

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.) Plastic forming of magnesium alloys (precision forging, stamping, extrusion etc.)

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Instytut Lotnictwa w Warszawie

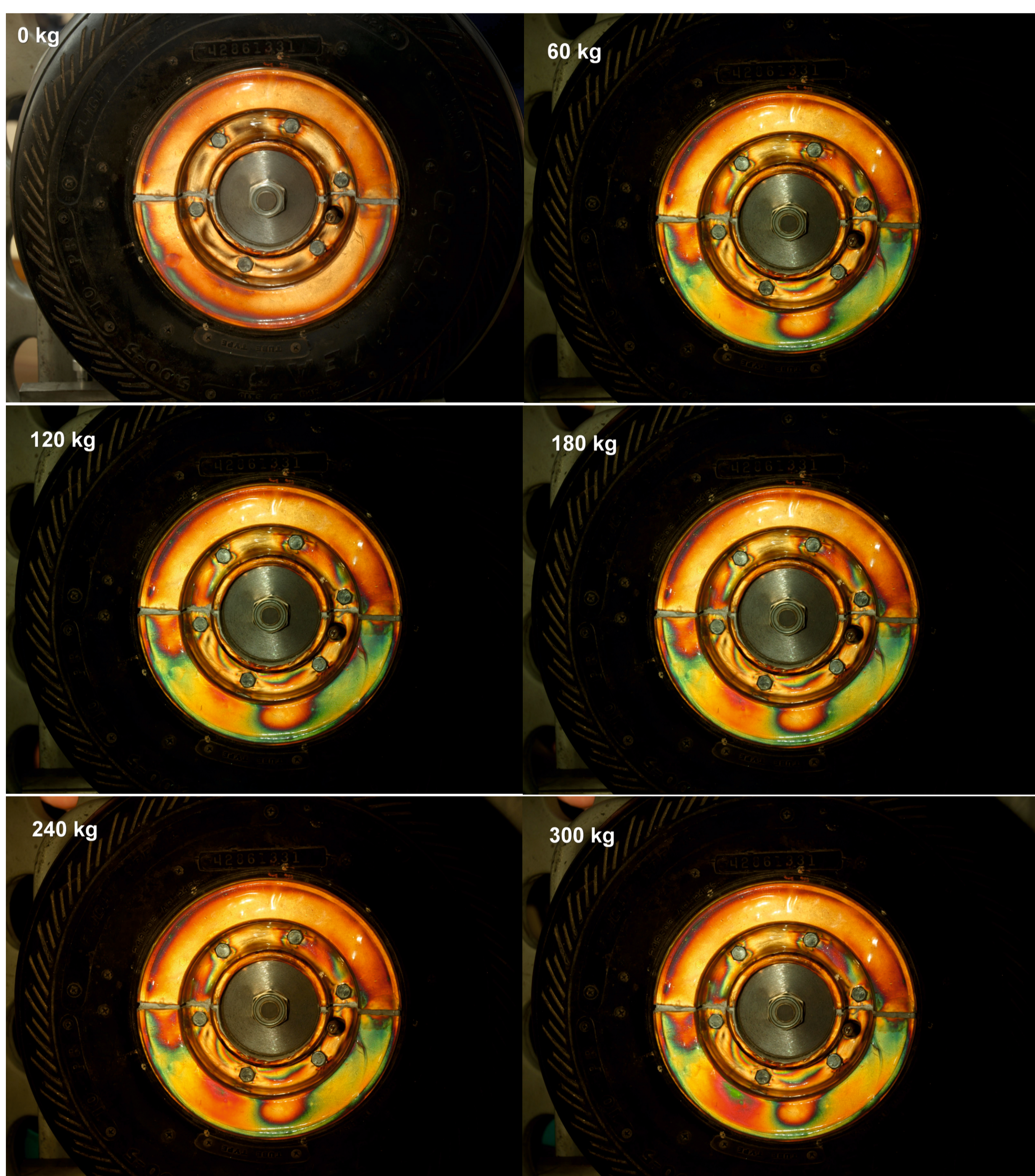
Wyniki badań Results

Elastoptyczna analiza rozkładu naprężeń od siły pionowej w piaście koła samolotu Photoelastic analysis of stress distribution of the vertical strength in the aircraft wheel hub

Piaśta koła samolotu poddawana jest ściśle określonym badaniom wytrzymałościowym. Jedną z najważniejszych prób jest sprawdzanie piasty na działanie siły pionowej. Prototyp piasty do badań elastoptycznych wykonany techniką Jetting Systems i zaopatrzonej w optycznie aktywne powłoki umieszczony został na prasie i poddany obciążeniu siłą pionową. Wyniki analizy rozkładu naprężeń zarejestrowane zostały z wykorzystaniem stanowiska z polaryskopem Vishay.



Rys. 1. Stanowisko do analizy rozkładu naprężeń od siły pionowej w piaście koła samolotu - metoda światła odbitego
Fig. 1. Position to analyze the stress distribution of the vertical strength in the aircraft wheel hub - the method of reflected light



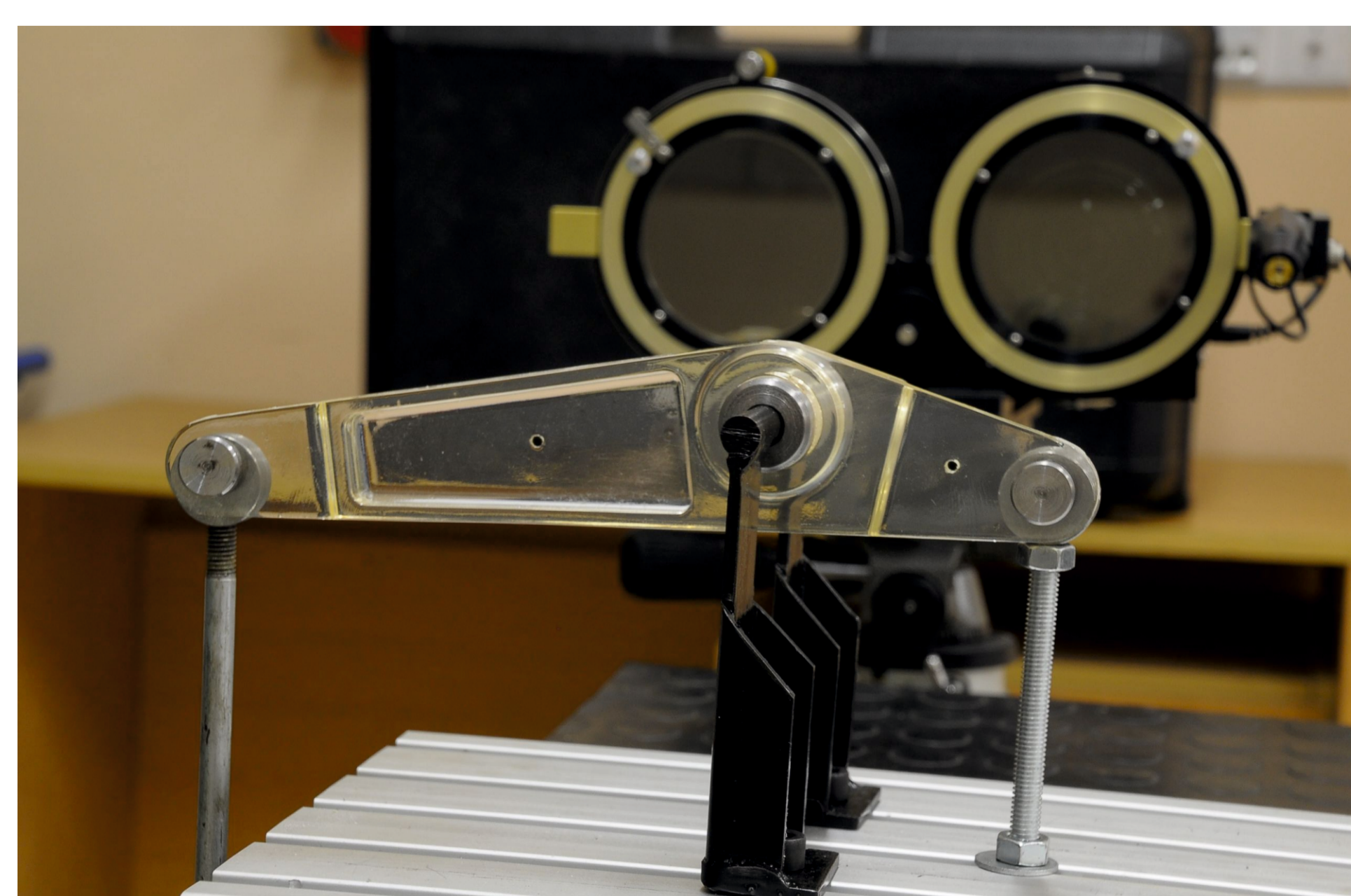
Rys. 2. Rozkład naprężeń w piaście koła samolotu
Fig. 2. The distribution of stresses in the aircraft wheel hub

Elastoptyczna analiza rozkładu naprężeń w dźwigni układu sterowania śmigłowca Photoelastic analysis of stress distribution in the helicopter control lever

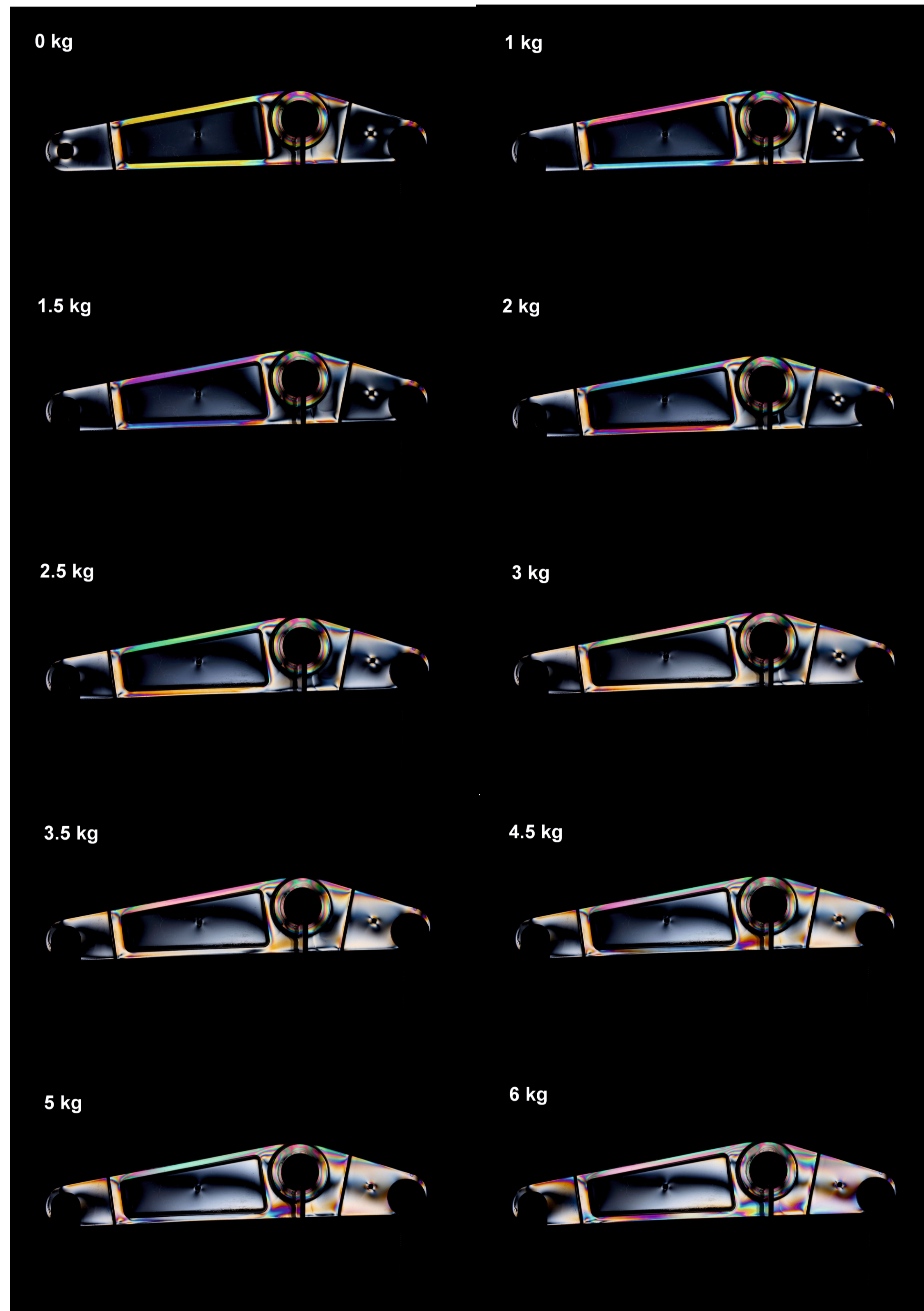
Celem przeprowadzenia analizy rozkładu naprężeń w dźwigni układu sterowania śmigłowca metodą światła przechodzącego wykonano model JS, a na jego podstawie formę silikonową i odlew próżniowy z żywicy Epidian 53.



Rys. 3. Przygotowanie modelu VC dźwigni z żywicy Epidian 53
Fig. 3. Preparation of the VC model of the lever of Epidian 53 resin



Rys. 4. Stanowisko do analizy rozkładu naprężeń w dźwigni - metoda światła przechodzącego
Fig. 4. Position to analyze the stress distribution in the lever - the method of light passing



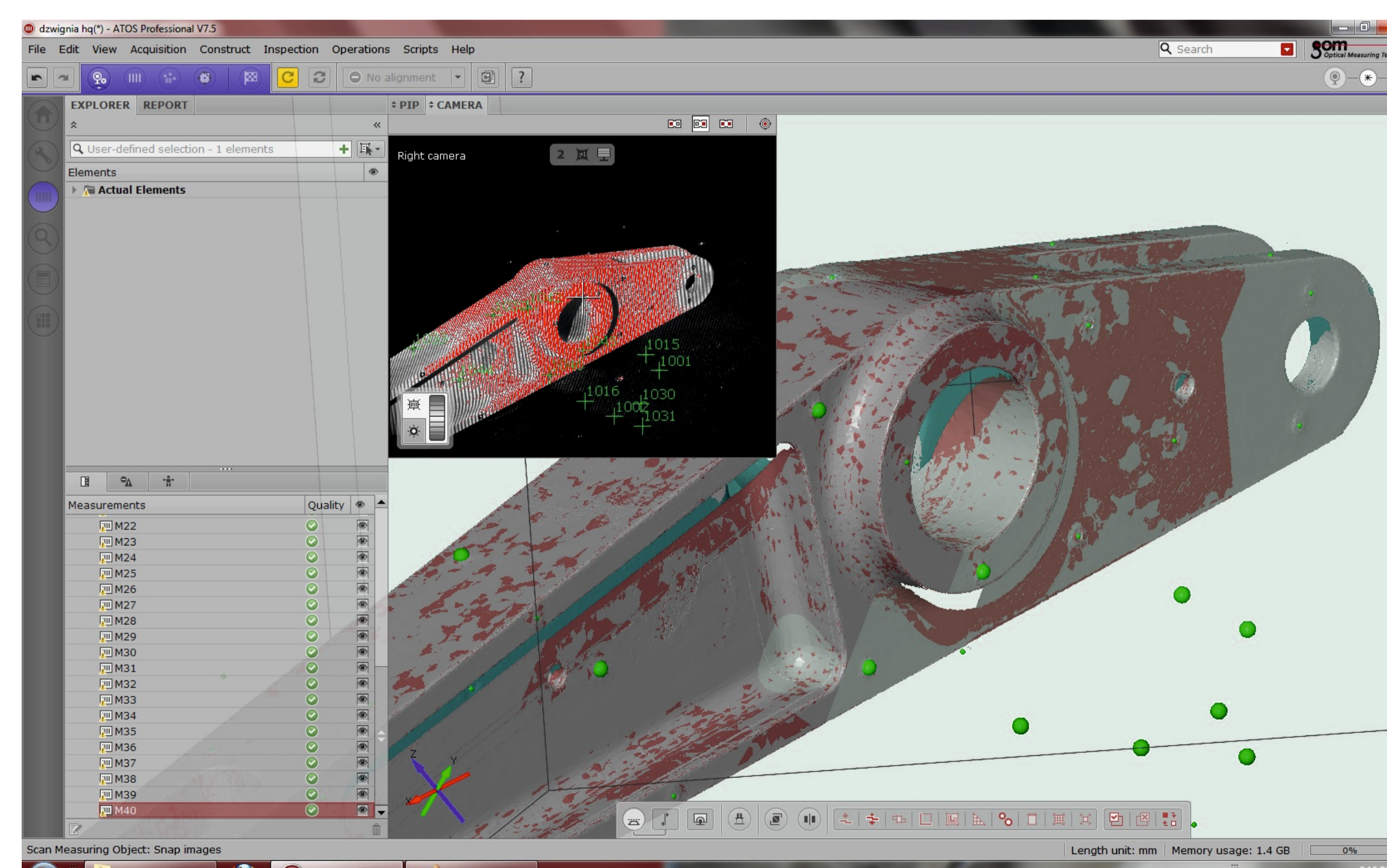
Rys. 5. Rozkład naprężeń w dźwigni układu sterowania śmigłowca
Fig. 5. The distribution of stresses in the helicopter control lever

Weryfikacja wymiarowa prototypów JS dźwigni układu sterowania śmigłowca Dimensional verification of JS prototypes of the helicopter control lever

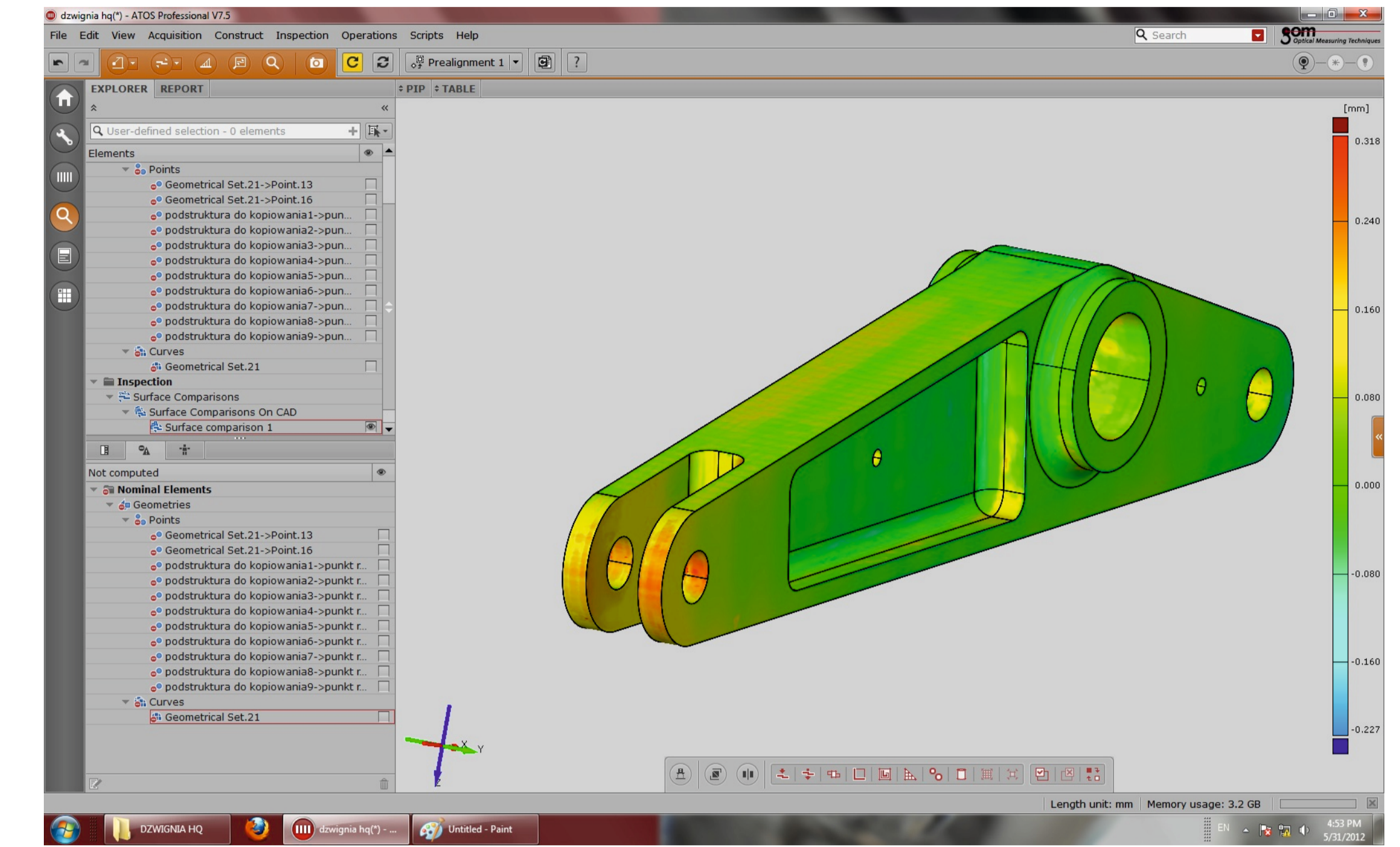
Modele dźwigni układu sterowania śmigłowca do weryfikacji fizycznej i badań elastoptycznych zostały wykonane techniką Jetting Systems w różnych trybach pracy aparatury OBJET Eden 260V. Modele JS HQ (High Quality) i JS HS (High Speed) poddano weryfikacji wymiarowej z wykorzystaniem skanera ATOS II na światło niebieskie.



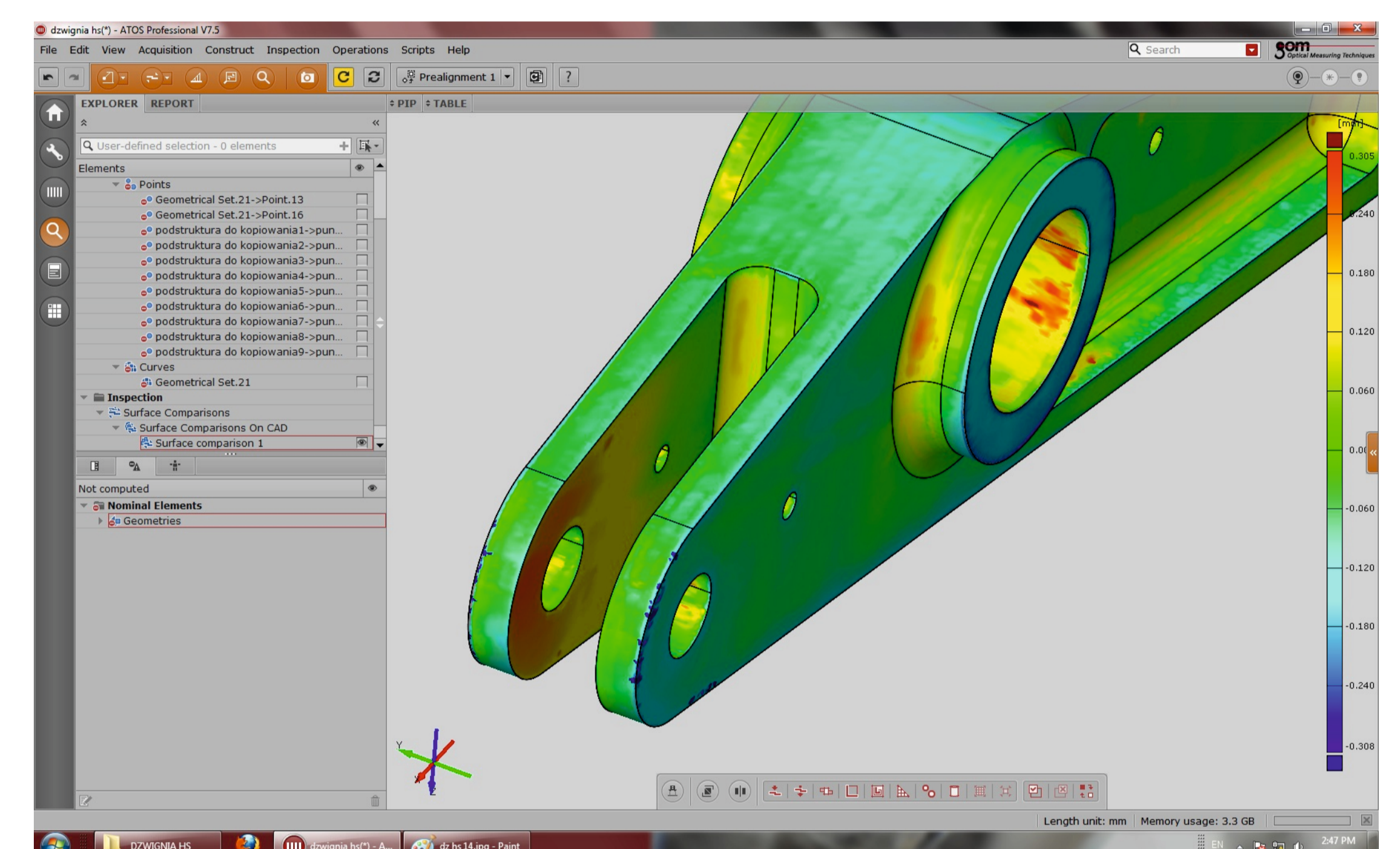
Rys. 6. Skaner ATOS II - wykorzystanie światła niebieskiego do pomiaru dźwigni
Fig. 6. ATOS II scanner - use blue light to measure the lever



Rys. 7. Pozyskiwanie danych ze skanera ATOS II
Fig. 7. Getting the data from the ATOS II scanner



Rys. 8. Wyniki pomiarów dźwigni wykonanej w trybie HQ
Fig. 8. The results of measurements of lever made in HQ



Rys. 9. Wyniki pomiarów dźwigni wykonanej w trybie HS
Fig. 9. The results of measurements of lever made in HS

Badania właściwości fotopolimeru FC870 wykorzystanego do wykonania modelu JS dźwigni układu sterowania śmigłowca Testing of FC870 photopolymer used for the implementation of the JS model of the

Tabela 1. Wyniki rozciągania próbek z fotopolimeru FC870
Table 1. The results of the tensile of photopolymer FC870 samples

| | obciążenie przy Maximum Load [N] | Naprężenie przy Max. sile [MPa] | Odształcenie przy max sile [%] | obciążenie przy zerwaniu [N] | Naprężenie rozciągające przy zerwaniu [MPa] | Odształcenie przy rozciąganiu [%] | Moduł (E-modulus) [MPa] |
|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 | 1 039,12 | 26,30 | 8,78 | 923,92 | 23,39 | 57,23 | 1 158,90 |
| 2 | 1 009,53 | 25,95 | 4,83 | 990,92 | 25,47 | 68,92 | 1 197,80 |
| 3 | 884,83 | 22,76 | 65,26 | 884,83 | 22,76 | 65,26 | 986,10 |
| 4 | 1 028,78 | 26,18 | 6,72 | 936,78 | 23,84 | 60,85 | 1 009,31 |
| 5 | 996,42 | 25,09 | 6,59 | 944,20 | 23,78 | 62,72 | 2 157,69 |
| | 6,25337 | 5,84420 | 142,16660 | 4,08470 | 4,21271 | 7,01611 | 37,41157 |
| Współczynnik zmienności | | | | | | | |
| Maksimum | 1 039,12 | 26,30 | 65,26 | 990,92 | 25,47 | 68,92 | 2 157,69 |
| Srednia | 991,74 | 25,26 | 18,44 | 936,13 | 23,85 | 63,00 | 1 301,96 |
| Mediana | 1 009,53 | 25,95 | 6,72 | 936,78 | 23,78 | 62,72 | 1 158,90 |
| Minimum | 884,83 | 22,76 | 4,83 | 884,83 | 22,76 | 57,23 | 986,10 |
| Zakres | 154,29 | 3,55 | 60,42 | 106,09 | 2,71 | 11,69 | 1 171,59 |
| Odchylenie standardowe | 62,01690 | 1,47602 | 26,21001 | 38,23824 | 1,00457 | 4,41981 | 487,08373 |
| Srednia + 1 odchyl. | 1 053,75 | 26,73 | 44,65 | 974,37 | 24,85 | 67,41 | 1 789,04 |
| Srednia - 1 odchyl. | 929,72 | 23,78 | -7,77 | 897,89 | 22,84 | 58,58 | 814,88 |

Wnioski Conclusions

- Naprężenia będące wynikiem działania siły pionowej na piaśta koła samolotu koncentrują się przede wszystkim w obszarze pomiędzy śrubami montażowymi oraz na zewnętrznym kołnierzu. Przy maksymalnym zadanym obciążeniu można zaobserwować izochromy trzeciego rzędu. Biorąc pod uwagę współczynnik modelowy dla materiału docelowego z jakiego będzie wykonana piaśta - lotniczy stop magnezowy - występujące naprężenia mieszczą się w dopuszczalnym zakresie.
- Analiza rozkładu naprężeń metodą światła przechodzącego w dźwigni układu sterowania śmigłowca wskazuje dwa podstawowe obszary koncentracji naprężeń - wokół sworzni głównego oraz na dłuższym ramieniu.
- Analiza rozkładu naprężeń metodą światła odbitego w dźwigni układu sterowania śmigłowca wskazuje dwa podstawowe obszary koncentracji naprężeń - wokół sworzni głównego oraz na dłuższym ramieniu.
- Analiza rozkładu naprężeń metodą światła przechodzącego w dźwigni układu sterowania śmigłowca wskazuje dwa podstawowe obszary koncentracji naprężeń - wokół sworzni głównego oraz na dłuższym ramieniu.
- Pomiar modeli Jetting Systems dźwigni układu sterowania śmigłowca pozwala określić średnią dokładność metody rzędu 0,08 mm. Model wykonany w trybie wysokiej jakości - HQ - charakteryzuje się równomiernym błędem (naddatkiem). Jedynie w otworach dokładność maleje do ok. 0,2 mm. Model dźwigni wykonany w trybie wysokiej prędkości - HS - obarczony jest zarówno błędem dodatnim na wewnętrznych powierzchniach jak i ujemnym (skurczeniem) na powierzchniach zewnętrznych. Dokładność w skrajnych przypadkach spada do ok. 0,3 mm. Measurement of Jetting Systems models of the helicopter control lever allows you to specify an average accuracy of the method in a row 0.08 mm. The model is made in high quality mode - HQ - is characterized by a uniform error (an allowance). Only in the holes the accuracy decreases to about 0.2 mm. The lever model is made in high speed - HS - is marred by an error either on the inner surfaces of the positive and negative (contraction) on the outer surfaces. The accuracy in extreme cases falls to about 0.3 mm.
- Badania właściwości fotopolimerów wykorzystywanych do prototypowania elementów konstrukcji lotniczych (piaśta koła samolotu i dźwigni układu sterowania śmigłowca) pozwalają określić rzeczywiste parametry wytrzymałościowe, istotne do wyznaczania wartości obciążenia oraz wielkości naprężeń podczas testów elastoptycznych.
- Testing of photopolymers used in prototyping elements of aircraft structures (aircraft wheel hubs and the helicopter control lever) allow to determine the actual strength parameters, relevant to determining the value of the load and size of stress during photoelastic testing.

Przykłady zastosowania w lotnictwie Examples of application in aviation

Poddawane badaniom elementy konstrukcji lotniczych będą zastosowane w prototypach, które znajdują się w fazie produkcji w Instytucie Lotnictwa w Warszawie. Dźwignia zostanie wykorzystana w układzie sterowania śmigłowca bezzałogowego, a piaśta koła samolotu trafi do produkcji seryjnej - elementy będą docelowo wytwarzane z lotniczego stopu magnezu.

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Prace mgr, dr, hab.
Prace doktorskie
Tytuł: **Techniki szybkiego prototypowania w procesie projektowania i wdrażania do produkcji elementów konstrukcji lotniczych**
Autor: Jacek Bemaczek
Promotor: dr hab. inż. Romana Ewa Śliwa, Prof. PRZ
Status: w trakcie realizacji