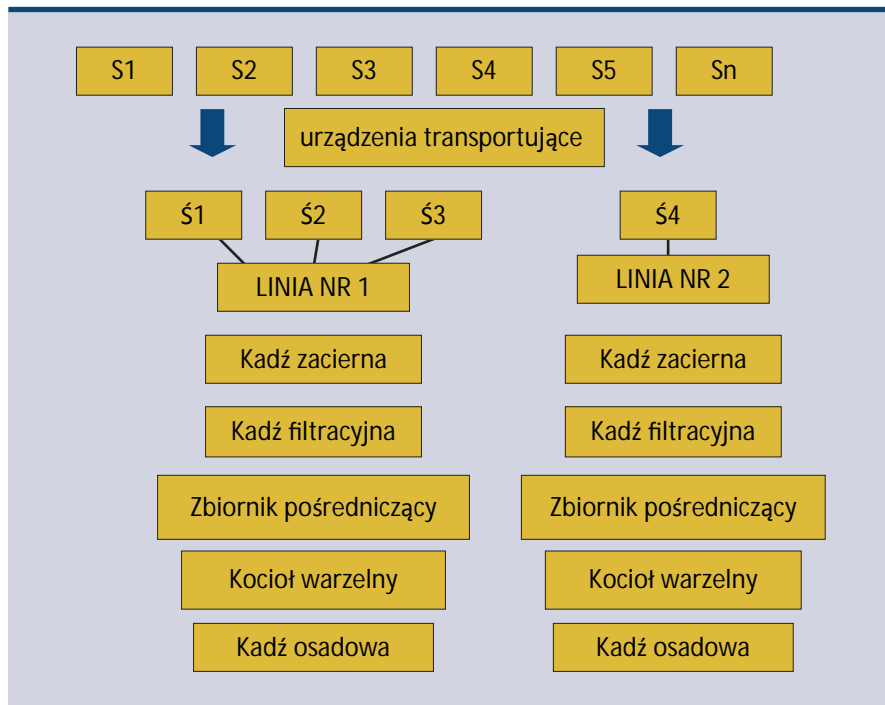
Schneider
Electric

MASZ PYTANIE? SZUKASZ ROZWIĄZANIA? NAPISZ DO NAS!

obsługaFM@grodno.pl

sterowniki programowalne

Rys. 1. Schemat linii produkcyjnych brzołczki; S1, S2,...Sn – odpowiednio silosy nr 1, 2,...n=18; Ś1, Ś2, Ś3, Ś4 – odpowiednio śrutowniki nr 1, 2, 3 i 4.



spożywczy. Duże znaczenie w przemyśle spożywym odgrywa zagwarantowanie higieniczności i sterylności procesu produkcyjnego. Maszyny i urządzenia pracujące w linii muszą spełniać szereg wymagań konstrukcyjnych oraz materiałowych, aby umożliwić bezpieczną produkcję. Ważne jest, aby praca linii produkcyjnej była tak zorganizowana, aby zapewnione były przerwy na wykonanie zabiegów higienizacyjnych. Mycie instalacji odbywa się zazwyczaj w systemie zamkniętym (CIP – *cleaning in*

place). Do właściwego przeprowadzenia takich zabiegów niezbędne jest prawidłowe zaprojektowanie instalacji technologicznych, między innymi bez tzw. martwych przestrzeni, czy odpowiednie zainstalowanie urządzeń do prowadzenia higienizacji w systemie CIP. Oprócz mycia linii od wewnątrz, ważna jest higiena produkcji przez zapewnienie czystości zewnętrznych części maszyn i urządzeń.

Kolejnym problemem dotyczącym eksploatacji linii jest uszkodzalność

obiektów wchodzących w jej skład. Bardzo często uszkodzenie jednego obiektu przyczynia się do zatrzymania całej linii i obniżenia jej niezawodność. Przyczyną jest między innymi brak właściwego systemu utrzymania ruchu linii produkcyjnej. Stosowane strategie nie zawsze są odpowiednio dobrane do specyfiki pracy linii, a ich wybór nie jest poprzedzony analizami. Zwykle służby utrzymania ruchu stosują mieszany system, czyli niektóre obiekty mogą być oceniane na podstawie stanu, inne przy uwzględnieniu analiz niezawodnościowych. System taki funkcjonuje poprawnie pod warunkiem, że poddano analizie możliwości oraz korzyści zastosowania danego rozwiązania. Przykładowo, nie zawsze uzasadnione jest kontrolowanie wszystkich obiektów wchodzących w skład linii. Wynika to z następujących powodów:

- ▶ trudności opracowania jednego systemu utrzymania ruchu, który byłby właściwy dla wszystkich obiektów,
- ▶ znacznych kosztów związanych z kontrolą wszystkich obiektów,
- ▶ długiego czasu trwania kontroli wszystkich obiektów,
- ▶ prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia niektórych obiektów jest bardzo małe i można je pominąć w procesie kontroli.

Tabela 1. Podział maszyn i urządzeń pracujących w warzelnii.

Grupa	Transport słołu	Śrutowniki	Warzenie linia nr 1	Warzenie linia nr 2	Pomocnicze
Maszyny i urządzenia	Silos	Śrutownik 1	Kadź zacierna	Kadź zacierna	Wymiennik ciepła
	Wentylator aspiracyjny	Śrutownik 2	Kadź filtracyjna	Kadź filtracyjna	Zbiornik młota
	Transporter łańcuchowy	Śrutownik 3	Zbiornik pośredniczący	Zbiornik pośredniczący	CIP
	Transporter kubekowy	Śrutownik 4	Kocioł warzelny	Kocioł warzelny	Syropiarnia
	Transporter kubekowy	-	Kadź osadowa	Kadź osadowa	Instalacja kwasu mlekowego
	Waga	-	-	-	-
	Odkamieniacz	-	-	-	-

Rys. 2. Śrutowniki pracujące przy rozdrabnianiu słodu w warzelni piwa.



O wyborze obiektów, które mają być kontrolowane, decydują kryteria, np. bezpieczeństwa, słabych ogniw czy kryterium kosztów uszkodzenia. Przykładowo kryterium bezpieczeństwa wybiera te obiekty, których spadek niezawodności może spowodować zagrożenie życia ludzkiego, zagrożenie środowiska naturalnego lub wzrost prawdopodobieństwa uszkodzenia obiektu współpracującego. Wybór kryterium powinien zależeć między innymi od specyfiki produkcji, ilości i rodzaju obiektów wchodzących w skład linii czy stopnia nowoczesności stosowanych narzędzi utrzymania ruchu.

Wykorzystując dane z eksploatacji linii produkcyjnej warzelni piwa, wykonano analizę, która umożliwiła identyfikację maszyn i urządzeń będących słabymi ogniwami warzelni.

Linia produkcyjna warzelni piwa

Warzelnia stanowi dział browaru, w którym odbywa się produkcja brzezki. Brzezka jest półproduktem stosowanym przy produkcji piwa i stanowi wodny roztwór składników wyekstrahowanych ze słodu w procesie zacierania. Proces otrzymywania brzezki składa się z zacierania, filtrowania i wysładzania oraz gotowania brzezki z chmielem. Wszystkie procesy prowadzące do powstania brzezki przeprowadzane są w maszynach i urządzeniach przy wykorzystaniu szeregu urządzeń pomocniczych, które odpowiednio uszeregowane tworzą dwie linie produkcyjne (rys. 1).

REKLAMA



infoel
SERWISOWANIE

Dostawy w 1 dzień!



Jako autoryzowany dystrybutor RS Components w Polsce oferujemy najszerszy w Polsce asortyment produktów dla Działów Utrzymania Ruchu:

- przyrządy testowe i pomiarowe,
- sterowanie procesami i automatyka,
- elektronika i elektrotechnika,
- kable i złącza,
- bezpieczeństwo, nadzór, higiena,
- narzędzia ręczne i mechaniczne.
- stacje i groty lutownicze.



Zamów bezpłatny katalog zawierający 160 000 produktów!

Oferujemy produkty takich firm jak:

Omron, Honeywell, Allen Bradley, Siemens, Telemecanique, Sick, Henkel, Multicore, Weller

INFOEL Sp. z o.o.
 ul. Galaktyczna 35 A
 50-299 Gdańsk, Poland
 tel. +48 58 554 08 69 do: 74, fax +48 58 554 08 06
www.infoel.com.pl, infoel@infoel.com.pl



Tabela 2. Charakterystyka uszkodzalności urządzeń w liniach 1 i 2 warzelnii w latach 2003-2006.

Obiekt techniczny w liniach 1 i 2	Σn _i [szt.]		Σtp _i [godz.]		Np [%]		Up [%]	
	Linia 1	Linia 2	Linia 1	Linia 2	Linia 1	Linia 2	Linia 1	Linia 2
Kadź zacierana	4	2	4,4	0,8	11	4	1	0
Kadź filtracyjna	8	19	60,38	229,25	23	42	15	43
Zbiornik pośredniczący	3	1	20,16	0,77	9	2	5	0
Kocioł warzelny	13	16	204,83	264,69	37	35	50	50
Kadź osadowa	7	8	121	39,57	20	17	29	7
Suma	35	46	410,77	535,08	100	100	100	100

Σn_i – liczba uszkodzeń obiektu technicznego w latach 2003–2006 [szt.]

Σtp_i – łączny czas trwania uszkodzenia obiektu technicznego w latach 2003–2006 [godz.]

Np – procentowy udział ilości uszkodzeń obiektu technicznego w latach 2003–2006 [%]

Up – procentowy udział czasu trwania uszkodzeń obiektu technicznego w latach 2003–2006 [%]

Słód z silosów (S), przy wykorzystaniu urządzeń transportujących, dociera do śrutowników (Ś), w których zostaje rozdrobniony w odpowiedni sposób. W warzelnii pracują cztery śrutowniki, z których trzy podają rozdrobniony śrut parami do linii numer 1, natomiast czwarty śrutownik podaje słód do linii numer 2. Tego typu układ wynika

z wydajności śrutowników – trzy pierwsze pracują z wydajnością 10 t/h (rys. 2), podczas gdy czwarty charakteryzuje się wydajnością 20 t/h.

Rozdrobniona śruta zostaje zmieszana z wodą w kadzi zaciernej, którą tworzy cylindryczne naczynie wyposażone w płaszcz grzewczy oraz mieszadło. Następnie w kadzi filtracyjnej, która

zamiast mieszadła posiada obrotowe noże oraz na spodzie zestaw sit filtrujących, oddziela się rozpuszczalne substancje zawarte w brzeczce od nierozpuszczalnych wysłodzin. Odfiltrowana brzeczka trafia do kotła warzelnego, który jest ogrzewany płaszczem grzewczym oraz wyposażony w mieszadło. Kadź osadowa to stojące naczynie

Rys. 3. Analiza Pareto dla obiektów technicznych warzelnii linii nr 2; 1 – kadź filtracyjna, 2 – kocioł warzelny, 3 – kadź osadowa, 4 – kadź zacierana, 5 – zbiornik pośredniczący.

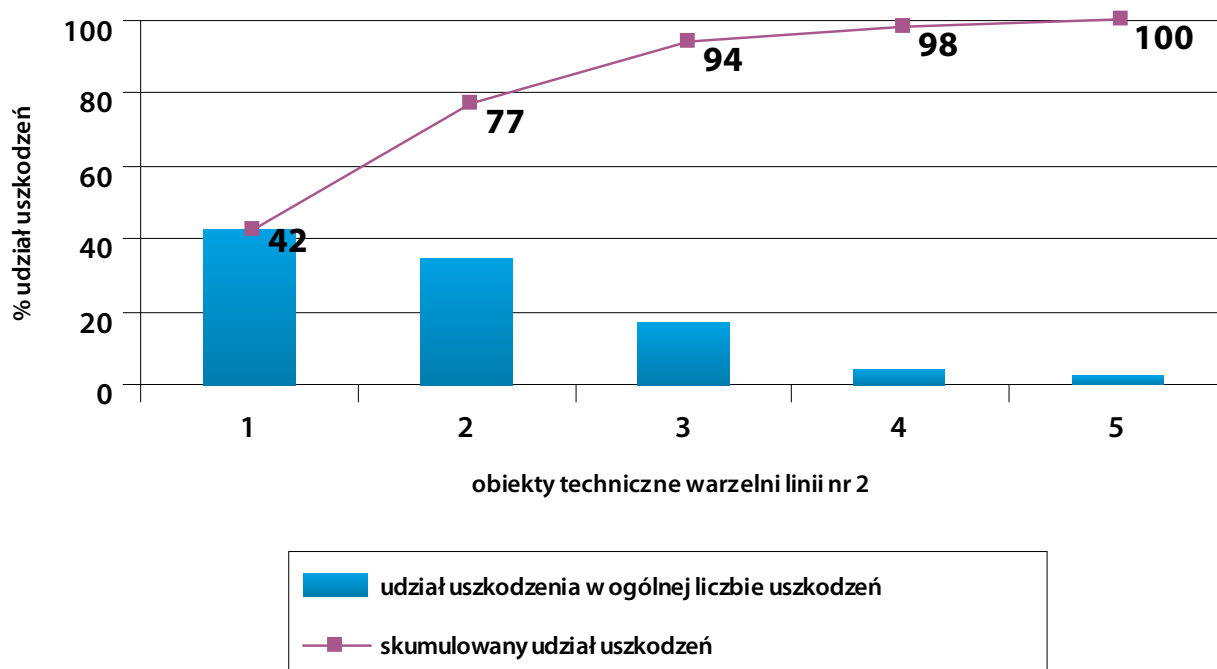


Tabela 3. Zestawienie maszyn stanowiących słabe ogniwa warzelni w latach 2003-2006.

Grupa urządzeń	Słabe ogniwo	Σn_i [szt.]	N_p [%]	Σt_p [godz.]	U_p [%]
Transport siodu	Transporter ślimakowy	14	9,2	25,62	0,9
Śrutujące	Śrutownik 1	19	12,4	1004,21	33,8
	Śrutownik 2	19	12,4	330,35	11,1
Warzelnia linia 1	Kocioł warzelny	13	8,5	202,55	6,8
Warzelnia linia 2	Kadź filtracyjna	19	12,4	229,25	7,7
	Kocioł warzelny	16	10,5	264,69	8,9
Urządzenia pomocnicze	Zbiornik młóta	42	27,5	512,01	17,3
	CIP	11	7,2	398,07	13,4

o kształcie cylindrycznym bez jakichkolwiek elementów wewnętrznych. Brzeczka po wyjściu z kadzi osadowej jest chłodzona w wymienniku ciepła, ponieważ fermentacja odbywa się w niskich temperaturach. Poza głównymi maszynami i urządzeniami w warzelni piwa pracują również urządzenia i instalacje pomocnicze. Należą do nich między innymi urządzenia kontrolne, zabezpieczające,

pomiarowe oraz pompy, zawory, sondy poziome czy włazy.

System utrzymania ruchu warzelni

Warzelnia, w której przeprowadzono analizę, pracuje w systemie ciągłym, czyli maszyny i urządzenia pracują 24 godziny na dobę. Raz w tygodniu przeprowadzane jest mycie urządzeń

linii, które trwa od 8 do 12 godzin. W warzelni stosowana jest mieszana strategia utrzymania ruchu. Oznacza to, że niektóre urządzenia pracują od awarii do awarii, a w przypadku innych podstawową procedurą obsługi jest ocena według stanu lub badań niezawodnościowych. Podczas każdej zmiany operator sprawdza stan wybranych układów maszyn i urządzeń

REKLAMA

NOWOŚCI

KAMERY TERMOWIZYJNE FLUKE TI10 i TI25



- zakres pomiarowy: -20..350 °C (250 °C dla Ti10)
- matryca mikrobolometryczna 160x120 pikseli
- czułość: 0,1°C (0,2°C dla Ti10)
- zapis obrazu widzialnego i termowizyjnego
- łączenie obrazów - funkcja Fusion
- zapis notatki głosowej do termogramu (Ti25)
- pamięć: karta SD 2GB - ok. 1200 obrazów
- profesjonalne oprogramowanie w jęz. polskim
- miękki i twardy futerał

IRtech® SPRZEDAŻ, SZKOLENIA, SERWIS
DORADZTWO, PREZENTACJE

WWW.IRTECH.PL

BEZDOTYKOWY POMIAR TEMPERATURY

FLUKE



Raytek
A Fluke Company

SKANER LINIOWY MP150



- częstotliwość skanowania do 150 linii/s
- pomiar temperatury do 512 punktów w linii
- wbudowany celownik laserowy
- interfejs Ethernet
- kompletne systemy pomiarowe:
CS200E - do pieców obrotowych
GS150 - gięcie i hartowanie szkła
ES150 - laminowanie, sklejanie
TF150 - termoformowanie

PIROMETRY PRZENOŚNE FLUKE 566 i 568



- zakres pomiarowy -40..650 °C i -40..800 °C
- rozdzielczość optyczna 30:1 i 50:1
- złącze termopary K
- pamięć na 20 i 99 pomiarów
- złącze USB w modelu 568
- współpraca z programem ViewForms
- tabela emisyjności podstawowych materiałów
- graficzny wyświetlacz LCD
- alarm Hi/Low dźwiękowy i graficzny
- celownik laserowy

ul. Zakopiańska 73 30-418 Kraków
tel. /12/ 267 37 74, 266 67 50 fax /12/ 268 11 81

poprzez udzielanie odpowiedzi TAK lub NIE na tzw. liście kontrolnej.

Wszystkie nieprawidłowości powodujące niedogodności eksploatacyjne lub postój maszyny odnotowywane są przez mistrza zmianowego na tzw. karcie awarii. Dane te są wprowadzane do systemu komputerowego wspomagającego

Analiza ta stosowana jest do uporządkowania i przeanalizowania zebranych danych, celem przeciwdziałania zjawiskom negatywnym o największej częstotliwości występowania oraz generującym największe koszty.

utrzymanie ruchu. Odnotowywane są data i godzina wystąpienia usterki, przyczyna oraz czas, w jakim maszyna była niesprawna. Po usunięciu usterki na karcie odnotowywany jest rodzaj usterki, sposób realizacji naprawy oraz wykaz części wymienionych. Jeśli jest to możliwe, naprawy te są realizowane podczas przerw technologicznych. Zdarzają się jednak sytuacje, które prowadzą do zatrzymania całej linii i wymuszają natychmiastowe działanie służb utrzymania ruchu.

Gromadzone w systemie dane umożliwiają wytypowanie maszyn i urządzeń stanowiących słabe ogniwa w procesie warzenia brzezki.

Słabe ogniwa warzelni

Analizie poddano maszyny i urządzenia pracujące w liniach produkcyjnych warzelni w latach 2003–2006. W zależności od etapu procesu technologicznego warzenia brzezki maszyny i urządzenia warzelni zostały podzielone na pięć grup. Są to następujące grupy urządzeń: transportu słoju, śrutowników, warzenia – linia nr 1, warzenia – linia nr 2 oraz pomocniczych (tabela 1).

Na podstawie danych uzyskanych z systemu komputerowego przeprowadzono analizę uszkodzalności maszyn i urządzeń w każdej z pięciu grup. Identyfikację słabych ogniw danej grupy urządzeń umożliwiła analiza Pareto. Analiza ta stosowana jest do uporządkowania i przeanalizowania zebranych danych, celem przeciwdziałania zjawiskom negatywnym o największej częstotliwości występowania oraz generującym największe koszty. Wykresy Pareto są narzędziem umożliwiającym hierarchizację czynników wpływających na badane zjawisko. Są graficznym obrazem,

pokazującym zarówno względny, jak i bezwzględny rozkład rodzajów błędów, problemów lub ich przyczyn [1].

Przeprowadzona analiza wskazała słabe ogniwa występujące w poszczególnych grupach urządzeń warzelni. Przykładowe zestawienie wyników dotyczących liczby uszkodzeń oraz czasu trwania uszkodzenia dla linii numer 1 i 2 warzelni za okres ich eksploatacji 2003–2006 przedstawiono w tabeli 2. Graficzną interpretację wyników dla linii numer 2 przedstawia analiza Pareto – rys. 3.

Z otrzymanego wykresu wynika, że za prawie 80% ogólnej liczby uszkodzeń odpowiadają dwa obiekty techniczne warzelni piwa – kadz filtracyjna oraz kocioł warzelny. Natomiast na pozostałe trzy obiekty przypada około 20% ogólnej liczby uszkodzeń. Analizując uzyskane wyniki, możemy wskazać kierunki działań korygujących, mających na celu wyeliminowanie lub ograniczenie uszkodzeń

występujących w dwóch wytypowanych obiektach.

Postępując analogicznie, wyodrębnione zostały słabe ogniwa w każdej grupie urządzeń (tabela 3).

Wśród każdej z pięciu grup urządzeń stwierdzono istnienie słabych ogniw – łącznie wyodrębniono ich osiem. Są to: transporter ślimakowy, dwa śrutowniki, dwa kotły warzelne – zarówno na linii numer 1, jak i 2, kadz filtracyjna, zbiornik młota oraz system CIP.

Ponieważ wytypowane słabe ogniwa stanowią złożone obiekty techniczne, w kolejnym kroku analizy wskazane zostaną elementy oraz układy odpowiedzialne za utratę ich zdatności. Analiza ta zostanie przedstawiona w II części artykułu.

Aleksandra Rewolińska

Inżynier Maszyn Roboczych
i Pojazdów Samochodowych
Politechnika Poznańska

Jacek Grzesik

Inżynier Utrzymania Ruchu
Kompania Piwowarska S.A.

Literatura

1. Łańcucki J.: Podstawy kompleksowego zarządzania jakością TQM, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań 2003