

Modernizacja lokomotywy ET22 w ZNLE Gliwice

Do czego dążymy

– tendencje rozwoju polskich lokomotyw elektrycznych

Pierwsza cecha, określająca lokomotywę, to prędkość konstrukcyjna. W tym przypadku, biorąc pod uwagę stan torowisk i infrastruktury kolejowej w Polsce, lokomotywa ET22 z prędkością konstrukcyjną 125 km/h jeszcze długo będzie zupełnie wystarczająca do obsługi ruchu towarowego.

Drugim kryterium określającym lokomotywę jest moc. Również w tym kryterium ET22 posiada nawet pewien zapas, odkąd na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych stopniowo zmniejszyły się wielkości formowanych składów kolejowych, głównie z powodu zmniejszenia wydobycia kopalin w Polsce.

Już po tych dwóch zdaniach nasuwa się pytanie: po co modernizować ET22?

Jest na to proste uzasadnienie. Parametry takie jak prędkość i moc osiągnięto w lokomotywie ET22 przy użyciu przestarzałej już technologii, co powoduje, że utrzymanie w gotowości i sprawności technicznej lokomotyw ET22 jest bardzo pracochłonne i drogie. Zważywszy na liczbę ponad 900 lokomotyw ET22 będących w posiadaniu PKP CARGO S.A. stanowi to ogromny sumaryczny koszt.

Większość lokomotyw elektrycznych przez okres eksploatacji osiąga przebieg do dwóch lub trzech napraw głównych, a to dla lokomotywy towarowej oznacza kilkadziesiąt lat eksploatacji. Proces ten pochłania stosunkowo dużo środków finansowych.

Wydatki przedsiębiorstwa kolejowego na pozyskanie, obsługę i utrzymanie taboru trakcyjnego stanowią około 30% całości kosztów. I to jest podstawowy argument motywujący do podjęcia modernizacji ET22. Dodatkowe argumenty to zdecydowane poprawienie warunków pracy maszynistów oraz dostosowanie lokomotywy do nowych norm i wymagań.

Przewoźnicy poszukując optymalnego rozwiązania rozważają zakup nowych pojazdów, bądź planują modernizację starszego taboru.

W przypadku PKP CARGO S.A. zastąpienie tak dużej serii, jaką jest ET22, lokomotywami fabrycznie nowymi jest raczej nieopłacalne, zważywszy na koszty zakupu nowych pojazdów.

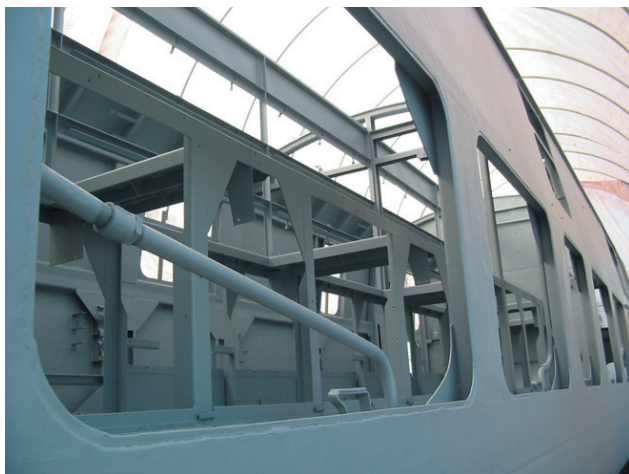
Ze względu na żywotność lokomotyw elektrycznych koszt efektywnej gruntownej modernizacji na ogół nie powinien przekraczać 40% kosztów nowego pojazdu (ale są oczywiście i inne opinie na ten temat). Ale poza oczywistymi względami finansowymi (różnymi dla każdego kraju i regionu) duże znaczenie mają również względy techniczne.

W klasycznych konstrukcjach dominującą przyczyną awaryjności i pracochłonności jest podatność na uszkodzenia silników trakcyjnych oraz aparatury elektrycznej, a w lokomotywie ET22 dodatkowo bardzo pracochłonne (i rzecz jasna kosztowne) jest prawidłowe wykonanie regulacji geometrii podwozia i wyważenia lokomotywy.

Stosując w procesie modernizacji nowoczesne materiały i technologie można z powodzeniem przedłużyć żywotność lokomotyw i w efekcie zminimalizować potrzeby w zakresie zakupu nowych maszyn oraz otrzymać wymierne korzyści w kosztach



Kolejne etapy modernizacji lokomotywy ET22-315



Konstrukcja pudła w przygotowaniu do przebudowy

utrzymania i obsługi, jak również w niezawodności, żywotności i gotowości technicznej lokomotyw.

W procesie modernizacji ET22 wykorzystano najnowocześniejsze z dostępnych materiałów i podzespołów, a niektóre urządzenia zostały zaprojektowane i wykonane specjalnie dla tej lokomotywy.

Co nowego w ET22

– cel i zakres modernizacji lokomotywy ET22

Podstawowe cele modernizacji lokomotywy ET22 to zmniejszenie kosztów utrzymania lokomotywy, unowocześnienie obwodu głównego i obwodów pomocniczych, unowocześnienie układu biegowego lokomotywy oraz poprawa warunków pracy maszynisty i zmniejszenie oddziaływania na środowisko.

Odpowiadając na pytanie – co nowego w zmodernizowanej ET22? – łatwiej odpowiedzieć na pytanie – co pozostało bez zmian? Otóż bez zmian pozostał: kształt pudła lokomotywy, konstrukcja ostoi pudła oraz zestawy kołowe, w których zastosowano tylko tulejki metalowo-gumowe o zmienionej konstrukcji wewnętrznej, a także układ oporników rozruchowych wraz z systemem wentylatorów chłodzących oporniki. Regulacja obrotów silników trakcyjnych nadal realizowana jest w układzie stycznikowo-oporowym i poprzez osłabienie wzbudzenia tych silników, ale zmienione zostały podstawowe urządzenia i aparaty na bardziej niezawodne, o lepszych parametrach użytkowych (m.in. styczniki SPG 400, SPO-250M/B).

Dotychczasowe silniki trakcyjne zostały wyposażone w uzwojenia z izolacją w klasie H, co zmniejszy ich awaryjność i dodatkowo zastosowano obrotowe szczotkotrzymacze, co z kolei ułatwiło dostęp do wszystkich szczotek i poprawiło komutację. Dodać należy, że tak zmodyfikowane silniki trakcyjne mogą z powodzeniem być stosowane w lokomotywach standardowych.

Zmianą zasadniczą jest natomiast sposób sterowania, który oparto na redundantnym mikroprocesorowym systemie sterowania i diagnostyki.

Każdy pulpit maszynisty wyposażony jest w panel operatorski z monitorem i odpowiednią klawiaturą do komunikacji między maszynistą a systemem. System sterowania wspiera „krok po kroku” działania maszynisty przy uruchamianiu lokomotywy, realizuje jazdę lokomotywy z prędkością zadaną i wdraża działania korygujące w przypadku zadziałania zabezpieczeń.

Układ sterowania zawiera funkcję zabezpieczenia przeciwpoślizgowego, który automatycznie wdraża odpowiedni sposób likwidacji poślizgu kół jezdnych. Reakcja jest wdrażana na podstawie danych z czujników prędkości, zabudowanych na każdym zestawie. Na każdej maźnicy zestawów kołowych zabudowane są także czujniki temperatury, które przekazują sygnał bezpośrednio do systemu mikroprocesorowego.

Zintegrowany z systemem sterowania system diagnostyczny lokomotywy identyfikuje awarie wyposażenia lokomotywy lub podzespołów oraz umożliwia obniżenie średniego czasu naprawy i wydłużenie przeciętnych godzin pracy lokomotywy. System diagnostyczny dostarcza operatorom i serwisantom dokładnych instrukcji zadań, które muszą być wykonane podczas przygotowania lokomotywy i operacji naprawczych. System zbiera także systematycznie dane charakteryzujące typy uszkodzeń przypadających na liczbę godzin pracy wybranego aparatu, umożliwiając opracowanie zbiorów statystycznych do planowania zarządzania obsługą. Z głównym systemem współpracują podsystemy poszczególnych urządzeń, z którymi dane wymieniane są za pośrednictwem światłowodów.

Do zapewnienia prawidłowego zabezpieczenia obwodów lokomotywy przed skutkami prądów zwarciovych i przetężeniowych oraz prawidłowej współpracy z podstacją zasilającą został zastosowany nowoczesny wyłącznik szybki DCN-L 3/1.6.

Do zasilania obwodów pomocniczych i sterowania zastosowano następujące napięcia:

- 3 × 400 V 50 Hz,
- 110 V DC,
- 24 V DC.

Napięcie 3 × 400 V AC oraz 110 V DC generowane jest przez zespół dwóch przetwornic statycznych PSM 80, które zastąpiły dotychczasowe przetwornice wirujące.

Zastosowanie w lokomotywie napięcia 3 × 400 V AC umożliwia wykorzystanie w napędach pomocniczych tanich i wydajnych silników asynchronicznych, które charakteryzują się dużą niezawodnością i prostotą konstrukcji. Prądem przemiennym zasilane są m.in. silniki wentylatorów chłodzących silniki trakcyjne. Każdy z dwóch wentylatorów silników trakcyjnych oddzielony jest fizycznie od przedziału maszynowego stałą, dobrze wygłuszoną przegrodą. Pozwoliło to całkowicie wyeliminować niepotrzebne podciśnienie z przedziału maszynowego i oddzielić wnętrze lokomotywy od źródła hałasu, jakim są wentylatory.

Napięcia 24 V DC ma charakter lokalny i generowane jest przez małe przetwornice statyczne. Wszystkie cewki styczników i przekaźników wyposażone są w elementy tłumiące przepięcia powstające przy wyłączeniu napięcia zasilającego. W lokomotywie zastosowano nowoczesną baterię akumulatorów o zwiększonej pojemności i bardzo dobrej charakterystyce pojemnościowej w niskich temperaturach otoczenia.

W zmodernizowanej lokomotywie zastosowano także nowoczesny prędkościomierz zintegrowany z elektronicznym rejestratorem zdarzeń, który w module pamięci elektronicznej zapisuje dużą liczbę parametrów pracy lokomotywy, a także rejestruje zadziałanie niektórych urządzeń obsługiwanych bezpośrednio przez maszynistę. Układ pozwala przenieść zapisane dane do komputera stacjonarnego oraz bardzo szczegółowo i precyzyjnie je przeanalizować.

Układ pneumatyczny oparty został o nowoczesny zintegrowany blok wytwarzania sprężonego powietrza z dwiema sprężarkami śrubowymi i osuszaczem oraz instalację pneumatyczną wykonaną w całości z rur nierdzewnych, łączonych złączkami umożliwiającymi szybki montaż i demontaż.

Nowoczesności lokomotywy dopełnia ergonomiczna kabina maszynisty z wygodnymi fotelami i klimatyzacją. Pulpit maszynisty oraz wyłożenia ścian wykonane są z estetycznych materiałów kompozytowych o wysokiej trwałości, również rozmieszczenie wskaźników i manipulatorów – stanowiących miejsce pracy maszynisty – spełniają wszystkie wymagania ergonomii i bezpieczeństwa pracy. Konstrukcja pulpitu zapewnia rozdzielnie płaszczyzny informacyjnej i wykonawczej.

Pudło to jeszcze nie cała lokomotywa – co nowego w podwoziu?

Usprężynowanie pierwszego stopnia tworzą miękkie sprężyny zwojowe, po dwa zespoły przy każdej maźnicy oraz tłumiki do tłumienia drgań pionowych. Układ ten zastąpił poprzedni zespół resorów piórowych i wahaczy. Do takiego usprężynowania niezbędne było zaprojektowanie i wykonanie nowych maźnic przystosowanych do sprężyn zwojowych.

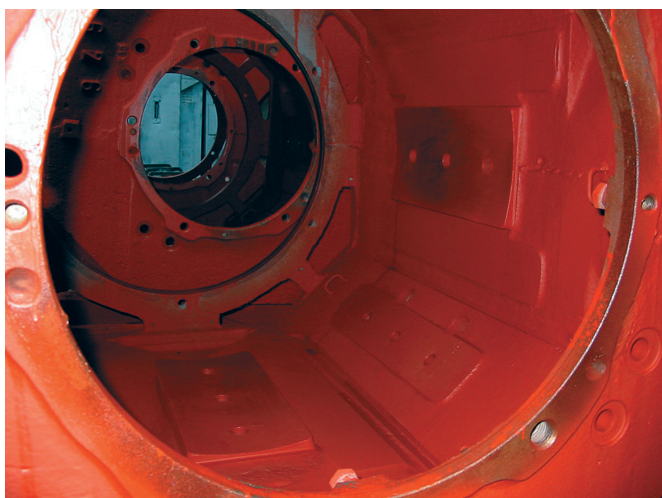
Nowe maźnice wyposażono również w nowoczesne, bezobsługowe łożyska zespolone przystosowane do współpracy z czujnikami temperatury i prędkości.

Oparcie pudła na wózkach realizują zespoły wielkogabarytowych sprężyn zwojowych (typu *flexicoil*) przenoszące wszystkie możliwe przemieszczenia pudła względem wózków.

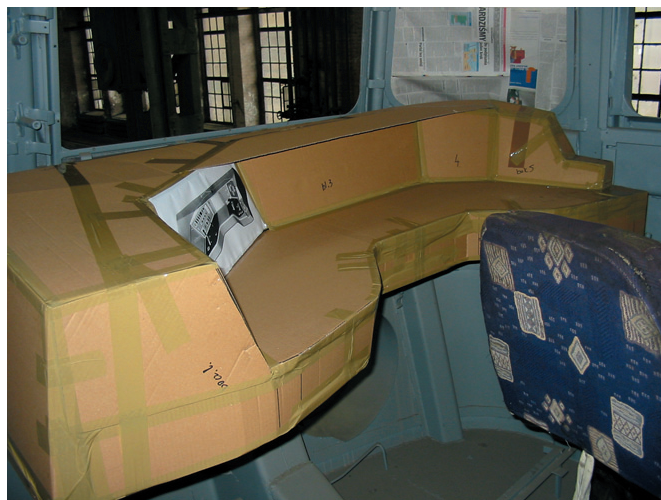
Wózki wyposażone są także w hydrauliczny układ stabilizacyjny, który jest całkowicie nowym układem nie stosowanym dotychczas na lokomotywach ET22.



Siedzenia pod sprężyny typu „flexicoil” w trakcie montażu



Korpusy silników przygotowane do modernizacji



Model przestrzenny i gotowy pulpit

Wprowadzenie opisanych zmian w podwoziu lokomotywy wymagało zasadniczych zmian w konstrukcji ram wózków. Na bazie „starych” ram wykonano nowy układ wsporników i uchwytów, dostosowując ramy do nowego usprężynowania zarówno pierwszego, jak i drugiego stopnia. Układ przeniesienia sił pociągowych z wózka na pudło realizowany jest tak jak dotychczas, poprzez poziome cięgiła prowadzone ponad silnikami trakcyjnymi.

Lokomotywa wyposażona jest w hamulec klockowy, który współpracuje z systemem sterowania poprzez czujniki prędkości, zapewniając właściwe zabezpieczenie przeciwpoślizgowe kół jezdnych. Cztery cylindry hamulcowe wyposażono dodatkowo w sprężynowy hamulec postojowy.

Fotoreportaż z modernizacji pierwszej lokomotywy ET22

Realizację prototypu zmodernizowanej lokomotywy ET22 przypięczętowała umowa podpisana 23.12.2002 r. pomiędzy PKP CARGO S.A. i ZNLE S.A. w Gliwicach.

Po podpisaniu tej umowy ruszyły szeroko zakrojone prace projektowe w Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR w Poznaniu (IPS), których zleceniodawcą był gliwicki Zakład. Po wypracowaniu w IPS potrzebnych danych i schematów, ZNLE S.A. mogły przystępować do kontraktowania dostaw urządzeń do prototypu zmodernizowanej lokomotywy ET22. Wiele urządzeń było projektowanych lub dostosowywanych specjalnie do tego projektu,

między innymi: szafy aparatu, system sterowania i diagnostyki, maźnice osiowe, przetwornice statyczne, pulpity i wyłożenia kabiny, blok pneumatyczny, wyłącznik szybki, ściany i konstrukcje wewnętrzne oraz wiele innych mniejszych detali.

W tym czasie w ZNLE trwały już prace demontażowe i pomiarowe na dostarczonej do modernizacji lokomotywie ET22-315 z Zakładu Taboru w Żurawicy. Szczególną uwagę podczas pomiarów i oględzin zwracano na przydatność do modernizacji konstrukcji pudła lokomotywy oraz ram wózków zarówno w aspekcie wymiarów geometrycznych, jak i stopnia skorodowania (szczególnie w obrębie ostoi pudła). Demontaż objął wszystkie bez wyjątku urządzenia, instalacje, wsporniki i niepotrzebne już konstrukcje.

Pudło lokomotywy, ramy wózków, dachy, żaluzje, a nawet korpusy silników trakcyjnych po demontażu poddano dokładnemu piaskowaniu i oczyszczeniu. Tak przygotowane powierzchnie poddano szczegółowym oględzinom i zabezpieczono nowoczesnymi powłokami antykorozyjnymi, spełniającymi surowe wymagania postawione przez PKP CARGO S.A.

Silniki trakcyjne również podlegały całkowitemu demontażowi. Wszystkie uzwojenia zostały wymienione na nowe wykonane w izolacji klasy H oraz zaimpregnowane próżniowo. Ponadto w silnikach trakcyjnych zmodernizowano układ mocowania szczotkotrzymaczy z wykorzystaniem pierścienia obrotowego. Korpusy silników trakcyjnych zostały gruntownie oczyszczone ze

starych powłok malarskich i korozji metodą strumieniowo-ścierną oraz zabezpieczone antykorozyjnie.

Jednym z trudniejszych zadań wykonawczych był montaż siedzeń pod sprężyny zawieszenia pudła. Ten zakres modernizacji wymagał dużej inżynierii w konstrukcję pudła lokomotywy.

Przed rozpoczęciem prac pudło lokomotywy zostało osadzone na specjalnie przygotowanych wózkach technologicznych, umożliwiających łatwe i częste sprawdzanie oraz ewentualną korektę wypoziomowania pudła. Sprawdzanie wypoziomowania pudła dokonywane było każdorazowo przed i po zakończeniu każdej czynności spawalniczo-ślusarskiej. Popętnienie błędu wykonawczego na tym etapie mogłoby spowodować trudną, bądź nawet niemożliwą do skorygowania deformację konstrukcji pudła.

Całe poszycie zewnętrzne pudła, ściany tylne kabin maszynisty oraz dachy zostały pokryte od wewnątrz masą wygłuszającą. Również komory wentylatorów silników trakcyjnych, które zostały całkowicie oddzielone od tzw. przedziałów maszynowych, wyłożono dodatkowo matami z pianki tłumiącej hałas.

Pierwsze „przymiarki“ pulpity wykonywane były za pomocą prostych kartonowych modeli, które mimo swej prostoty pozwalały bez zbędnych kosztów ocenić przestrzeń zajmowaną w kabinie, dostępność przełączników na poszczególnych panelach oraz sprawdzić w praktyce ich wpływ na widoczność z fotela maszynisty. Pulpity maszynisty zostały wykonane z materiałów kompozytowych, podobnie jak wszystkie kształtowe wyłożenia ścian w kabinach.

Przed zamontowaniem urządzeń w pudle lokomotywy ułożona została instalacja pneumatyczna wykonana całkowicie z rur nierdzewnych, połączonych złączami samozaciskowymi, umożliwiającymi montaż instalacji bez konieczności gwintowania rur.

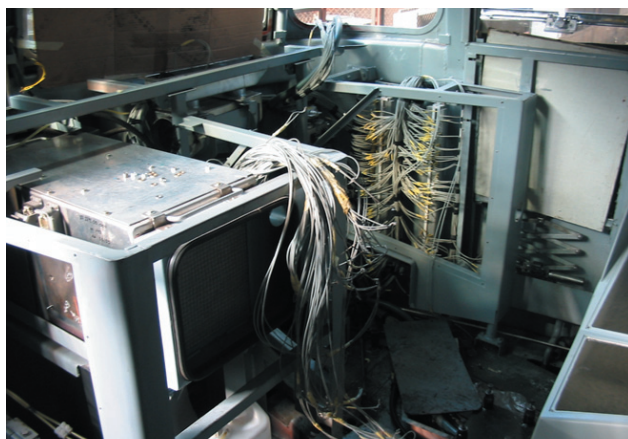
Większość podzespołów pneumatycznych lokomotywy zgrupowana jest w bloku wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza (blok pneumatyczny), który zawiera również własny zintegrowany sterownik mikroprocesorowy. W przypadku instalacji pneumatycznej dużych kłopotów przysparzało wyginanie rur w odpowiednie profile. Ta prozaiczna, wydawałoby się, czynność przysparza trudności, gdy musimy uzyskać konkretny profil z twardej i zarazem cienkościennej rury nierdzewnej. Nieco inne trudności występowały w trakcie układania instalacji hydraulicznej dociążania wózków. Tu mnogość rurek o małych średnicach, układanych blisko siebie powodowała wiele kolizji.

Układanie okablowania elektrycznego zarówno WN, jak i NN było najdłużej oczekiwanym i najbardziej pracochłonnym zadaniem. Długo oczekiwanym, bo najdłużej powstawały schematy i rysunki wykonawcze okablowania. Przed pocięciem zakupionych wcześniej szwajcarskich kabli, zrobieniem wiązek kablowych i oznaczników, należało mieć pewność, że nie trzeba będzie robić tego ponownie zarówno ze względu na wysokie koszty, jak i na drogocenny czas. Mimo to i tak nie udało się uniknąć wielu poprawek i przeróbek wynikających z kolizji technicznych, typowych dla nowych konstrukcji.

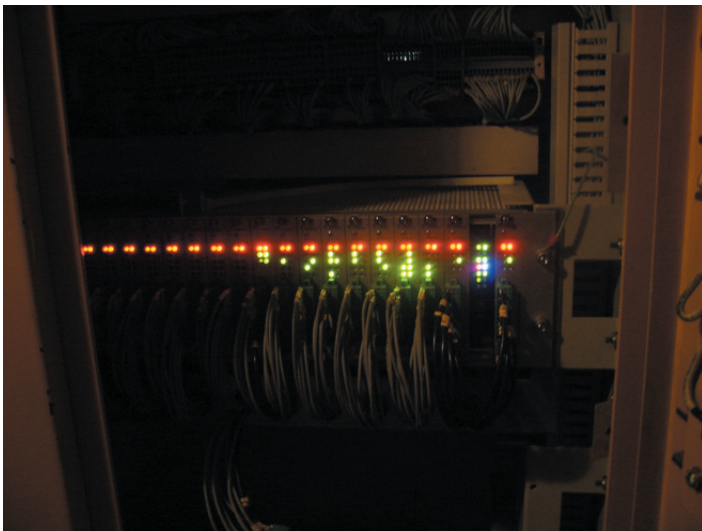
Montaż urządzeń w pudle oraz osadzenie lokomotywy na zmodernizowanych wózkach pozwoliło na rozpoczęcie długo oczekiwanego testów i pierwszych prób lokomotywy.

Po zaimplementowaniu oprogramowania rozpoczęło się żmudne, ale systematyczne dopracowywanie szczegółów zarówno w funkcjonowaniu urządzeń i oprogramowaniu, jak i estetyce. Lokomotywę pomalowano w barwy firmowe PKP CARGO S.A., przwz co zaczęła przyciągać uwagę młośników kolei, którzy regularnie fotografowali ją na szlaku, na którym odbywały się jazdy testowe.

Maszyniści instruktorzy: p. Bronisław Goik z Zakładu Taboru w Katowicach i p. Zdzisław Motyka z Zakładu Taboru w Żurawicy byli pierwszymi mechanikami, którzy uczestniczyli już w pierwszych uruchomieniach lo-



Prace montażowe w lokomotywie



Sterownik główny lokomotywy ET22-2000 podczas pracy

komotywy, a także „pilotami oblatywaczami” na pierwszych jazdach próbnych.

Potem przyszedł czas na szkolenia większej liczby maszynistów i pracowników obsługi warsztatowej z Zakładów Taboru. W tym czasie zmodernizowana lokomotywa ET22-315 otrzymała nową numerację ET22-2000 i przeszła pomyślnie badania w Instytucie Pojazdów Szynowych w Poznaniu. Wyniki tych badań oraz protokoły z odbiorów komisarycznych PKP CARGO S.A. stały się podstawą do otrzymania czasowego świadectwa dopuszczenia typu pojazdu szynowego wystawianego przez Urząd Transportu Kolejowego.

Prace modernizacyjne w ZNLE S.A. kontynuowane były niemal równocześnie z postępem prac projektowych. Zdarzało się, że niektóre prace trzeba było wykonywać kilkakrotnie z powodu braku zatwierdzenia jakiegoś fragmentu dokumentacji lub też konieczną zmianą koncepcji podczas następnych faz projektu. Ale taki system pracy wymuszony był od samego początku projektu poprzez karkołomny termin realizacji całego przedsięwzięcia, które miało być zrealizowane w 10 miesięcy od dnia podpisania umowy. Życie brutalnie jednak zweryfikowało te ambitne zamierzenia i jeszcze przed upływem tego czasu było jasne, że przy braku gotowego (i co ważniejsze zatwierdzonego) projektu niemożliwe jest zbudowanie prototypu w tak krótkim czasie.

Pierwsze opinie o zmodernizowanej lokomotywie ET22

Po dokonaniu pełnego montażu lokomotywy i pokonaniu wielu kłopotów właściwych dla prototypu, dokonaliśmy pierwszy jazd testowych i stwierdziliśmy, że maszyna prezentuje bardzo dobry poziom techniczny. Mimo wielu obaw i „chóru” malkontentów mówiących stale, że „to na pewno jeździć nie będzie”, to jednak zmodernizowana ET22 zaczęła jeździć, i to całkiem przyzwoicie. Po dokonaniu ostatnich poprawek w oprogramowaniu i regulacjach przyszedł czas na dłuższe jazdy testowe. Maszyniści, którzy je wykonywali, stwierdzali zgodnie, że zmodernizowaną ET22 prowadzi się bardzo łatwo i przyjemnie, że stanowi całkiem nową jakość w obsłudze polskich lokomotyw. Takie głosy dodawały nam pewności, że został wybrany dobry kierunek modernizacji tej lokomotywy.

Z pewnością jeszcze w trakcie eksploatacji obserwowanej ujawnią się różne drobne niedomagania wymagające dopracowania, to jednak pierwszy etap, tj. oddanie prototypu do eksploatacji obserwowanej, można uznać za udany i pozostaje mieć nadzieję, że na prototypie PKP CARGO S.A. nie poprzestanie. Bo szkoda byłoby zniweczyć wysiłek wielu polskich firm i pracy wielu naukowców włożonych w ten prototyp, aby w zamian kupować niewielkie ilości bardzo drogich lokomotyw zagranicznych. Tym bardziej, że opracowane urządzenia i rozwiązania konstrukcyjne oraz efekty badań i wdrożeń z całą pewnością będą punktem odniesienia przy doskonaleniu innych typów lokomotyw.

Może tym razem nie będziemy śmiać się już z anegdoty o panu Janie Kowalskim, który pojechał czeskim samochodem do francuskiego supermarketu, kupił włoski długopis i chiński papier, żeby po raz dwudziesty rozesłać swoją kandydaturę w poszukiwaniu pracy. □

Literatura

- [1] Kotowski Z.: *Gruntowna modernizacja lokomotywy ET22*. Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w kolejnictwie. Materiały konferencyjne (nr 66). Kraków 2004.

Autor

inż. Dziszław Kotowski
dyrektor ds. projektu modernizacji lokomotyw
Zakłady Naprawcze Lokomotyw Elektrycznych S.A. w Gliwicach

ZNLE S.A.
GLIWICE

Zakłady Naprawcze Lokomotyw Elektrycznych
Spółka Akcyjna w Gliwicach
44-100 Gliwice, ul. Chorzowska 58
www.znle.pl

Zarząd tel. (32) 235 82 01, fax (32) 235 82 05
tel. kol. 15 31, fax kol. 11 81, e-mail: dyrekcja@znle.pl
Marketing i sprzedaż tel. (32) 235 82 92 do 97