

mgr inż. Zbigniew Nowosielski, e-mail: [zn.serwis.sos@o2.pl](mailto:zn.serwis.sos@o2.pl)

inż. Rafał Krajewski, e-mail: [rafal.krajewski@poczta.onet.pl](mailto:rafal.krajewski@poczta.onet.pl)

Biuro Rekonstrukcyjno-Technologiczne Zabytkowej Inżynierii Pojazdowej <http://www.br-tzip.pl>

## **OPIS PROCESU WYKONANIA DOKUMENTACJI CYFROWEJ ZESPOŁU GAŚNIENICA – KOŁO NAPĘDOWE CZOŁGU ZWIADOWCZEGO TKS (1935)**

**Streszczenie:** W artykule opisany został proces wykonania dokumentacji w oparciu o którą zostaną wyfrezowane, na obrabiarce cyfrowej, koła napędowe oraz zrealizowany zostanie proces odlewniczy ogniów gaśnic.

### **1. WSTĘP**

Na dziedzińcach uczelni politechnicznych tłoczy się wiele pokornej czeladzi. Ci z tłumu którym wolno stawać na progu to najwierniejsi z wiernych, albowiem Ci którym udało się dostać do środka skłonni są zbyt wiele sądzić o sobie. Proszę, dziękuję i przepraszam to krótki schemat mojej wypowiedzi.

Na początku chciałbym PROSIĆ studentów, dyplomantów, młodych inżynierów, żeby nie zapominali o konieczności zgłębiania rzetelnej wiedzy technicznej za którą stoją niekwestionowane autorytety. Nasi nauczyciele i twórcy polskiej myśli technicznej tj. p.t. Edward Habich, Kazimierz Studziński, Zbigniew Lewandowski, Zbigniew Jaśkiewicz, Adam Minchejmer, Maciej Bernhardt, Tadeusz Pierożyński, Jerzy Werner, Szymon Dofkontt, Feliks Rawski.

Techniki komputerowe mimo swej spektakularnej formuły są tylko narzędziem, wspinałym narzędziem do realizowania projektów technicznych i technologicznych. Jednak bez rzetelnych podstaw teoretycznych i wiedzy praktycznej nie jest możliwe poprawne zamodelowanie czegokolwiek przy użyciu najbardziej innowacyjnych technologii.

Animatorom upowszechniania komputerowych systemów inżynierskich **dziękuję** za zaproszenie do pospolitego ruszenia inżynierów. Udział w seminariach Stowarzyszenia „ProCAx”, podróże przez świat WIRTOTECHNOLOGII pozwoliły nam poznać profesjonalne systemy CAD/CAM/CAE i uczestniczyć w prezentacjach przygotowanych przez doświadczonych reprezentantów polskiej nowoczesnej myśli technicznej.

Korzystając z okazji chcę także **przeprzeć** wszystkich za niedoceniecie, lekceważenie, wyśmiewanie pojęcia „wspomaganie komputerowe projektowania”. W czasie swojej największej aktywności zawodowej (zajmowałem się wtedy serwisowaniem samochodów), kiedy poszukiwałem młodych inżynierów na stanowisko doradcy serwisowego skreślałem wszystkich, którzy w swoim CV wspomnieli o wspomaganium komputerowym projektowania.

Teraz wiem, że było to postępowanie krzywdzące młodych ludzi. Aktualnie kieruję pracami o charakterze rekonstrukcyjno-technologicznym. Kiedy wspominam pracę w biurze konstrukcyjnym w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Mechaniki

Precyzyjnej głównie pamiętam ile kłopotów sprawiało weryfikowanie dokumentacji, wykonywanie egzemplarzy prototypowych, nanoszenie poprawek wyłowionych w wyniku działań kontrolnych. Jak długo trwał proces przygotowania do produkcji. Współczesne narzędzia inżynierskie jakim są komputerowe systemy, eliminują progowo możliwość popełnienia błędów i dają możliwość sprawdzenia współpracy elementów przed ich fizycznym wykonaniem.

Nie wyobrażam sobie teraz realizowania projektów rekonstrukcyjnych bez znajomości technik komputerowego wspomagania projektowania CAD.

W ostatnim czasie zrealizowaliśmy w naszym biurze projekt odbudowy wieńca łańcuchowego koła napędowego gąsienicy czołgu zwiadowczego TKS (1935 r.) oraz projekt ogniwa gąsienicy.

Opis procesu tworzenia dokumentacji cyfrowej zespołu gąsienic i kół napędowych doskonale ilustruje możliwości nowoczesnych technik projektowania.

## 2. WPROWADZENIE

Doświadczenia z testów dynamicznych, jakim poddany był odbudowany czołg zwiadowczy TKS, którego rewitalizacją zająłem się w roku 2008 na prośbę dyrekcji Muzeum Wojska Polskiego wskazują, że:



- kiedy gąsienica jest napięta właściwie pojawia się głośnie praca zespołu gąsienica – koło napędzające (tzw. strzelanie),

- kiedy natomiast gąsienica jest na tyle luźna, aby „strzelanie” nie występowało pojawia się tendencja do wyjeżdżania wózków jezdnych z bieżni gąsienicy.

Rys. 1 Czołg zwiadowczy TKS

Wyjeżdżanie wózków z bieżni gąsienicy skutkuje uszkodzeniem bandaży gumowych kół jezdnych oraz wyginaniem się występów w ogniwach gąsienicy, które prowadzą koła jezdne.

Byłem świadkiem dwóch takich zdarzeń:

- podczas pokazu realizowanego przez pracowników Muzeum Wojska Polskiego na Międzynarodowym Pikniku Lotniczym w Góraszce w 2009 roku wózek lewy TKS-a podczas próby skrętu wyjechał z bieżni gąsienicy.
- podobna sytuacja miała miejsce we wrześniu 2009 roku podczas prezentacji czołgu zwiadowczego TK-3 w Mińsku Mazowieckim (rys. 3)



Rys. 2 TKS podczas Międzynarodowego Pikniku Lotniczego w Góraszce w 2009 roku (na prawej fotografii wyraźnie widoczny lewy wózek, który wyjechał z bieżni podczas próby skrętu)



Rys. 3 operacja „lewarowania” w celu ustawienia wózka jezdzącego w bieżni gąsienicy

Kłopoty z uzyskaniem zgody muzealników i kolekcjonerów na wykorzystanie pojazdów zabytkowych do prezentacji historycznych czy inscenizacji rekonstrukcyjnych skłoniły nas do opracowania dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej ogniwa gaśienicy oraz wieńca zębatego łańcuchowej koła napędowego gaśienicy TKS-a.

Mamy nadzieję, że czołgi wyposażone w zamienne zestawy gaśienic i zębatek łańcuchowych kół napędowych będą mogły być prezentowane na pokazach dynamicznych.

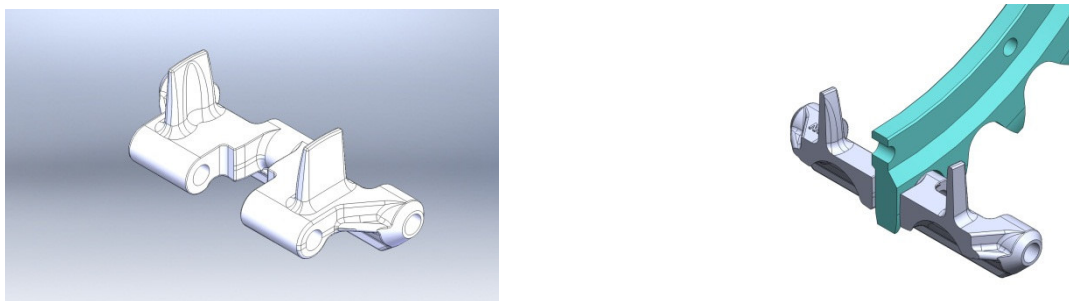
### 3. WYKONANIE DOKUMENTACJI

Po zapoznaniu się z uzbieraną różnymi drogami dokumentacją historyczną i przeprowadzeniu gruntownej analizy zakupionych ogniw oraz wypożyczonej zębatego koła napędowego przystąpiliśmy do opracowania dokumentacji konstrukcyjnej.

Dokumentację cyfrową ogniwa gaśienicy realizowaliśmy dwutorowo. Równolegle powstawały dwie dokumentacje: jedna na bazie tradycyjnych pomiarów warsztatowych zapisywanych w systemie CAD, a druga z wykorzystaniem skanera 3D. Obie dokumentacje zostały porównane. Zapisy cyfrowe były bardzo podobne, z tym, że pierwsza dokumentacja wymagała więcej nakładu pracy.



Rys. 4 Oryginalne ogniwo gaśienicy czołgu TKS – wyraźnie widoczne zużycie użytkowe (ubytki korozyjne oraz odkształcenia mechaniczne)



Rys. 5 Modele 3D: ogniwa gaśienicy oraz przekroju ogniwa gaśienicy i zębatego koła napędowego gaśienicy czołgu TKS

Konstruowanie wieńca łańcuchowego koła napędowego ułatwił nam dostęp do „destruktu” oryginalnego koła (bardzo zużytego eksploatacyjnie i z dużymi ubytkami korozyjnymi).



Rys. 6 Oryginalny wieńiec koła napędowego czołgu TKS

Dobór rzeczywistego zarysu wrębu oraz poprzecznego konturu zęba zrealizowaliśmy wykorzystując obliczenia bazujące na zachowanym historycznym egzemplarzu wieńca oraz na normach wymiarowych kół rolkowych przekładni łańcuchowych. Pomocny okazał się także dostęp do opisów patentowych profesora Edwarda Habicha.

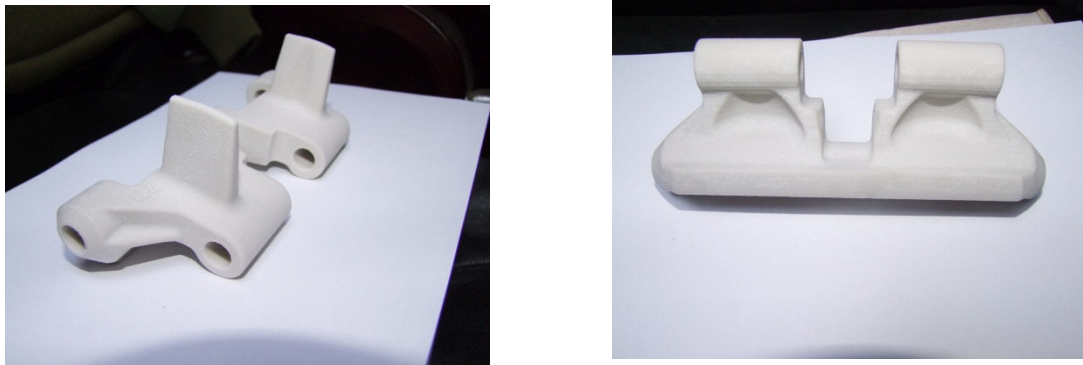


Rys. 7 wstępne pomiary na oryginalnym wieńcu koła napędowego czołgu TKS



Rys. 8 Symulacja współpracy fragmentu łańcucha z wieńcem koła napędowego oraz przekrój tych elementów

W oparciu o przygotowaną dokumentację wykonaliśmy próbne wydruki ogniwi na drukarce 3D. Porównując wydrukowane modele z najlepiej zachowanym oryginalnym ogniwem uznaliśmy, że potrzebne są niewielkie zmiany w dokumentacji.



Rys. 9 Ogniwo czołgu TKS wydrukowane na drukarce 3D /technologia proszkowa/ na podstawie modelu zbudowanego w środowisku CAD

W oparciu o poprawioną dokumentację cyfrową ponownie wydrukowaliśmy modele ogniwi. Połączone sworzniami ogniwa przymierzone zostały do wykonanego równolegle na frezarce CNC wieńca koła napędowego gąsienicy.



Rys. 10 Wydrukowane na drukarce 3D modele ogniwi oraz wyfrezowany na obrabiarce CNC wieńiec koła napędowego czołgu TKS

Ocena współpracy elementów wypadła bardzo dobrze, więc mogliśmy przystąpić do opracowywania technologii wykonania gąsienic i zębatek łańcuchowych kół napędowych.

W oparciu o sporządzoną dokumentację BR-T ZIP jest w stanie zrealizować zlecenie wykonania zestawów gąsienic i zębatek do czołgu TKS i ciągnika gąsienicowego C2P.

Studentów, pasjonatów, zapraszamy do współpracy z BR-T ZIP, bo wiele cennych, zabytkowych obiektów czeka na swoje „drugie życie” najpierw w wirtualnym świecie technologii CAx, a później na fizyczną ich rekonstrukcję.