

Autorzy: Tomasz DZIUBEK e-mail: [tdziubek@prz.edu.pl](mailto:tdziubek@prz.edu.pl), Mieczysław PŁOCICA,  
e-mail: [mplocica@prz.edu.pl](mailto:mplocica@prz.edu.pl)  
Instytucja: Politechnika Rzeszowska



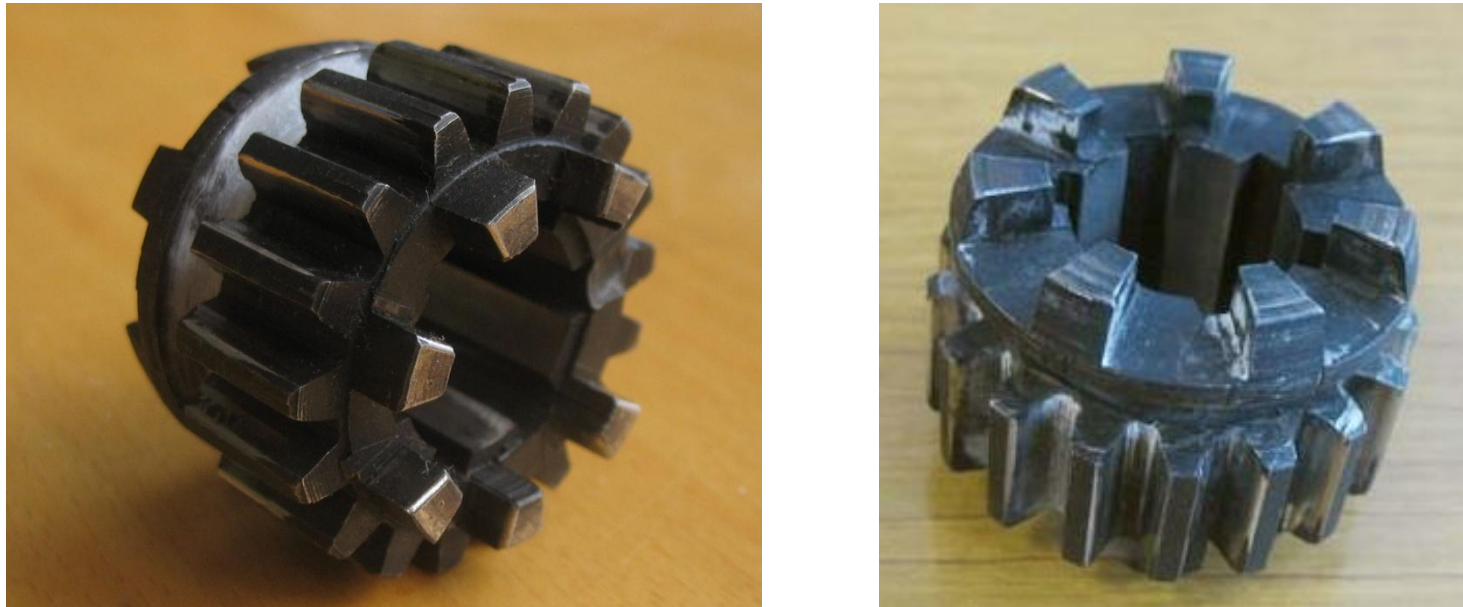
**Tytuł plakatu: Optyczne metody pomiarowe w rekonstrukcji geometrii kół zębatach**

W przypadku uszkodzenia jednego ze współpracujących kół przekładni i przy braku dostępu do oryginalnej dokumentacji wykonawczej powszechnie stosuje się dorabianie całej nowej przekładni według własnych obliczeń i na podstawie znanej odległości osi oraz przełożenia. Wynika to z trudności w ustaleniu geometrii zużytych, uszkodzonych awaryjnie bądź skorodowanych uzębień.

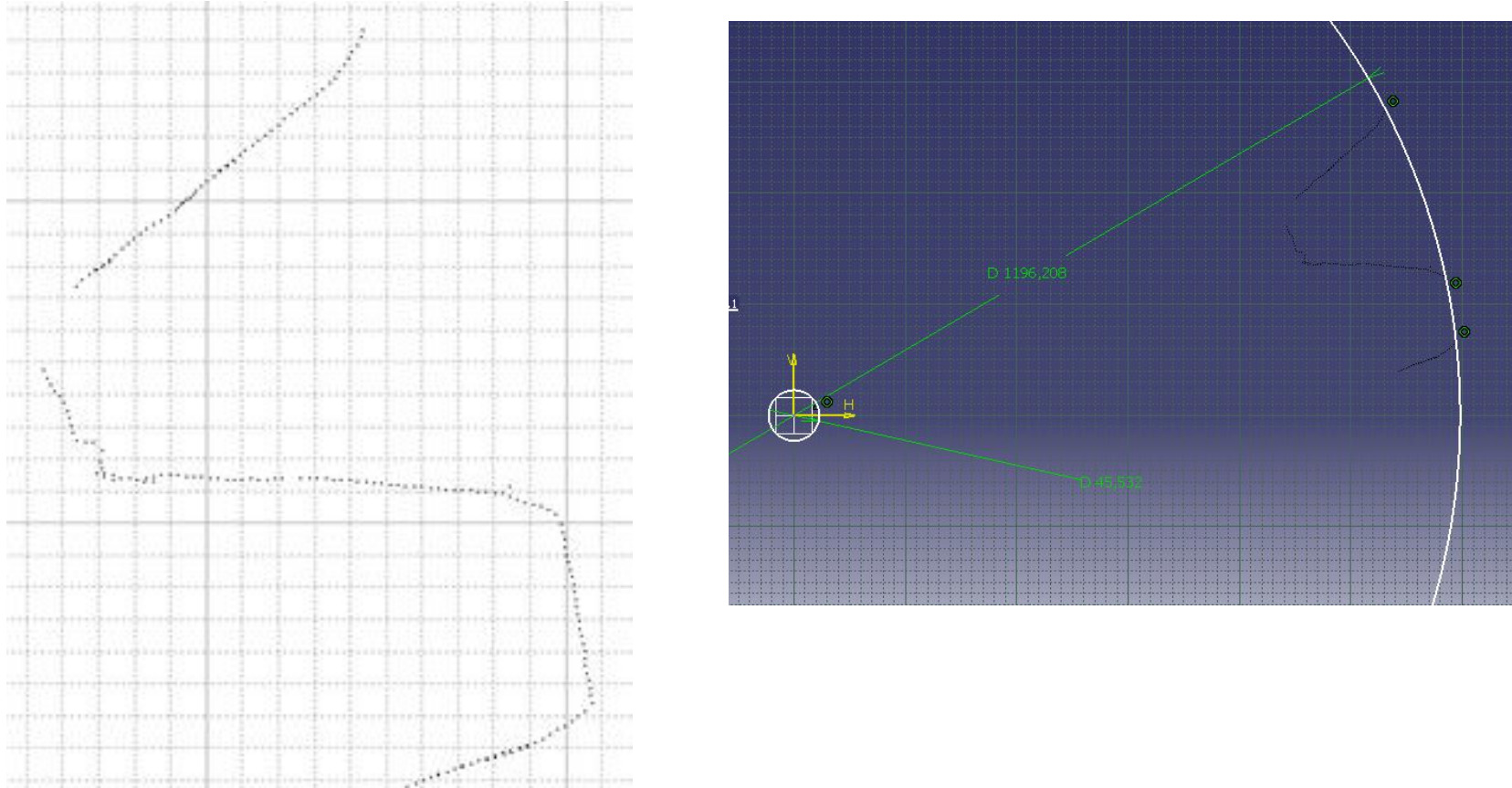
W dziedzinie rekonstrukcji zabytkowych obiektów techniki (w tym unikalnych lub rzadkich pojazdów, którymi interesuje się coraz liczniejsza grupa kolekcjonerów) często pojawia się konieczność dorobienia uszkodzonego koła zębatego. Rekonstrukcja geometrii uzębienia pojedynczego koła zębatego bez dostępu do jego dokumentacji wykonawczej nie jest często praktykowana z uwagi na niemożność ustalenia faktycznej geometrii, zrealizowanej na podstawie oryginalnych obliczeń.

Poszukując metody odtworzenia koła zębatego można zaproponować potraktowanie jego uzębienia jako niezidentyfikowanej, ogólnej powierzchni lub krawędzi (w przypadku zarysu zęba), co pozwala na uzyskanie wiedzy o krzywiznach powierzchni bądź linii bez informacji o wartościach poszczególnych parametrów koła. Efektem pomiarów jest wirtualne odtworzenie płaskiej bądź przestrzennej geometrii koła w postaci zbioru punktów, co jest punktem wyjścia do wykonania rzeczywistej kopii zmierzonego koła. Zbiór (chmura) punktów może też posłużyć do weryfikacji własnych obliczeń tj. dopasowania geometrii obliczeniowej do istniejących wymiarów koła.

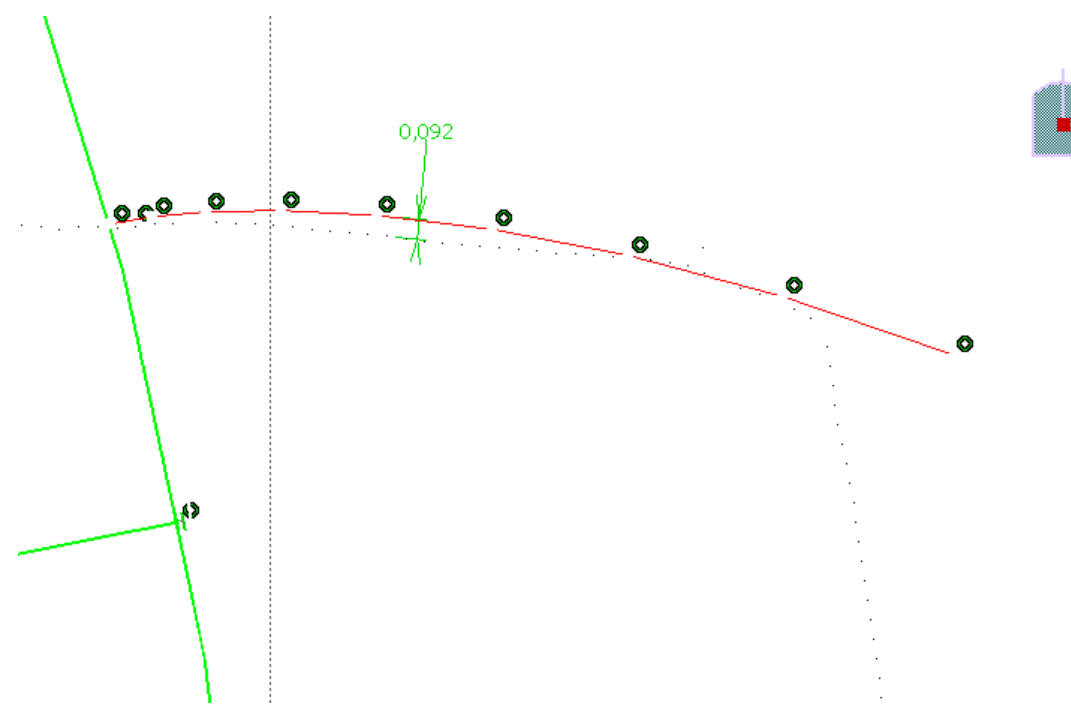
**POMIAR ZARYSU (PROFILOMETR BATY)**



Koło przeznaczone do pomiarów (skrzynia biegów prototypowego silnika MK-400 do samochodu Mikrus). Zużyta powierzchnia boczna zębów oraz brak dokumentacji powodują, że odtworzenie geometrii oparto na pomiarze krzywizny zarysu.



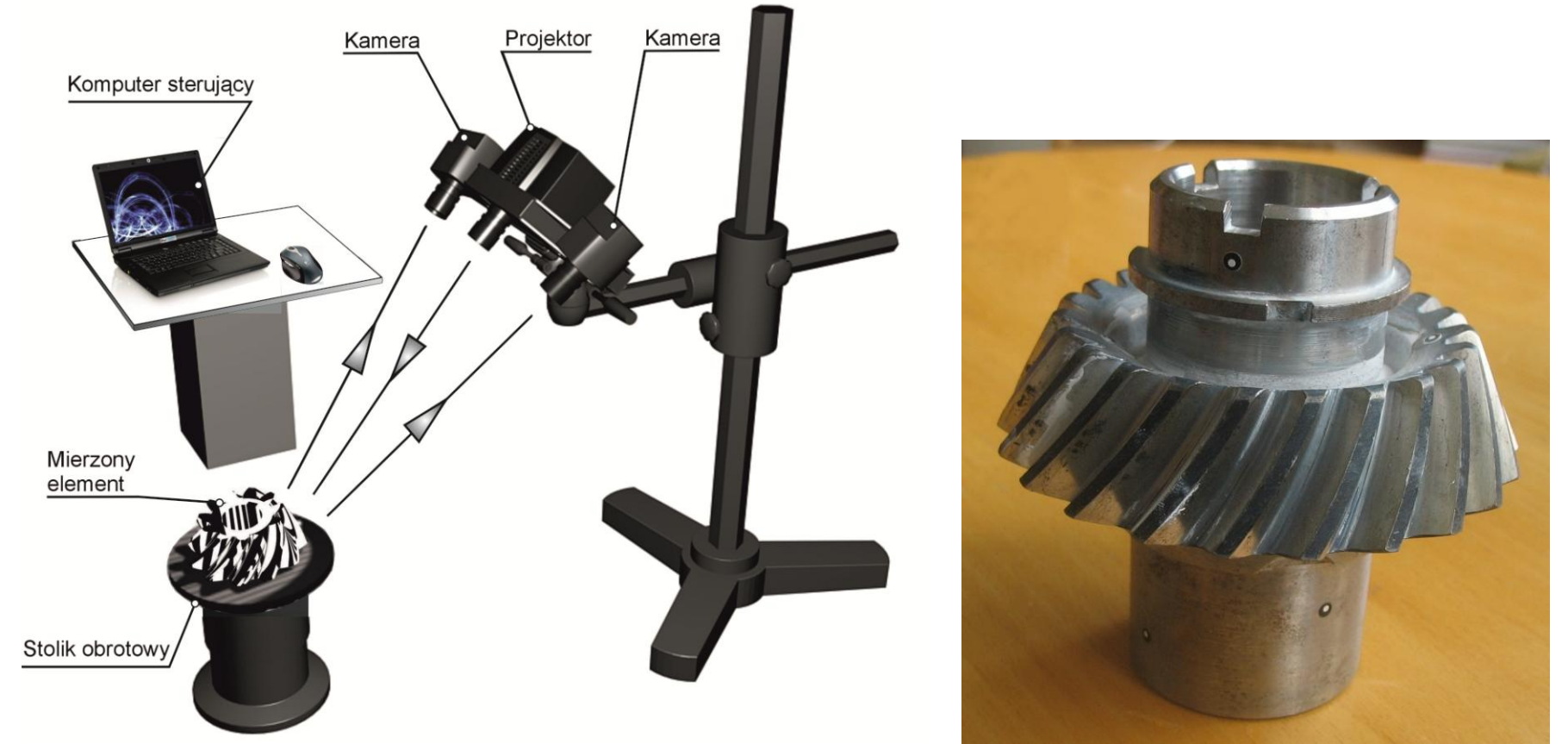
Zarejestrowane punkty zarysu oraz ich eksport do programu CATIA. Utrudnieniem pomiaru był kółnik sprzęgła kłowego, częściowo zasłaniający stopę zęba, dlatego nie zarejestrowano punktów na wszystkich zębach koła. Wykonanie pomiarów wymagało napylenia koła sproszkowaną kredą dla uniknięcia odbicia światła.



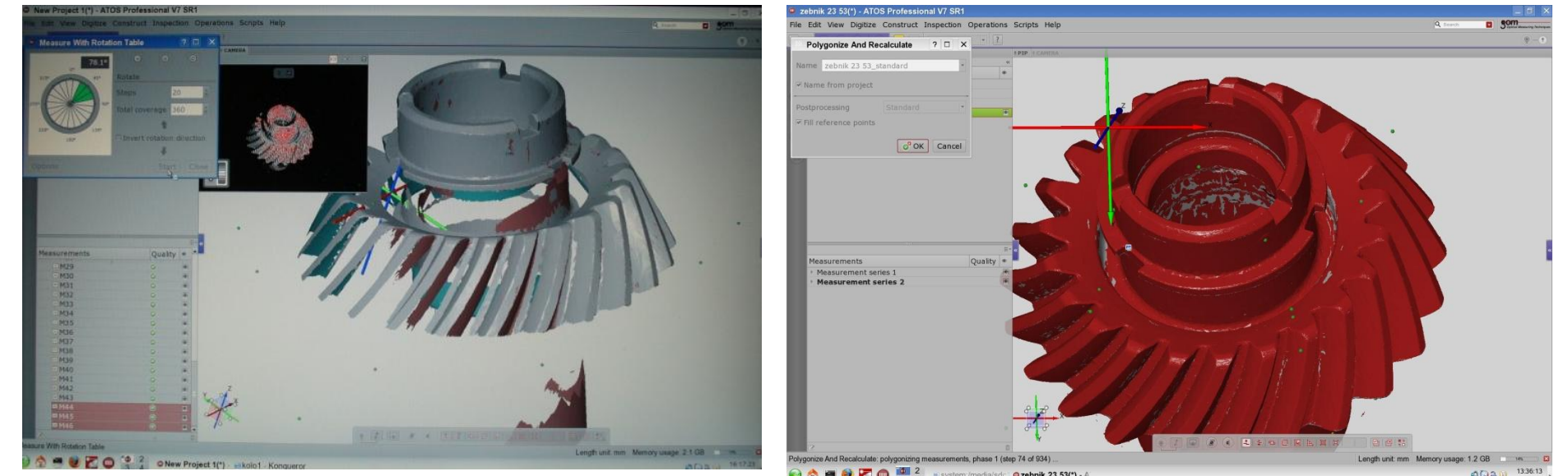
Dopasowanie krzywej ewolwentowej do niezdeformowanych fragmentów krawędzi zarysu przy stopie i głowie zęba. Krzywizna jest przybliżeniem, a nie wiernym odwzorowaniem faktycznie (pierwotnie) istniejącej z uwagi na brak informacji o średnicy koła zasadniczego.

**POMIAR POWIERZCHNI BOKU ZĘBA STOŻKOWEGO KOŁA ZĘBATEGO (SKANER OPTYCZNY ATOS)**

Pomiary geometrii wykonano skanerem wyposażonym w stół obrotowy. Za wykorzystaniem skanera optycznego w tym przypadku przemawiała czasochłonność tradycyjnego pomiaru na współrzędnościowej maszynie pomiarowej (WMP) oraz ograniczone informacje (tylko punkty pomiarowe uzyskane z pomiaru na WMP, zamiast informacji o całej powierzchni) i nierzadko trudno czytelne raporty pomiarowe.



Idea pomiaru skanerem optycznym ATOS oraz mierzone koło z umieszczonymi na nim markerami, definiującymi punkty referencyjne. Koło napylnono warstwą sproszkowanej kredy dla uniknięcia odbić.



Efekt pomiaru w postaci wirtualnej powierzchni oraz obróbka uzyskanego modelu (łączenie powierzchni, uzupełnianie nieciągłości oraz pokrycie siatką trójkątów).

Wybierając metodę pomiaru optycznego należy ocenić stan zachowania rekonstruowanego koła oraz zidentyfikować rodzaje i stopień zużycia powierzchni roboczych. W przypadku elementów skorodowanych należy unikać agresywnych metod oczyszczania (np. piaskowanie), mogących powodować zniekształcenia powierzchni. Dobry efekt daje oczyszczanie elektrolityczne.

Ustalając zakres pomiarów należy wskazać fragmenty powierzchni i krawędzi które zachowały pierwotną, nieszkodzoną geometrię i mogą stanowić odniesienie dla rekonstrukcji pozostałej geometrii.

Celowe jest opracowanie koncepcji budowy modelu wirtualnego CAD. W przypadku pomiarów optycznych można uzyskane powierzchnie aproksymować np. wielomianami lub rozpiąć na nich płyty powierzchni typu NURBS. Decyzja o wyborze odpowiedniej drogi postępowania powinna przede wszystkim uwzględniać docelowe przeznaczenie tworzonego modelu. Może to być np. wykonanie kopii zmierzonego koła metodami RP lub stworzenie dokumentacji wykonawczej 2D (jeśli przewiduje się wykonanie koła na konwencjonalnych obrabiarkach) lub zaprojektowanie procesu naprawy uszkodzonego elementu.



Stożkowo-walcowa przekładnia główna samochodu ciężarowego Ursus A (1928 r.). Skorodowane powierzchnie boczne kół. Jaką wybrać metodę pomiaru?



Badania realizowane w ramach Projektu "Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym", Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (PO IG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Prace pokazane na plakatach będą wystawione przez 3 dni /5-7 X 2011r./ na targach WIRTOTECHNOLOGIA, a ich Autorzy zaprezentują szerzej swoje dokonania podczas prezentacji na „X Forum Inżynierskim ProCax”, w dniach 7 i 8 X 2011 r. w hotelu PRESTIGE ul. 11-ego Listopada 17 w Siewierzu.

Najlepsze prace, po recenzji zostaną opublikowane, w formie papierowej, jako typowe artykuły w miesięczniku **Mechanik** nr 1 i 2/2012