

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

Opracowanie aplikacji do generowania modeli brylowych kół stożkowych przekładni na podstawie siatki punktów w systemie CAD - CATIA

Development of application for creating of solid models of bevel gears based on the grid of points in CAD-CATIA system

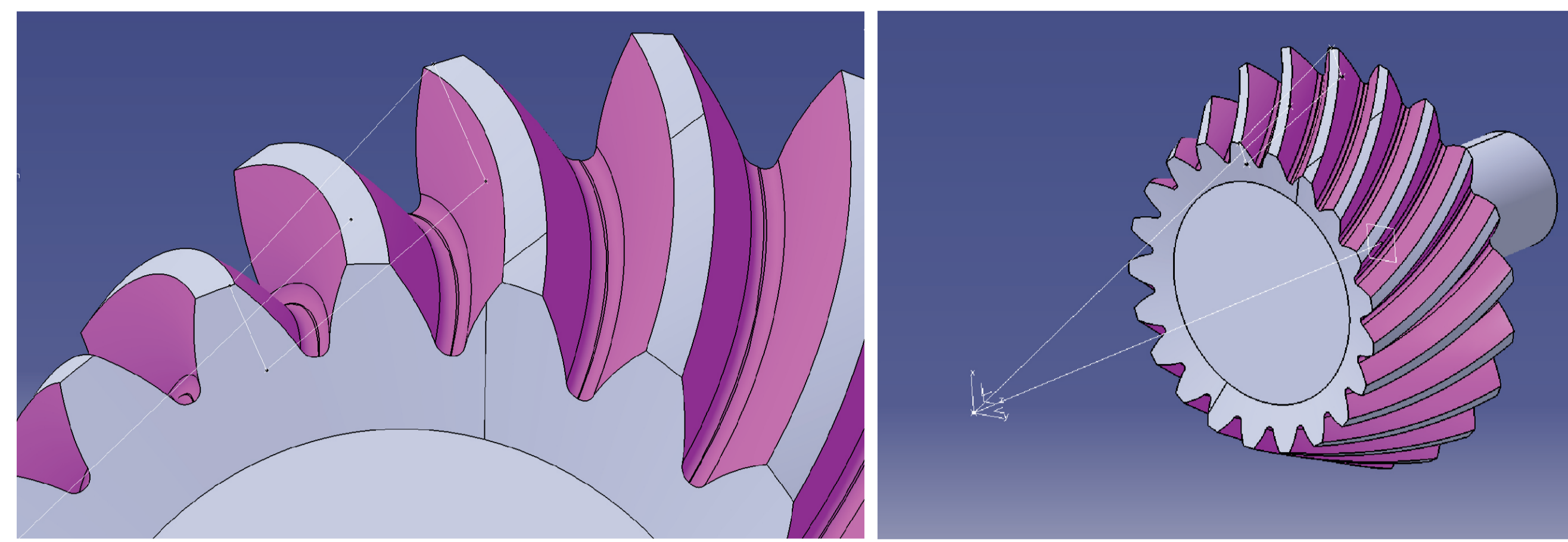
Aplikacja automatycznie czytuje dane ze wskazanego pliku tekstowego: korona.txt - VBG01B lub solmess - VBG01C. Pierwszy z wymienionych zawiera dane pobrane z programu KIMO (geometria koła i zębniaka, narzędzi oraz ustawienia obrabiarki) wraz z siatkami punktów nominalnych obu boków zęba z powierzchniami przejściowymi. Solmess zawiera siatki punktów nominalnych na powierzchniach bocznych zębów wraz z wektorami normalnymi do przeprowadzenia pomiarów na CMM. Wyniki pomiarów są zapisywane w plikach istmess.

Program na podstawie wprowadzonych punktów generuje krzywe profili i krzywe kierujące, a następnie rozpina na nich powierzchnie. Generuje też podstawową geometrię otoczki. Za pomocą tych elementów użytkownik może szybko wygenerować bryłę wrębu, która jest potem ustawiana w sztyk i odejmowana od otoczki. Można uzyskać albo modele brylowe segmentów kół albo powierzchnie zębów do dalszych analiz MES lub kontaktu, czy do porównania powierzchni zmierzonych z nominalną.

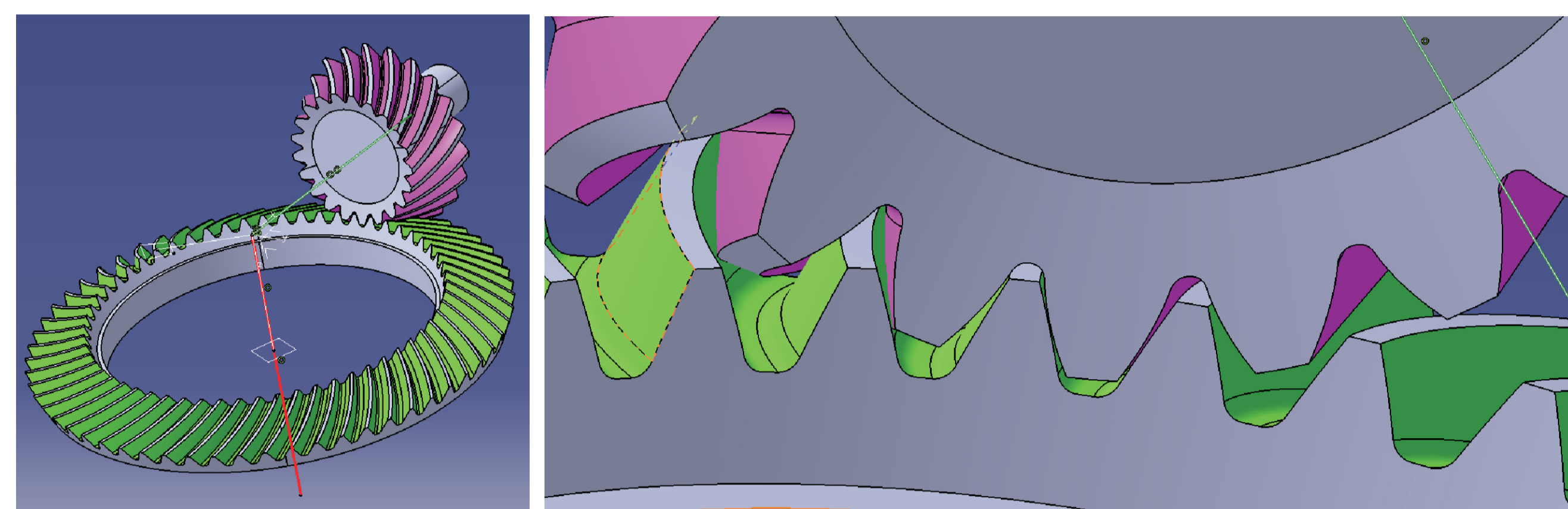
The application automatically reads the data from a specified text file: korona.txt - VBG01B or solmess - VBG01C. The first of these contains the data retrieved from KimoS (gear and pinion geometry, tools geometry and settings of the machine) with grid of points of both flanks of the tooth surfaces.

Solmess has nominal grid points on the flank surfaces of the teeth with normal vectors to carry out measurements on the CMM. The measurement results are stored in istmess files. The program, on the basis of data points, generate the curves and control profiles, and generate the basic geometry of the cones.

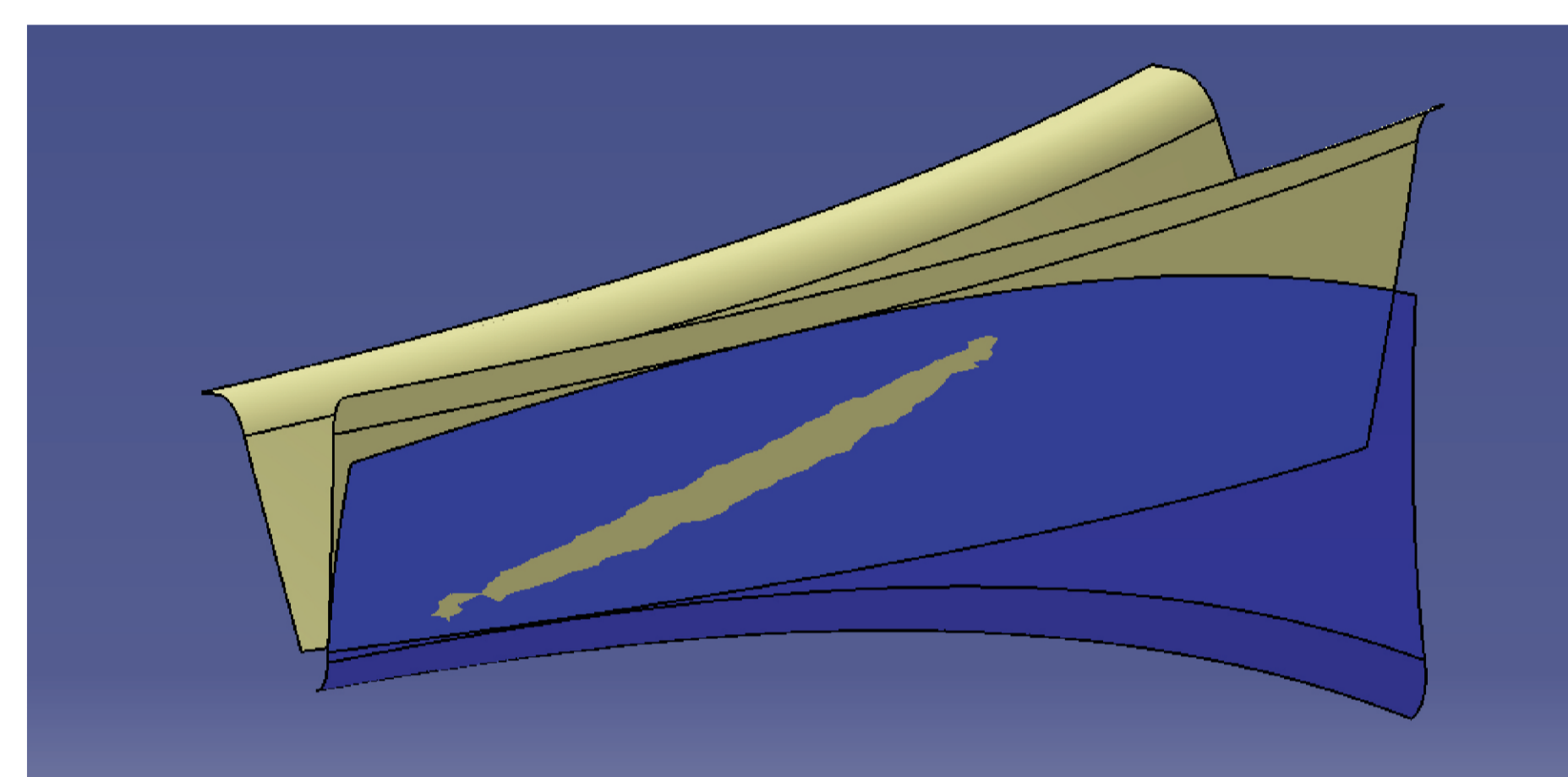
Using these components, you can quickly generate a gap. You can get the solid models of gear units or tooth surfaces for further analysis or FEA contact, or to compare the measured surface with a nominal surface.



Rys. 4 Utworzone uzębienie zębniaka
Fig. 4 The teeth of the pinion created on the basis of the grid of points



Rys. 5 Automacyjne ustawienie przekładni w położeniu współpracy
Fig. 5 Automatically setting the pinion and the gear to contact analysis



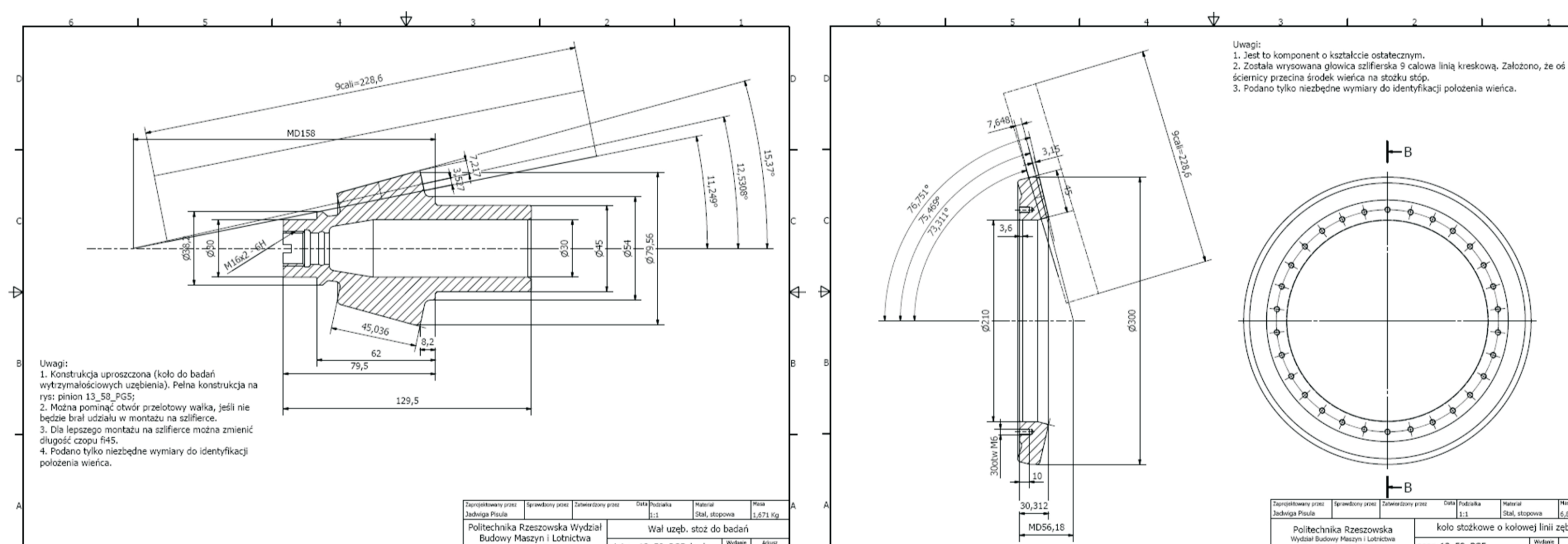
Rys. 6 Chwilowy ślad styku obserwowany na boku zęba
Fig. 6 Temporary contact pattern observed on the tooth flank

Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej przekładni stożkowych napędu głównego oraz wirnika ogonowego śmigłowca

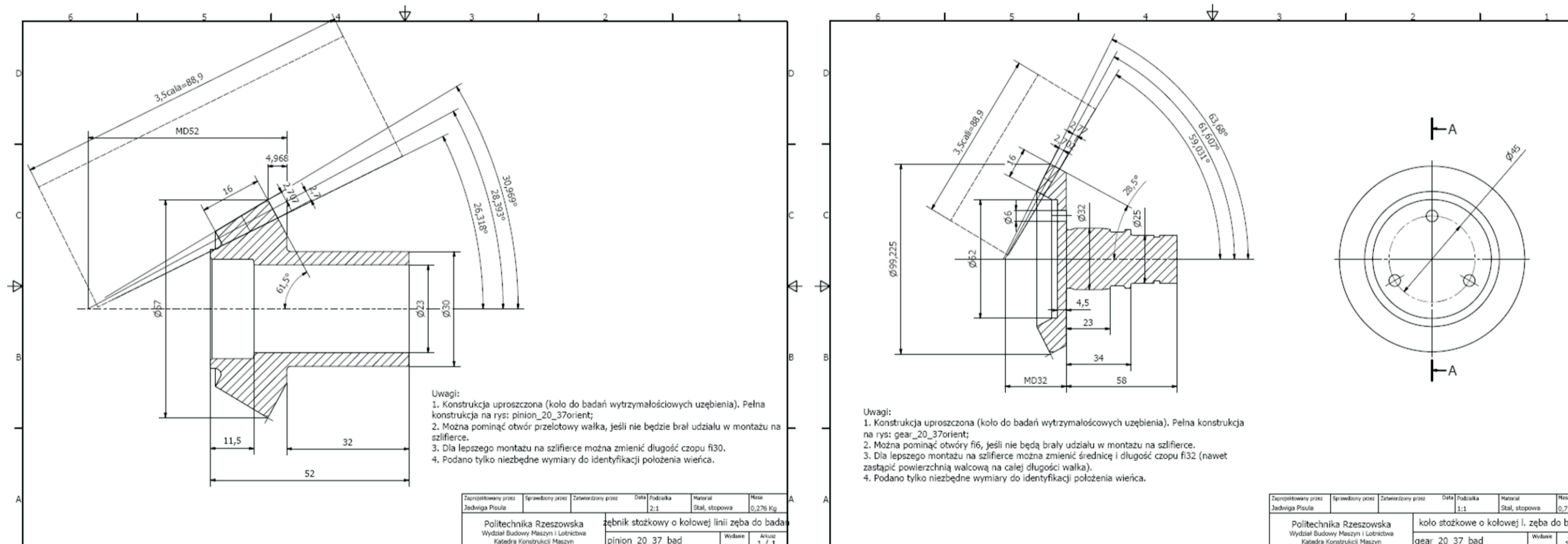
Development of design and technological documentation of the main and tail bevel gear drives for helicopter

Opracowana dokumentacja konstrukcyjna i technologiczna zaprojektowanych przekładni zawiera geometrię czopów wałów, przystosowaną do zamocowania w uchwytach maszynowych wytrzymałościowej (ilustracje poniżej). Wykonane koła zostaną poddane badaniom w celu określenia właściwości przekładni. Niezależnie od tego opracowano dokumentację wykonawczą kół i zębniaków o docelowej geometrii czopów wałów.

The developed documentation of designed gearbox contains the geometry of the shaft necks, adapted for mounting in testing machine handles (images below). Complete gears will be tested to determine its properties. There are developed also final documentation of gears and pinions with a target geometry of the shaft necks.



Rys. 7 Rysunki wykonawcze zębniaka i koła przekładni PG-5 (13/58)
Fig. 7 Drawings of the pinion and gear of the main gear PG-5 (13/58)



Rys. 8 Rysunki wykonawcze zębniaka i koła przekładni PK-5 (20/37)
Fig. 8 Drawings of the pinion and gear of the tail gear PK-5 (20/37)

Technologia SFT. Ustawienia technologiczne dla zębniaka przekładni 13 : 58 :

	Concave Flank	Convex Flank	
Tilt Angle	α	0.3202	0.2731 dms
Swivel Angle	α	322.3107	323.0735 dms
Machine Center Cross. Point	mccp	-2.4502	2.3779 mm
Start Roll Position	α1	-40.2630	-41.4809 dms
Center Roll Position	α2	-52.5953	-52.3030 dms
Stop Roll Position	α3	-63.2818	-64.1629 dms
Const. Work Rotation	β	-17.0052	0.0000 dms
Ratio of Roll	β	4.523833	4.686011 mm
Sliding Base	β	0.2774	-0.7146 mm
Helical Motion 1 Order	β	0.000000	0.000000 mm/rad
Machine Root Angle	β	10.2914	10.3344 dms
Radial Distance	β	116.4457	123.0714 mm
Work Offset	β	0.0000	0.0000 mm
Horizontal	β	0.0000	0.0000 mm

Narzędzie ściernica 9° o parametrach geometrycznych profilu:

	αF	α	h	λ	RHB	hD	p
Flank Angle	αF	19.0925	20.4854	dms			
Profile Height	h	11.2068	11.2068	mm			
Inclination of Rakeface	λ	0.0000	0.0000	dms			
Spheric Radius	RHB	0.0000	0.0000	mm			
Dedendum	hD	0.0000	0.0000	mm			
Edge Radius	p	1.0652	1.0652	mm			

Ustawienia technologiczne dla koła przekładni 13 : 58 :

	Both Flanks		
Tilt Angle	α	0.0430	dms
Swivel Angle	α	160.2356	dms
Machine Center Cross. Point	mccp	-0.0000	mm
Start Roll Position	α1	39.4140	dms
Center Roll Position	α2	52.5403	dms
Stop Roll Position	α3	65.2302	dms
Const. Work Rotation	β	0.0000	dms
Ratio of Roll	β	1.032442	mm
Sliding Base	β	-0.9175	mm
Helical Motion 1 Order	β	0.000000	mm/rad
Machine Root Angle	β	73.3038	dms
Radial Distance	β	113.7763	mm
Work Offset	β	0.0000	mm
Horizontal	β	0.0000	mm

Narzędzie ściernica 9° o parametrach geometrycznych profilu:

	αF	α	h	λ	RHB	hD	p
Flank Angle	αF	19.0900	21.0000	dms			
Profile Height	h	11.2068	11.2068	mm			
Inclination of Rakeface	λ	0.0000	0.0000	dms			
Spheric Radius	RHB	0.0000	0.0000	mm			
Dedendum	hD	0.0000	0.0000	mm			
Edge Radius	p	1.1306	1.1306	mm			

Rys. 9 Wyniki obliczeń technologicznych przekładni głównej 13/58
Fig. 9 Results of the technological calculations of the main gear 13/58

Technologia SFT. Ustawienia technologiczne dla zębniaka przekładni 20:37:

	Concave Flank	Convex Flank	
Tilt Angle	α	0.4209	0.4545 dms
Swivel Angle	α	149.0107	149.1158 dms
Machine Center Cross. Point	mccp	-1.3577	1.3053 mm
Start Roll Position	α1	-44.3601	-46.0850 dms
Center Roll Position	α2	-59.0107	-59.1158 dms
Stop Roll Position	α3	-72.9550	-73.0236 dms
Const. Work Rotation	β	-8.4554	0.0000 dms
Ratio of Roll	β	2.047880	2.154783 mm
Sliding Base	β	-0.3752	-1.5977 mm
Helical Motion 1 Order	β	0.000000	0.000000 mm/rad
Machine Root Angle	β	27.0114	27.0450 dms
Radial Distance	β	41.6082	44.6557 mm
Work Offset	β	0.0000	0.0000 mm
Horizontal	β	0.0000	0.0000 mm

Narzędzie ściernica 3,5° o parametrach geometrycznych profilu:

	αF	α	h	λ	RHB	hD	p
Flank Angle	αF	18.5218	21.0941	dms			
Profile Height	h	5.5942	5.5942	mm			
Inclination of Rakeface	λ	0.0000	0.0000	dms			
Spheric Radius	RHB	0.0000	0.0000	mm			
Dedendum	hD	0.0000	0.0000	mm			
Edge Radius	p	0.5553	0.5553	mm			

Ustawienia technologiczne dla koła przekładni 20:37:

	Both Flanks		
Tilt Angle	α	0.0442	dms
Swivel Angle	α	-25.4157	dms
Machine Center Cross. Point	mccp	-0.0000	mm
Start Roll Position	α1	43.1708	dms
Center Roll Position	α2	59.1157	dms
Stop Roll Position	α3	74.4541	dms
Const. Work Rotation	β	0.0000	dms
Ratio of Roll	β	1.135594	mm
Sliding Base	β	-0.2453	mm
Helical Motion 1 Order	β	0.000000	mm/rad
Machine Root Angle	β	50.0153	dms
Radial Distance	β	43.1528	mm
Work Offset	β	0.0000	mm
Horizontal	β	0.0000	mm

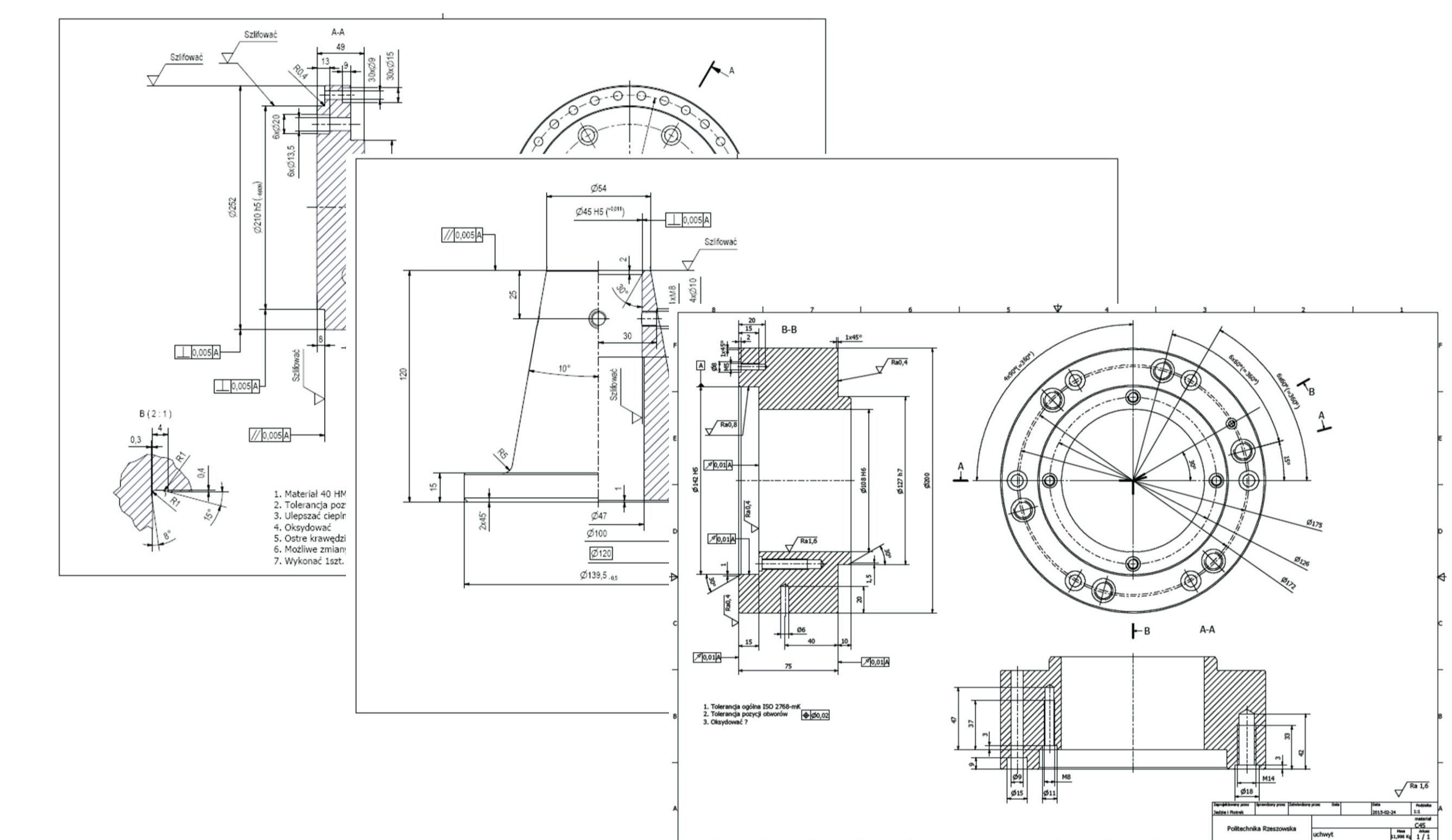
Narzędzie ściernica 3,5° o parametrach geometrycznych profilu:

	αF	α	h	λ	RHB	hD	p
Flank Angle	αF	18.2959	21.3000	dms			
Profile Height	h	5.5942	5.5942	mm			
Inclination of Rakeface	λ	0.0000	0.0000	dms			
Spheric Radius	RHB	0.0000	0.0000	mm			
Dedendum	hD	0.0000	0.0000	mm			
Edge Radius	p	0.5553	0.5553	mm			

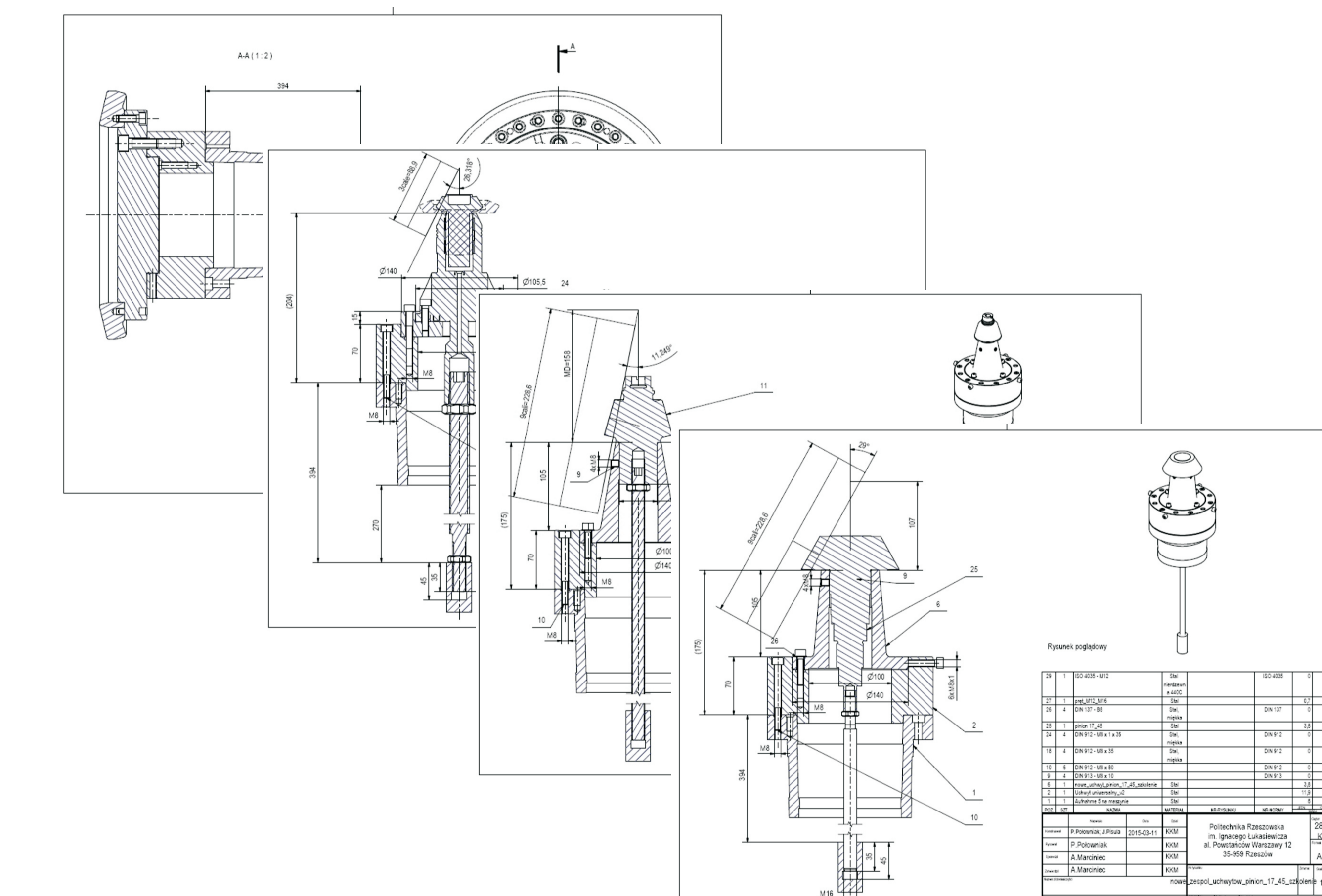
Rys. 10 Wyniki obliczeń technologicznych przekładni ogonowej 20/37
Fig. 10 Results of the technological calculations of the tail gear 20/37

Opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej uchwytów montażowych dla zębniaków i kół talarzowych do szlifierki Oerlikon G27

Development of design documentation of mounting handles for cutting the gears and pinions with Oerlikon G27 grinder



Rys. 11 Przykłady dokumentacji wykonawczej zaprojektowanych opravek i elementów mocujących
Fig. 11 Examples of the documentation of the designed frames



Rys. 12 Przykłady dokumentacji wykonawczej zaprojektowanych zespołów mocujących
Fig. 12 Examples of the assembly documentation of the designed components

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Publikacje

- Paćana J., Pisula J.: **Analityczno-numeryczne obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych lotniczej przekładni stożkowej.** *Mechanik*, nr 2/2015 (wydane na CD-ROM)
- Paćana J., Pisula J.: **Numeryczne wybrane metody wyznaczania śladu współpracy przekładni zębatej na przykładzie pary stożkowej o kołowo-lukowej linii zęba.** *Mechanik*, nr 2/2015 (wydane na CD-ROM)
- Pisula J., Płocica M.: **Ocena jakości wykonania stożkowej przekładni lotniczej z użyciem współrzędnościowej techniki pomiarowej.** *Logistyka* nr 6/2014, str. 8697-8704
- Pisula J., Płocica M.: **Guidelines for the quality development of aircraft bevel gears.** *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, Vol. 87, Issue 2, pp. 110-119, Emerald Group Publishing Limited, ISSN: 0002-2667
- Płocica M., Marciniak A., Pisula J., Polowiński P.: **Doświadczalna weryfikacja symulacji obróbki i współpracy stożkowych przekładni lotniczych.** *Mechanik*, nr 2/2015 (wydane na CD-ROM)

Referaty

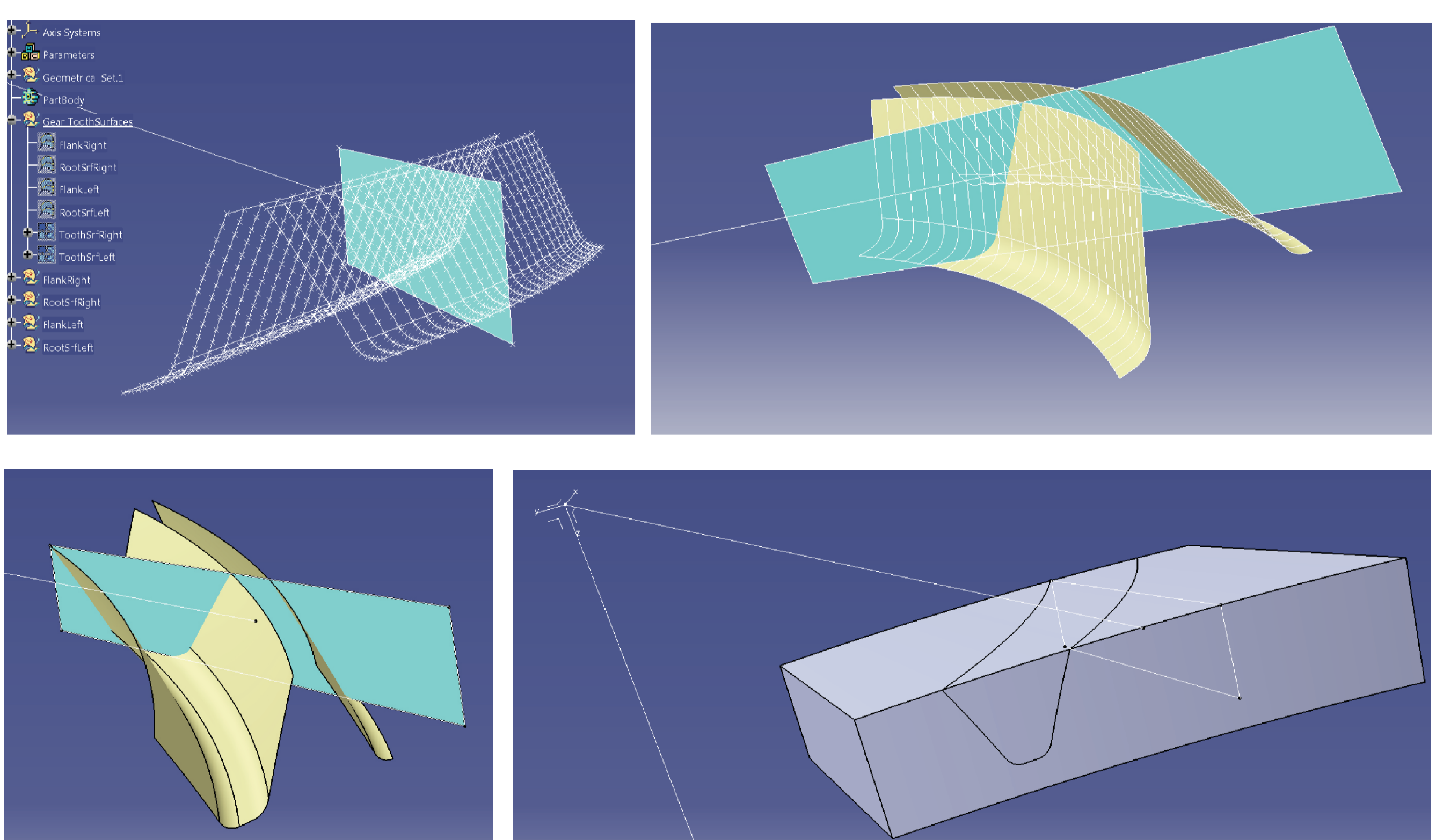
- Pisula J., Płocica M.: **Ocena jakości wykonania stożkowej przekładni lotniczej z użyciem współrzędnościowej techniki pomiarowej.** XVIII MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA - TransComp Zakopane, 1-4.12.2014

Prace mgr, dr, hab.

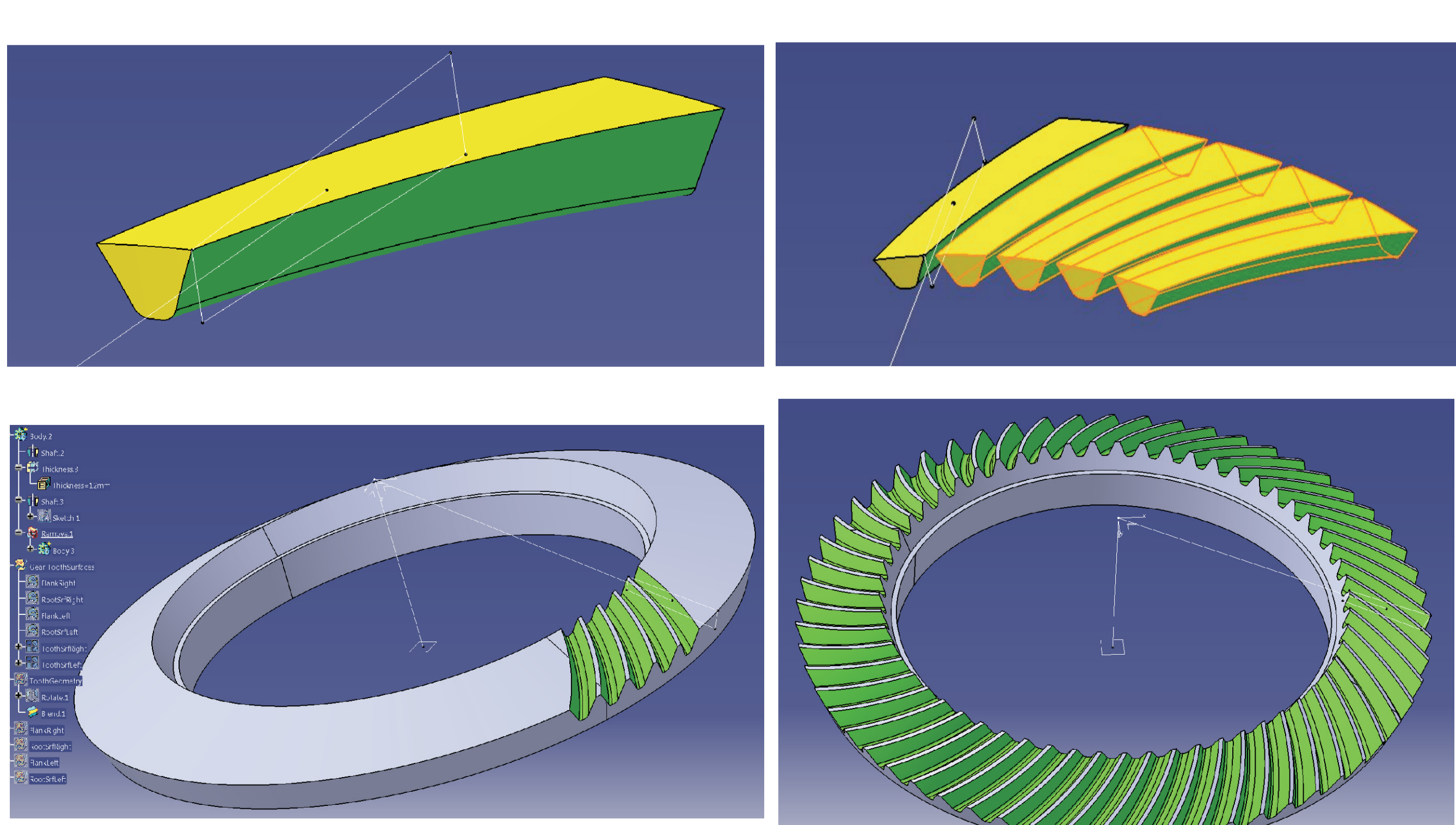
Prace doktorskie

- Jacek Sowa. **Analiza wytrzymałościowa lotniczych przekładni stożkowych o kołowo-lukowej linii zęba.** Promotor: dr hab. inż. Adam Marciniak Status: *praca obroniona 10 grudnia 2014 r.*
- Bartłomiej Sobolewski. **Modelowanie i analiza ząbienia przekładni stożkowych w środowisku CAD.** Promotor: dr hab. inż. Adam Marciniak Status: *praca obroniona 30 marca 2015 r*

Rys. 1 Fragment kodu programu oraz plik tekstowy zawierający siatkę punktów powierzchni boku zęba (prawa strona zęba zębniaka)
Fig. 1 Fragment of the program code and a text file containing grid points of the tooth flank surface (right flank of the pinion tooth)



Rys. 2 Etapy kształtowania wrębu międzyzębnego na podstawie siatki punktów
Fig. 2 Stages of the gap formation based on a grid of points



Rys. 3 Gotowy wrębu międzyzębnego oraz metodyka tworzenia uzębienia na otoczce koła
Fig. 3 Formed gap and methodology of teeth creating