

# ZARZĄDZANIE I EKSPLOATACJA FARM WIATROWYCH - NOWOCZESNE METODY WSPARCIA INFORMATYCZNEGO

**Paweł Wancerz**

Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki

**Streszczenie:** Artykuł opisuje system służący do zarządzania siecią farm wiatrowych. Projektowany system opierać się będzie na założeniach technologii Business Intelligence. Obejmuje zebranie danych źródłowych i przy pomocy procesu ETL załadowanie ich do hurtowni danych będącej docelowym miejscem przechowywania kluczowych danych. Następnie aplikacja Business Intelligence będzie odpowiedzialna za wyświetlanie danych, ich analizę oraz wszelkiego rodzaju powiadomienia – mailowe i sms. System będzie tworzył integralną całość i współpracował z wieloma typami danych źródłowych.

Słowa kluczowe: Business Intelligence, ETL, farmy wiatrowe, BI

## Management and operation of wind farms – modern computer support methods

**Abstract:** The article describes a system for managing wind farms. The proposed system will be based on assumptions of Business Intelligence technology. This includes gathering source data and the use of the ETL process to transform it and load to the target – data warehouse. Then the Business Intelligence application will be responsible for data display, analysis and all kinds of alerts - email and sms. The system will be fully integrated and able to read multisource data.

Keywords: Business Intelligence, ETL, wind farms, BI

### Wstęp

W okresie ostatnich lat w Polsce obserwuje się ogromne zainteresowanie energetyką wiatrową. Bardzo wiele przedsiębiorstw, spółek i osób fizycznych podejmuje kroki mające na celu zainicjowanie budowy farm wiatrowych. W referacie przedstawiono zagadnienia dotyczące planowania rozwoju energetyki odnawialnej ze szczególnym uwzględnieniem farm wiatrowych. Omówiono problematykę planowania, zarządzania i rozwoju podsystemów wytwarzania energii z użyciem nowoczesnych technologii informatycznych. Objęcie tej problematyki wsparciem informatycznym jest szczególnie istotne w kontekście bardzo dużej liczby podmiotów ubiegającym się o przyłączenie. Planowana moc siłowni wiatrowych przewidzianych do zainstalowania w krajowym systemie elektroenergetycznym to ponad 12000 MW [2]. Postęp w dziedzinie technologii generacji rozproszonej z jednej strony oraz technologii systemów komunikacyjnych i informatycznych z drugiej, pozwala na głęboką integrację nowoczesnej energetyki z informatyką. W szerszym aspekcie przedstawione w referacie możliwości systemów komputerowych mają umożliwić wdrożenie elektroenergetycznych sieci przyszłości, czyli Smart Grid oraz informatycznych sieci przyszłości, czyli Cloud Computing.

### 1. ETL – Extract-Transform-Load

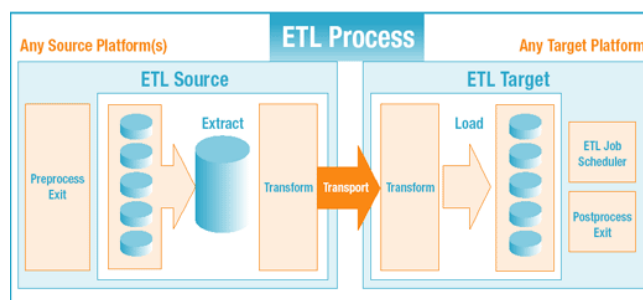
Polska jest przygotowana na budowę kolejnych farm wiatrowych, jednak wraz ze wzrostem podmiotów ubiegających się o warunki przyłączenia, zarysowuje się potrzeba usprawnienia całego procesu. Zmiany dotyczyć będą m.in. możliwości wydawania warunków przyłączenia, badania trendów, zbierania statystyk, generowania raportów i podsumowań. Niestety nie istnieje na razie na rynku system, czy też oprogramowanie mogące zaoferować wyżej wymienione możliwości. Z pomocą przychodzi nowoczesna technologia informatyczna. Założeniem koncepcyjnym jest powstanie w pełni zautomatyzowanego systemu informatycznego, oferującego wszystkie wymienione funkcje. System ten zdecydowanie ułatwi zarządzanie farmami wiatrowymi i pozwoli na dalszy ich rozwój. Ponadto do projektowanego systemu można włączyć dodatkowe, szczegółowe informacje pochodzące z czujników zainstalowanych w poszczególnych farmach takie jak np. moc generowana, napięcie, prędkość wiatru, stopień nachylenia łopat i wiele innych. Projektowany system pozwoli na pełne wykorzystanie zbieranych danych oraz umożliwi ich obróbkę statystyczną oraz archiwizację.

Technologie na bazie których oparty będzie system to procesy ETL oraz Business Intelligence. Zebrane dane zmagazynowane są w postaci elektronicznej, jednak aby mogły zostać wykorzystane w pełni, potrzebny jest ich transport do hurtowni danych. Do tego celu niezbędne będą narzędzia ETL. Jest to temat bardzo rozległy,

ale podstawowa wiedza w tym zakresie będzie konieczna do zrozumienia całego procesu projektowanego systemu.

ETL (z ang. Extract, Transform, Load) jest to proces, który odpowiedzialny jest za zasilanie odpowiednio przygotowanymi danymi hurtowni danych. W najprostszym tego słowa znaczeniu polega to na załadowaniu danymi bazy danych w trzech kolejnych etapach. Pierwszym z tych etapów jest ekstrakcja danych ze źródła. Do najważniejszych i najbardziej złożonych etapów ekstrakcji danych zaliczamy konieczność pobierania informacji z wielu heterogenicznych źródeł – pliki płaskie, dokumenty HTML, czy też relacyjne bazy danych. W przypadku projektowanego systemu źródłem danych będą pliki tekstowe generowane przez odpowiednie oprogramowanie obsługujące poszczególne FW (farmy wiatrowe) oraz pobierane z czujników. W wyniku procesu ekstrakcji dane zebrane z plików płaskich zapisane zostaną w relacyjnej bazie danych – Oracle, SQL Server lub Teradata. Dzięki temu dalsza praca nad danymi będzie zdecydowanie łatwiejsza. Po ekstrakcji ze źródła następuje etap transformacji danych. Jest on zdecydowanie najtrudniejszy i najbardziej złożony w całym procesie ETL. Polega on na przetwarzaniu zebranych w relacyjnej bazie danych informacji i po szeregu transformacji sprowadzeniu ich do wspólnego formatu [12]. Transformacje te obejmują:

- czyszczenie danych – polegające na zamianie odpowiednich wartości danych na odpowiadające potrzebom systemu,
- rozdzielanie danych – polegające na stworzeniu dwóch lub więcej oddzielnych pól dla danych umożliwiając ich pojedynczą analizę,
- łączenie danych – będące transformacją odwrotną do rozdzielania danych,
- odrzucanie danych – pozwalające pozbyć się wartości niechcianych lub niepełnych (np. w przypadku błędu odczytu z czujników część danych może nie być dostępna, wówczas dane te są filtrowane, aby nie zaburzać ogólnego obrazu statystycznego),
- filtrowanie danych – pozwalające na wybór i transformację tylko wybranych kolumn.



Rys 1. Schemat procesu ETL prezentujący poszczególne etapy transformacji danych [14]

Fig 1. ETL process, transformation stages.

Ponadto jeszcze wiele innych transformacji, które można wykorzystać przy przetwarzaniu danych ze źródła. Są to między innymi transformacje Lookup, Union, Joiner.

Ostatnim etapem procesu ETL jest ładowanie danych. Polega on na zasileniu systemu docelowego (tzw. target) zintegrowanymi i przetworzonymi danymi. Targetem jest najczęściej hurtownia danych będąca ich magazynem i źródłem do dalszego opracowywania. Istnieją dwie metody dzięki którym proces ETL może zostać wdrożony.. Pierwsza z nich polega na tworzeniu systemu od podstaw na bazie tradycyjnych języków programowania, z przewagą SQL oraz T-SQL. Metoda ta niesie za sobą konieczność prowadzenia bardzo dokładnej dokumentacji, gdyż proces ETL często podlega zmianom. Drugim, bardziej profesjonalnym podejściem jest użycie specjalnego oprogramowania, przy użyciu którego będzie można zaprojektować cały proces sposobem graficznym. Ten rodzaj wdrożenia znacznie uszczupla konieczną dokumentację całego procesu, ale posiada także wady – koszty. W przypadku tym konieczne jest wykupienie licencji na konkretne oprogramowanie.

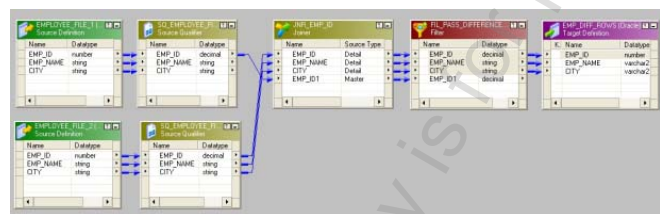
W projektowanym systemie użyte zostanie oprogramowanie Informatica PowerCenter. Jest to bardzo wydajne narzędzie ETL-owe wykorzystywane przede wszystkim przez duże firmy i organizacje. Informatica PowerCenter to platforma umożliwiająca szybki dostęp, transformację i integrację danych z dowolnego źródła biznesowego w dowolnym formacie oraz dostarczenie potrzebnych danych w każdym momencie. Oprogramowanie jest w pełni skalowalne, posiada wysoką wydajność i jest produktem stabilnym. Dzięki tym funkcjom Informatica wykorzystywana jest do:

- wymiany danych biznesowych,
- zarządzania danymi,
- migracji danych,
- synchronizacji i replikacji,
- zasilania hurtowni danych.

Informatica oferuje bardzo bogatą funkcjonalność, wyróżnić można między innymi:

- możliwość pobierania danych ustrukturyzowanych, nieustrukturyzowanych, częściowo ustrukturyzowanych,
- możliwość pobierania i dostarczania danych z baz relacyjnych czy plików,
- możliwość wyboru sposobu dostępu do danych - na żądanie, czasu realnego, czy w zależności od specyfiki danych,
- dostępność opcji odzyskiwania,
- dynamiczne partycjonowanie,
- zarządzanie metadanymi,
- zespołowe programowanie.

Wszystkie te funkcje są dostępne w graficznym, przejrzystym i intuicyjnym środowisku, co zdecydowanie ułatwia pracę z tym narzędziem.



rys. 2. Przykładowy mapping w programie Informatica PowerCenter [13]  
Fig. 2. Mapping example in Informatica PowerCenter Tool.

Użytkownik definiuje przepływy danych w postaci niskopoziomowej (przejście danych na poziomie kolumn - tak zwane mappingi) oraz wysokopoziomowej (powiązanie mappingów przepływu danych w pełne przebiegi zgrupowanych danych - workflow).

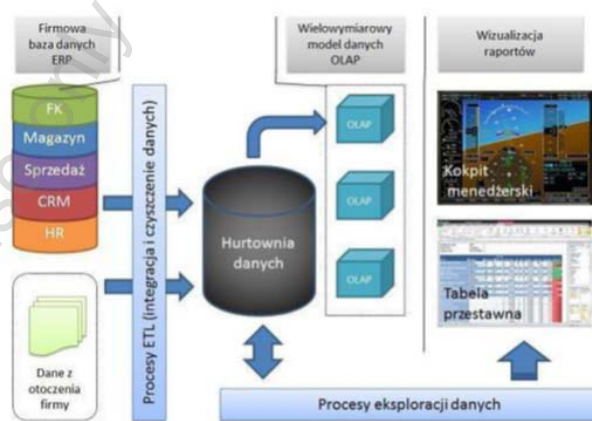
## 2. Oprogramowanie Business Intelligence

Kolejnym elementem systemu jest oprogramowanie Business Intelligence. Pojęcie Business Intelligence (BI) rozumiane jest na wiele sposobów i pokrywa szerokie spektrum zagadnień, takich jak: praktyki, metodyki, narzędzia, czy technologie informatyczne związane z analizą danych. Najczęściej kojarzone jest tylko z hurtowniami danych oraz systemami analityczno-raportującymi, jednak zakres BI jest dużo szerszy [11].

Nie ma jednej, powszechnie uznanej definicji BI. W języku polskim nie ma także żadnego odpowiednika dla Business Intelligence (należy podkreślić iż takie określenia jak „inteligencja biznesowa”, „wywiad gospodarczy”, czy „analityka biznesowa” są nieodpowiednie lub zupełnie mylące).

Jedna z definicji mówi, że BI to zbiór praktyk, metod, narzędzi i technologii informatycznych, służących zbieraniu i integrowaniu danych w celu dostarczania informacji i wiedzy właściwym osobom, we właściwym miejscu oraz we właściwym czasie. Business Intelligence może być postrzegane jako przekształcanie danych w informacje następnie zaś informacji w wiedzę w celu optymalizacji działania procesów biznesowych i całej organizacji lub systemu.

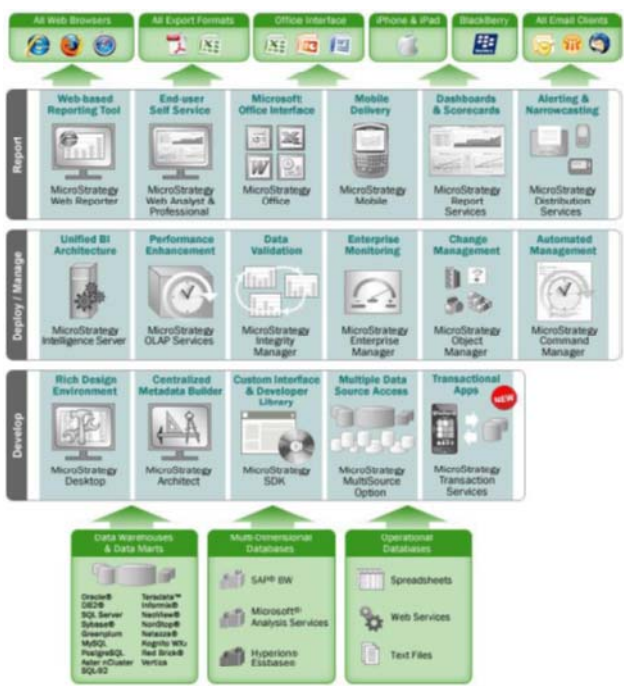
Rozwiązania Business Intelligence pozwalają spojrzeć na przedsiębiorstwo lub cały system z dowolnej perspektywy i wydobyci potrzebne w danej chwili informacje. Środowiska analityczne klasy BI gromadzą i integrują dane z różnorodnych źródeł operacyjnych, przetwarzają je w model zrozumiały biznesowo i udostępniają go użytkownikom biznesowym w postaci przejrzystej, pewnej informacji.



rys. 3. Schemat typowej architektury Business Intelligence.[15]  
Fig. 3. Typical Business Intelligence architecture.

Sercem rozwiązań BI są hurtownie danych, czyli bazy danych zorientowane na wydajną obsługę zaawansowanych zapytań analitycznych. Dane z hurtowni z reguły pobierane są do silników zorientowanych na wydajne przetwarzanie wielowymiarowych zapytań analitycznych (OLAP, On-Line Analytical Processing), które pozwalają na szybką analizę w różnych wymiarach i na różnych poziomach abstrakcji (np. zestawienia roczne, kwartalne, czy miesięczne). Jedną z głównych zalet Business Intelligence jest integracja danych do wspomnianego wcześniej, spójnego modelu wielowymiarowego. Z jednej strony jest to model odwzwierciedlający logiczną, biznesową strukturę danych (przez co lepiej jest rozumiany przez osoby związane z biznesem, nie techniczne), z drugiej zaś zoptymalizowany pod kątem przetwarzania skomplikowanych zapytań analitycznych. Kluczowym elementem modelu wielowymiarowego są tzw. fakty, czyli zdarzenia charakteryzujące dany proces biznesowy. W przypadku projektowanego systemu takim faktem może być prędkość wiatru. Fakt (z reguły będący typową transakcją w systemie OLTP) dzieje się w pewnym kontekście biznesowym i charakteryzowany jest przez tzw. wymiary. Wymiarami może być np. czas, w którym odbywa się pomiar (godzina, dzień, miesiąc). Dane z modelu wielowymiarowego są niejednokrotnie ładowane do tzw. kostek OLAP (On-Line Analytical Processing), które pozwalają na efektywną analizę danych,

przechowywanych wraz z uprzednio przeliczonymi agregatami w pamięci RAM.



Rys. 4. Schemat platformy MicroStrategy Business Intelligence.[8]  
Fig. 4. MicroStrategy Business Intelligence architecture.

Jednym z liderów rynku oprogramowania Business Intelligence jest oprogramowanie firmy MicroStrategy. Jest to korporacja amerykańska, która specjalizuje się w tematyce BI i zyskuje coraz większą popularność na światowych rynkach. Platforma MicroStrategy składa się z następujących komponentów:

**Desktop** – desktopowa aplikacja służąca desktopowa aplikacja, umożliwiająca tworzenie raportów, analiz, dokumentów, kokpitów menadżerskich. Pozwala także na zarządzanie harmonogramami i subskrypcjami.

**Architect** – jest narzędziem do wizualnego mapowania tabel i widoków hurtowni danych do metadaty.

**Web** – aplikacja udostępniająca podobną funkcjonalność jak Desktop, jednak z rozszerzonymi możliwościami dla tworzenia kokpitów menadżerskich. Działa w przeglądarce internetowej, dzięki czemu nie musi być instalowana na komputerze użytkownika.

**Intelligence Server** – to analityczny serwer rozszerzający możliwości operacyjne raportów, kokpitów menadżerskich i analiz OLAP.

**Report Services** – jest silnikiem raportującym z którego korzystają pozostałe aplikacje.

**OLAP Services** – rozszerzenie Intelligence Server'a umożliwiające wykonywanie części operacji w pamięci komputera, dzięki czemu raporty i analizy uruchamiają się znacznie szybciej.

**Distribution Services** – umożliwia zautomatyzowane dostarczanie raportów i kokpitów menadżerskich przez kanały takie jak e-mail, serwer plików czy drukarki sieciowe.

**SAP Services** – zapewnia pełną integrację z systemami firmy SAP. Pozwala na korzystanie z niemal wszystkich możliwości raportowania, analizowania i tworzenia kokpitów menadżerskich dostępnych w platformie MicroStrategy.

**Data Mining Services** – narzędzie służące eksploracji danych z dowolnych źródeł.

**Office** – dodatek umożliwiający użytkownikom produktów Microsoft Office edytowanie, formatowanie i uruchamianie dowolnych raportów stworzonych przy pomocy narzędzi MicroStrategy. MicroStrategy Office został w całości stworzony przy użyciu technologii .NET.

**SDK** – to środowisko programistyczne umożliwiające łatwe dostosowanie i integrację platformy MicroStrategy z innymi aplikacjami biznesowymi.

**Mobile** – to dodatek do środowiska Web, rozszerzający jego funkcjonalność o możliwość dostosowania raportów i kokpitów menadżerskich do urządzeń mobilnych (iPhone, iPad, Blackberry).



Rys. 5. MicroStrategy na urządzeniach mobilnych [8]  
Fig. 5. MicroStrategy mobile.

**Command Manager** – środowisko umożliwiające tworzenie zautomatyzowanych zadań administracyjnych.

**Object Manager** – narzędzie pozwalające administratorom na zarządzanie migracjami obiektów i projektów.

**Integrity Manager** – zautomatyzowane narzędzie umożliwiające porównanie i walidację integralności danych i raportów.

### 3. Koncepcja systemu zarządzania farmami wiatrowymi

Projektowany system zarządzania farmami wiatrowymi składać się będzie z hurtowni danych, do której dane ładowane będą za pomocą procesu ETL (Informatica PowerCenter) oraz oprogramowania Business Intelligence (MicroStrategy).

Dane zebrane z czujników wiatraków będą odczytywane, transformowane i ładowane do hurtowni danych. Następnie oprogramowanie MicroStrategy odpowiedzialne będzie za zbudowanie całego schematu, który posłuży szeregowi możliwości:

- codzienne, miesięczne, roczne podsumowania wszystkich wskaźników, które mierzone będą za pomocą czujników,
- kokpity menadżerskie przedstawiające w sposób graficzny (wykresy, tzw. widżety, dynamiczna treść) dane wskaźniki,
- możliwość subskrypcji: codzienne maile/smsy w przypadku zmiany wartości wskaźnika o określoną wartość,
- możliwość stworzenia aplikacji na urządzenia mobilne (iPad, iPhone),
- bieżąca obserwacja stanu działania.



Rys. 6. Schemat projektowanego systemu zarządzania farmami wiatrowymi  
Fig. 6. The diagram of the projected system to manage wind farms.

### 4. Wnioski

W przypadku Polski, rozwój energetyki małej i średniej skali będzie silnie związany z zastosowaniem technologii opartych na odnawialnych źródłach energii. W konsekwencji międzynarodowych dyrektyw Polska przyjęła za cel wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii w bilansie energii finalnej do około 15% w roku 2020. Duże nasycenie systemu elektroenergetycznego odnawialnymi źródłami energii może przyczynić się do spełnienia kryteriów środowiskowych oraz poprawy bezpieczeństwa systemu energetycznych. Jest to jednak jednocześnie wyzwanie dla opera-

torów sieci dystrybucyjnych i przemysłowych, w zakresie prowadzenia ruchu oraz planowania rozwoju systemu oraz logistycznym zarządzaniem tymi podmiotami. Spójny i wydajny system informatyczny oraz przemyślane algorytmy będą w najbliższym czasie musiały zostać opracowane i wdrożone. Potrzebne będzie też wsparcie pracowników odpowiednich służb Referat w głównej mierze dotyczył części informatycznej oraz wskazał obszary, w których system mógłby skutecznie wspierać problematykę energetyczną. Podjęta tematyka jest bardzo ważna i aktualna, bowiem obecnie zgodnie z ustawą [6], obowiązek sporządzenia i publikacji informacji dotyczących między innymi wielkości dostępnej mocy przyłączeniowej dla stacji elektroenergetycznych lub ich grup, wchodzących w skład sieci o napięciu znamionowym wyższym niż 110 kV, a także planowanych zmianach tych wielkości w okresie następnych 5 lat, spoczywa na operatorze systemu przesyłowego (PSE-Operator). Dodatkowo obowiązujący krajowy system wsparcia sektora odnawialnych źródeł energii zachęca do realizacji inwestycji w obrębie tego sektora.

## Literatura

- [1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 28 kwietnia 2009 w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- [2] Kacejko P., Wydra M., Energetyka wiatrowa w Polsce – realna ocena możliwości wytwórczych. Rynek Energii 2010, nr 6.
- [3] Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych., Ministerstwo Gospodarki, 2010.
- [4] Wizja rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce do 2020 r., Raport Instytutu Energetyki Odnawialnej dla PSEW, Warszawa 2009.
- [5] „Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku”. Ministerstwo Gospodarki, przyjęta przez Radę Ministrów 10.11.2009.
- [6] Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 roku o zmianie ustawy Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw, z dnia 11 marca 2010 roku.
- [7] Infodesgn: <http://www.infodesign.pl/>.
- [8] Oficjalna strona MicroStrategy: <http://www.microstrategy.com/>.
- [9] Oficjalna strona Informatica PowerCenter Tool: <http://www.informatica.com/>.
- [10] Business Intelligence Portal: <http://bi.pl/>.
- [11] Biznessoft.pl: <http://www.biznessoft.pl/>.
- [12] Bilewicz A., Budowa procesów ekstrakcji, transformacji i ładowania danych w systemach Business Intelligence.
- [13] Artykuł: <http://nelrickrodrigues-informatica.blogspot.com/2010/07/reporting-difference-rows-between-two.html>.
- [14] Artykuł: <http://sunnyobi.blogspot.com/2010/11/etl-vs-elt.html>.
- [15] Kramer Mitch. A Comparison of Business Intelligence Strategies and Platforms.

**Mgr inż. Paweł Wancercz**  
e-mail: [pwancercz@gmail.com](mailto:pwancercz@gmail.com)

Paweł Wancercz, pracownik firmy MicroStrategy z siedzibą w Warszawie. Obecnie słuchacz na studiach doktoranckich na kierunku Elektrotechnika na Politechnice Lubelskiej. Profesjonalnie zajmuje się technologią Business Intelligence oraz ETLem. Uczestniczył w profesjonalnych szkoleniach, które pozwoliły mu nabyć szczegółową wiedzę w tym zakresie.



## INFORMACJE

### WARSZTATY DOKTORANCKIE WYDZIAŁU ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI POLITECHNIKI LUBELSKIEJ

(ciąg dalszy ze strony 20)

Uczestnicy warsztatów po wyjściu z kopalni

