

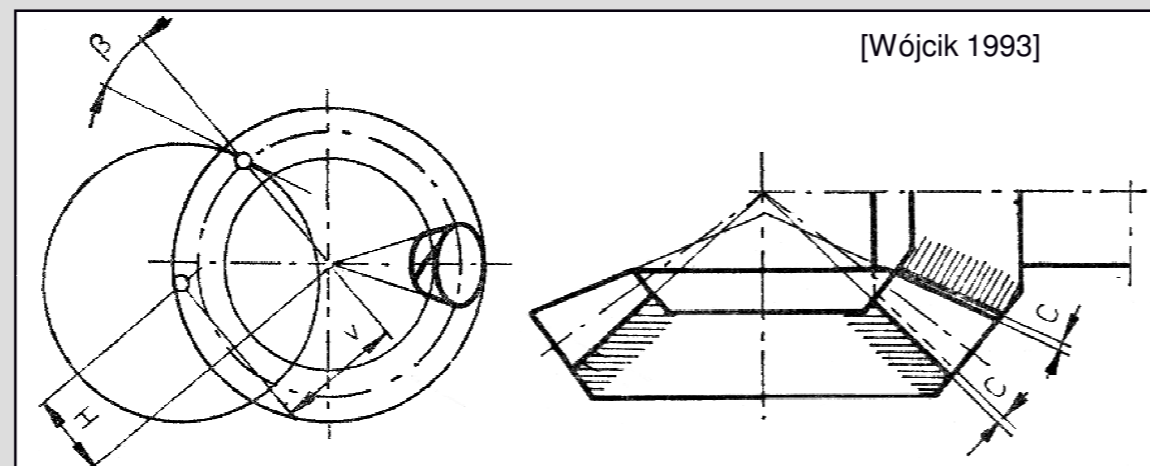
Autor: dr inż. Przemysław Siemiński  
e-mail: psiem@ipbm.simr.pw.edu.pl

Instytucja: Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Politechnika Warszawska

**Tytuł plakatu: Frezowanie zębów kół przekładni stożkowych o krzywoliniowej linii zębów na uniwersalnych obrabiarkach CNC.**

**Koła zębate przekładni stożkowych**

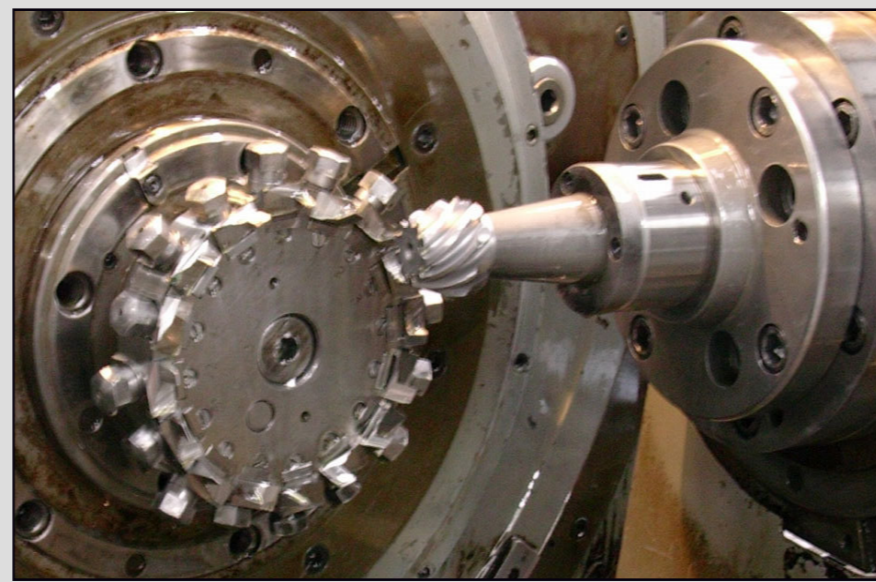
Zębate przekładnie stożkowe i hipoidalne to części mechanizmów utworzone z dwóch kół zębatach, których osie przecinają się najczęściej pod kątem  $\Sigma=90^\circ$  [Dietrich 1995]. Mogą mieć prostą lub krzywoliniową linię zębów. Na plakacie pokazywane są koła zębate o kołowo-lukowej linii zębów, które tradycyjnie frezowane są metodami opracowanymi przez firmę Gleason. Na poniższym rysunku pokazano podstawowe cechy takich przekładni:



Zębate przekładnie stożkowe o kołowo-lukowej linii zębów są obrabiane głowicami frezowymi na frezarkach sterowanych konwencjonalnie lub CNC. (stosuje się także szlifierki CNC). Są to narzędzia i obrabiarki konstruowane wyłącznie do nacinania uzębień stożkowych, dlatego też są opłacalne tylko dla firm specjalizujących się w obróbce kół zębatach.



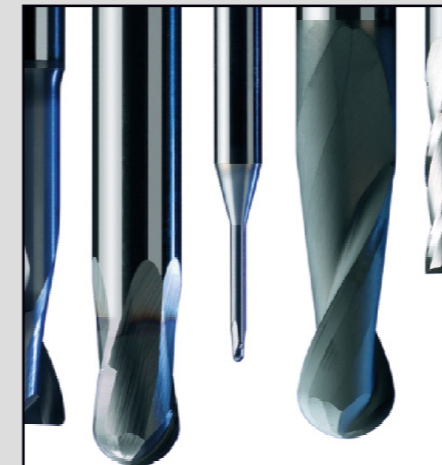
Obrabiarka Gleason 116 sterowana konwencjonalnie.



Obróbka zębniaka głowicą na obrabiarkie Gleason 26.

**Propozycja obróbki zębów na uniwersalnej obrabiarkie CNC**

W pracy zaproponowano do obróbki zębów kół przekładni stożkowych użycie uniwersalnych obrabiarek CNC: 3-osiowej frezarki CNC ze stołem obrotowym lub 3-osiowej tokarki z narzędziami napędzanymi. Obróbka odbywa się typowymi frezami trzpieniowymi - palcowymi i kulistymi. Takie obrabiarki i narzędzia są dość powszechnie spotykane w polskich narzędziowniach. Poniżej pokazano zdjęcia obrabiarek CNC, do których autor plakatu ma dostęp na PW SiMR, mogą posłużyć do obróbki zębów kół przekładni stożkowych:



Przykładowe frezy pełnowęglikowe palcowe i kuliste [Secol].



3-osiowa frezarka Avia FNF-40NA ze sterowaniem Pronum 640FC oraz ze sterowanym płynnie stołem obrotowym Jafo FNd250 (niewidoczny na zdjęciu).

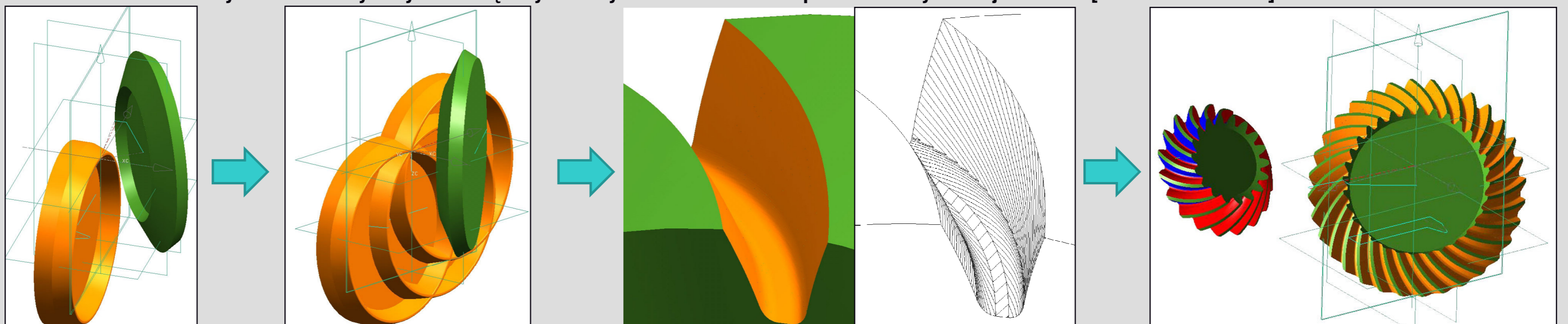


4-osiowe centrum frezarskie VMC-650 firmy Avia ze sterowaniem Heidenhain iTNC 530, do którego można podłączyć stół obrotowy Jafo FNd250 (niewidoczny na zdjęciu).



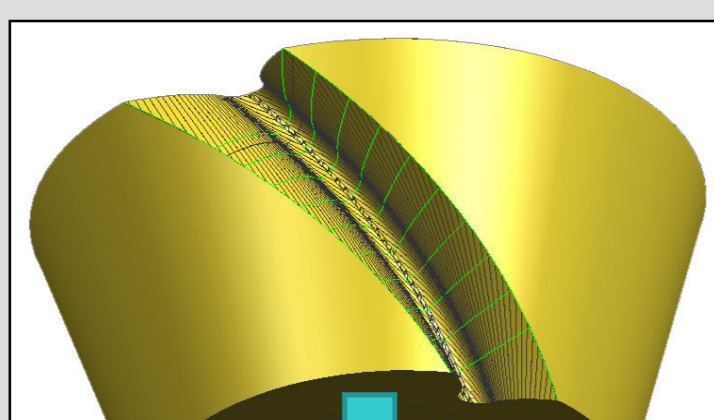
3-osiowa tokarka TPS200 firmy CBKO ze sterowaniem Meldas 500 firmy Mitsubishi. Posiada ona głowicę rewolwerową wyposażoną w narzędzia napędzane.

**Generowanie wirtualnych modeli brylowych kół zębatach w systemie 3D CAD na podstawie symulacji obróbki [P. Siemiński 2006]:**

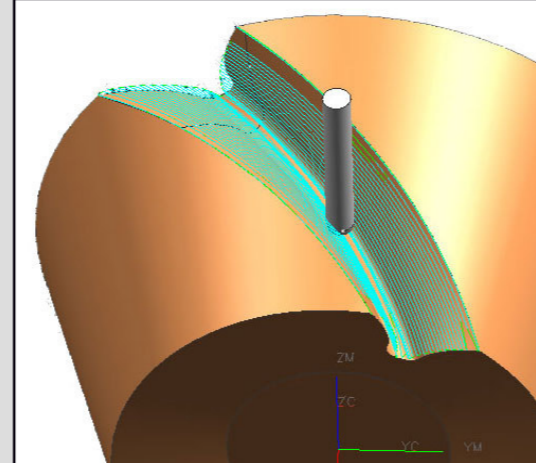


**PROPOZYCJA - generowanie ścieżek narzędzi w 3D CAM oraz frezowanie na uniwersalnych obrabiarkach CNC.**

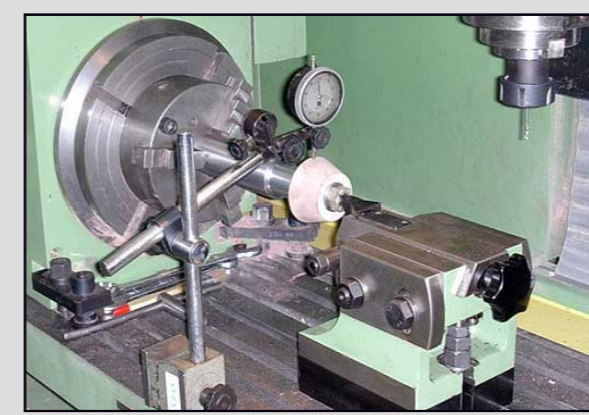
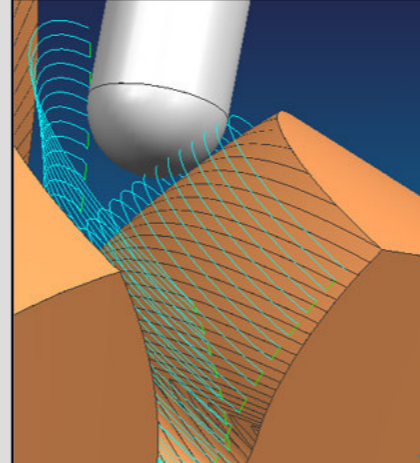
Wirtualny, trójwymiarowy model brylowy wykonany w systemie 3D CAD posiada wiele dziesiątków lub setek mikropowierzchni. Aby nie stanowiły one problemu podczas generowania ścieżek narzędzi w systemach 3D CAM, zamienia się je na kilka płatów powierzchni typu NURBS. Następnie generowane są w systemie 3D CAM ścieżki narzędzi frezarskich. Strategia obróbki zgrubnej i wykańczającej musi odbywać się ze sterowaniem kątem obrotu otoczki (w systemie CAM należy wybrać we frezowaniu funkcje 4-osiowe, a w toczeniu 3-osiowe z narzędziami napędzanymi).



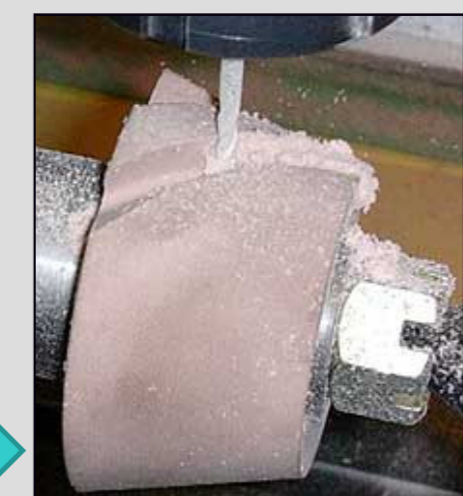
Zamiana mikropowierzchni na płaty NURBS.



Generowanie ścieżek obróbki wykańczającej w 3D CAM.



Ustawienie otoczki w stole obrotowym frezarki.



Obróbka wykańczająca zębniaka frezem kulistym fi 3mm.

**Wnioski**

Przedstawiona na plakacie metoda nacinania zębów jest całkowicie niezależna od rodzaju i typu uzębienia stożkowego o krzywoliniowej linii zęba. Jest jednak ona mało wydajna (czasochłonna) i na obecnym etapie opracowywania jeszcze mało dokładna (osiągana klasa dokładności 9, choć możliwa klasa 8). Wobec tego może być użyteczna dla mniejszych zakładów produkcyjnych lub naprawczych nie wyposażonych w maszyny do uzębienia, z przeznaczeniem do wykonywania małych serii kół przekładni stożkowych.

**Współfinansowanie projektu:**

Niniejsza praca jest współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego - projekt „Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej”.

Autor dziękuje za wsparcie otrzymane w ramach stypendium współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, które przyznawane jest przez Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej w ramach projektu „Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej”. Więcej na stronie: <http://www.csz.pw.edu.pl/>