UKD 622.333:67/68.05:001.895

# Wykorzystanie środowiska LabView do monitorowania elementu procesu wydobywczego

## Use of LabView environment for monitoring of the exploitation process

*Dr hab. inż. Marek Kęsek*)*

*Dr hab. inż. Dariusz Fuksa*)*

*Dr inż. Mieczysław Ślósarz*)*

*Dr inż. Artur Bator*)*

**Treść**: W artykule przedstawiono właściwości graficznego środowiska programowania LabView i jego zastosowanie w monitorowaniu procesu produkcyjnego w kopalni węgla kamiennego. Podkreślono potrzebę analizy danych pochodzących z procesu produkcyjnego i ich rolę w systemach wspomagania podejmowania decyzji. Omówiono także przebieg powstawania przykładowej aplikacji w LabView oraz opracowano logikę wykrywania zdarzeń, które związane są z nieprawidłową eksploatacją maszyn. W podsumowaniu zawarto korzyści stosowania środowiska LabView oraz dalsze propozycje jego wykorzystania.

**Abstract:** This paper presents the properties of graphic programming environment LabView and its use for monitoring of the production process in a coal mine. The need to analyse data from the production process and the meaning of data in decision suport system was emphasized. The development of an exemplary application created in LabView was discussed and an algorithm for events detection which is connected with improper use of machinery. The conclusions present the benefits from using the LabView environment and further proposals for its application.

***Słowa kluczowe:***

*monitorowanie przebiegu produkcji, środowisko LabView, systemy wspomagania decyzji*

***Key words:***

*monitoring of production, LabView environment, decision suport systems*

*) AGH w Krakowie

## 1. Wprowadzenie

Obserwowany obecnie postęp techniczny, wynikający z wzajemnego napędzania się elektroniki i informatyki, przejawia się również w unowocześnianiu maszyn wykorzystywanych w przemyśle górniczym. Urządzenia coraz częściej wyposażane są w różnego rodzaju czujniki i elementy wykonawcze zdalnie sterowane. Rozwiązania te bezsprzecznie zwiększają bezpieczeństwo procesu wydobywczego oraz dają pole do opracowania rozwiązań prowadzących do stworzenia inteligentnej kopalni, w której praca ludzka zostanie doprowadzona do niezbędnego minimum. Z pewnością jednak ostateczną kontrolę nad procesem wydobywczym sprawować będzie człowiek. Choćby z tego względu bardzo istotne stają się kwestie monitoringu procesu produkcyjnego oraz wspomagania człowieka w interpretacji coraz większej ilości danych pochodzących z czujników zainstalowanych w wyrobiskach i maszynach.

Gromadzone na bieżąco dane mogą być analizowane przez programy komputerowe wykonujące się z jednej strony w kontrolerach urządzeń, a z drugiej w systemach wspomagania decyzji przetwarzających ogromne ilości danych w informacje pomocne do efektywnego zarządzania procesem produkcyjnym. Dużą rolę odgrywa tu monitoring procesów zachodzących w kopalni. Tworzenie aplikacji umożliwiających monitorowanie staje się łatwiejsze dzięki rozwojowi środowisk programistycznych wspomaganych przez dedykowane urządzenia pomiarowe, dających możliwości wygodnego programowania i wyprowadzania wyników algorytmów w formie sygnałów elektrycznych sterujących urządzenia. Jednym z takich środowisk jest stale rozwijające się środowisko LabView.

## 2. LabView

LabView (ang. ***Lab****oratory* ***V****irtual* ***I****nstrument* ***E****ngineering* ***W****orkbench)* to zestaw programów opracowanych przez amerykańską firmę National Instruments, spełniających rolę środowiska programistycznego, zawierającego szeroki zestaw funkcji i udogodnień wspomagających pracę informatyków. To co odróżnia programowanie w LabView od programowania w innych językach, to sposób zapisu kodu programu. W LabView używa się graficznego „języka G", w którym kod programu tworzony jest podobnie do budowania obwodów elektronicznych – poprzez łączenie elementów w taki sposób, aby realizowały założoną funkcję. Program napisany w środowisku LabView składa się z szeregu ikonek połączonych przewodami. Ikony odpowiadają za realizację odpowiednich funkcji, a przewody służą do przekazywania danych pomiędzy nimi. Program wykonywany jest zgodnie z koncepcją Data Flow, w której przewody doprowadzają dane do funkcji, a następnie odbierają z nich wyniki i przeprowadzają do następnych funkcji. Takie podejście do programowania jest bardzo intuicyjne dla inżynierów elektroników i dzięki dobrze opracowanemu systemu pomocy nie wymaga pamiętania nazw funkcji oraz kolejności i typów ich argumentów.

National Instruments dostarcza także dedykowane urządzenia pomiarowe, które podłączone do komputera (kontrolera) pozwalają na automatyczną akwizycję danych (najczęściej pomiarów sygnałów elektrycznych) oraz na wyprowadzanie sygnałów wyjściowych. Koncepcja jaką przyjęła firma polega na dostarczaniu urządzeń pomiarowych, w których w zależności od potrzeb znaleźć można jednostkę sterującą oraz szereg slotów, w których umieszczane są odpowiednie karty pomiarowe. Takie rozwiązanie polega na elastycznym dopasowaniu urządzeń do danego zastosowania, a to pozwala na ograniczenie ich kosztów. Na rysunku 1 przedstawiono szereg urządzeń, które w zależności od potrzeb oferowane są przez National Instruments. Urządzenia te opisywane są wyczerpująco na stronie producenta [8].

## 3. Wspomaganie decyzji w przemyśle górniczym

Specyfika przemysłu górniczego przejawiająca się przede wszystkim bezpośrednim uzależnieniem od warunków geologiczno-górniczych [6], ale także ekonomicznych, polegających na długim okresie zwrotu inwestycji, braku możliwości zbycia środków trwałych, takich jak wyrobiska górnicze itp., powoduje, że podjęcie decyzji dotyczących sposobu rozcięcia złoża, przyjęcia systemu eksploatacji, czy doboru maszyn pociąga skutki odczuwalne nawet przez kilka lat.

Zatem zagadnienie wspomagania podejmowania decyzji na etapie projektowania produkcji odgrywa ogromną rolę, a wykorzystywanie nowoczesnych technologii wykorzystujących wiedzę sukcesywnie gromadzoną w bazach danych powinno stanowić priorytet.

W Katedrze Ekonomiki i Zarządzania w Przemyśle na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej prowadzone są prace badawcze zmierzające do opracowania koncepcji oraz realizacji systemu wspomagania decyzji opartego na systemie ekspertowym, którego baza wiedzy zasilana jest poprzez reguły wnioskowania pozyskiwane w wyniku działania zaawansowanych algorytmów analizowania danych o procesie produkcyjnym. Szerzej wyniki prowadzonych badań przedstawione są w pracach [1, 2, 3, 5, 7]

Jedną z funkcji tego systemu jest monitorowanie procesu produkcyjnego. W pracy [4] zawarto koncepcję wizualizacji procesu produkcyjnego. Dalsze poszukiwania optymalnych rozwiązań dla systemów wizualizacji wykorzystują również możliwości dostarczanie przez środowisko LabView. Przykładowe rozwiązanie opracowane w ramach tych badań przedstawiono poniżej.

## 4. Monitorowanie obciążenia silników głowicy urabiająco-ładującej

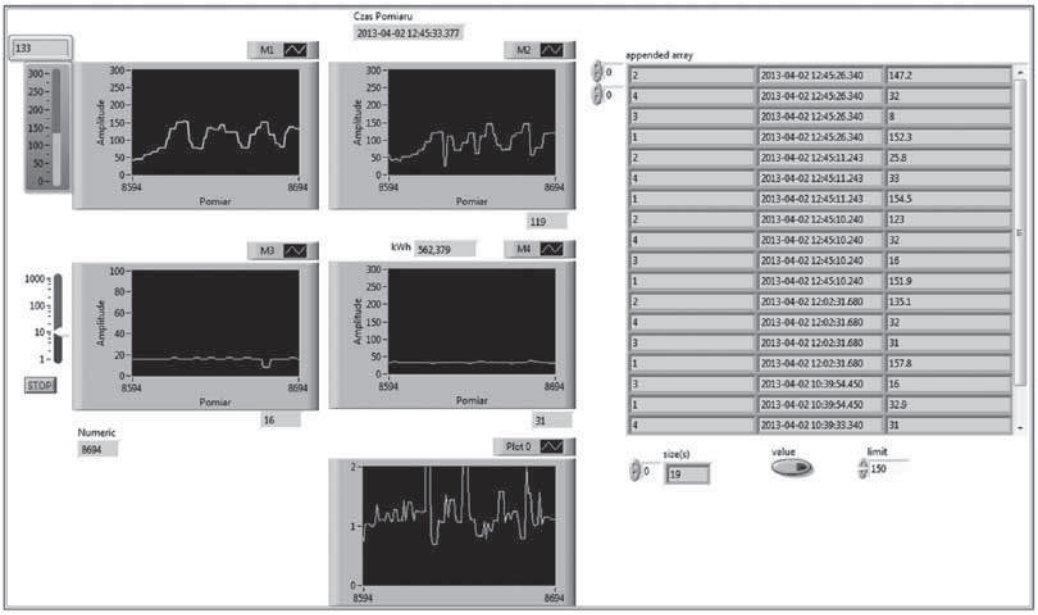
W przedstawionym przykładzie wykorzystano dane gromadzone podczas pracy kombajnu ścianowego. Dane zawierają natężenie prądu pobieranego przez cztery silniki związane z pracą głowicy urabiająco-ładującej. Fragment analizowanych danych zawiera rysunek 1.

```
3;2013-04-02 07:35:38.867;16
2;2013-04-02 07:35:38.867;32.4
1;2013-04-02 07:35:38.867;32.3
4;2013-04-02 07:35:38.867;31
2;2013-04-02 07:35:39.870;33
1;2013-04-02 07:35:40.877;33.6
2;2013-04-02 07:35:40.877;33.6
1;2013-04-02 07:35:41.890;37.3
4;2013-04-02 07:35:41.890;30
2;2013-04-02 07:35:41.890;36.3
1;2013-04-02 07:35:42.890;41.6
```

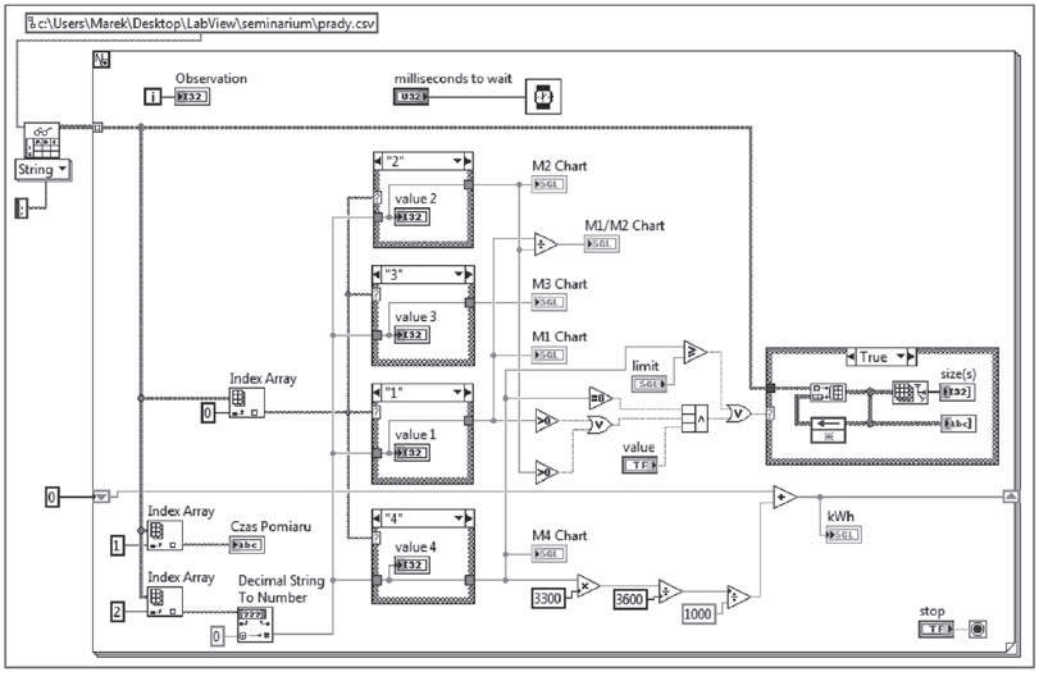
**Rys. 1. Fragment pliku z danymi wejściowymi**
**Fig. 1. Part of file with input data**
Źródło: Opracowanie własne.

W pierwszej kolumnie tabeli danych znajduje się numer silnika, w drugiej czas określający moment pomiaru, a w trzeciej wartość natężenia prądu pobieranego przez silnik. Silniki o numerach 1 oraz 2 to silniki napędzające mechanizm posuwu głowicy, sinik nr 3 odpowiada za napęd wciągarki, a silnik nr 4 napędza organy urabiające głowicy. Dane dotyczą okresu dwóch miesięcy eksploatacji i zawierają wartości natężenia prądów silników mierzonych w odstępach sekundowych.

Panel czołowy (Front Panel) aplikacji przedstawiono na rysunku 2. Znajdują się na nim kontrolki (indicators) wyświetlające chwilowe wartości natężenia prądów silników oraz wykresy przedstawiające zmiany tych prądów w okresie ostatnich dwóch minut. Ponadto umieszczono na nim wykres oraz kontrolkę zawierająca wyliczony wzajemny stosunek prądów silników zapewniających posuw głowicy, a także tabelę, w której gromadzone są dane dotyczące przypadków zakwalifikowanych jako te, które wymagają szczególnej analizy. W prezentowanym przykładzie wychwytywane są przypadki kiedy prądy silnika napędzającego głowicę przekraczają zadaną wartość oraz sprawdzane jest, czy napęd przesuwu nie jest włączany, gdy sinik głowicy nie pracuje. Zebrane w tabeli przypadki można w łatwy sposób eksportować do arkusza kalkulacyjnego i poddać szczegółowemu badaniu. Dodatkowo aplikacja oblicza na bieżąco wartość energii pobranej przez silnik M4 (kWh).




**Rys. 2. Panel czołowy aplikacji**
**Fig. 2. Front panel of the application**
Źródło: Opracowanie własne




**Rys. 3. Sposób realizacji programu**
**Fig. 3. Execution of the program**
Źródło: Opracowanie własne

Sposób realizacji programu wizualizacji danych przedstawia rysunek 3. Ścieżka do pliku z danymi stanowi jeden z argumentów funkcji „Read From Spreadsheet File", natomiast drugi z argumentów to znak oddzielania wartości w rekordzie (w tym przypadku jest to średnik). Dane z pliku stanowią strumień odbierany w pętli „While Loop". Autoindeksowany tunel, którym dane dostają się do pętli sprawia, że w każdym przebiegu pętli odbierany jest kolejny wiersz tabeli danych. Wewnątrz pętli wiersze z danymi rozdzielane są funkcjami „Index Array" na trzy wartości (nr silnika, czas pomiaru i wartość). Następnie nr silnika jest dostarczany do struktur „Case", które odbierają chwilowe wartości prądów, zamienione z typu tekstowego na liczbowy w funkcji „Decimal String To Number". W strukturach tych znajdują się kontrolki pokazujące odebrane wartości. Do tuneli wyjściowych struktur „Case" dołączone są terminatory wykresów. Te same przewody dostarczają informacji do detekcji przypadków szczególnych realizowanych za pomocą bramek logicznych OR oraz AND, a wychwycone przypadki zapisywane są w tablicy umieszczonej w ostatniej strukturze „Case". Narastające sumowanie pobranej przez silnik głowicy urabiającej energii elektrycznej realizowane jest poprzez przekazywanie wartości w kolejnych przebiegach z końca na początek pętli poprzez rejestry przesuwne znajdujące się na bokach pętli.

Jako źródło danych w opisanym wyżej programie można także zastosować pomiary realizowane bezpośrednio w maszynie lub strumień danych przesyłany protokołem IP. To ostanie rozwiązanie pozwala na przesłanie danych pomiarowych na znaczne odległości bez zakłóceń mierzonych sygnałów jednak należy liczyć się z niewielkimi opóźnieniami w transmisji.

## 5. Podsumowanie

Duże liczby danych pozyskiwanych z urządzeń produkcyjnych wymagają odpowiednich narzędzi, pozwalających na przekształcanie danych w informacje, a następnie w wiedzę. Dogłębna wiedza o procesie produkcyjnym jest jednym z czynników przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa, dlatego powinno ono wykorzystywać nowoczesne techniki obliczeniowe do optymalizowania decyzji produkcyjnych. Zastosowanie odpowiedniego oprogramowania analizującego dane pozawala nie tylko na monitorowanie przebiegu produkcji, analizę wcześniej zapisanych danych pozwalającą na korektę procedur obsługi urządzeń, wskazanie powodów awarii, ale także obliczanie wskaźników wykorzystania maszyn, określania efektywnego czasu ich wykorzystywania i innych parametrów procesu produkcyjnego. Obserwowany w ostatnich latach rozwój środowisk programistycznych wspomagających pomiary i sterowanie pozwala na łatwe tworzenie aplikacji monitorujących oraz sterujących procesy produkcyjne.

***Publikację wykonano w 2015 roku w ramach badań statutowych zarejestrowanych na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie pod nr 11.11.100.693***

## Literatura

1. *Brzychczy E., Kęsek M., Napieraj S., Sukiennik M.*: The use of fuzzy systems in the designing of mining process in hard coal mines; Archives of Mining Sciences, Kraków 2014 vol. 59 no. 3.
2. *Brzychczy E., Magda R., Franik T., Kęsek M., Napieraj A., Woźny T.*: Podstawy systemu doradczego wspomagającego planowanie robót przygotowawczych i eksploatacyjnych w kopalniach węgla kamiennego; Wydawnictwa AGH, Kraków 2013.
3. *Brzychczy E., Magda R., Franik T., Kęsek M., Woźny T., Napieraj A.*,: An expert system for supporting mine production planning in multi-plant mining enterprises; 22nd World Mining Congress & Expo , 11–16 September 2011, Ístanbul, Vol. 2, Ankara 2011.
4. *Kęsek M., Franik T.*: Projekt interfejsu systemu doradczego wspomagającego planowanie robót górniczych w kopalniach węgla kamiennego; Przegląd Górniczy, t. 69 nr 9, 2013.
5. *Kęsek M., Fuksa D.*: Komputerowe wspomaganie wybranych obszarów zarządzania przedsiębiorstwem górniczym; Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji; Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2012.
6. *Sukiennik M.*: Koncepcja analizy porównawczej metod oceny kondycji finansowej kopalń węgla kamiennego w Polsce; Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.
7. *Snopkowski R.*: Stochastyczne metody analizy procesu produkcyjnego realizowanego w przodkach ścianowych kopalń węgla kamiennego; Wydawnictwa AGH, Kraków 2012.
8. http://www.ni.com/products/#