

SKOMPUTERYZOWANE SYSTEMY POMIAROWE W GEODEZJI INŻYNIERYJNEJ

Akademia Górniczo-Hutnicza im St. Staszica.
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Kraków, 1995

SYSTEM GROMADZENIA I PRZEPIYWU INFORMACJI O STANIE GEOMETRYCZNYM OBIEKTÓW POWŁOKOWYCH *

COLLECTING AND TRANSFERRING INFORMATION SYSTEM OF GEOMETRIC CONDITION OF THE COAT OBJECTS

Edward Preweda

Zakład Informacji o Terenie
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Streszczenie

Wyniki estymacji cech geometrycznych różnych obiektów są niezbędne dla sformułowania kinematycznych modeli deformacji. W referacie zaprezentowano bazę danych umożliwiającą przechowywanie informacji o stanie geometrycznym obiektów powłokowych. Aplikacja ta może być również wykorzystana przez użytkowników obiektów, konstruktorów, technologów i innych specjalistów.

Słowa kluczowe: obiekty powłokowe, cechy geometryczne, bazy danych

Summary

The results of an estimation of geometric attributes of a different objects are necessary to define kinematic models of deformation. In the paper the data base with ability to store information about geometric condition of the coat objects have been presented. This application can be utilized by objects user, constructors, technologists and other specialists.

Keywords: coat objects, geometric attributes, data base

* Temat realizowany w ramach badań własnych nt.: "Estymacja kinematycznych modeli deformacji" finansowanych przez KBN. Nr umowy 10.150.355

This paper should be cited as:

Preweda, E.: System gromadzenia i przepływu informacji o stanie geometrycznym obiektów powłokowych. Skomputeryzowane systemy pomiarowe w geodezji inżynierskiej, AGH, Kraków, 1995.

1. UWAGI NA TEMAT BADANIA GEOMETRII OBIEKTÓW POWŁOKOWYCH

Wyznaczanie cech geometrycznych obiektów powłokowych jest jednym z podstawowych sposobów pozyskiwania informacji o ich stanie i funkcjonowaniu. Opracowane wyniki pomiarów sprawdzających i inwentaryzacyjnych wykorzystywane są zarówno w celach profilaktycznych diagnostycznych jak i badawczych. Przede wszystkim pomocne są przy podejmowaniu działań związanych z zapewnieniem warunków bezpiecznej pracy i prawidłowego funkcjonowania obiektów oraz przy rozpoznawaniu ewentualnych przyczyn występowania ich deformacji.

Podstawą określania parametrów geometrycznych są wyniki okresowych obserwacji (geodezyjnych lub fotogrametrycznych) zbioru punktów reprezentujących powłokę. Technika pomiaru i klasa sprzętu pomiarowego powinna być dostosowana do wymogów użytkownika i uwarunkowań konstrukcyjnych danego obiektu.

Klasyczną metodą obserwacji budowli powłokowych o osiach obrotu w przybliżeniu pionowych jest metoda *otaczających stycznych*. Z punktów odniesienia mierzy się kąty poziome i pionowe kierunków stycznych w wybranych przekrojach badanej powłoki. Opracowanie wyników pomiarów wykonanych tą metodą może być jedno lub dwuetapowe (tzw. metodą wcięć stożkowych). Należy zwrócić uwagę na to, że metoda otaczających stycznych jest metodą przybliżoną określania geometrii obiektów. Obliczenia bazują bowiem na założeniu, że długość stycznej do powłoki rzeczywistej jest równa długości stycznej do aproksymowanej powierzchni matematycznej.

W przypadku metody *wcięć przestrzennych* wykonuje się pomiary kątów poziomych i pionowych, z conajmniej dwóch stanowisk, do uprzednio zasygnalizowanych na obiekcie punktów. Punktami tymi mogą być odpowiednie tarcze celownicze, znaki malowane lub naklejane na obiekcie lub punkty sygnalizowane przy pomocy wiązki laserowej. Do bezkontaktowego określania współrzędnych przestrzennych punktów sygnalizowanych przy pomocy wiązki laserowej oraz do rejestrowania niewielkich zmian geometrycznych obiektów służyć mogą systemy pomiarowe takie jak TMS czy ATMS. W przypadku systemu ATMS zarówno proces celowania jak i opracowanie wyników odbywa się za pośrednictwem komputera. Pomiar wykonywany może być jednocześnie dwoma lub większą liczbą teodolitów. Bazę systemu stanowią teodolity TM 3000 L i TM 3000 V oparte na modelu WILD T 3000. Za pośrednictwem TM 3000 L punkt sygnalizowany jest przy użyciu lasera. Zasygnalizowany punkt jest automatycznie namierzany przez drugi z teodolitów - TM 3000 V zaopatrzony w kamerę CCD. Po wykonaniu pomiarów, oprócz obliczenia współrzędnych punktów nacelowania, można określać takie elementy geometryczne jak prostoliniowość, płaskość powierzchni, kołowość, paraboliczność, kulistość, walcowość.

W praktyce znalazła zastosowanie również metoda *biegunowa* (np. przy badaniach kształtu metalowych zbiorników kulistych). Wraz z pojawieniem się dalmierzy bezzwierciadlanych typu DIOR pokonane zostały trudności związane z koniecznością mocowania na obiekcie lustra oraz uwzględnianiem redukcji lustro-powłoka. Ponadto powstała możliwość obserwacji punktów praktycznie dowolnie rozmieszczonych na powierzchni badanego obiektu, a więc możliwość uwzględniania w szerszym stopniu uwarunkowań konstrukcyjnych obiektu, co w badaniach cech geometrycznych ma znaczenie podstawowe.

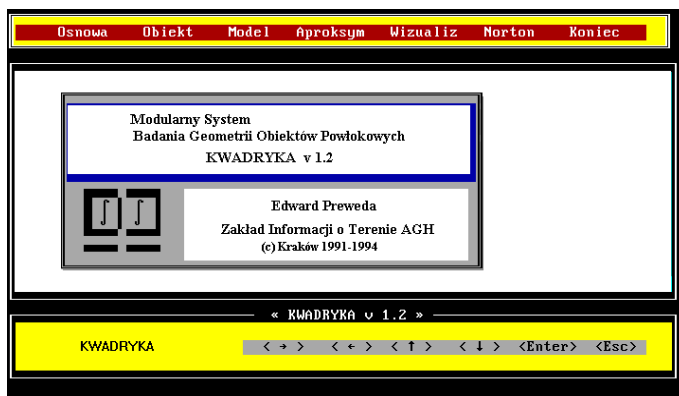
Zaznaczyć należy ponadto szczególną przydatność *metody trygonometrycznej* do obserwacji różnorodnych przekryć. Do sygnalizacji punktów stosowane są najczęściej urządzenia laserowe.

W przypadku pomiarów wykonywanych dla niektórych specjalnych obiektów, takich jak radioteleskopy, anteny paraboloidalne czy kadłuby statków, mogą być stosowane także inne techniki geodezyjne.

Oprócz metod geodezyjnych, przy wyznaczaniu geometrii obiektów powłokowych szerokie zastosowanie znalazły metody fotogrametryczne. Rejestrację stanu obiektu dokonuje się, w zależności od rodzaju i rozmiarów obiektu, kamerami naziemnymi, fototeodolitami lub kamerami stereoskopowymi. Obserwacje stereoskopowe umożliwiają wykonywanie pomiarów bez konieczności sygnalizacji punktów na obiekcie badań. W praktyce jednak sygnalizację taką najczęściej wykonuje się, ponieważ gładkie, bez charakterystycznych punktów powłoki sprawiają wiele problemów z jednoznaczną identyfikacją punktów na stereogramie podczas analitycznego opracowania zdjęć.

Proces aproksymacji powierzchni, prowadzący do wyznaczenia parametrów modelu matematycznego powłoki oraz do określenia w obserwowanych punktach wartości odchyłek powierzchni obserwowanej od wyaproksymowanej, jest przedmiotem wielu prac naukowych. Pewien wkład ma również autor niniejszego referatu.

W pracy [1] autor przedstawił system umożliwiający rozszerzenie zakresu badań oraz zautomatyzowanie procesu wyznaczania cech geometrycznych obiektów powłokowych. Przedstawione w powyższej pracy algorytmy pozwalają na aproksymację wszystkich parametrów powierzchni stopnia drugiego oraz umożliwiają wprowadzanie dodatkowych warunków brzegowych na aproksymowaną powierzchnię (powierzchnia obrotowa, o pionowej osi głównej, itp.). Zestawienie parametrów powierzchni aproksymowanej przy różnych warunkach brzegowych daje pogląd nie tylko na lokalne zmiany kształtu powłoki ale również na zmiany globalne. Może służyć na przykład do analizy wpływu różnego typu obciążeń działających na dany obiekt, takich jak obciążenia wiatrem, śniegiem czy ciężarem własnym konstrukcji. Odejście od przyjętego powszechnie standardu określania geometrii obiektów względem powierzchni obrotowych i uogólnienie procedury aproksymacji powierzchni umożliwia ponadto zastosowanie uogólnionych algorytmów do aproksymacji lokalnej przy pomocy płatów powierzchniowych oraz wpływa korzystnie na proces modelowania powierzchni. Powykonawcze pomiary sprawdzające i pomiary inwentaryzacyjne mają służyć nie tylko do stwierdzenia stanu geometrycznego badanych obiektów, ale również powinny dostarczać informacji do ustaleń normatywnych. Z tego względu, bardzo istotną rolę odgrywa ścisła analiza dokładności. Algorytmy pozwalające na prowadzenie takich analiz autor opracował i przedstawił również w pracy [1]. W rezultacie aproksymacji powierzchni stopnia drugiego otrzymuje się między innymi lokalne odchyłki kształtu powierzchni obserwowanej względem wyaproksymowanej. Na ich podstawie powierzchnia jest modelowana przy zastosowaniu funkcji segmentowych.



Rys. 1 Postać ekranu po uruchomieniu systemu KWADRYKA

mogą być wykreślane w dowolnie ustalonych skalach. Pliki typu DXF pozwalają również na komunikowanie się z innymi aplikacjami, na przykład systemami do analizy konstrukcji inżynierskich.

Zasadnicza część problemu badania geometrii powłok została już rozwiązana. Opracowany przez autora system pomiaru, obliczeń, modelowania i wizualizacji zmian geometrycznych obiektów powłokowych podsumowuje badania prowadzone przez innych autorów oraz wnosi wiele elementów nowych. Rozpoznanie zjawiska deformacji powłok stanowi jednak jeszcze szerokie pole dla badań. Należy pamiętać, że inwentaryzacja obiektów powłokowych, których geometria jest zmienna w czasie, dokumentuje jedynie historię zaistniałych zmian. Skuteczne możliwości bieżącego aktualizowania informacji, dokumentowania przebiegu zjawisk i opisu ruchu stwarza technika komputerowa. Zdaniem autora, omówiony pokrótce system powinien jednak, oprócz stanu aktualnego, dysponować prognozą zjawiska deformacji.

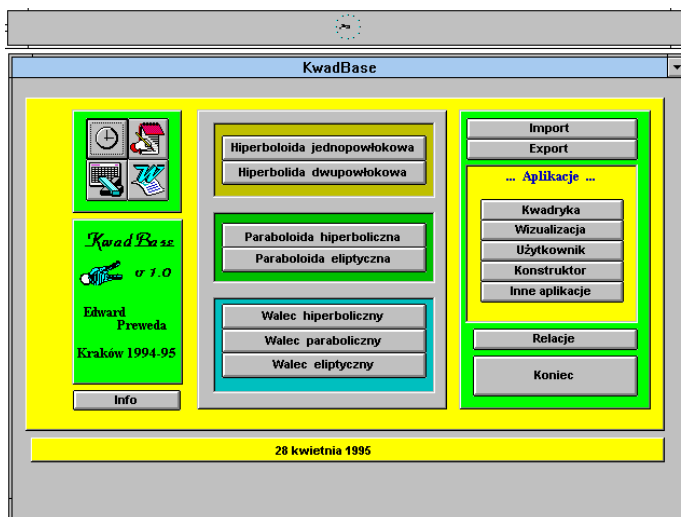
Opracowany przez autora system badania geometrii obiektów powłokowych jest w pełni oprogramowany. Proponowane w pracy [1] algorytmy realizuje modułarny system pod nazwą *Kwadryka*. Oprócz estymacji parametrów powierzchni system ten zapewnia wizualizację dyskretnego modelu odchyłek kształtu, modelowanie powierzchni oraz wizualizację modelu ciągłego. Wykresy i mapy zmian geometrycznych można oglądać na ekranie monitora. Dzięki zapisom w postaci plików typu DXF mogą być również przenoszone poprzez dostępne otoczenie graficzne na różne drukarki i plotery, gdzie

Doskonałym materiałem badawczym nad kinematycznymi i dynamicznymi modelami deformacji są wyniki pomiarów powykonawczych i inwentaryzacyjnych obiektów powłokowych, niestety najczęściej nie są one przechowywane lub są niedostępne. Zdaniem autora, prognoz deformacji powłok nie można oprzeć na testach symulacyjnych. Jedynie śledzenie rzeczywistych zmian geometrii w czasie może zapewnić ich skuteczność. Z tych względów autor proponuje, w pierwszym etapie, utworzenie bazy danych o stanie geometrycznym obiektów powłokowych. Jest to rozwiązanie korzystne nie tylko w sensie prowadzenia dalszych badań. Ze względu na fakt posiadania uporządkowanego zbioru informacji, baza danych może być wykorzystywana również przez użytkowników obiektów. Ponadto, z zasobów bazy mogą korzystać konstruktorzy obiektów powłokowych. Komputerowa baza danych umożliwiłaby również korzystanie z jej zasobów specjalistom zajmującym się innego rodzaju badaniami obiektów powłokowych, jak na przykład rejestracją i obróbką różnego rodzaju defektów powierzchni czy też pomiarami i ustaleniami optymalnej grubości otuliny i zbrojenia. Na jakość wyników pomiarów inwentaryzacyjnych obiektów powłokowych ma wpływ, w głównej mierze, dobór punktów obserwacyjnych reprezentujących badaną powłokę. Ustalenie sposobu rozmieszczenia punktów oraz ich liczby należy przeprowadzać indywidualnie dla danego obiektu, należałoby jednak wypracować pewne ogólne zasady postępowania. Naturalnie istnieje w tym zakresie wiele poglądów, nie są one jednak jednolite. Szczegółowa analiza wielu wykonanych pomiarów oraz efektów ich opracowania pozwoliłaby na ujednoczenie tych zasad. Jest to kolejny powód dla którego należałoby gromadzić odpowiednie dane w komputerowej bazie.

Reasumując, autor jest zdania, że wyniki kosztownych pomiarów inwentaryzacyjnych i ich opracowania nie powinny "przepadać" po jednokrotnym wykorzystaniu. Powinny pozostać i być dostępne chociażby dla pogłębiania wiedzy o teoretycznych modelach deformacji i ich oddziaływaniu na konstrukcje.

2. REALIZACJA SYSTEMU KwadBase

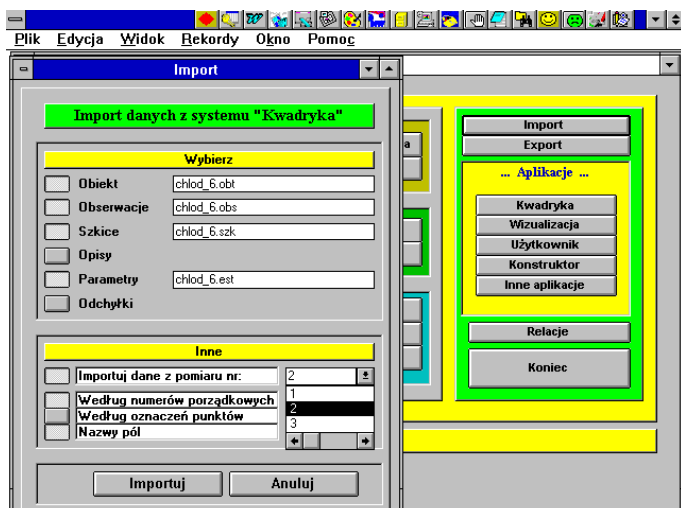
O sukcesie i zakresie zastosowań każdego systemu informacji przestrzennej decyduje poprawnie stworzona baza danych. Przy konstrukcji systemu nakłady na stworzenie bazy danych są dominujące.



Rys. 2. Menu główne aplikacji KwadBase

czy Sybase.

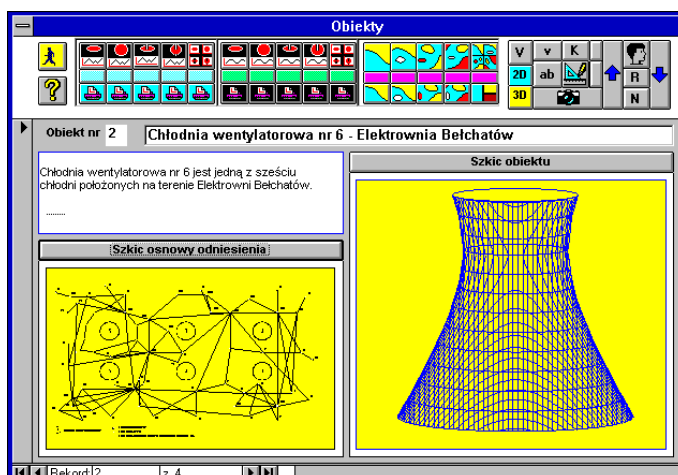
Podstawowym warunkiem jaki musi spełniać każdy z lokalnych systemów informacji jest posiadanie standardu zapisu i transmisji danych. Praktyczną realizację bazy autor rozpoczął w systemie Access. System ten zapewnia swobodną wymianę danych i korzystanie z informacji zawartych w aplikacjach zewnętrznych. Ogromnym ułatwieniem podczas tworzenia aplikacji są mechanizmy oferowane przez Windows - OLE i DDE. Dzięki możliwości wymiany informacji również w standardzie ODBC (Open DataBase Connectivity) można też korzystać z danych znajdujących się w gotowych już bazach danych stworzonych przez inne aplikacje. Chodzi tu o takie programy jak dBase, FoxPro, Oracle, SQL Server, Informix



Rys. 3. Przykład importu danych

Podstawowym zadaniem aplikacji *KwadBase* jest wprowadzanie i prezentacja danych pochodzących z obserwacji obiektów powłokowych, estymacji cech geometrycznych i wizualizacji geometrii obiektów oraz powiązanie informacji zawartych w aplikacjach zewnętrznych.

Dane tekstowe mogą być przechowywane łącznie z informacją graficzną, lub mogą być dołączane z baz tekstowych, dokumentów utworzonych za pomocą różnych edytorów tekstu, arkuszy kalkulacyjnych itp.



Rys. 4 Widok ekranu podczas edycji jednego z obiektów

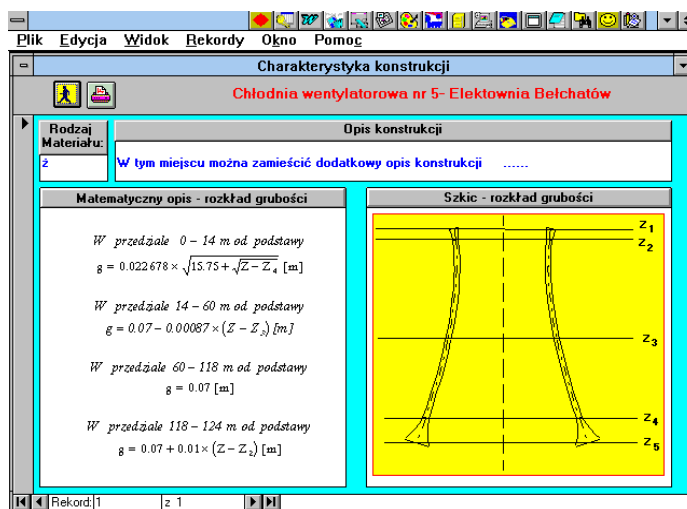
Aktualnie, głównie z uwagi na duży zakres prac i koszty przedsię-wzięcia, autor pracy poczynił dopiero pierwsze kroki zmierzające do utwo-rzenia systemu *KwadBase*. Prezentowana, pod kątem użytkownika systemu, aplikacja obsługuje informa-cje związane z geometrią obiektów powłokowych.

W przypadku estymacji parametów powierzchni przy pomocy systemu *Kwadryka*, istnieje możliwość bezpośredniego importu danych do bazy (rys. 3). Zasadniczą cechą realizowanej aplikacji jest możliwość tworzenia i dołączania aplikacji zewnętrznych - tworzonych przez osoby trzecie. Można na przykład połączyć aplikacje utworzone przez konstruktora, użytkownika czy innych specjalistów trudniących się badaniami obiektów powłokowych.

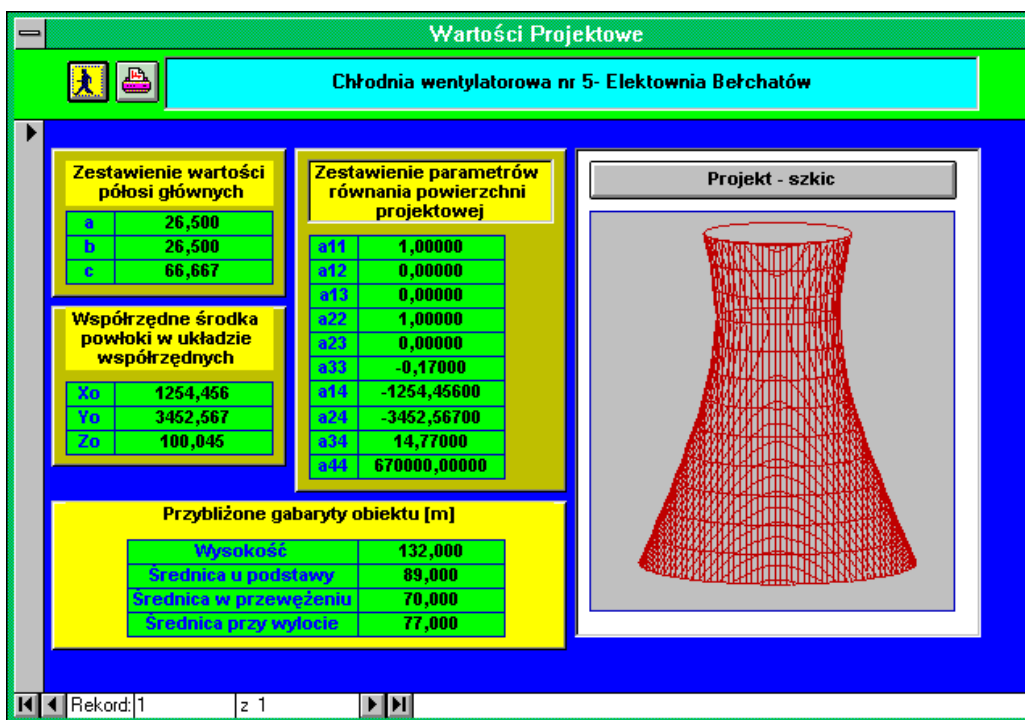
Każdy obiekt wprowadzony do bazy może być opisany w sposób mniej lub bardziej szczegółowy, przy czym, utworzone zostały do tego celu ściśle określone formularze.

Położenie obiektu w przestrzeni odnoszone jest zawsze względem osnowy sytuacyjno-wysokościowej (rys. 4). Oparcie bazy danych o układ współrzędnych pozwala na powiązanie systemu z tworzonym w kraju Systemem Informacji o Terenie.

W wersji 1.0 KwadBase dysponuje między innymi formularzami służącymi do wprowadzenia podstawowych danych o konstrukcji obiektu. Na przykład, dla hiperboloidalnych chłodni jednopowłokowych przewiduje się wprowadzenie informacji odnośnie rozkładu grubości powłoki (rys. 5) oraz projektowych wartości parametrów powłoki środkowej chłodni (rys. 6).



Rys 5. Przykład edycji danych o konstrukcji chłodni



Rys. 6 Przykład formularza do edycji wartości projektowych

Rozkład grubości powłoki oraz projektowe wartości parametrów powierzchni środkowej obiektu mogą stanowić podstawę wyszukiwania i analizy obiektów o podobnych cechach.

Parametry_obl

Objekt nr 1 Chłodnia wentylatorowa nr 5- Elektownia Bełchatów

Zestawienie parametrów powierzchni wyaprosymowanej. Model ogólny Pomiar nr : 1

Zestawienie wartości pól głównych				
parametr	wartość	błąd	przedział	p=0.95
a	27,517	0,008	0,000	- 0,000
b	27,448	0,008	0,000	- 0,000
c	66,448	0,179	0,000	- 0,000

Sporządził: inż. Edward Preweda
Zakład Informatyki o Terenie
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Wartości parametrów obliczone programem "Kwadyka" dn. 12.04.1995
UWAGA : Ocena dokładności param...

Współrzędne środka powłoki				
parametr	wartość	błąd	przedział	p=0.95
Xo	46050,705	0,005	0,000	- 0,000
Yo	57935,040	0,004	0,000	- 0,000
Zo	303,573	0,027	0,000	- 0,000

Parametry równania powierzchni				
parametr	wartość	błąd	przedział	p=0.95
a11	1,00000	0,000	0,000	- 0,000
a12	-0,00041	0,000	0,000	- 0,000
a13	-0,00012	0,000	0,000	- 0,000
a14	0,00000	0,000	0,000	- 0,000
a22	1,00000	0,000	0,000	- 0,000
a23	0,00009	0,000	0,000	- 0,000
a24	0,00000	0,000	0,000	- 0,000
a33	-0,16641	0,000	0,000	- 0,000
a34	0,00000	0,000	0,000	- 0,000
a44	-757,06215	0,000	0,000	- 0,000

Inne parametry		
parametr	wartość	błąd
Wychylenie osi głównej	0,0063	0,0009
Azymut wychylenia	359,4759	0,0132
Suma kwadratów odchyłek kształtu	0,000	

Rekord: 1 z 1

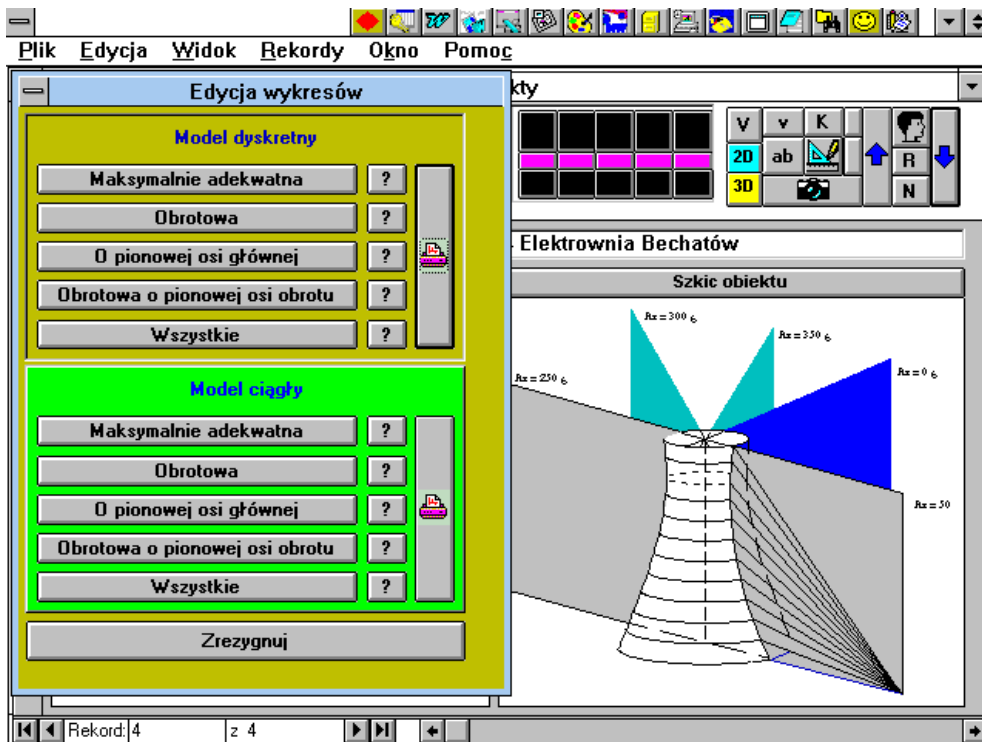
Rys. 7 Postać formularza służącego do wprowadzenia /importu estymowanych parametrów hiperboloidy jednopowłokowej

Przewidziano ponadto możliwość dołączania dodatkowych informacji o konstrukcji obiektu, takich jak rysunki, szkice, mapy, fotografie czy opisy tekstowe. Wszystkie informacje mogą być importowane z zewnątrz lub tworzone bezpośrednio w bazie danych.

Na rys.7 przedstawiono widok ekranu na etapie wprowadzania estymowanych parametrów hiperboloidy jednopowłokowej. Oprócz estymacji punktowej, w formularzu uwzględniono możliwość wprowadzenia wyników z estymacji przedziałowej. Przechowywana w bazie ocena dokładności estymowanych parametrów pozwoli w przyszłości na zdefiniowanie tezaursu deformacji dla poszczególnych typów obiektów powłokowych

Oprócz opisów tekstowych i analitycznych, baza oferuje szeroką gamę możliwości w zakresie graficznej prezentacji geometrii powłoki. Dla przykładu, umożliwia sporządzanie lub importowanie wykresów odchyłek kształtu powierzchni.

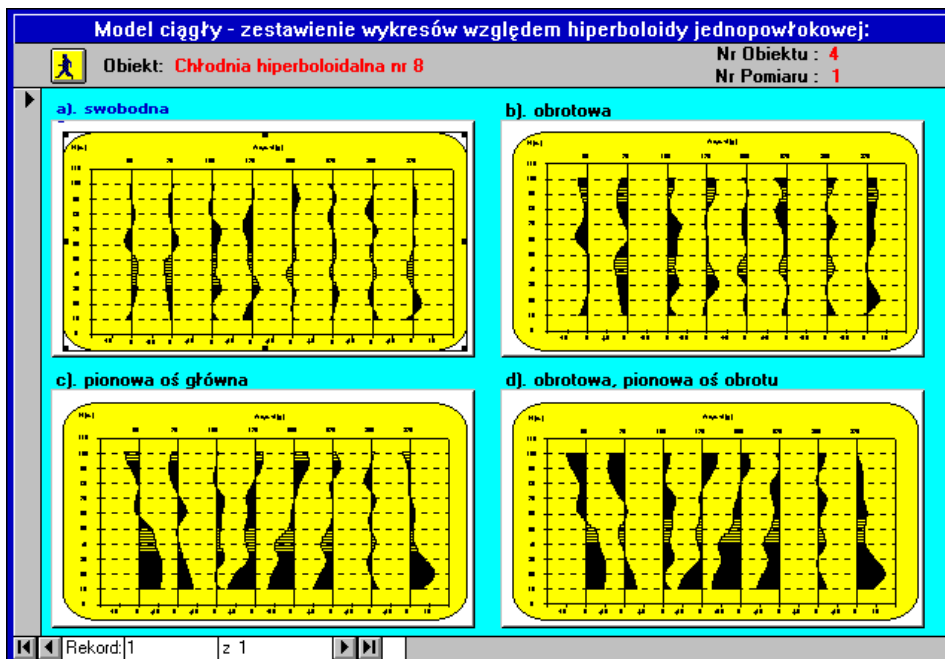
Na wykresach może być prezentowany zarówno model dyskretny odchyłek kształtu jak i model ciągły powstały po wygładzeniu powierzchni funkcjami sklejanymi



Rys. 8 Przykładowe menu umożliwiające edycję wykresów odchyłek kształtu

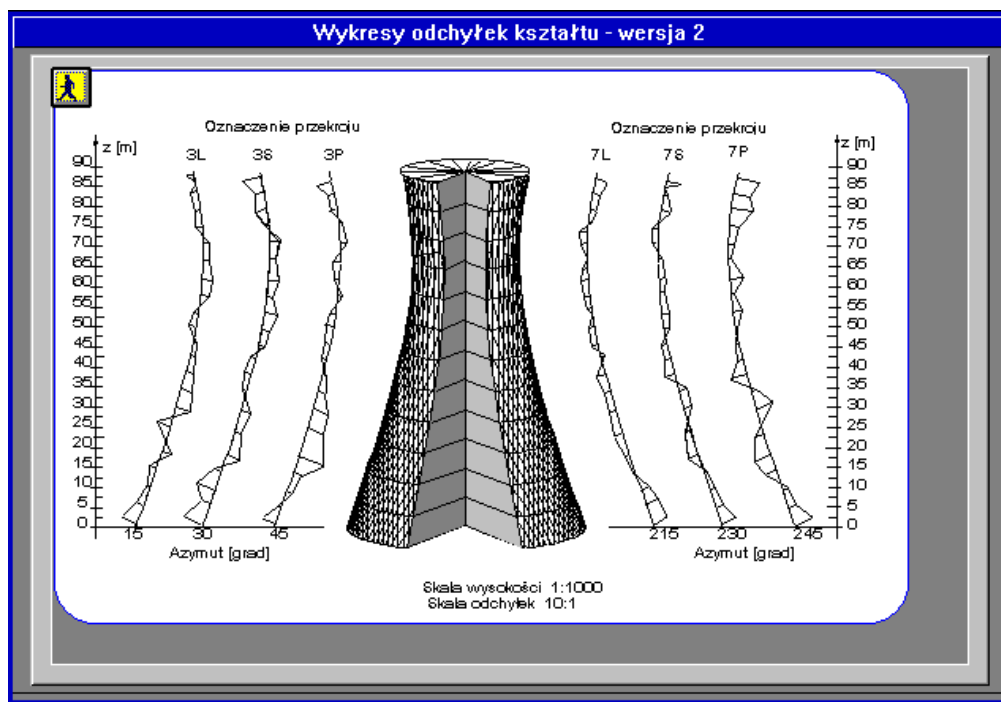
Rys. 8 przedstawia rozwijalne menu pozwalające na edycję wykresów zarówno dla modelu dyskretnego jak i ciągłego. Na rys. 9 przedstawiono postać ekranu podczas przeglądania

sporządzonych wcześniej wykresów. W tym przypadku przeglądane są jednocześnie wykresy odchyłek kształtu powierzchni obserwowanej względem różnych powierzchni modelowych.



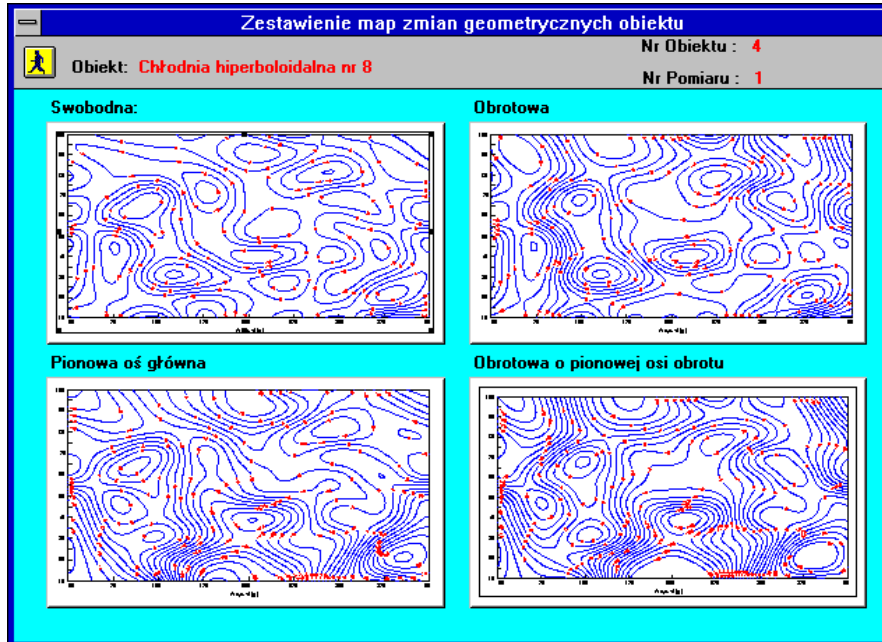
Rys. 9 Postać ekranu podczas przeglądania wykresów obrazujących zmiany geometrii obiektu

Forma sporządzanych wykresów lokalnych odchyłek kształtu może być różnorodna. Na rysunku 10 przedstawiono przykładowe wykresy odchyłek w rzucie prostokątnym do płaszczyzny przekroju, na tle hiperboloidy jednopowłokowej



Rys. 10 Inny przykład sporządzania odchyłek kształtu powierzchni zaobserwowanej względem wyaprosymowanej.

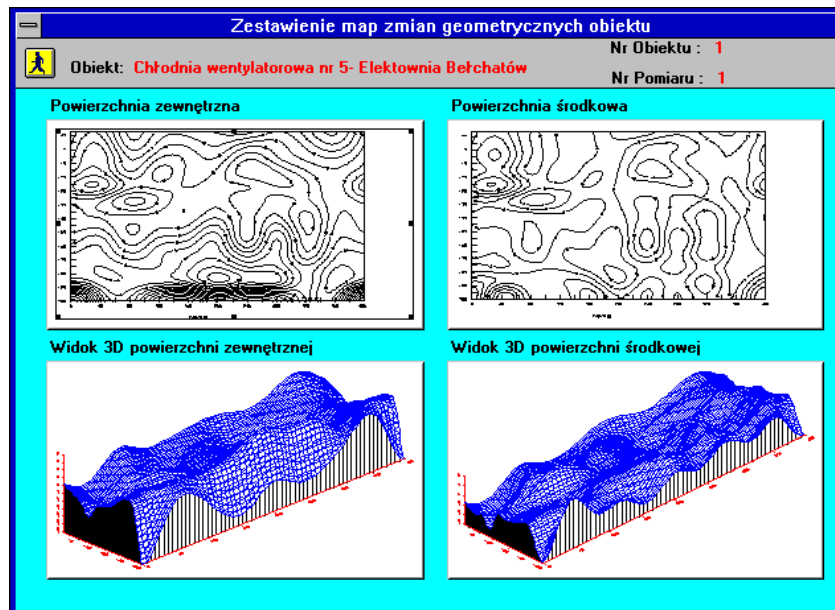
Podobnie jak w przypadku wykresów, *KwadBase* oferuje pakiet formularzy służących do przechowywania map izolinii odchyłek powierzchni obserwowanej względem różnych modeli matematycznych. Poszczególne mapy mogą być przeglądane pojedynczo lub w zestawieniach (rys. 11, 12, 13).



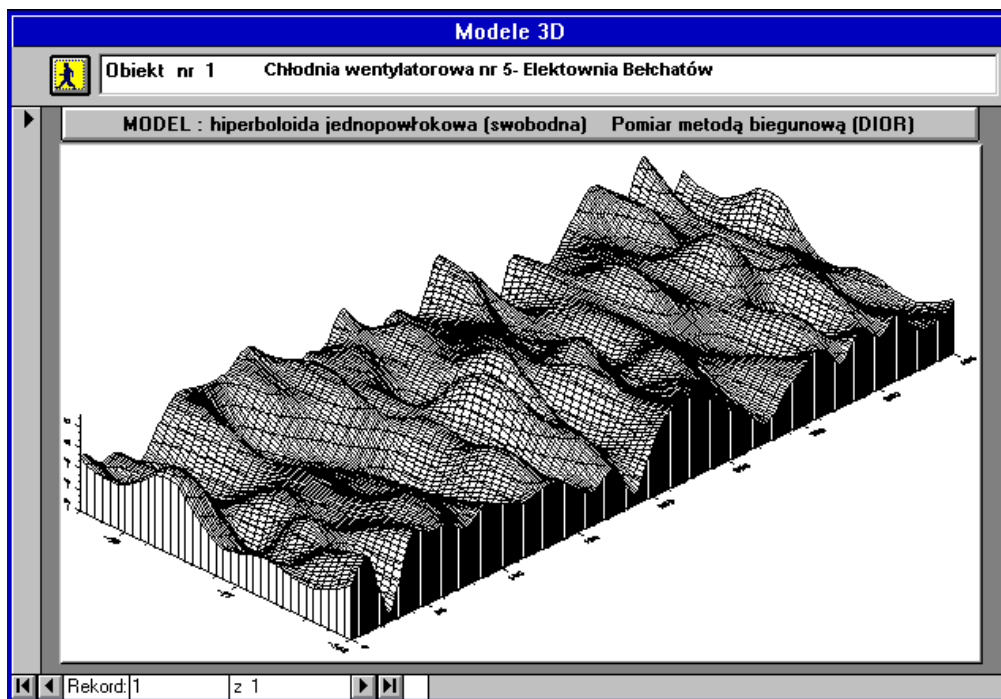
Rys. 11 Postać ekranu podczas przeglądania modeli ciągłych

Pracę użytkownika systemu ułatwiają piktogramy których znaczenie opisane jest w plikach pomocy. Informacje zawarte w bazie (wszystkie lub wyselekcjonowane) mogą być przesyłane na drukarki lub eksportowane do innych, zewnętrznych baz danych.

W drugim etapie, aplikacja *KwadBase* będzie rozszerzona o możliwości wyszukiwania obiektów o podobnych cechach oraz analizy zachowania się powierzchni obiektów w czasie.

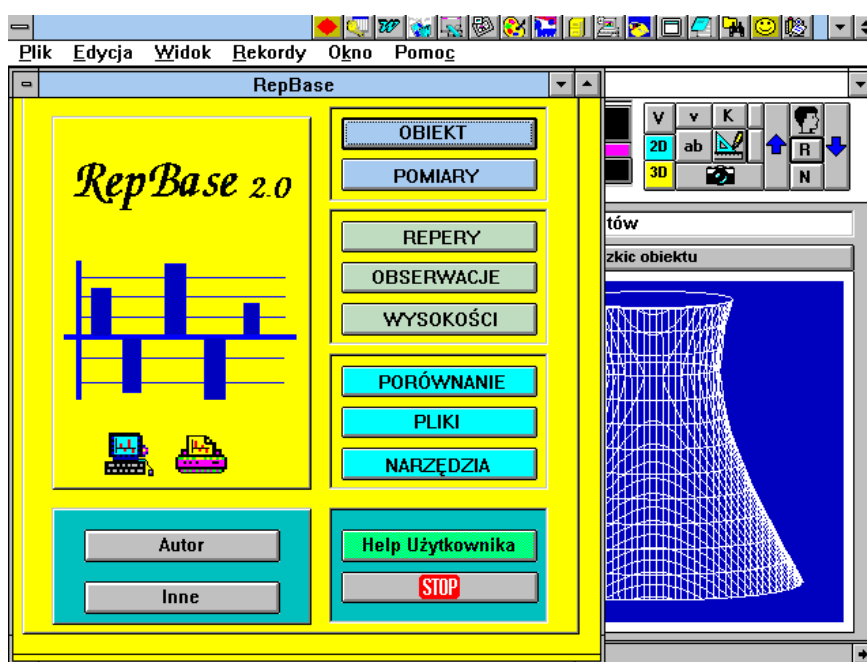


Rys. 12 Przykład ilustrujący możliwość jednoczesnego przeglądania rysunków 2D i 3D



Rys. 13 Postać ekranu w przypadku szczegółowej edycji modelu zmian geometrycznych badanej powłoki

Podkreślaną zaletą utworzonej aplikacji jest możliwość komunikacji z innymi aplikacjami, również aplikacjami powstałymi w innych systemach. Na rysunku 14 przedstawiona jest postać ekranu w przypadku fizycznego połączenia aplikacji *KwadBase* z aplikacją *RepBase*. Zadaniem tej drugiej jest przechowywanie i analiza informacji dotyczących osnów wysokościowych. Szczególne miejsce ma tutaj analiza przemieszczeń pionowych. Aktualnie, autor pracuje nad utworzeniem aplikacji *NetBase*, której zadanie będzie podobne, przy czym dotyczyć będzie osnów poziomych.



Rys. 14 Przykład obrazujący możliwość współpracy z zewnętrznymi aplikacjami

3. UWAGI KOŃCOWE

Obliczanie i wymiarowanie konstrukcji powłokowych oraz rozpoznanie zjawiska deformacji powłok stanowią problemy ciągle nie w pełni rozwiązane. Katastrofy obiektów powłokowych, choć nieliczne nadal się zdarzają. Z raportów dotyczących katastrof wynika, że można odnaleźć pewne wspólne cechy charakterystyczne dla wszystkich awarii. Na przykład, w przypadku chłodni kominowych charakterystyczne jest to, że linia załamania powłoki przebiega zazwyczaj wzdłuż obszaru jednego cyklu, na wysokości około 1/3 od dolnego brzegu chłodni. Zebranie danych z wielu cykli pomiarowych dla wielu różnych obiektów umożliwi wyszukiwanie tego typu wspólnych cech oraz prognozowanie dalszego przebiegu deformacji powłok.

REFERENCES

- [1] Preweda E.: System pomiaru, obliczeń i wizualizacji zmian geometrycznych obiektów powłokowych o powierzchni stopnia drugiego, Rozprawa doktorska, AGH, Kraków 1995
- [2] Preweda E. : Ocena stanu geometrycznego obiektów powłokowych względem dowolny ch powierzchni drugiego stopnia, AGH, Geodezja, 115, Kraków, 1993
- [3] Preweda E. : Automatyzacja obliczeń i wizualizacji deformacji obiektów powłokowych o powierzchni stopnia drugiego, Warszawa, 1993
- [4] Preweda E. : Position and Shape Parameters of Second Shape Order Surface Estimated by Point and Intervals. Perelmuter Workshop on Dynamic Deformation Models, Haifa, 1994
- [5] Microsoft Access Language Reference. Microsoft Corporation. Ireland 1992.