

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Opracowanie technologii efektywnego projektowania i produkcji przekładni stożkowych z wykorzystaniem systemu Phoenix firmy Gleason

### Development of the technology of effective design and production of cone gear using Gleason Phoenix system

Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

#### Wyniki badań Results

Komputerowy zintegrowany system obliczeń konstrukcyjno-technologicznych przekładni stożkowych i hipoidalnych o kołowo-lukowej linii zębów KONTEP. Pakiet programów zawiera:

- Obliczenia konstrukcyjne: geometria uzębienia, dobór noży i głowicy frezowej, wytrzymałość (zmęczenie, pitting, zatarcie),
- Obliczenia technologii bazowej dla metod obwodniowych i kształtowo-obwodniowych,
- Obliczenia ustawcze konwencjonalnych frezarek do uzębień f-my Gleason,
- Obliczenia ustawcze frezarki (szlifierki) systemu Phoenix f-my Gleason,
- Symulację obróbki w środowisku systemu 3D CAD,
- Generowanie modeli brylowych kół i zębniaków,
- Generowanie numerycznych modeli dyskretnych,
- Analiza śladu współpracy zębów,
- Generowanie topografii boków zęba dla maszyn pomiarowych CMM,
- Raport końcowy (dane i wyniki obliczeń),
- Emisja płaskiej dokumentacji konstrukcyjnej.

System umożliwia prowadzenie obliczeń technologicznych dla metod jednostronnych i dwustronnych. Integracja systemu i interfejs użytkownika wykonano w środowisku programu Visual Basic.

Przeprowadzono obliczenia konstrukcyjno-technologiczne dla trzech wybranych przez PWK Kalisz przekładni lotniczych: 18:43  $\Sigma=70^{\circ}$ , 18:43  $\Sigma=72^{\circ}$  i 33:34  $\Sigma=90^{\circ}$ . Wykorzystując symulację obróbki i numeryczne modele dyskretnie wygenerowano modele brylowe i powierzchniowe uzębienia. Przeprowadzono analizę śladu współpracy, uzyskując topografię boku zęba dla maszyn CMM.

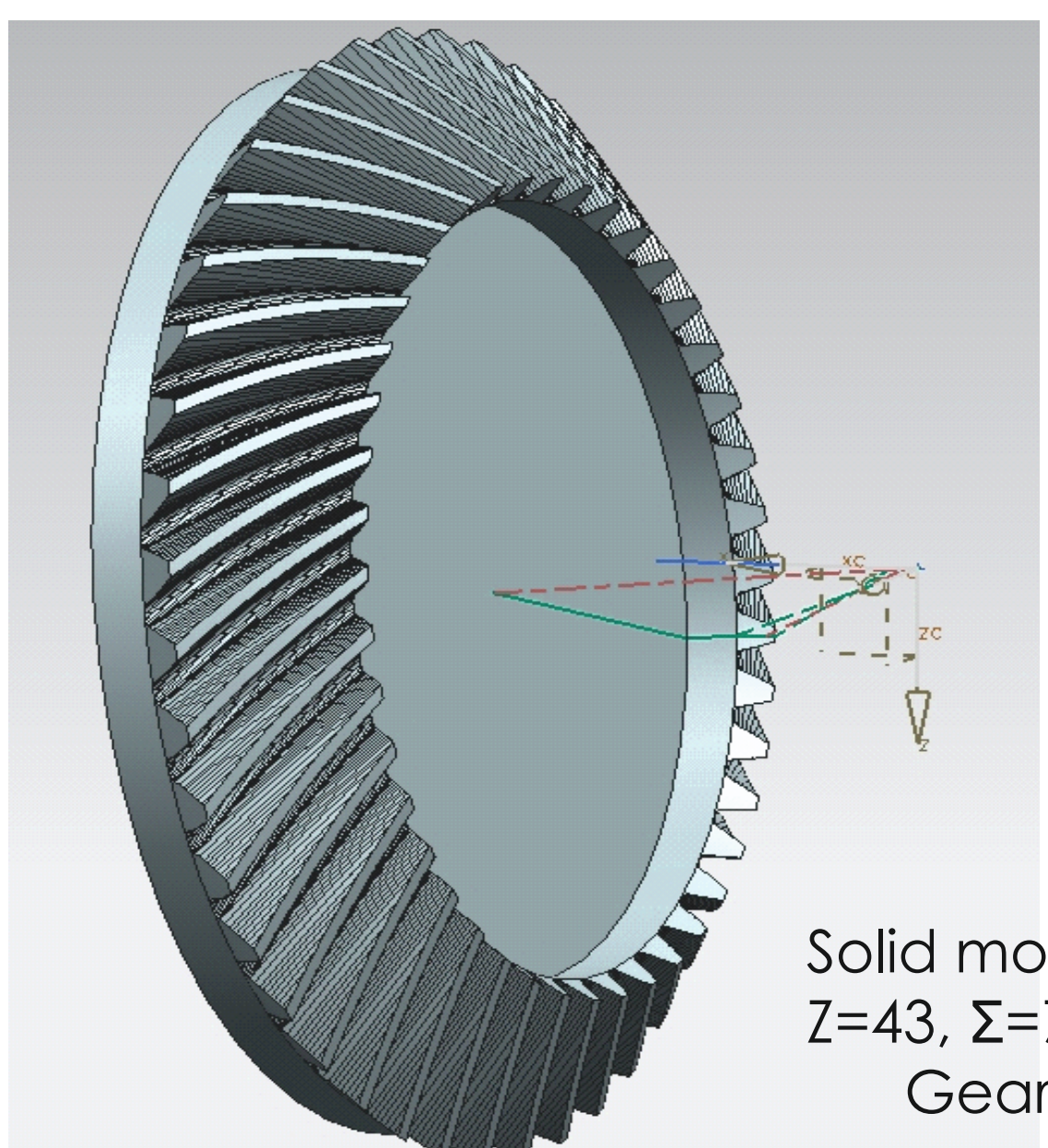
Wykonano stanowisko do kontroli jedno- i dwustronnej przekładni stożkowych. Stanowisko jest na etapie testowania oprogramowania.

Computer integrated geometrical and technological calculations for spiral and hypoid bevel gears KONTEP. The package of programs includes:

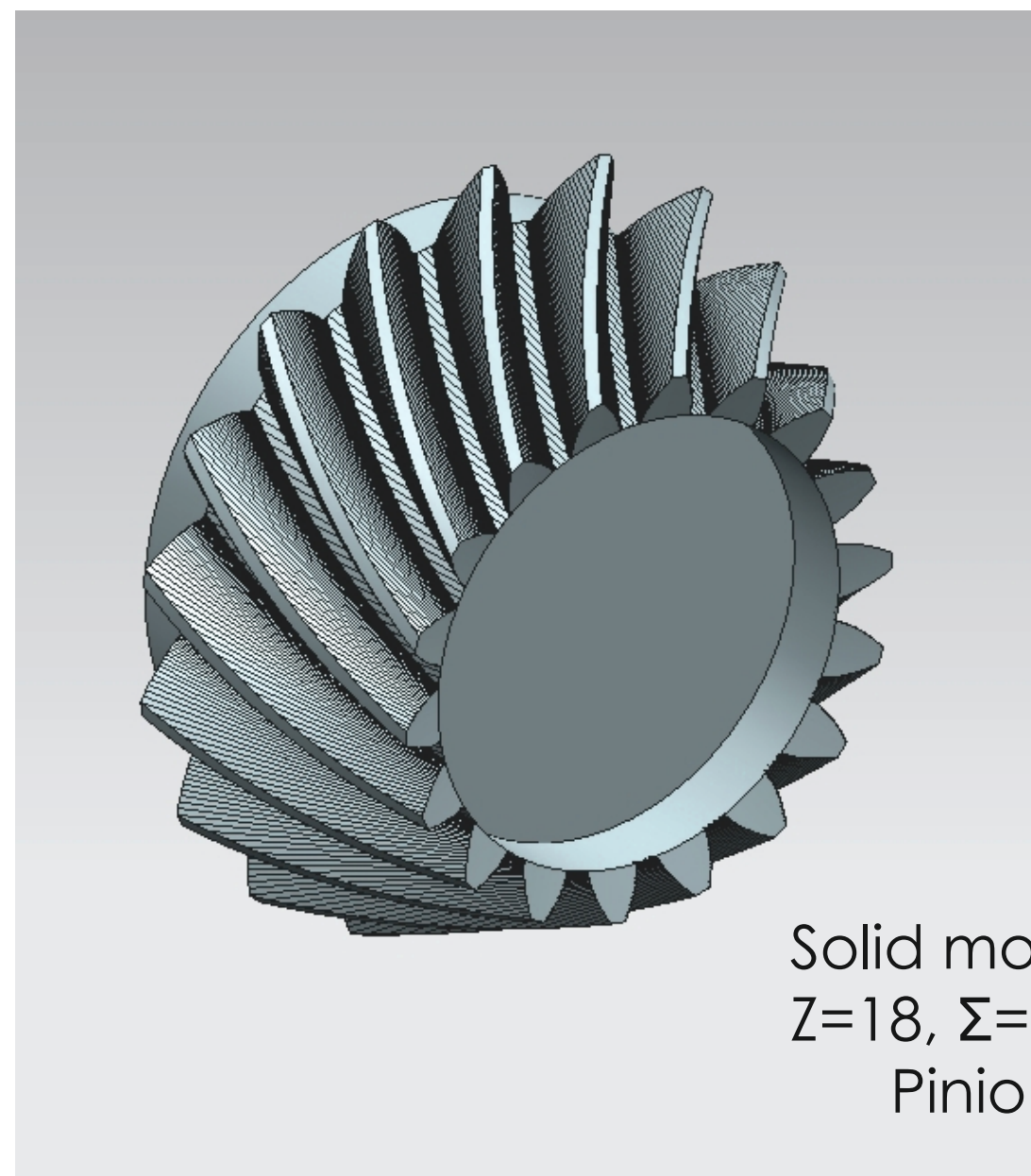
- Structural Calculations: teeth geometry, selection of blades and milling cutter, strength calculations (fatigue, pitting, scoring),
- Calculation of the base technology for the generate and non generated methods,
- Set up calculation of conventional milling Gleason machines,
- Set up calculation of milling (grinding) CNC machines of the Phoenix Gleason system,
- Simulation of machining in 3D CAD system environment,
- Generation of solid models of gears and pinions,
- Generation of discrete numerical models,
- Tooth contact analysis,
- Generating of the tooth sides topography for the CMM machines,
- Final report (data and calculation results),
- Issue of 2D design documentation.

The system allows calculating the technology for single sides and two sides methods. System integration and user interface made in Visual Basic environment. Geometrical and technological calculations were carried out for three selected by PWK Kalisz gears: 18:43  $\Sigma=70^{\circ}$ st, 18:43  $\Sigma=72^{\circ}$ st. i 33:34  $\Sigma=90^{\circ}$ st. Using cutting simulation and numerical discrete models, solid and surface models of teeth were generated. The tooth contact analysis was performed to yield the result of the topography of the tooth side for CMM machines. The stand to single-and double-sided testing of spiral bevel gears was made. The stand is in the process of software testing.

The stand to single-and double-sided testing of spiral bevel gears was made. The stand is in the process of software testing.



Solid model  
Z=43,  $\Sigma=72$   
Gear



Solid model  
Z=18,  $\Sigma=72$   
Pinion

#### Wnioski Conclusions

Realizacja zadania ZB3 pozwoli na stworzenie polskiego systemu obliczeń konstrukcyjno-technologicznych przekładni stożkowych o kołowo-lukowej linii zęba zawierającego:

- obliczenia geometrii uzębienia,
- dobór czolowych głowicy frezowych i noży,
- obliczenia wytrzymałościowe (złamanie zmęczeniowe, pitting, zatarcie),
- obliczenia technologii bazowej,
- obliczenia ustawcze obrabiarek (systemu Phoenix),
- symulację obróbki w systemie 3D CAD,
- numeryczne modele dyskretnie,
- topografię boków zęba dla maszyn CMM,
- programowanie obróbki uzębienia na maszyny CNC Phoenix

Computer integrated geometrical and technological calculations for spiral and hypoid bevel gears KONTEPS. The package of programs includes:

- teeth geometry, selection of blades and milling cutter,
- strength calculations (fatigue, pitting, scoring),
- calculation of the base technology for the generate and non generated methods,
- set up calculation of conventional milling Gleason machines,
- set up calculation of milling (grinding) CNC machines of the Phoenix system,
- simulation of machining in 3D CAD system environment,
- generation of solid models of gears and pinions,
- generation of discrete numerical models,
- tooth contact analysis,
- generating of the tooth sides topography for the CMM machines,
- final report (data and calculation results),
- Issue of 2D design documentation.

The system allows calculating the technology for single sides and two sides methods. System integration and user interface made in Visual Basic environment. Geometrical and technological calculations were carried out for three selected by PWK Kalisz gears. Using cutting simulation and numerical discrete models, solid and surface models of teeth were generated. Tooth contact analysis and consequently, the resulting topography of the tooth side for CMMs will be carried out in the next step of the task..

#### Przykłady zastosowania w lotnictwie Examples of application in aviation

Przeprowadzono obliczenia konstrukcyjno-technologiczne wraz z symulacją obróbki przekładni stożkowych o kołowo-lukowej linii zębów (propozycja PWK Kalisz):

- 18:43 o kącie między osiami 70 st.(generated); 18:43 o kącie między osiami 72 st.(generated)
  - 33:34 o kącie między osiami 90 st. (Generated).
- wykonano obliczenia konstrukcyjno technologiczne i wygenerowane modele powierzchniowe i brylowe. Po analizie śladu współpracy i wyznaczeniu topografii boków zęba przekładnie zostaną wykonane w PWK Kalisz w kolejnym etapie pracy.

#### Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym Collaboration with aviation industry

PWK Kalisz – przemysł lotniczy  
Przemysł motoryzacyjny,  
Przekładnie dla przemysłu maszynowego.  
Współpraca z PWK Kalisz na etapie badawczym: wykonanie wskazanych trzech przekładni stożkowych o zębach kołowo-lukowych w tym dwóch nieortogonalnych. Obróbka uzębienia na frezarce CNC Phoenix.

#### Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

##### Referaty

1. Skawiński P.: *Neural network in recognizing of the tooth contact of spiral and hypoid bevel gears*; Referat o tym tytule wygłoszono na The 16th International Slovak-Polish Conference Machine Modeling and Simulations 2011. Wrzesień 2011, Terchova, Słowacja. Hutnicke Listy. Metallurgical Journal. Vol. LXIV, 2011, str.161-166.
2. Skawiński P., Siemiński P.: *Przegląd metod generowania modeli brylowych zębnych kół stożkowych o kołowo-lukowej linii zęba w parametrycznych systemach 3D CAD*; Referat o tym tytule wygłoszono na XVIII Konferencji Metody i Środki Projektowania Wspomagane Komputerowo, Baranów Sandomierski, 12-14 października 2011. Mechanik 1/2012.

##### Publikacje

1. Skawiński P.: *Tooth contact development of the spiral bevel gears*; *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Ukaże się w najbliższym numerze; wydawnictwo Elsevier 2012.
2. Skawiński P.: *Neural classifiers in recognizing of the tooth contact of spiral and hypoid gear bevel gears*; *Advances in Manufacturing Science and Technology*. Ukaże się w kwartalniku vol.36 No.2 2012.
3. Skawiński P.: *Technological setups on the Gleason Phoenix CNC spiral bevel and hypoid milling machines*; *Advances in Manufacturing Science and Technology*. W recenzji.

##### Prace mgr, dr, hab..

##### Prace inżynierskie obronione:

- Trzewik P.: *Porównanie algorytmu obliczeń wytrzymałościowych wg norm ISO 10300 oraz AGMA 2003-B97*. Promotor: dr inż. P. Skawiński. Obroniona 17.05.2012.

##### Prace magisterskie obronione:

- Błazucki P.: *Projekt i wykonanie 4-osiowej sterowanej numerycznie frezarki do kół zębnych stożkowych*. Promotor: dr inż. P. Skawiński. Praca dyplomowa magisterska. Obrona 28 czerwiec 2012.

##### Prace magisterskie w realizacji

- Trzewik P.: *Rekonstrukcja i wykonanie przekładni głównej 8/54 zabytkowego motocykla BMW*. Promotor dr inż. P. Skawiński. Praca dyplomowa magisterska. Obrona planowana na styczeń 2013.
- Warecki S.: *Analiza kinematyczna modyfikacji zarysu zęba zębniaków przekładni stożkowych kołowo-lukowych*. Promotor: dr inż. P. Skawiński. Praca dyplomowa magisterska. Obrona planowana na styczeń 2013.

##### Prace doktorskie

Tytuł: *Zastosowanie syntezy i analizy ząbów do wyznaczenia topografii bocznej powierzchni zęba przekładni stożkowych kołowo-lukowych.*

Autor: W. Jędrzejczyk

Promotor: dr hab.inż. A. Marciniak, prof... P.Rz.

Status: w trakcie realizacji

Tytuł: *Numeryczne procedury kształtowania uzębienia przekładni stożkowych kołowo-lukowych na 6-osiowych frezarkach sterowanych komputerowo.*

Autor: M...Kret

Promotor: dr hab.inż. A. Marciniak, prof... P.Rz.

Status: w trakcie realizacji

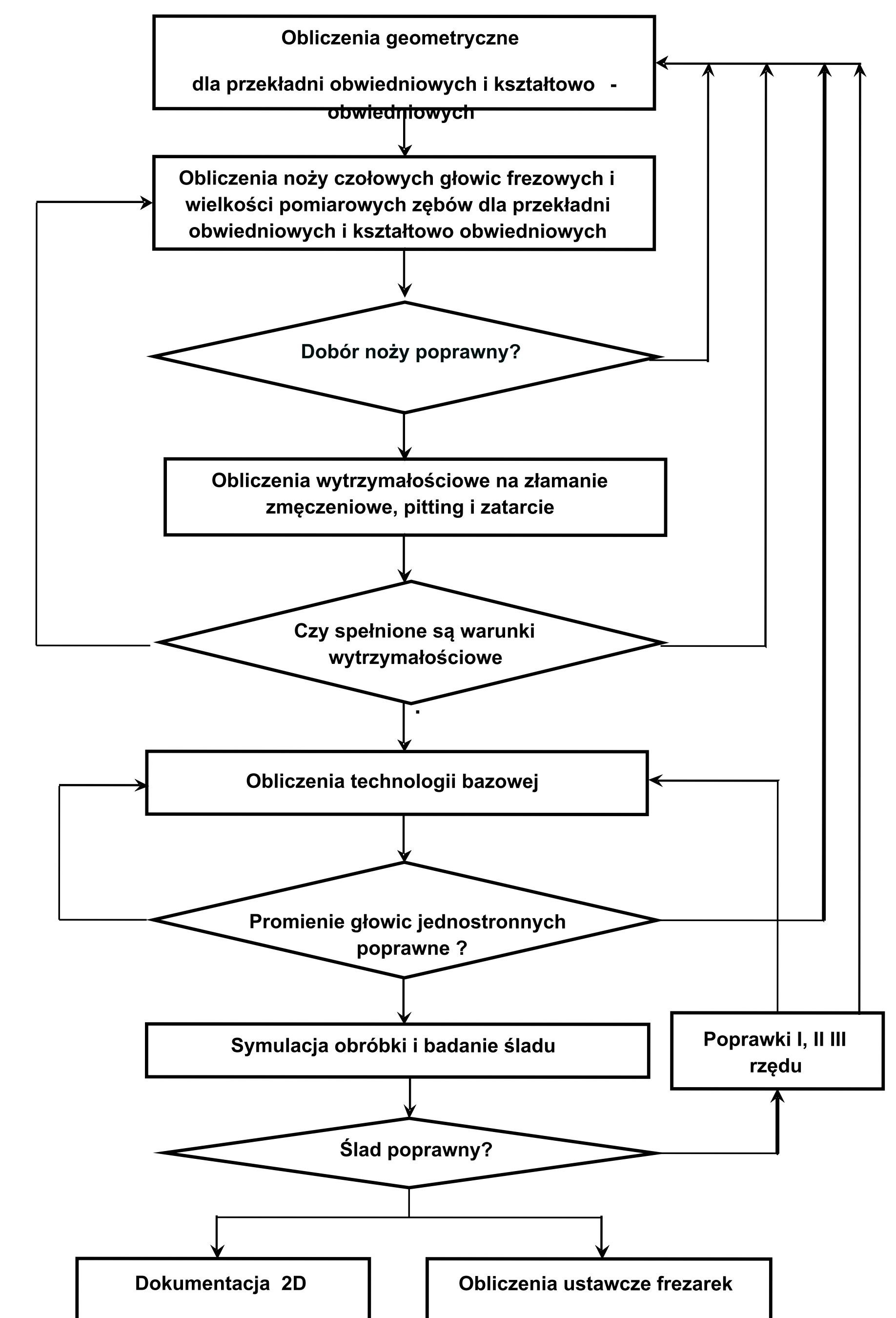
##### Prace habilitacyjne

Tytuł: *Integracja projektowania i wytwarzania przekładni stożkowych i hipoidalnych o zębach kołowo-lukowych.*

Autor: P. Skawiński

Status: otwarty przewód habilitacyjny

Stanowisko do kontroli jedno- i dwustronnej przekładni stożkowych o krzywoliniowej linii zęba: A) stanowisko pomiarowe; B) 4-osiove sterowane numerycznie stanowisko do kształtowania uzębienia przekładni stożkowych



Schemat systemu KONTEPS. Block diagram of system KONTEPS

