



Bentley w praktyce

W bieżącym wydaniu „Be GeoMagazynu” prezentujemy dwie publikacje, w których opisano przykłady praktycznego zastosowania aplikacji Bentley Systems. Podczas realizacji projektów infrastrukturalnych coraz powszechniejsze jest oczekiwanie trójwymiarowej prezentacji rzeczywistej powierzchni terenu. Data Acquisition to praktyczne wykorzystanie funkcjonalności zawartej w kilku aplikacjach

Bentley Systems – między innymi w PowerCivil for Poland, PowerSurvey i InRoads – do budowy numerycznego modelu terenu (NMT). Modele te mogą być podstawą wielu analiz geoprzestrzennych, a także np. obliczeń objętości mas ziemnych czy generowania profili i przekrojów. Z kolei Aplikacja Soft Mine to narzędzie do wariantowej



analizy realizacji wydobycia kopalin charakteryzujących się zmiennością parametrów jakościowych. Aplikacja ta została opracowana na platformie MicroStation. W przypadku KWB Turów pozwala na zapewnienie realizacji dostaw do elektrowni węgla brunatnego posiadających stałe i oczekiwane parametry jakościowe.

W czasie wydawania tego numeru „Be GeoMagazynu” kończy się kolejna edycja corocznego spotkania użytkowników technologii Bentley – Be Inspired 2011. W następnych numerach będziemy prezentować kolejne, innowacyjne zastosowania technologii Bentley oraz najciekawsze projekty uhonorowane nagrodą BeInspired. Przyjemnej lektury.

Mirosław Pawelec

Nowy sposób na NMT

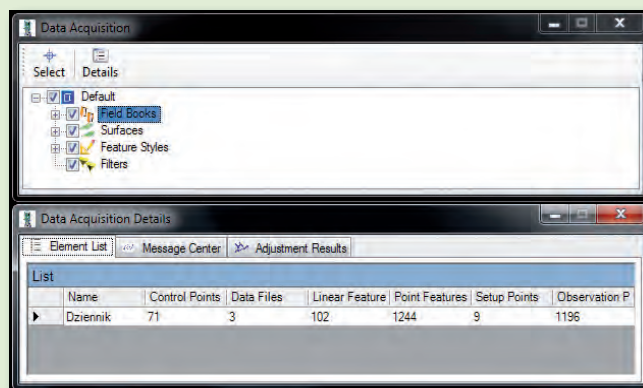
Data Acquisition

Podstawowym przeznaczeniem narzędzia Data Acquisition jest budowa numerycznego modelu terenu na podstawie danych pochodzących z różnych źródeł. Można wykorzystać m.in. bezpośrednie pomiary terenowe, opracowania fotogrametryczne lub chmury punktów ze skanowania laserowego. Narzędzie Data Acquisition jest dostępne dla użytkowników oprogramowania PowerSurvey, PowerCivil for Poland, InRoads, GEOPAK i MX począwszy od wersji v8i Select Series 1.

> Numeryczne Modele Terenu

Zasadniczą zaletą numerycznych modeli terenu (NMT) jest dostarczenie trójwymiarowej reprezentacji rzeczywistej powierzchni terenu. Dzięki temu są one wykorzystywane nie tylko do obliczania objętości mas ziemnych czy generowania pro-

filii i przekrojów, ale stanowią również podstawę różnego rodzaju analiz przestrzennych (np. przewidywania zasięgu powodzi) wykonywanych przez specjalistów z wielu branż. Szerokie możliwości zastosowania NMT powodują, że coraz częściej geodeci – nie tylko w dużych przedsiębiorstwach, ale również w małych firmach – stają przed problemem budowy poprawnego modelu terenu na podstawie różnego rodzaju danych źródłowych, od opracowywania tradycyjnych pomiarów niwelacyjnych poczynając, na wynikach skanowania laserowego kończąc. Szukają więc oprogramowania, dzięki któremu szybko uzyskają NMT możliwy do zapisania w formacie wymaganym przez zamawiającego. Z pomocą geodetom – zwłaszcza współpracującym z projektantami wykorzystującymi oprogramowanie firmy Bentley – przychodzi narzędzie Data Acquisition, które pozwala wykorzystać rozmaite dane do budowy NMT, a następnie model utworzony w pliku DGN wy-



Rys. 1. Okna narzędzia Data Acquisition

fili i przekrojów, ale stanowią również podstawę różnego rodzaju analiz przestrzennych (np. przewidywania zasięgu po-

wodzi) wykonywanych przez specjalistów z wielu branż. Szerokie możliwości zastosowania NMT powodują, że co-

dokończenie na s. 38

Dodatek redaguje
**Bentley Systems
Polska Sp. z o.o.**
ul. Nowogrodzka 68,
02-014 Warszawa
tel. (22) 50-40-750
<http://www.bentley.pl>

Proste i sprawne narzędzie do planowania oraz harmonogramowania produkcji górniczej

SoftMine Eksploatacja

Nikogo nie trzeba przekonywać o korzyściach, jakie daje możliwość wykonania szybkich analiz różnych wariantów prowadzenia wydobycia. Szczególnie jeżeli kopalina charakteryzuje się sporą zmiennością parametrów jakościowych, natomiast parametry nadawcy muszą być stałe. SoftMine Eksploatacja jest narzędziem zaprojektowanym i wykonanym z myślą o tego typu przeznaczeniu.

> Geneza powstania

KWB Turów już pod koniec lat 90. XX wieku wdrożyła Górniczy System Informatyczny, w skład którego wchodziło również oprogramowanie CADSMine przeznaczone do planowania i harmonogramowania produkcji górniczej. Po pewnym czasie okazało się jednak, że funkcje tego programu są już niewystarczające. Kopalnia zobligowana jest do dostarczania do elektrowni strumienia węgla o określonych parametrach jakościowych, a niewywiązanie się z umowy prowadzi do nakładania znacznych kar finansowych. Stosowane narzędzie pozwalało na wykonywanie obliczeń ilościowych, jednak dla celów analiz jakościowych konieczne było stosowanie programów dodatkowych, co znacząco wydłużyło czas potrzebny na wykonanie planów produkcji, zwłaszcza długoterminowych. Związane to było głównie z coraz bardziej skom-

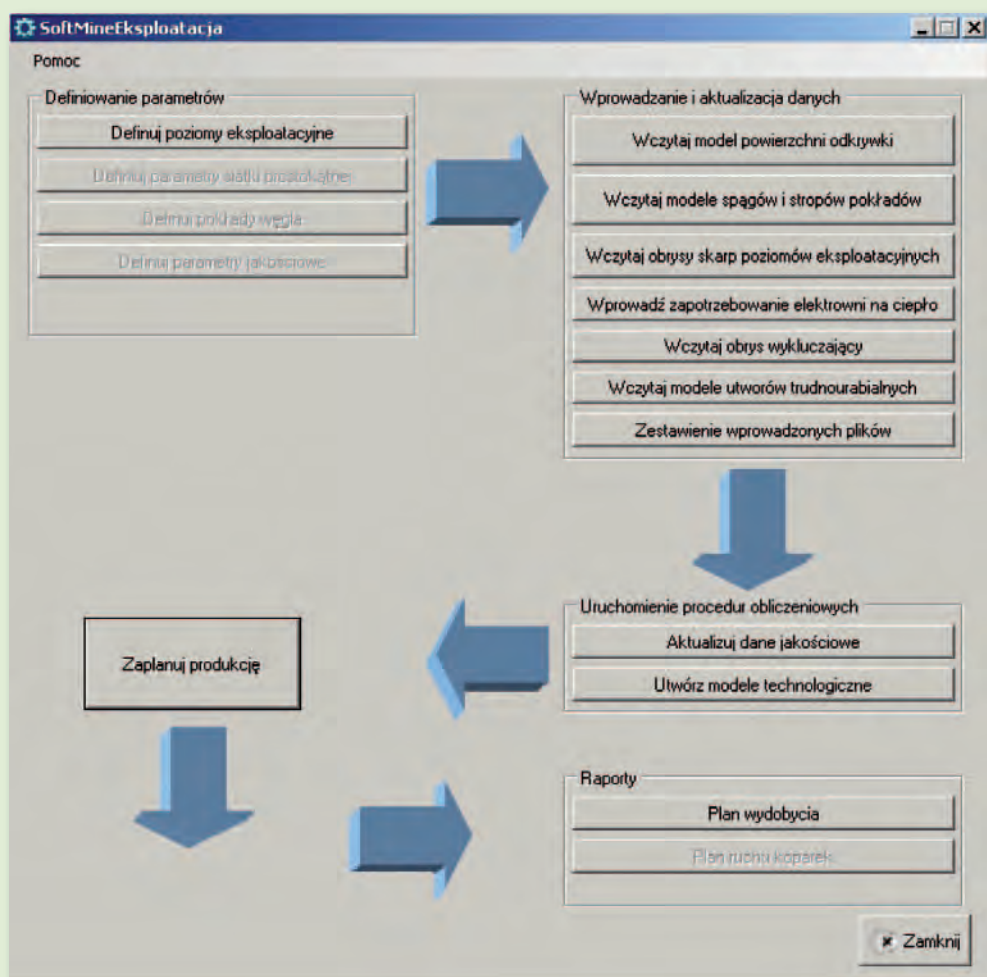
plikowanymi warunkami złożowymi, zwłaszcza w zakresie zmienności zawartości siarki. Modyfikacja istniejącego programu okazała się niemożliwa,

podjęto zatem decyzję o stworzeniu nowego produktu, który spełniałby wszystkie wymagania Działu Technologii Górniczej oraz Zarządu KWB Turów.

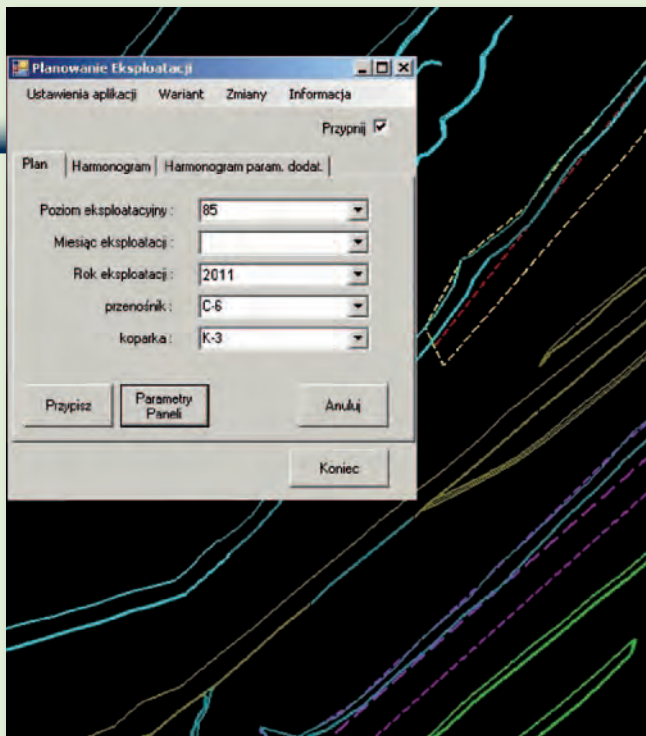
> Funkcje

SoftMine Eksploatacja służy do krótko- i długoterminowego planowania i harmonogramowania produkcji górniczej. Podstawowe cechy programu to:

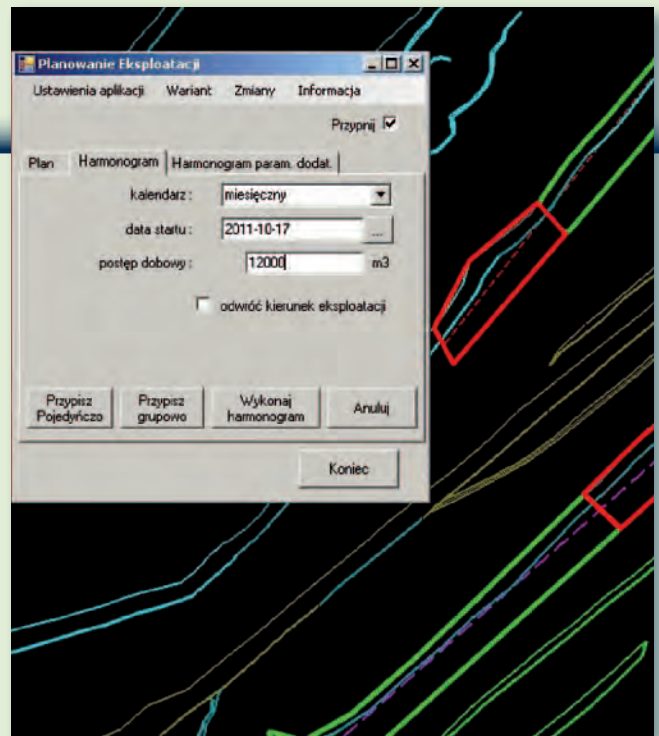
- > praca na platformie graficznej Bentley MicroStation,
- > obliczenia wykonywane na podstawie cyfrowych modeli



Rys. 1. Główny interfejs SoftMine Eksploatacja



Rys. 2. Moduł do planowania wydobycia na tle fragmentu mapy górniczej



Rys. 3. Zakładka „harmonogram” modułu do planowania produkcji górniczej i wynik harmonogramu miesięcznego

geologicznych (strukturalnych i jakościowych),

> wszystkie dane, w tym warianty eksploatacji naniesione na mapach cyfrowych, przechowywane w relacyjnej bazie danych (MS SQL Server).

Program powstał w ścisłej współpracy z Działem TG KWB Turów, co wpłynęło na praktyczność zastosowanych rozwiązań. Technolog górniczy musi swój czas poświęcać przede wszystkim na merytoryczną analizę różnych wariantów, a nie na „walkę” z nieporęcznym narzędziem. Dlatego maksymalna prostota użytkowania była w trakcie projektowania nowego rozwiązania wysoko na liście priorytetów.

Główny interfejs programu (rys. 1) prowadzi użytkownika przez kolejne etapy związane z planowaniem produkcji górniczej. Niektóre z nich, jak definiowanie poziomów eksploatacyjnych, wykonywane są zasadniczo tylko raz, w momencie wdrożenia systemu. Inne, jak aktualizacja modeli

powierzchni odkrywki oraz pokładów, wymagają comiesięcznej aktualizacji, co jednak nie jest czynnością pochłaniającą dużo czasu (kilkadziesiąt minut). Głównym elementem systemu jest moduł do planowania (rys. 2) wraz z zakładkami do harmonogramowania (rys 3). Podstawowe prace koncepcyjne w dalszym ciągu wykonuje doświadczony planista, który nanosi na mapę zarysy paneli przeznaczonych do eksploatacji na poszczególnych piętrach, określa także kierunek prowadzenia wydobycia i planowaną dobową wydajność koparki. Uzyskane raporty (rys. 4) pozwalają na prześledzenie, czy

wydobyta w danym miesiącu ilość węgla pozwala na uzyskanie zaplanowanej przez elektrownię na ten okres ilości ciepła (niespełnienie tego warunku powoduje podświetlenie wyniku dla danego miesiąca na czerwono). Równocześnie raport podaje średnie ważone wszystkich istotnych parametrów jakościowych nadawy. Narzędzie do tego stopnia automatyzuje jednak obliczenia, że optymalny wariant wydobycia (głównie poprzez manipulowanie planowaną wydajnością koparek) uzyskuje się stosunkowo szybko. Należy też dodać, że w zakładce „Harmonogram parametry dodatkowe” użyt-

kownik ma możliwość zmiany planowanego postępu koparek w dowolnych miejscach paneli, definiowania przestojów w pracy koparek, a także definiowania kolejności w eksploatacji różnych paneli, tak aby np. rozpoczęcie wydobycia w kolejnym następowało dopiero po zakończeniu wydobycia w poprzednim.

> Prace rozwojowe

Po ponad roku użytkowania programu pojawiły się kolejne pomysły, jak jeszcze usprawnić pracę, a także uczynić program bardziej elastycznym. Umożliwienie użytkownikowi zmiany dokładności obliczeń w zależności od potrzeb

przyniosłoby znaczące skrócenie czasu pracy. W przypadku planów długoterminowych (rozpoznawanie złoża w kategorii B i C1) dokładność może być mniejsza niż dla planów krótkoterminowych (kategoria A rozpoznania). Dużą korzyść dałoby też zautomatyzowanie procesu optymalizacji produkcji.

Rys. 4. Fragment raportu z harmonogramu miesięcznego

Harmonogram		Kalendarz : miesięczny na okres od 20						
POZIOM	KOPARKA	PRZEN.	PARAMETR	2010-01	2010-02	2010-03	2010-12	RAZEM
5	K-21	C-13	M [tys m3]	130,9	117,2	72,3	97,8	1266,9
			W [tys m3]	105,9	111,6	68,9	57,7	990,6
			W [tys Mg]	131,9	139,6	86,1	122,1	1238,1
			N [tys m3]	25,3	5,6	3,4	0,1	266,0
			Ciepło [tys GJ]	1495,400	1603,200	979,200	1396,200	14208,600
			Gr [kJ/kg]	11335	11488	33886	11346	11476
			Ar [%]	10,66	10,44	32,07	5,13	9,34
			Gr [%]	0,30	0,21	0,87	0,28	0,24
			Wkr [%]	44,93	44,70	45,03	46,71	46,03
			Ad [%]	18,69	18,02	21,20	14,67	16,46
RAZEM			M [tys m3]	1738,7	1976,3	2106,0	1166,2	23419,9
			W [tys m3]	785,2	968,2	843,6	263,6	7739,8
			W [tys Mg]	991,6	706,6	1064,4	329,6	9674,8
			N [tys m3]	953,9	1411,1	1262,4	902,6	15679,7
			Ciepło [tys GJ]	9953,900	7336,100	10026,900	3497,100	98567,400
			Gr [kJ/kg]	10141	10364	9606	10592	10197
			Ar [%]	13,24	12,96	16,40	10,13	12,16
			Gr [%]	0,59	0,39	0,39	0,28	0,40
			Wkr [%]	45,20	44,70	43,54	47,10	46,03
			Ad [%]	22,69	22,13	27,27	16,17	21,14
ZAPOTRZEBOWANIE ELEKTROWNI			[tys GJ]	10353,637	8314,936	9406,198	8756,964	112309,338
RÓŻNICA			[tys GJ]	8466,169	8397,254	13124,465	7100,036	120760,396
			[%]	81,77	100,99	139,53	81,49	106,72

Zespół
Szekcji Górniczej
PRGW Sp. z o.o.

dokończenie ze s. 35

eksportować do jednego z następujących formatów: InRoads DTM, GEOPAK TIN, MX FIL oraz LandXML.

> Szybki start

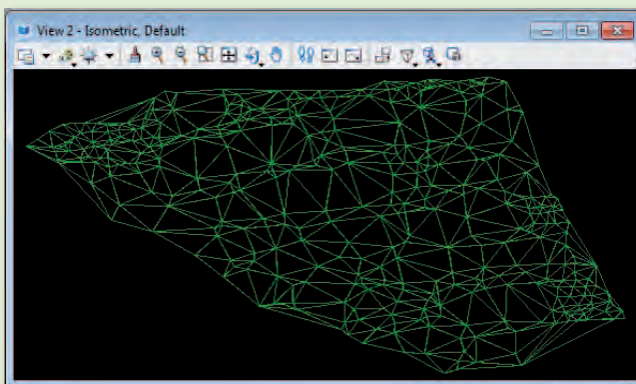
Mechanizm Data Acquisition oparty jest na pliku DGN, który przechowuje wszystkie informacje dotyczące budowanego modelu. Dzięki temu zapewnia dostęp do pełnej funkcjonalności środowiska CAD (MicroStation) i pozwala użytkownikowi korzystać ze znanych narzędzi do rysowania i edycji elementów. Interfejs Data Acquisition stanowią dwa dokowalne okna (rys. 1), które można dowolnie rozmieścić w oknie aplikacji. Pierwsze przedstawia strukturę drzewa danych, natomiast w drugim wyświetlane są szczegóły pozycji zaznaczonej w pierwszym oknie, komunikaty o błędach oraz ewentualne wyniki wyrównania.

Do budowy NMT można wykorzystać elementy graficzne istniejące w pliku DGN lub dane zapisane w zewnętrznych plikach, które w łatwy sposób importuje się do Data Acquisition, przeciągając wybrane pliki z Eksploratora Windows do okna drzewa danych. Obsługiwane są pliki pochodzące bezpośrednio z instrumentów pomiarowych (Topcon, Nikon, Leica, Trimble, Sokkia), rastrowe modele danych przestrzennych oraz modele terenu pochodzące z innych opracowań.

> Import danych pomiarowych

Dane pomiarowe z instrumentów geodezyjnych zaimportowane do Data Acquisition przechowywane są w elektronicznym dzienniku pomiarowym i wyświetlane w pliku DGN za pomocą dynamicznej grafiki, dzięki czemu zmiany danych wprowadzone przez użytkownika są od ra-

Rys. 3. Tworzenie NMT na podstawie chmury punktów ze skanowania laserowego



Rys. 2. Siatka trójkątów utworzona za pomocą Data Acquisition

zu odzwierciedlane na rysunku. Dodatkowo narzędzie Data Acquisition automatycznie tworzy NMT na podstawie wszystkich danych zgromadzonych w elektronicznym dzienniku pomiarowym. Ten model jest również na bieżąco aktualizowany (np. w przypadku modyfikowania współrzędnych punktów lub wysokości instrumentu). Za pomocą drzewa danych użytkownik może łatwo zarządzać sposobem wyświetlania NMT w pliku DGN poprzez przełączanie widoczności poszczególnych obiektów, takich jak: siatka trójkątów, warstwic podstawowe i pomocnicze lub linie nieciągłości.

> Wykorzystanie elementów pliku DGN

Data Acquisition pozwala na szybkie zbudowanie NMT z wykorzystaniem elementów graficznych znajdujących się w aktywnym pliku DGN lub podpiętym odniesieniu (również elementów podpiętego pliku *shape*). W tym celu wystarczy utworzyć zbiór zaznaczenia za pomocą narzędzia wyboru MicroStation, a następnie wybrać funkcję importu zaznaczenia dla odpowiedniego obiektu powierzchni (np.

import jako punkty rozproszone lub linie nieciągłości). Zaimportowane elementy są od razu wykorzystywane do budowy NMT. Dzięki temu można utworzyć model powierzchni na podstawie obiektów mapy numerycznej powstałej w wyniku wektoryzacji rzeźby terenu na podstawie istniejących map.

> Import gotowych modeli

Narzędzie Data Acquisition pozwala również na utworzenie nowego modelu powierzchni na podstawie gotowych modeli zapisanych w zewnętrznych plikach. Oprócz macierzystych formatów produktów firmy Bentley (InRoads DTM, GEOPAK TIN, MX FIL) obsługiwane są rastrowe modele danych przestrzennych (DTED, ERDAS IMG, Spot Dimap, USGS DEM, USGS STDS i GeoTiff) oraz modele terenu w formacie LandXML, LIDAR XYZ oraz LAS.

> Wykorzystanie chmur punktów

Produkty firmy Bentley począwszy od wersji v8i Select Series 2 umożliwiają obsługę chmur punktów uzyskanych ze skanowania laserowego. Dane te również można wykorzystać do budowy modelu powierzchni w Data Acquisition. NMT po-

wstaje na podstawie całej podpiętej chmury punktów lub jej ograniczonego fragmentu wyznaczonego za pomocą ogrodzenia. Wystarczy w oknie drzewa danych Data Acquisition wybrać funkcję tworzenia powierzchni na podstawie chmury punktów (rys. 3).

> Edycja NMT

Modele utworzone lub zaimportowane do Data Acquisition można modyfikować poprzez zmianę ich parametrów, np. określenie maksymalnej długości boku trójkątów siatki lub ustalenie cięcia warstwicowego. Edycji podlegają również właściwości obiektów wykorzystywanych do budowy modelu powierzchni, np. poprzez wskazanie, które punkty lub linie nie powinny być uwzględniane przy budowie siatki trójkątów. Warto również wspomnieć, że powierzchnie utworzone w Data Acquisition można ze sobą łączyć.

> Podsumowanie

Podstawową zaletą Data Acquisition jest z pewnością możliwość wykorzystania danych pochodzących z różnych źródeł oraz przechowywania wszystkich informacji dotyczących budowanych NMT w jednym pliku DGN. Dodatkowo struktura drzewa zastosowana w oknie Data Acquisition zapewnia uporządkowanie danych wykorzystywanych do budowy NMT oraz wygodny sposób sterowania widocznością poszczególnych obiektów w pliku DGN.

Dla użytkowników PowerSurvey, PowerCivil for Poland, InRoads, GEOPAK lub MX narzędzie Data Acquisition stanowi uzupełnienie lub alternatywę dla dotychczasowych sposobów tworzenia i edycji NMT oraz możliwość wykorzystania dotychczasowych stylów wyświetlania dla importowanych danych pomiarowych.

Marika Kaletowska,
 inżynier oprogramowania,
 BUIiG GeoDeZy s.c.

