

Jacek Krawczyk
Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor”

PROJEKTOWANIE Z WYKORZYSTANIEM MODELI NA PRZYKŁADZIE MODERNIZOWANEJ LOKOMOTYWY SU-45

Streszczenie: Referat jest poświęcony prezentacji etapów prac wykonywanych, przy projektowaniu całkowicie nowego stanowiska sterowniczego i kabiny maszynisty lokomotywy SU-45. W referacie przedstawiono sposób prowadzenia tych prac z wykorzystaniem modeli geometrycznych 3D. Zaprezentowano nowe podejście do projektowania oraz wskazano możliwości komputerowego wspomaganie prac inżynierskich, które cały czas ewoluują i rosną w miarę, jak zwiększa się moc obliczeniowa komputerów.

Słowa kluczowe: komputerowe wspomaganie prac inżynierskich CAD, ergonomia, lokomotywa, pulpit sterowniczy ,kabina maszynisty.

1. WSTĘP

Obecne przemiany na kolei, wymagają modernizacji istniejącego taboru kolejowego jak i wprowadzenia nowego. Te zmiany wymagają opracowania nowych projektów pojazdów szynowych oraz modernizacji istniejących.

Cechą charakterystyczną pojazdów szynowych jest ich złożoność oraz duża ilość zabudowanych w nich urządzeń oraz różnych układów elektrycznych, sterowniczych i powietrznych.

Wszystko to jest zabudowane w określonej ograniczonej strukturze przestrzennej (pudło, kabina). Powoduje to, że dokumentacja konstrukcyjna pojazdów szynowych, tworzona dla producentów taboru kolejowego jest dość złożona i rozbudowana, składająca się z wielu rysunków. Dlatego do prac projektowych wykorzystuje się komputerowe wspomaganie prac inżynierskich CAD.

Możliwości komputerowego wspomaganie prac inżynierskich (CAD) cały czas ewoluują i rosną w miarę, jak zwiększa się moc obliczeniowa komputerów. To pozwala czerpać korzyści płynące ze wzrostu wydajności, jakie oferują te pakiety.

Umożliwiają one inżynierom opracowywanie modeli geometrycznych opisujących konstrukcję i zabudowę urządzeń. Modele te mieszczą w sobie wiele dziedzin inżynierii, w tym (choć nie tylko) konstrukcje mechaniczne, układy powietrzne, wodne, elektryczne.

Dlatego więc ten typ projektowania tak szybko zdobywa zainteresowanie producentów taboru kolejowego, zmagających się ze złożonymi problemami rozwoju pojazdów szynowych. Korzyści sprowadzają się do udokumentowanego faktu, że projektowanie z wykorzystaniem modeli skraca czas i zmniejsza koszty związane z tradycyjnym podejściem, które zazwyczaj oznacza projektowanie prototypu. Stosowanie projektowania z wykorzystaniem modeli pozwala ominąć etap budowy prototypu, wykrywać błędy i kolizje w początkowej fazie projektu, a nie w fazie budowy pojazdu.

2. PRZYGOTOWANIE DANYCH PROJEKTOWYCH

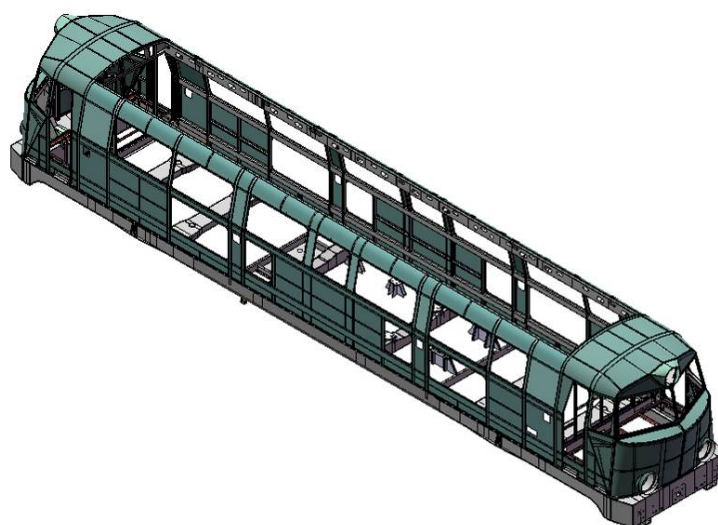
Wygląd lokomotywy SU-45 przed modernizacją przedstawiono na rys. 1.



Rys.1. Lokomotywa SU-45 przed modernizacją (widok zewnętrzny, szkielet, wnętrze kabiny)

Dostępna dokumentacja wyjściowa lokomotywy była dokumentacją w wersji papierowej. Taka postać dokumentacji nieprzydatna do dalszych prac w systemie CAD wymagała jej konwersji na model 3D. Na podstawie rysunków utworzono modele 3D detali, podzespołów i zespołów. Z tych komponentów został utworzony model 3D w skali 1:1 pudła lokomotywy (ostoja, szkielety ścian, kabiny i poszycia). Struktura modelu jest identyczna z dokumentacją papierowa, a nazwy plików detali odpowiadają numerowi rysunku detali, podzespoły numerowi podzespołu itd. W modelu tym pominięto dokumentację wyłożeń, pulpitu, różnych instalacji, części przyspawanych, gdyż w modernizowanej lokomotywie zostaną one wykonane na nowo. Widok tak wykonanego modelu przedstawiono na rys. 2.

Tak przygotowany model 3D pudła lokomotywy był podstawą do dalszych prac projektowych. Z modelu tego można wygenerować dowolne rzuty, przekroje i szczegóły wykorzystane przy tworzeniu dokumentacji rysunkowej (format .dwg) jak i w dalszych pracach projektowych w 3D.

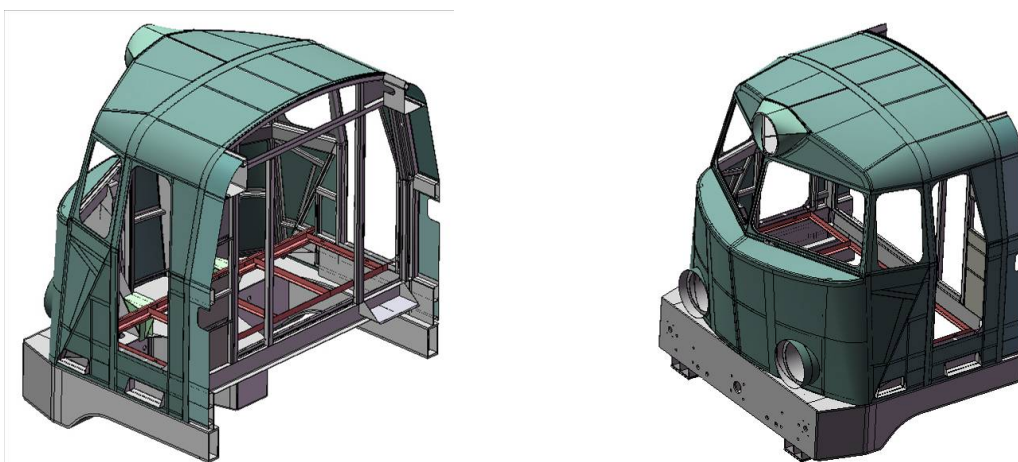


Rys. 2. Widok modelu 3D pudła lokomotywy SU-45

Cechą tego modelu jest szybki dostęp do wszelkich informacji o geometrii, wymiarach jak o rozmieszczeniu poszczególnych elementów konstrukcyjnych, które mogą być wykorzystane w wielu innych obszarach projektowania.

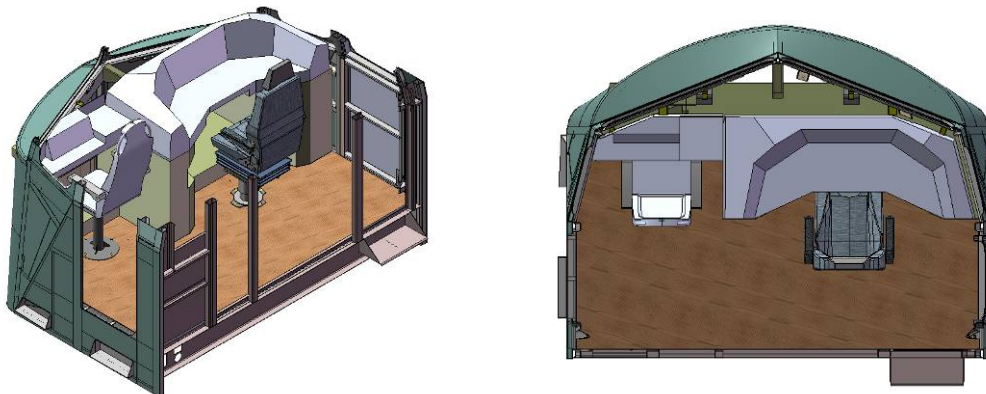
3. KONCEPCJA NOWEGO STANOWISKA STEROWNICZEGO W KABINIE

W związku z tym, że dotychczasowe stanowisko sterownicze było niezgodne ze współczesnymi zasadami ergonomii i nie spełniało wymagań sprecyzowanych w normach PN, PN-EN i przepisach międzynarodowych [3] zdecydowano, że do dalszych prac wykorzysta się szkielet 3D kabiny wykonanej na podstawie dokumentacji rysunkowej papierowej, dla skonstruowania nowoczesnego, ergonomicznego stanowiska (układ pulpit-fotel) w ograniczonej przestrzeni dotychczasowej kabiny (rys. 3).



Rys. 3. Widok modelu 3D szkieletu kabiny lokomotywy SU-45

Wykorzystując opracowania [1], [2], wyniki analizy widoczności ze stanowiska lokomotywy, zasady ergonomii, karty UIC-651, UIC-612 [3] i polskie normy [4] oraz wymagania użytkowników, ukształtowano geometrię wyjściową w formacie 3D (rys. 4).

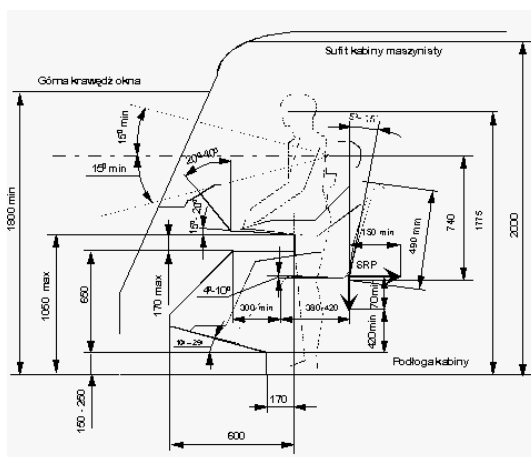


Rys. 4. Widoki modelu wyjściowego stanowiska sterowniczego w formacie 3D

Z widoków modeli widoczne jest ukształtowanie stanowiska sterowniczego charakteryzującego się pewną asymetrią. Stanowisko maszynisty jest bardziej przesunięte do środka kabiny, a stanowisko pomocnika maszynisty przesunięto maksymalnie na lewo.

Tak ukształtowana geometria wyjściowa w postaci modelu 3D stanowiska sterowniczego przedstawiona na rys. 4, została poddana dokładnej trójwymiarowej analizie i weryfikacji:

- w układzie pulpit – fotel maszynisty sprawdzając łatwość wsiadania i wsiadania, zagwarantowanie dostatecznej swobody ruchu kolan i ud nawet w przypadku obrotu fotela, zapewnienia dobrej pracy maszynisty w pozycji siedzącej i stojącej oraz okresowej zmiany pozycji siedzącej na stojącą
- sprawdzając, czy główne wymiary układu pulpit – fotel maszynisty są zgodne z wymaganiami karty UIC-651 (rys. 5)



Rys. 5. Główne wymiary układu pulpit-fotel zalecane w karcie UIC-651.

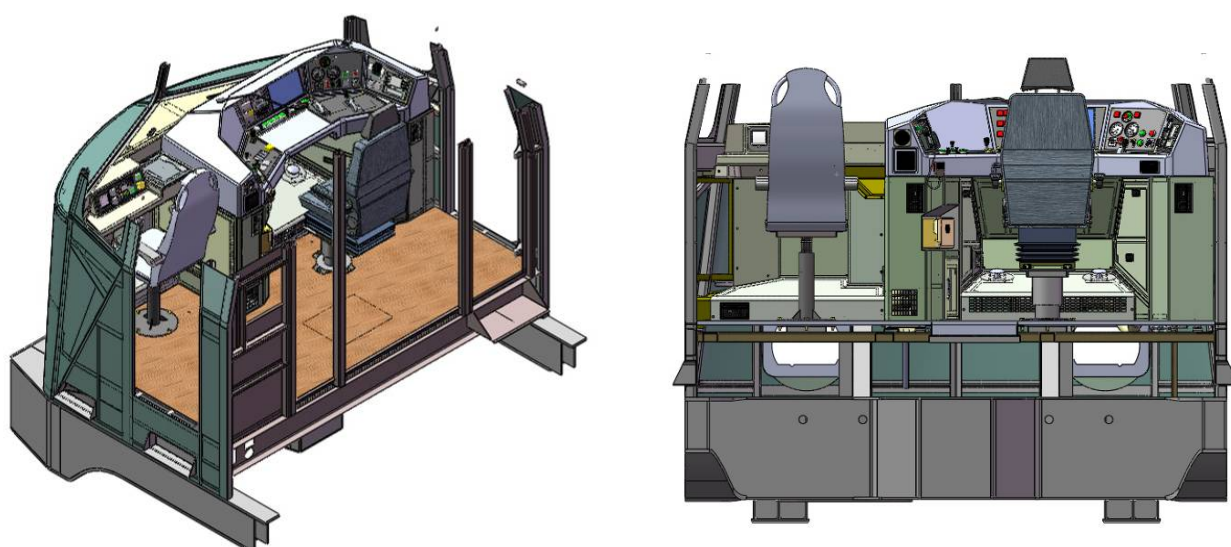
- sprawdzając widoczność sygnałów niskich i wysokich zgodnie z wymaganiami karty UIC-651.

4. KSZTAŁTOWANIE KONSTRUKCJI STANOWISKA STEROWNICZEGO

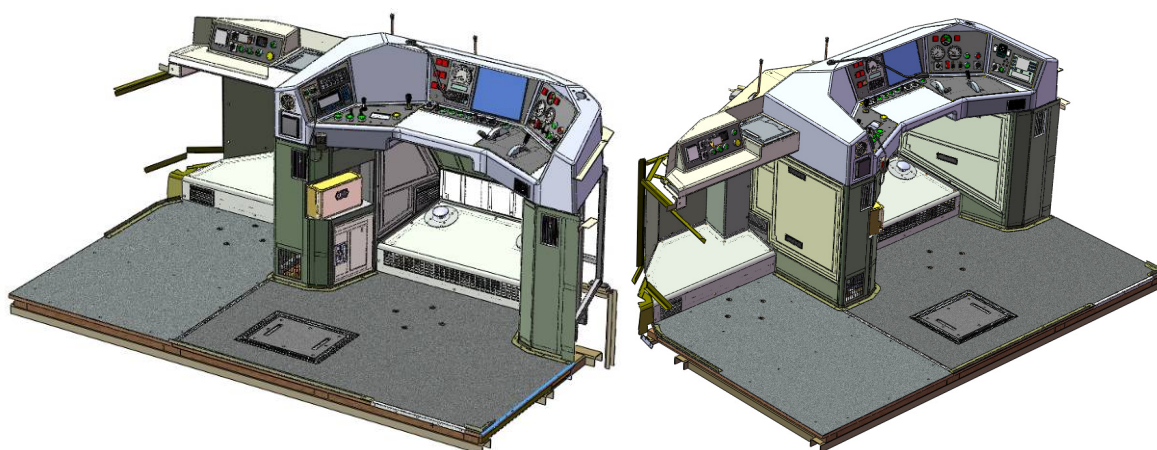
Mając ukształtowaną geometrię stanowiska sterowniczego, przystąpiono do rozmieszczenia urządzeń sterujących, wskaźnikowych oraz pozostałych aparatów elektrycznych, pneumatycznych, nagrzewnic wraz z układem wodnym i rozprawdzeniem powietrza.

Równoległe z zabudową kształtowano strukturę szkieletową stanowiska wraz z układem wsporników mocujących te urządzenia.

Wyniki tych prac przedstawiono na rys. 6 i 7.

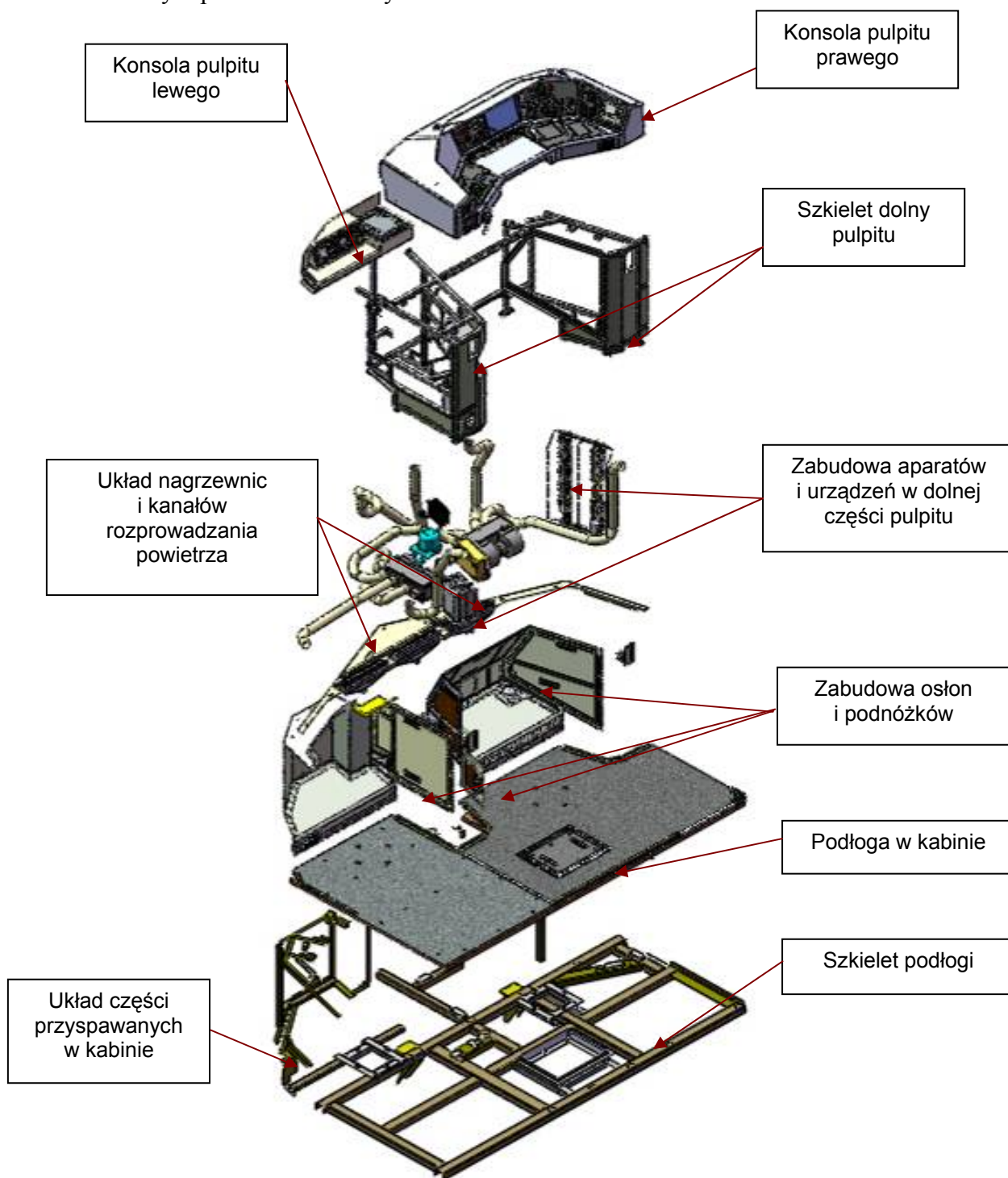


Rys. 6. Widoki stanowiska sterowniczego po modernizacji



Rys. 7. Widoki kompletnego stanowiska sterowniczego bez foteli i kabiny po modernizacji

Budowę i strukturę tego stanowiska bez foteli i układu wodnego w widoku rozstrzelonym przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Widoki struktury stanowiska sterowniczego bez foteli i szkieletu kabiny

Na podstawie tego modelu została utworzona dokumentacja konstrukcyjna stanowiska sterowniczego w postaci rysunków 2D.

Wybrane widoki zabudowanego pulpitu rzeczywistego stanowiska sterowniczego w zmodernizowanej lokomotywie ST-45 przestawiono na rys. 9, a całą zmodernizowaną lokomotywę na rys. 10.



Rys. 9. Widoki nowego stanowiska sterowniczego po modernizacji



Rys. 10. Widoki zmodernizowanej lokomotywy ST-45

5. PODSUMOWANIE

Zaprezentowany proces tworzenia dokumentacji konstrukcyjnej nowego pulpitu sterowniczego oznacza nowe podejście do procesu projektowania. Dotyczy to zmiany filozofii projektowania, która polega na przejściu od nieparametrycznego systemu 2D do w pełni parametrycznego systemu 3D.

Dzięki takiemu podejściu, projektowanie polega na budowaniu prototypu wirtualnego na którym są rozwiązywane wszystkie problemy inżynierskie związane z kształtowaniem konstrukcji, wykrywaniem i eliminowaniem kolizyjności elementów składowych konstrukcji i zabudowanych urządzeń oraz poszukiwaniem optymalnych rozwiązań dzięki możliwości wykonania wielu wariantów.

Otrzymany prototyp wirtualny w postaci modelu 3D, zawiera praktycznie wszystkie informacje jakie ma rzeczywisty prototyp fizyczny, dzięki czemu została wyeliminowana budowa modelu fizycznego pulpitu dla weryfikacji poprawności jego konstrukcji.

Bibliografia

1. Krawczyk J., Guzikowski D., Mockiewicz K.: Opracowanie wytycznych dla kabin maszynisty lokomotywy o prędkości 200km/h w zakresie ergonomii kabiny i fotela maszynisty w powiązaniu z wymaganiami funkcjonalnymi. Opracowanie OR-7561. OBRPS-Poznań 1991
2. Krawczyk J., Guzikowski D.: Wytyczne do konstrukcji kabiny maszynisty spełniającej najnowsze wymagania ergonomiczne. Opracowanie OR-7803. OBRPS-Poznań 1994.
3. Marciniak Z., Krawczyk J. Kabiny sterownicze nowoczesnych lokomotyw, ergonomia, bezpieczeństwo i warunki pracy obsługi. Materiały z Konferencji Ergonomia w Środkach Transportu. Warszawa, kwiecień 2000.
4. Kabina maszynisty lokomotywy elektrycznej dwukabinowej. Podstawowe wymagania, bezpieczeństwo pracy i ergonomii. Norma PN-90/K-11001. Warszawa 1990.
5. Ukształtowanie kabin maszynisty lokomotyw, wagonów silnikowych, zespołów trakcyjnych i wagonów sterowniczych. Karta UIC-651 wyd. 2 Paryż 2000.

DESIGNING WITH USING THE MODELS ON EXAMPLE OF THE MODERNIZED LOCOMOTIVE TYPE SU-45

Abstract: This paper is devoted to the presentation of the stages of works carried out at designing the completely new control stand and the driver's cab of locomotive SU-45.

The way of carrying out these works with using the geometric models 3D is presented in this paper. The new approach to designing is presented and it is shown the possibilities of computer aiding of engineer works that evolve all time and they grow as the computational power of computers increases.

Keywords: computer aiding of engineer works CAD, ergonomics of stand, control desk, driver's cab.