

Problematyka budowy skanera 3D – doświadczenia własne

Plan wykładu

1. Prezentacja firmy Evatronix
2. Budowa własnego skanera 3D
3. Założenia do konstrukcji
4. Zasada działania skanera
5. Rozwój technologii
6. Badanie dokładności
7. Inne zastosowania technologii skanowania rozwijane w firmie Evatronix
8. Film nakręcony przez Telewizję Polską –Laboratorium XXI wieku
9. Działanie prototypu – na żywo



Evatronix S.A.



**Dział
projektowania
elektroniki**



Dział techniki 3D

Dział handlowy

- Systemy CAD – firmy Autodesk
- Systemy CAM - hyperMILL
- Systemy EDA – Altium Designer
- Skanery 3D (od 2005 r.)



Razem pracuje 80 wysokiej klasy inżynierów

2009 rok – decyzja o budowie własnego skanera

Opracowanie i wdrożenie urządzenia do optycznego pomiaru i rozpoznawania kształtów w zastosowaniach przemysłowych

Projekt dofinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Działanie 1.4-4.1

"Wsparcie projektów celowych oraz wsparcie wdrożeń wyników prac B+R"

Koszt całkowity 1.650 000 zł

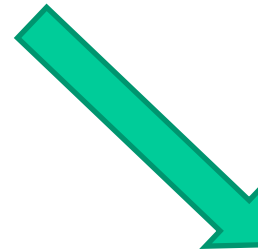
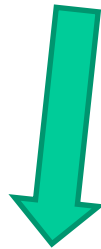


Założenia:

- **Skaner oparty na świetle białym – gdzie rzutnik multimedialny wyświetla odpowiedni wzór na skanowanym przedmiocie.**
- **Jedna lub dwie kamery rejestrujące obraz (o różnej rozdzielczości)**
- **Zintegrowany ze stolikiem obrotowym, robotem przemysłowym itp**
- **Zadawalająca dokładność dla inżynierów mechaników**
- **Łatwy i przyjazny w obsłudze**

Nie chcemy budować uniwersalnych skanerów – chcemy budować urządzenia które zaspokajają zadania i potrzeby końcowych użytkowników.

Przedmioty do skanowania



O charakterze artystycznym – bez
potrzeby budowy analitycznego modelu
CAD



O charakterze artystycznym – z
pełnym modelem CAD



Części maszyn



Inżynieria odwrotna

Inspekcja

Wybrane aspekty z projektowania skanera 3D

Projekcja odpowiednio dobranych wzorów na skanowanym obiekcie

Głównym problemem skanowania 3-D przy użyciu dwóch kamer jest znalezienie pary pikseli obu kamer, które rejestrują fragmenty obiektu oświetlone przez ten sam piksel projektora.



Identyfikacja źródła oświetlenia fragmentów obiektu rejestrowanych przez poszczególne piksele każdej z kamer

Najważniejsze metody identyfikacji źródła oświetlenia poszczególnych fragmentów skanowanego obiektu



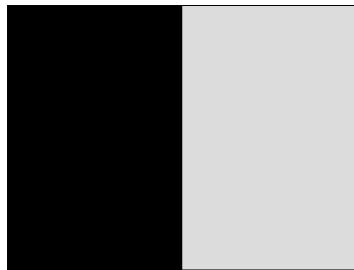
Metoda światła strukturalnego

*oświetlanie obiektu serią zdjęć
w postaci odpowiednich układów
czarno-białych pasów*

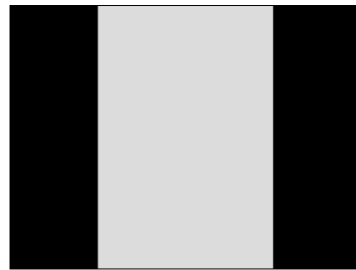
Metoda fazowa

*oświetlanie obiektu zdjęciem
w postaci prążków o sinusoidalnie
zmiennym natężeniu barwy*

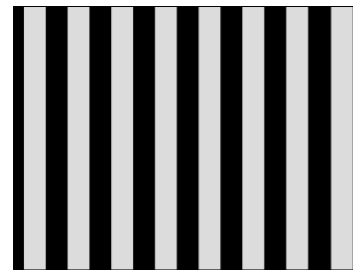
Metoda światła strukturalnego



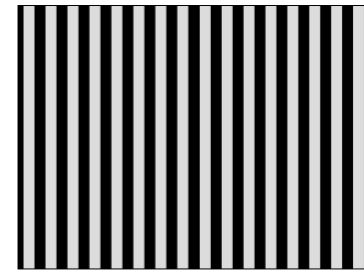
a) bit 9 (najstarszy)



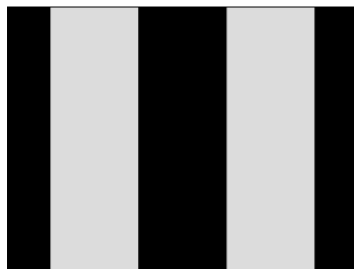
b) bit 8



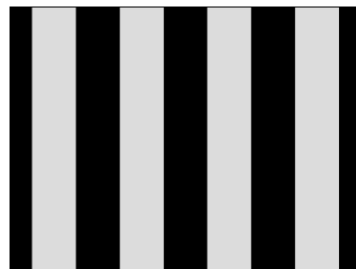
e) bit 5



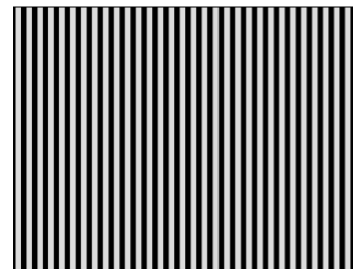
f) bit 4



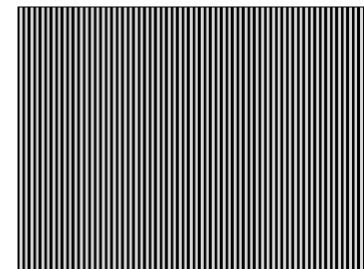
c) bit 7



d) bit 6



g) bit 3



h) bit 2

Metoda światła strukturalnego cd

Zalety:

- **jednoznaczność otrzymanego wyniku (niezależność wyniku od kolejności przetwarzania),**
- **brak ograniczeń ze strony kształtu skanowanego obiektu,**
- **duża tolerancja na zmiany oświetlenia,**
- **szybki czas przetwarzania danych,**
- **prosta implementacja.**

Wady:

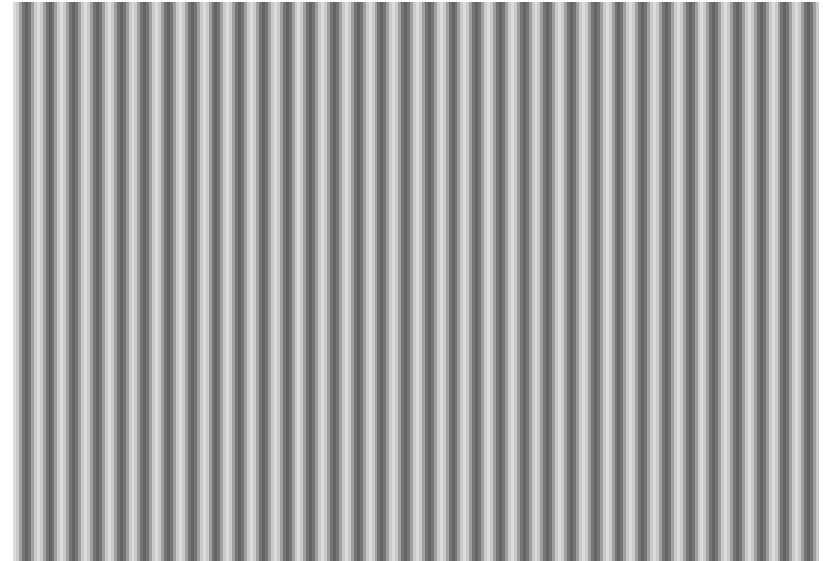
- **mała dokładność przy odtwarzaniu drobnych szczegółów,**
- **duża liczba wykonywanych zdjęć.**

Fazowa metoda skanowania

oświetlenie obiektu prążkami
sinusoidalnymi

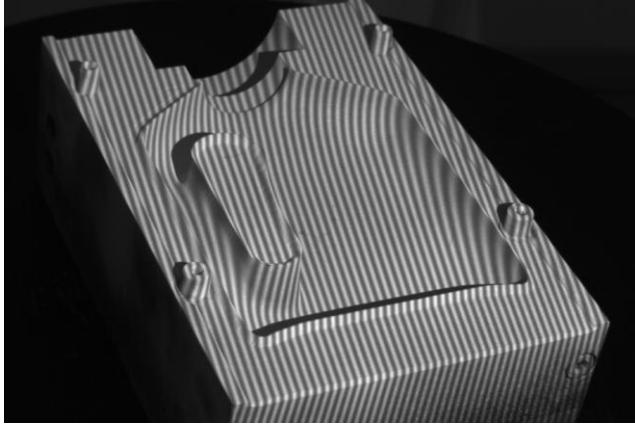


odtworzenie rozkładu fazy na
skanowanym obiekcie



Metoda fazowa - etapy:

1. ekstrakcja fazy – odtworzenie rozkładu fazy w postaci wartości ograniczonych do przedziału $(-\pi, \pi]$,
2. usunięcie nieciągłości rozkładu fazy – odtworzenie ciągłego rozkładu fazy,
3. przeliczenie wartości fazy na numery kolumn projektora, z których zostały oświetlone dane fragmenty obiektu.

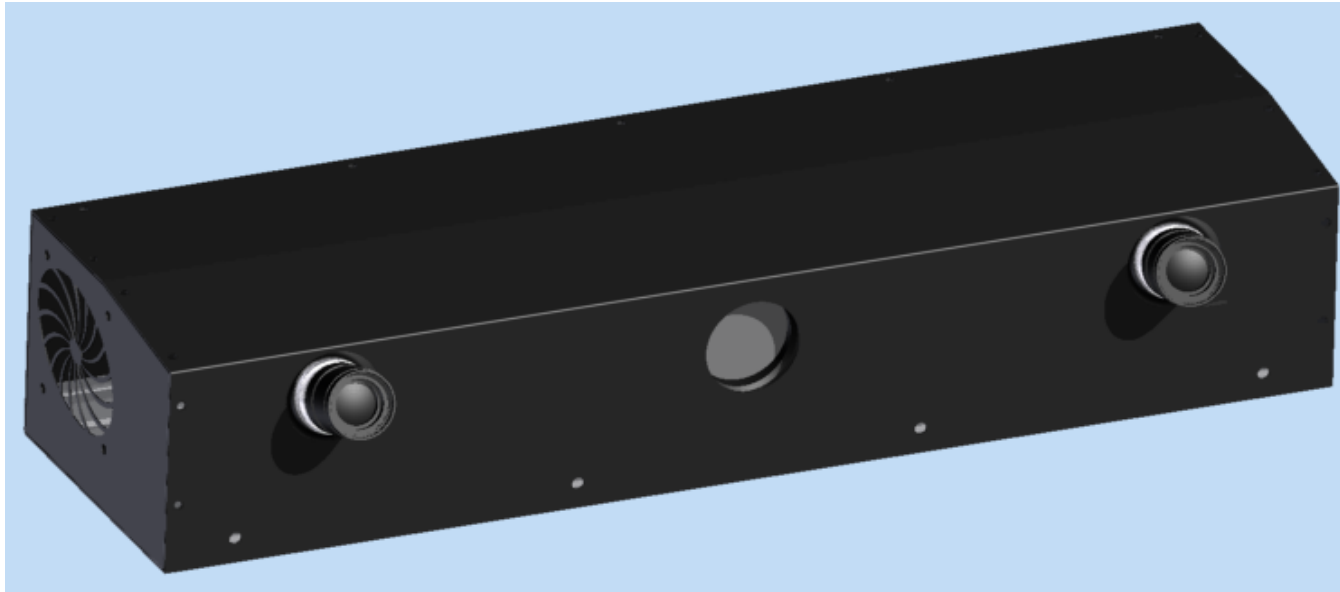


Zalety:

- duża dokładność otrzymywanych wyników,
- dobre odtwarzanie szczegółów obiektu,
- mała liczba wykorzystywanych zdjęć.

Wady:

- możliwość szerokiej propagacji błędu,
- ograniczenia co do kształtu skanowanego obiektu,
- konieczność zapewnienia dobrych warunków oświetlenia,
- skomplikowane algorytmy przetwarzania,
- duży czas przetwarzania.



Wersja beta Eviscan

Rozwój technologii:

- Stolik obrotowy
- Roboty i ramiona pomiarowe
- Obróbka obrazów w czasie rzeczywistym poprzez zaimplementowanie algorytmów do procesora. Całe przetwarzanie odbywać się będzie w czasie rzeczywistym. Skaner będzie miał postać karty PCI
- Zastosowanie światła niebieskiego – jako źródła oświetlenia – mniejsza wrażliwość na zewnętrzne warunki



Opracowanie technologii wspomagania pomiarów optycznych w oparciu o modułowy system kontrolno-pomiarowy

Projekt dofinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Działanie 1.4-4.1

"Wsparcie projektów celowych oraz wsparcie wdrożeń wyników prac B+R"

Koszt całkowity 1.084.268 zł

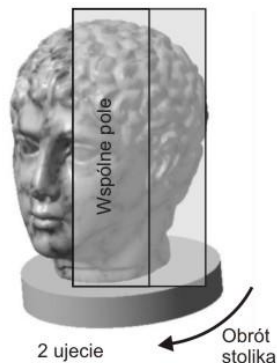


Metodyka skanowania

Dla części osiowo-symetrycznych



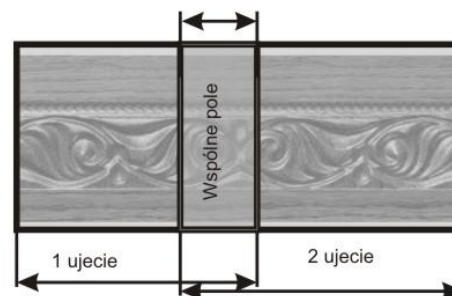
1 ujęcie



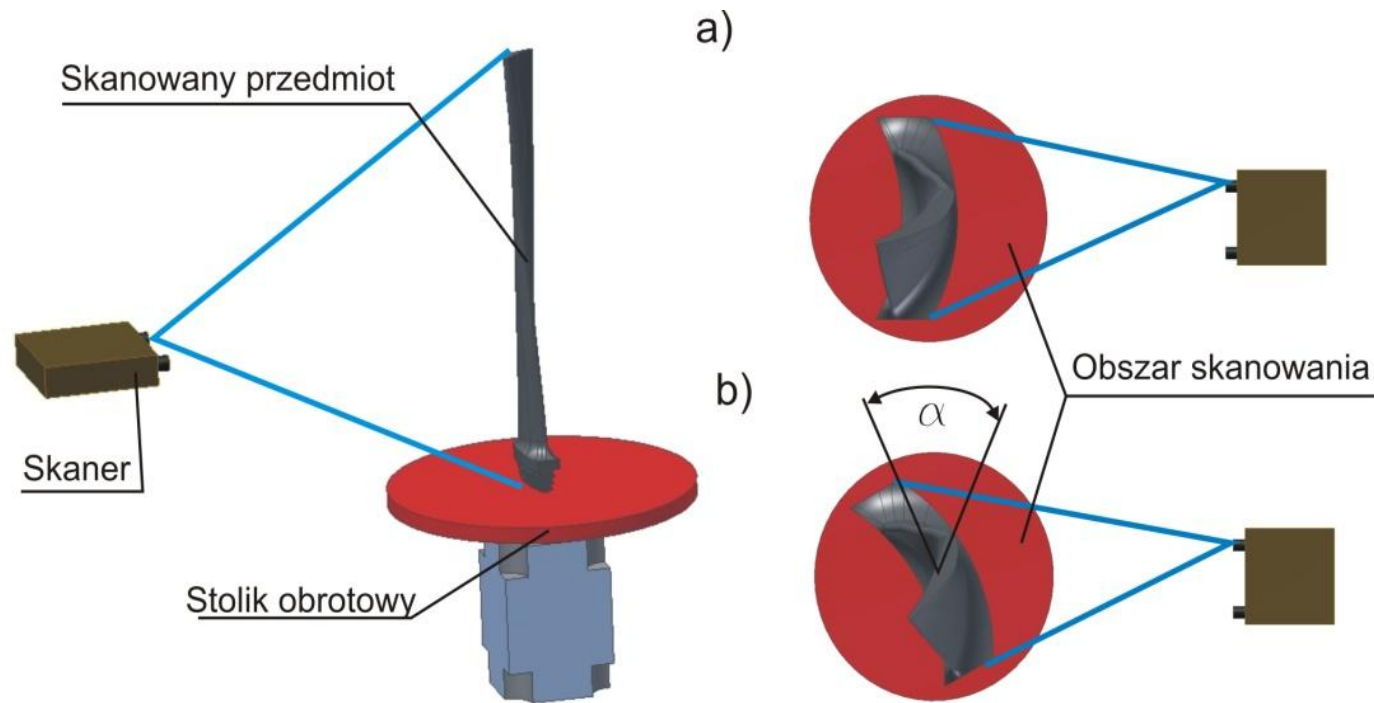
2 ujęcie

Obrót
stolika

Dla części pryzmatycznych

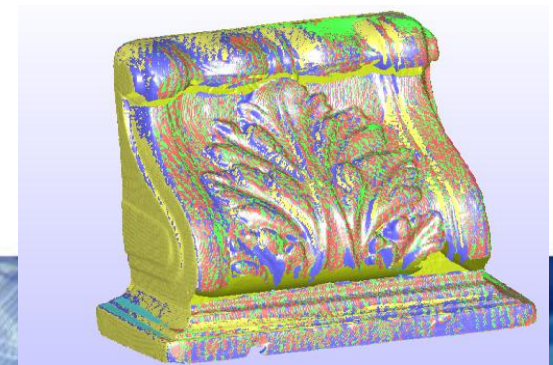


Prace nad stolikiem obrotowym – automatyzując skanowanie

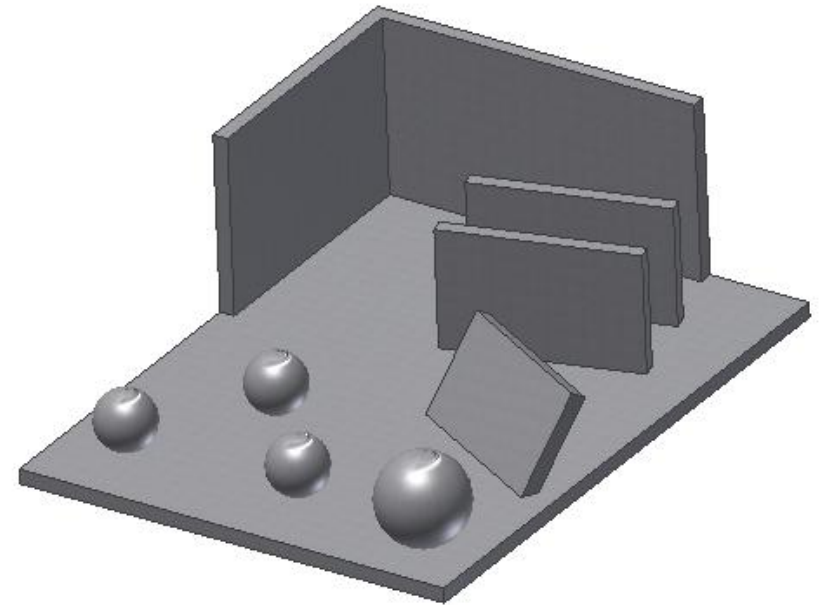
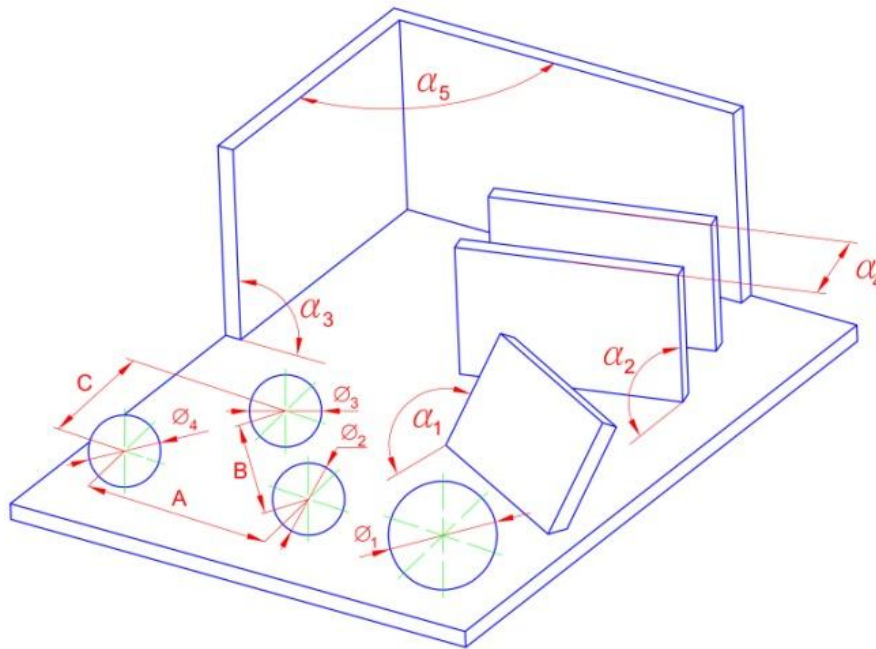


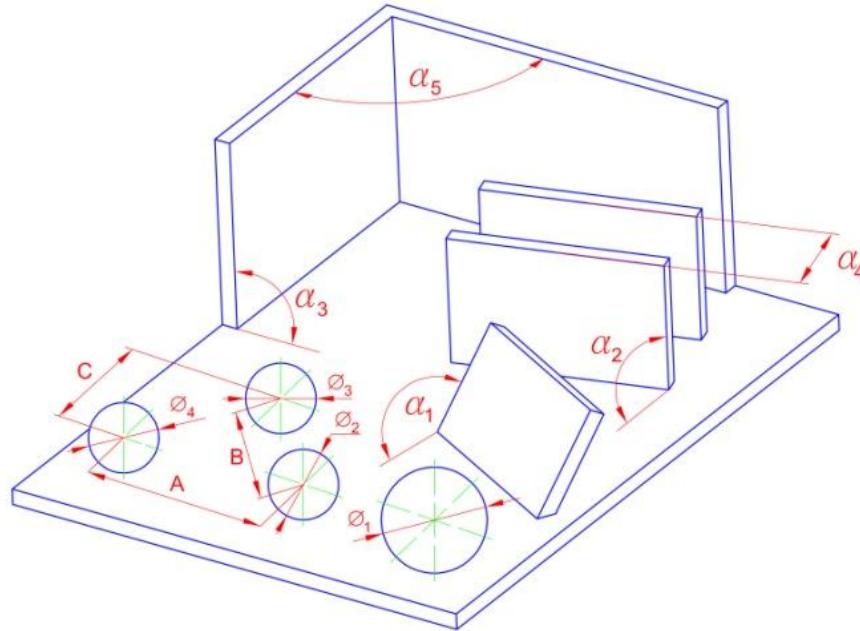
Założenia projektowe do stolika

- Skanowanie ma odbywać się w sposób automatyczny,
 - W wyniku mamy otrzymać jedną chmurę punktów opisującą kształt skanowanego przedmiotu
- ↓
- Konieczne jest precyzyjne wyznaczenie osi stolika – bo względem tej osi będą składane poszczególne skany – stanowiące obraz skanowanej części.
 - Oś wyznaczana automatycznie bez przedmiotów referencyjnych



Jak badaliśmy dokładność naszego skanera?





Parametr	Wartość
α_1 [°]	121,500
α_2 [°]	89,705
α_3 [°]	90,019
α_4 [°]	0,065
α_5 [°]	90,048
A [mm]	119,448
B [mm]	102,338
C [mm]	97,794
$\varnothing_1$ [mm]	60,339
$\varnothing_2$ [mm]	40,017
$\varnothing_3$ [mm]	40,015
$\varnothing_4$ [mm]	40,015

Wzorzec zmierzony na maszynie pomiarowej MicroXcel 765

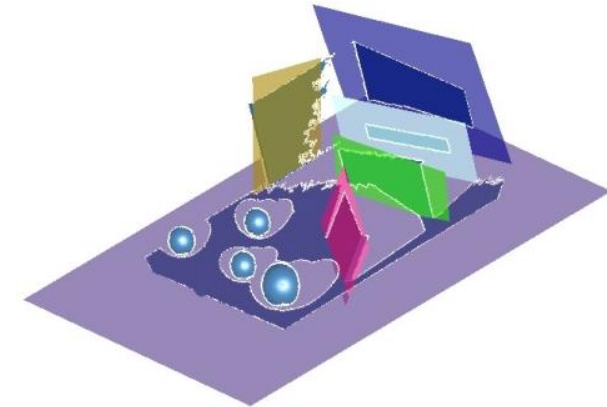
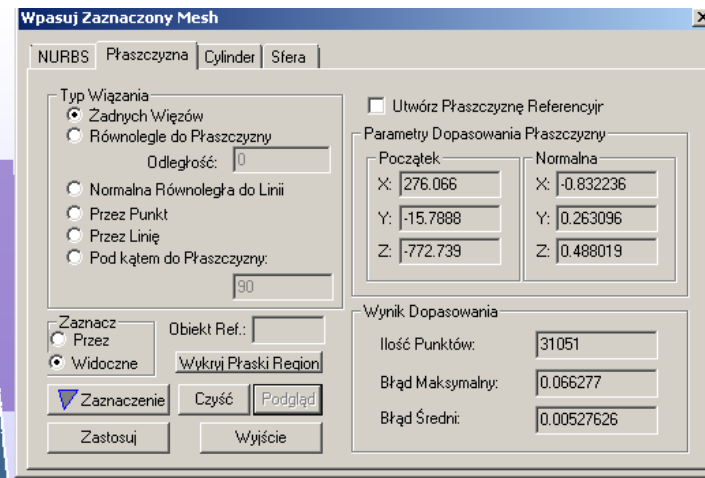
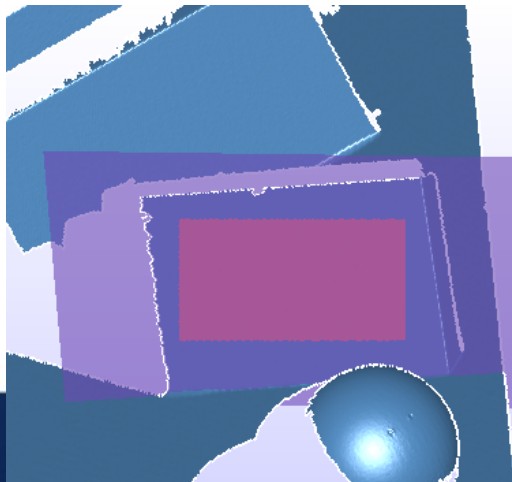
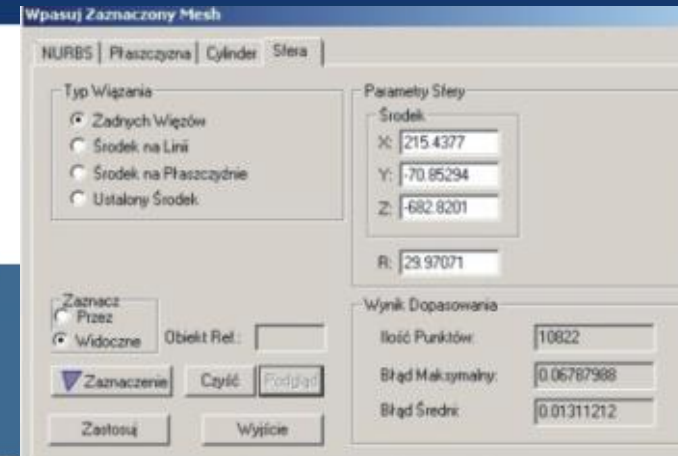
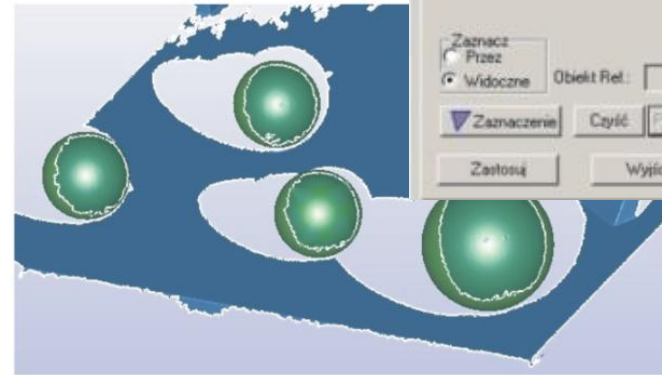
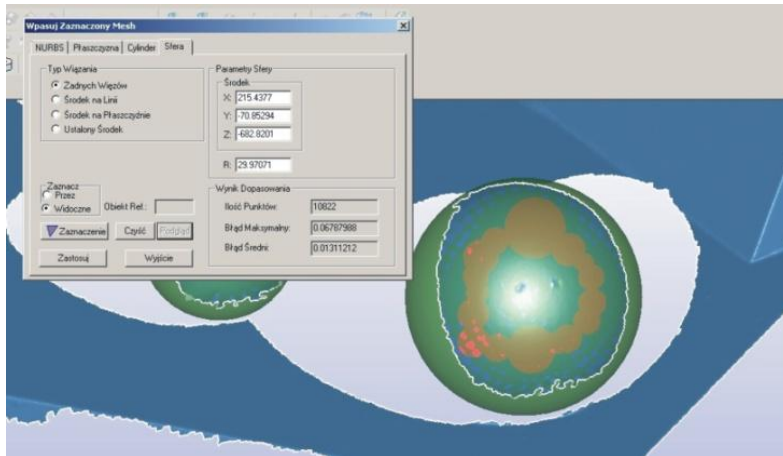
Pomiar skanerem 3D

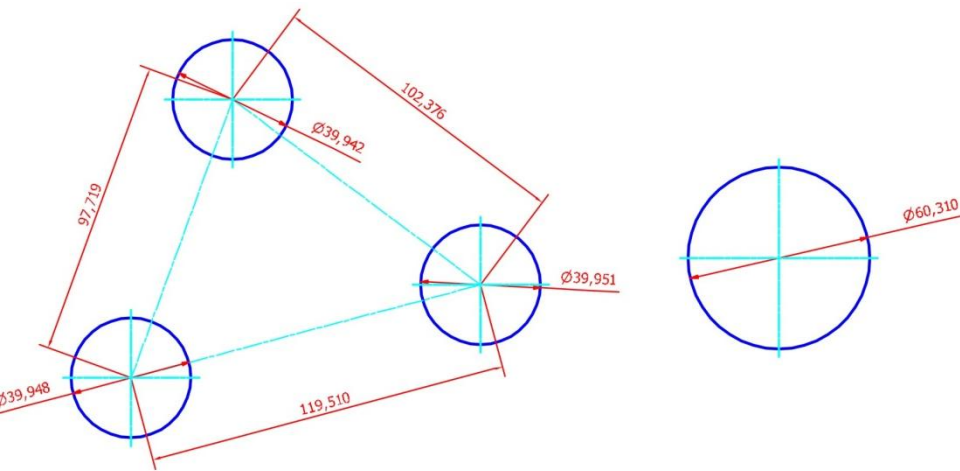
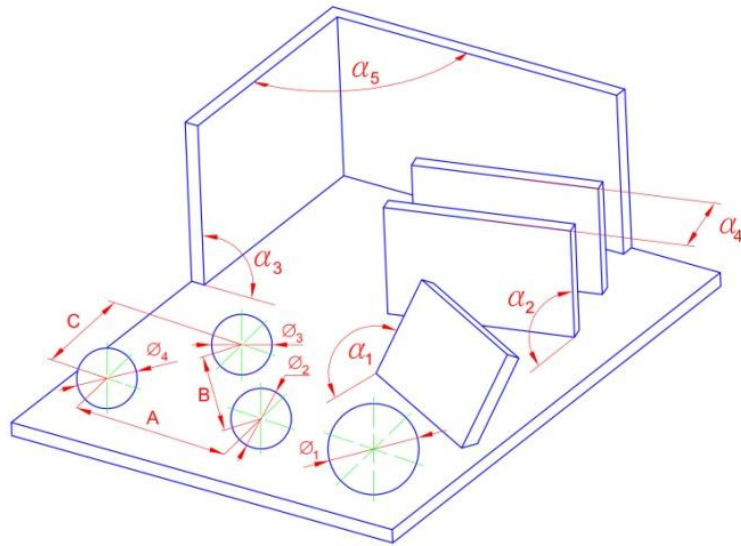


Jedno zobrazowanie
(jeden skan)

Kilka zobrazowań – kilka
skanów połączonych w
jedną chmurę punktów

Jedno zobrazenie (jeden skan)



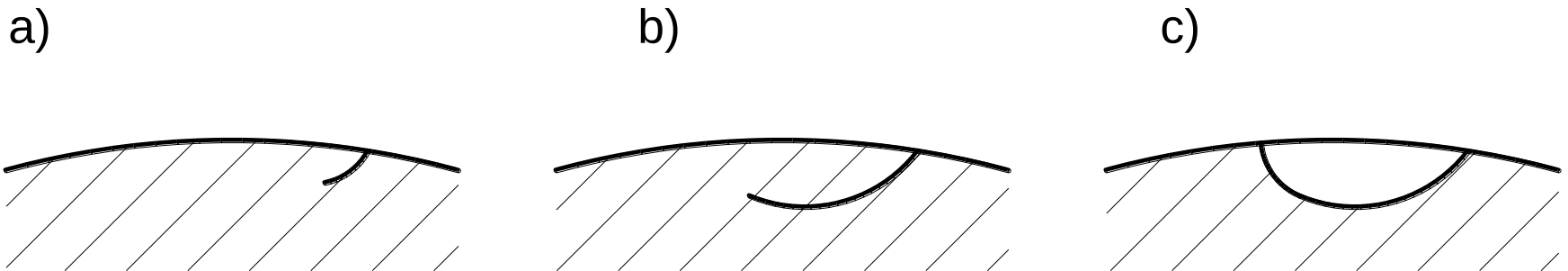


Parametr	Wzorzec [mm]	Jeden skan [mm]	Różnica [mm]
A [mm]	119,448	119.510	0,062
B [mm]	102,338	102.376	0,038
C [mm]	97,794	97.719	0,075
$\varnothing_1$ [mm]	60,339	60,310	0,029
$\varnothing_2$ [mm]	40,017	39,951	0,065
$\varnothing_3$ [mm]	40,015	39,942	0,073
$\varnothing_4$ [mm]	40,015	39,948	0,067
α_1 [°]	121,500	121,501	0,001
α_2 [°]	89,705	89,750	0,045
α_3 [°]	90,019	90,050	0,031
α_4 [°]	0,065	0,050	0,015
α_5 [°]	90,048	90,050	0,002

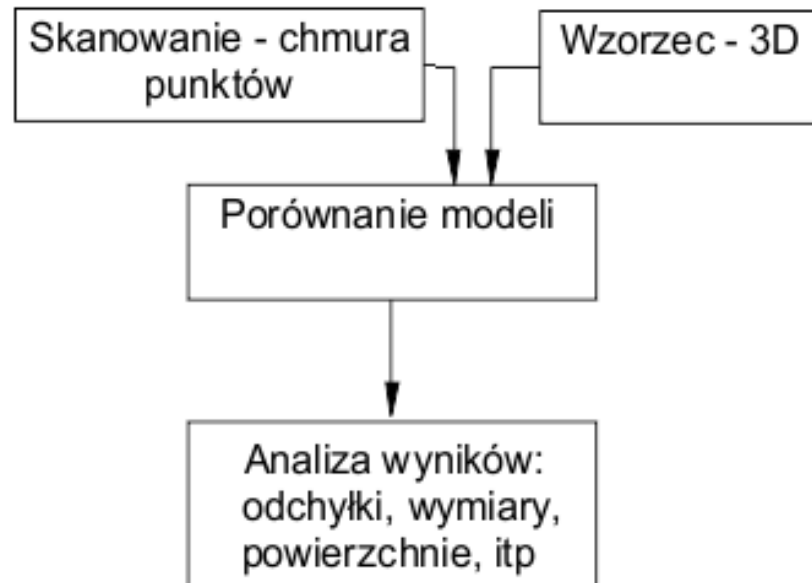
Inne zastosowanie skanera 3D

Nowoczesne metody oceny stanu powierzchni części maszyn

Wykorzystanie skanerów 3D do budowy układu diagnostycznego maszyn – zwłaszcza przekładni mechanicznych.

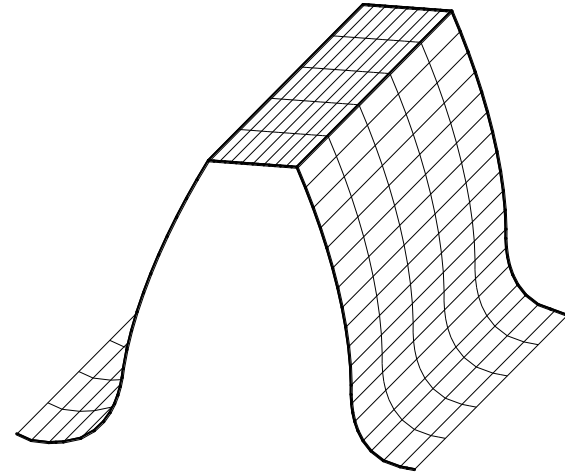
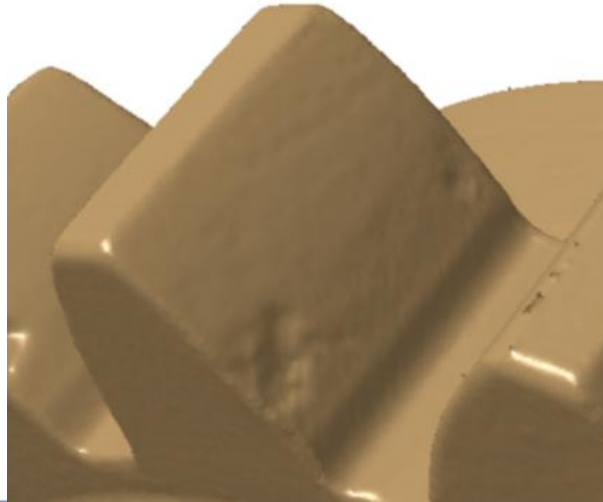
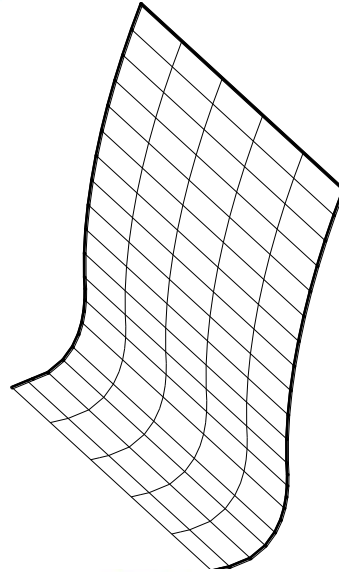
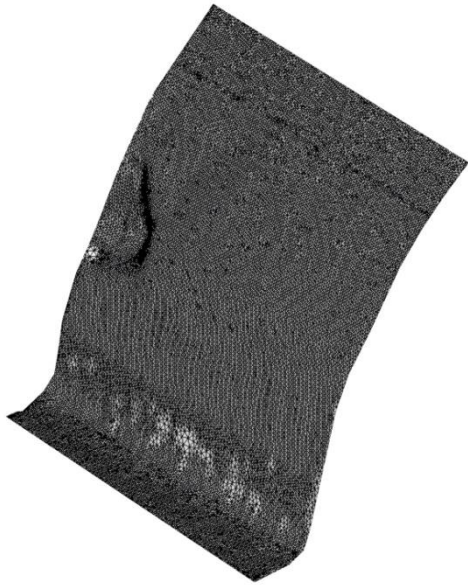


Rys. Rozwój pittingu: a) pęknięcie, b) rozwój pęknięcia, c) jamka pittingowa



Za dobre uznaje się koła w których ubytek materiału - powierzchni bocznej współpracujących kół nie przekracza:

- 8 % czynnej powierzchni jednego zęba koła,
- 2 % czynnej powierzchni wszystkich zębów kół.



Program Laboratorium XXI wieku – Telewizja Polska

