

Janusz Dyduch, Piotr Bednarczyk

## Nowa technologia w ogrzewaniu rozjazdów kolejowych

JEL: L92 DOI: 10.24136/atest.2018.420

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

*W artykule omówiony został innowacyjny system ogrzewania rozjazdów kolejowych, który jest w fazie badań. Energia elektryczna jest i będzie coraz droższa, dlatego pozytywne wyniki testów systemu ogrzewania indukcyjnego i wdrożenie samego systemu do eksploatacji mogą przyczynić się w przyszłości do znacznych oszczędności. Prototyp urządzenia jest obecnie badany na stacji Międzylesie (granica państwa).*

**Słowa kluczowe:** ogrzewanie rozjazdów, ogrzewanie indukcyjne, system sterowania ogrzewaniem rozjazdów, redukcja zużycia energii.

### Wstęp

W klasycznym podejściu, przygotowanie do okresu zimowego na kolejach ma miejsce już latem. Można wyróżnić następujące fazy aktywności w tej materii [2]:

- 1 maja do 31 października - przygotowanie do zimy;
- od 1 listopada do 14 listopada - osiąganie gotowości zimowej;
- od 15 listopada do 31 marca - pogotowie zimowe;
- od 1 kwietnia do 30 kwietnia zakończenie pogotowia zimowego.

Wyżej wymienione okresy mogą być przedłużone lub skrócone przez kierownika „Akcji zima”, a decyzja ta będzie zależała od warunków pogodowych.

Jest rzeczą oczywistą, że do sprawnego i bezpiecznego przejazdu pociągów przez stacje kolejowe potrzebne są poprawnie działające rozjazdy.

W okresie zimowym, przy dużych opadach śniegu, rozjazdy mogą często być blokowane przez śnieg i lód. Również niskie temperatury są przyczyną zwiększenia oporów ruchu iglic i ruchomych dziobów krzyżownic.

Problem ze śniegiem w rozjazdach istniał w tej części Europy od zawsze. Na początku rozwoju kolei śnieg i lód był usuwany z rozjazdów ręcznie - szczotkami, łopatami. Ten sposób angażował jednak wielu pracowników, przez co nie był zbyt efektywny. W okresie późniejszym zaczęto używać pługów i miotaczy ognia. Metody te wymagały wstrzymywania ruchu kolejowego. Z czasem wprowadzono metody grzania stacjonarnego, które nie opóźniały przejazdu pociągów przez stacje. Były to skrzynki z brykietem lub skrzynki naftowe. Prawidłowa ochrona rozjazdów kolejowych przed warunkami atmosferycznymi w dużym stopniu przyczynia się do poprawy płynności i bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Wahań temperatur w okresie zimowym powodują zmianę konsystencji śniegu, który dostaje się między iglicę a opornicę, przykleja się do płyt ślizgowych lub tworzy się na nich lód. Konieczne jest zatem zastosowanie jakiegoś systemu ogrzewania rozjazdu.

Niestety nawet zastosowanie urządzeń do ogrzewania rozjazdów kolejowych w czasie surowych zim nie zwalnia w skrajnych przypadkach pracowników z ręcznego lub mechanicznego usuwania śniegu i lodu z rozjazdu oraz usuwania śniegu zalegającego przed rozjazdem, ponieważ każdy system ma swoją graniczną wydajność energetyczną.

Wszystkie systemy polegają na ogrzaniu jakiejś, do tego celu dostępnej, części rozjazdu, która przekazuje ciepło na następane

elementy, bądź bezpośrednio przez przewodnictwo cieplne, lub przez promieniowanie.

Najczęściej stosowanym systemem ogrzewania rozjazdów kolejowych na sieci PKP PLK jest elektryczne, oporowe ogrzewanie rozjazdów (EOR). System ten dzięki postępowi w rozwoju elektroniki i informatyki, a zwłaszcza programowalnych sterowników przemysłowych (PLC) został całkowicie skomputeryzowany.

W niektórych krajach stosuje się inne, niż elektryczne rozwiązania, takie jak:

- ogrzewanie parowe;
- ogrzewanie gazowe;
- oczyszczanie zwrotnic sprężonym powietrzem;
- ogrzewanie obiegowe wodne;
- rozpuszczanie śniegu środkami chemicznymi.

W Polsce, jak również w innych krajach leżących na podobnej szerokości geograficznej, powszechnie stosowane są elektryczne systemy ogrzewania rozjazdów o bardzo dużych mocach liczonych w kW przypadających na pojedynczy rozjazd. Zainstalowana moc przypadająca na jeden rozjazd może się zmieniać w zależności od długości rozjazdu. Oznacza to, że zużycie energii elektrycznej na ogrzewanie rozjazdów jest istotnym wydatkiem w budżecie zarządcy infrastruktury kolejowej. W niniejszym artykule zaprezentowano koncepcję indukcyjnego ogrzewania rozjazdów opracowanego przez firmy TRACK TEC i AREX (Grupa WB Electronics). Zakłada się, że to innowacyjne rozwiązanie pozwoli na znaczącą obniżkę zużycia energii elektrycznej w przypadku wdrożenia go do eksploatacji.

### 1. Rozwój technologii elektrycznego ogrzewania rozjazdów

Na sieci PKP PLK od lat konsekwentnie wprowadza się nowe rozwiązania systemowe, mające na celu podnoszenie niezawodności urządzeń oraz tańszą ich eksploatację.

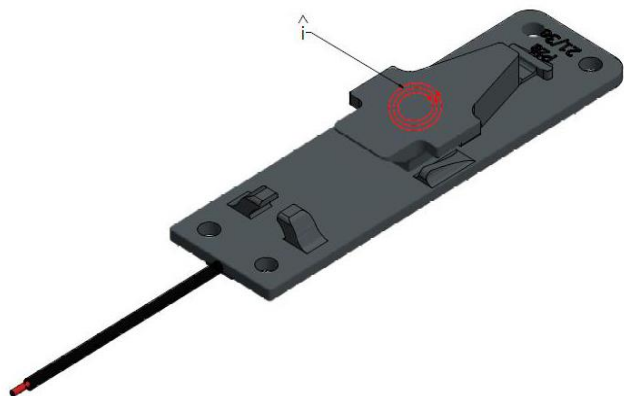
Klasyczny system ogrzewania rozjazdów – EOR był początkowo rozwijany w dwóch kierunkach: z zastosowaniem zwartych, pojedynczych grzałek w postaci korpusów instalowanych na stopkach opornic między podrozjazdnicami oraz z zastosowaniem prętów grzewczych - długich liniowych grzałek rezystancyjnych [1].

Badania obu rozwiązań były prowadzone równolegle i dzięki temu można było porównywać przydatność do stosowania obu systemów. Ustalono, że korpusy grzewcze są bardziej podatne utrzymaniowo, ponieważ bardzo szybko się je montuje i demontuje, co ułatwiało pracę podczas robót torowych, szczególnie na liniach o dużym natężeniu ruchu, gdzie prace utrzymaniowe można było wykonać sprawnie. Jednak ten sposób ogrzewania wymagał większych nakładów finansowych z jednej strony na zakup samych urządzeń, a z drugiej strony urządzenia generowały większe straty energii w porównaniu z przypadkiem ogrzewania za pomocą prętów rezystancyjnych. Wady zidentyfikowane podczas przeprowadzanych prób przyczyniły się do rezygnacji ze stosowania pojedynczych korpusów i zastosowano wyłącznie grzałki elektryczne w postaci prętów [1].

Ogrzewanie indukcyjne po raz pierwszy zostało przetestowane przez PKP w latach 1978/1979 na wybranych rozjazdach i stacjach. Szyny ogrzewały się pod wpływem prądów wirowych indukowanych na powierzchni stali. Wzbudnikiem były izolowane przewody, w

których płynął prąd o częstotliwość sieci zasilającej 50 Hz. Rozwiązanie miało tę wadę, że przewody induktora wibrowały i wytwarzały słyszalne fale akustyczne. Prace nad systemem i jego zastosowaniem zostały porzucone z powodu niewystarczających zasobów technologicznych, jakimi dysponowano w tamtym czasie [5].

Nowy pomysł na wykorzystanie indukcyjnego ogrzewania rozjazdów kolejowych zastosowała firma TRACK TEC we współpracy z firmą AREX z Grupy WB Electronics. System ogrzewania indukcyjnego (IOR) Track Tec to zupełnie nowe rozwiązanie, nie porównywalne z dotychczasowymi. Jego innowacyjność wynika ze sposobu wytwarzania ciepła, które generuje się tylko w tych miejscach rozjazdu, które powinny być ogrzewane. Odróżnia go to w istotny od innych konstrukcji. Rozwiązanie uzyskało patent europejski.



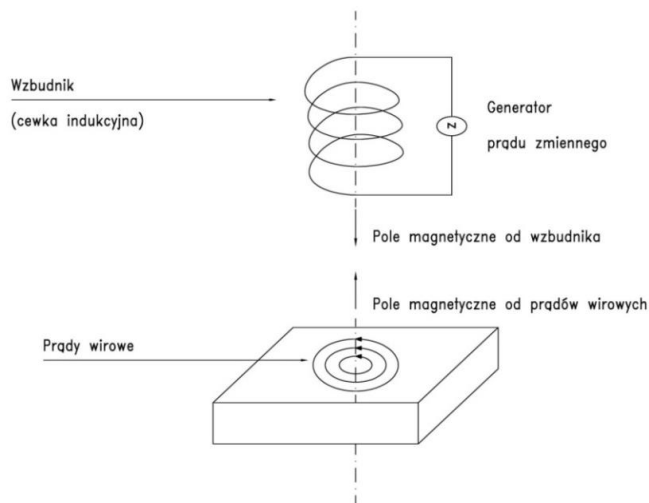
**Rys. 1.** Zintegrowana płyta z grzałką indukcyjną [4]  
Źródło: Track Tec

Jednym z kluczowych elementów indukcyjnego ogrzewania rozjazdów jest pokazana na rys. 1 płyta podiglicowa (siodełko podiglicowe). Płyta jest zintegrowana ze wzбудnikiem zasilanym prądem przemiennym średniej częstotliwości.

Ogrzewanie indukcyjne samo w sobie nie jest nowością. Zjawiska fizyczne leżące u jego podstaw są znane od ponad 100 lat. Przepływowi zmiennego prądu elektrycznego zawsze towarzyszy powstanie zmiennego pola magnetycznego i odwrotnie zmienne pole magnetyczne powoduje powstanie zmiennego pola elektrycznego (prawa Maxwella). Jeżeli w otoczeniu wzбудnika znajduje się ciało przewodzące prąd, to indukują się w nim prądy wirowe. Prąd wirowy powoduje powstanie pola magnetycznego, które przeciwdziała zmianom pierwotnego pola magnetycznego. Wzrost natężenia pola magnetycznego lub jego szybkości zmian (częstotliwości) powoduje, że tym „silniej” indukują się prądy wirowe. Środowisko, w którym płyną prądy wirowe ma niezerową rezystancję, co powoduje zamianę energii elektrycznej na ciepło. Na rysunku 2 przedstawiono zasadę powstawania prądów wirowych indukowanych przez wzbudnik w stalowej płycie [3].

W praktyce do wytworzenia prądów wirowych potrzebna jest cewka indukcyjna (wzбудnik). W przykładowym rozwiązaniu wzbudnik montuje się w otworze płyty podiglicowej. Wzbudnik z powodów praktycznym powinien mieć małe gabaryty, a zatem konieczne jest generowanie prądów o częstotliwości przynajmniej kilkudziesięciu kHz. Współczesne elementy komutacyjne, w szczególności tranzystory MOSFET dużej mocy, o wysokim napięciu roboczym dren – źródło oraz niskiej rezystancji kanału umożliwiają zaprojektowanie odpowiednio sprawnego generatora mocy, pracującego na pożądaną częstotliwość. Najogólniej rzecz ujmując sterowanie takim systemem sprowadza się do sterowania temperaturą pojedynczej płyty [3].

Integracja płyty ze wzбудnikiem pozwala na wytworzenie energii cieplnej w górnej części płyty, dokładnie w miejscu, gdzie to ciepło jest potrzebne. Przyrost temperatury płyty jest znacznie szybszy w porównaniu z ogrzewaniem klasycznym.

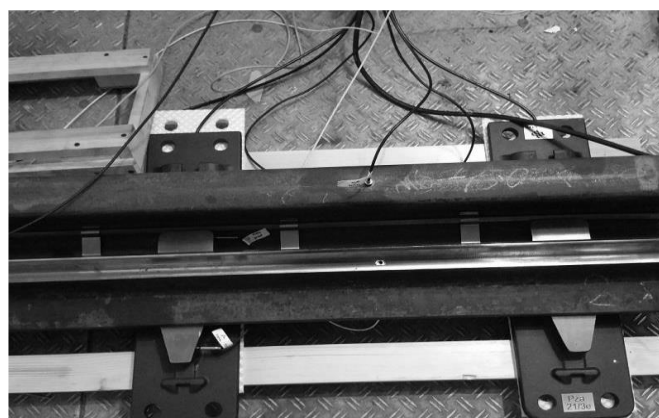


**Rys. 2.** Zasada powstawania prądów wirowych [3]  
Źródło: Track Tec

Prototypowy system indukcyjnego ogrzewania rozjazdów (IOR) został zainstalowany w rozjeździe na stacji granicznej w Międzyzlesiu, na Dolnym Śląsku. Urządzenie składa się z następujących elementów [3]:

- systemu sterowania ze stacją pogodową,
- elektroniki przytorowej,
- płyt ślizgowych wraz z elementami indukcyjnymi oraz czujnikami temperatury ,
- radiatorów do ogrzewania przestrzeni między podrozjazdnicami,
- transformatora separacyjnego.

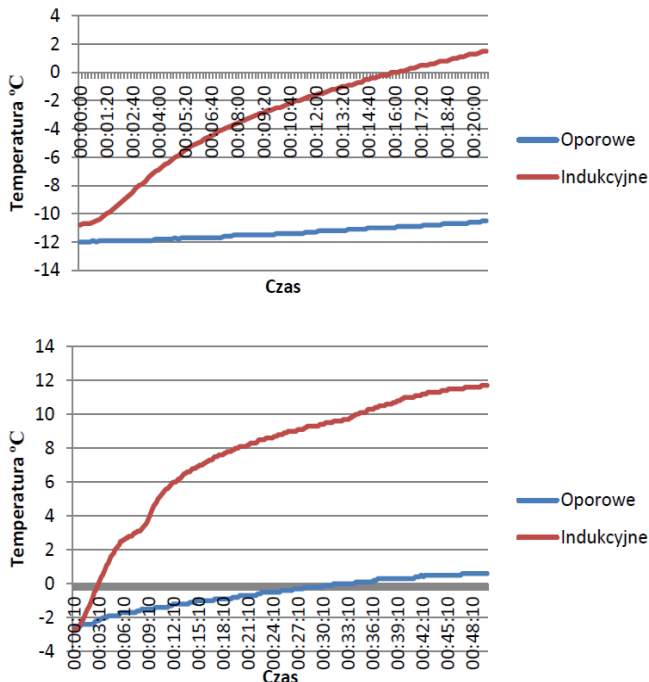
Badania systemu IOR były prowadzone również w warunkach laboratoryjnych, między innymi w komorze klimatycznej. Badania w komorze klimatycznej miały na celu porównanie efektywności systemu IOR z EOR. Zainstalowano takie same moce grzewcze dla obu systemów. Przebadano 16 przypadków - kombinacji temperatur i położenia iglicy [4].



**Rys. 3.** Półwrotnica z zainstalowanym ogrzewaniem oporowym i indukcyjnym [4]  
Źródło: Track Tec

Na rys. 4 pokazano wybrane wyniki badań w komorze klimatycznej - wykresy przyrostu temperatury płyt ślizgowych podczas grzania oporowego oraz indukcyjnego.

### Płyta ślizgowa

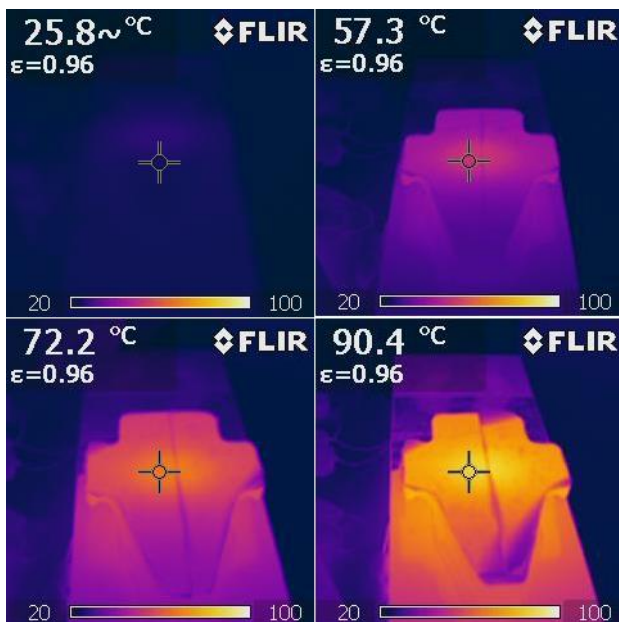


Rys. 4. Porównanie przyrostów temperatury w systemie IOR i EOR [4]  
Źródło: Track Tec

Wykazano, że w przypadku grzania indukcyjnego wytopienie lodu z zablokowanej iglicy na płycie ślizgowej następowało po 10 minutach, czyli około 6-krotnie szybciej niż w przypadku grzania rezystancyjnego [4].

Poza badaniami klimatycznymi, w celu określenia szybkości nagrzewania się płyty ślizgowej przeprowadzono badania kamerą termowizyjną. Uzyskano następujące przyrosty temperatur w czasie [4]:

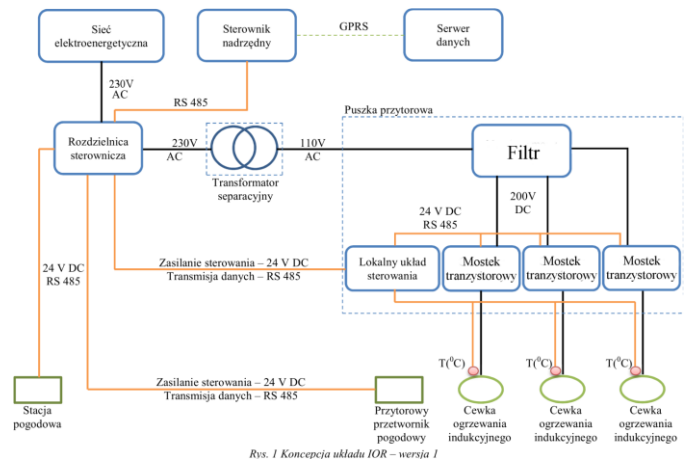
- po 10 min uzyskano temperaturę 57,3 °C;
- po 20 min uzyskano temperaturę 72,2 °C;
- po 40 min uzyskano temperaturę 90,4 °C.



Rys. 5. Badanie termowizyjne szybkości nagrzewania płyty [4]  
Źródło: AREX

### 2. Struktura systemu IOR

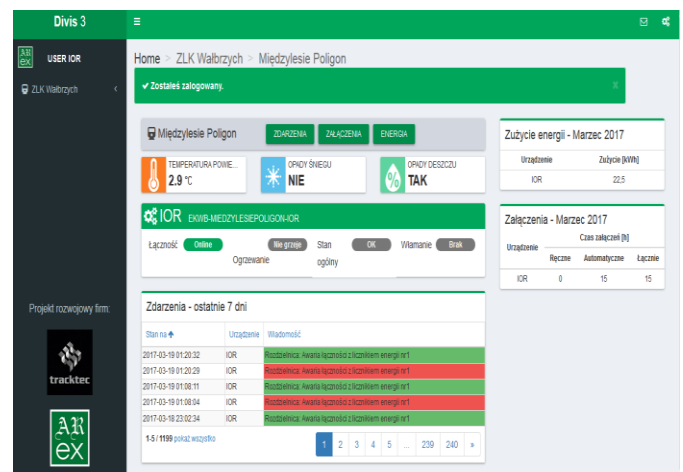
System sterowania ogrzewaniem rozjazdów na podstawie danych pogodowych wypracowuje odpowiednią decyzję o załączeniu lub wyłączeniu ogrzewania rozjazdów. Na rysunku 6 pokazano blokowy schemat systemu IOR.



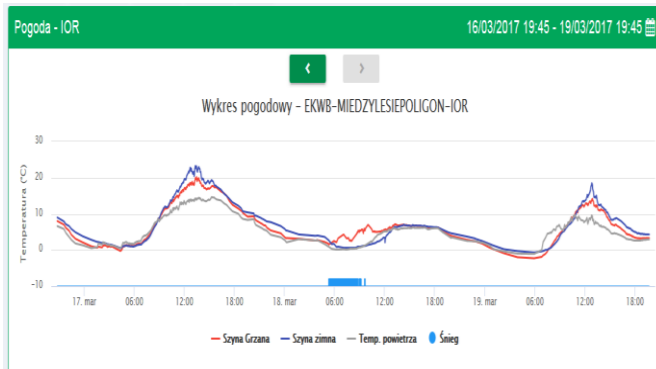
Rys. 6. Blokowy schemat systemu IOR [4]  
Źródło: AREX

Połączenie lokalnej części systemu z serwerem centralnym poprzez Internet oraz dedykowane aplikacje informatyczne umożliwiają akwizycję danych, zdalny nadzór oraz w przypadku zakłóceń ewentualne, ręczne sterowanie. System nadrzędny akwizycji i sterowania zdalnego ma charakter i funkcjonalności typowego systemu SCADA. Przykładowe ekrany pokazano na rysunkach 7 i 8 [3]. Aplikacja dostarcza użytkownikowi informacji między innymi o:

- warunkach pogodowych na stacji (temperatura powietrza, opady śniegu, opady deszczu),
- załączeniu / wyłączeniu grzania,
- stanach alarmowych,
- zużyciu energii w okresie czasu,
- czasach załączeń (załączenie ręczne, automatyczne),
- zdarzeniach, w tym próbie włamania,
- stanie połączenia internetowego.



Rys. 7. Widok strony głównej [3]  
Źródło: AREX



**Rys. 8.** Przebieg temperatur oraz występowanie opadów [3]  
Źródło: AREX

## Podsumowanie

Do dziś przeprowadzone badania laboratoryjne i eksploatacyjne pozwalają na wyciągnięcie wniosku, że szerokie wdrożenie systemu indukcyjnego ogrzewania rozjazdów (IOR) do eksploatacji może w przyszłości przyczynić się do istotnej redukcji zużycia energii elektrycznej przeznaczonej na ogrzewanie rozjazdów. Zaprezentowane rozwiązanie ma duży potencjał rozwojowy, co pokazano na tegorocznych targach Innotrans w Berlinie, gdzie wystawiano urządzenia nowszej generacji w porównaniu z prototypowymi, badanymi na poligonie w Międzylesiu.

## Bibliografia:

1. Łączyński J.: Rozjazdy kolejowe, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1976
2. PKP PLK S.A. let-117 „Instrukcja o zapewnieniu sprawności kolei w zimie, Warszawa” 2016

3. Cholewa A., Buda T.: „Inteligentny system indukcyjnego ogrzewania rozjazdów”, referat, Jurata 2017
4. Cholewa A., Kreft O., Buda T.: Inteligentny system indukcyjnego ogrzewania rozjazdów, prezentacja, Jurata 2017
5. [https://www.researchgate.net/figure/Design-of-a-geothermal-turnout-heating-system-including-1-a-local-control-and\\_fig3\\_224829688](https://www.researchgate.net/figure/Design-of-a-geothermal-turnout-heating-system-including-1-a-local-control-and_fig3_224829688)

## New technology in heating railway turnouts

The article discusses a inductive turnout heating system. The solution is in the phase of field tests. Comparing with the presently, commonly used electric switch point heating system, based on resistive heaters the inductive system has a significant development potential. If, in the future widely implemented, the innovative system may contribute to meaningful reduction of energy consumption by turnout heating.

**Keywords:** turnout heating, inductive heating, control system for turnout heating, reduction of electric energy consumption.

## Autorzy:

prof. dr hab. inż. **Janusz Dyduch**, prof. zw. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Instytut Systemów Transportowych i Elektrotechniki, Zakład Systemów Sterowania w Transporcie, 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29, tel. 48 361-77-27, [janusz.dyduch@uthrad.pl](mailto:janusz.dyduch@uthrad.pl)

inż. **Piotr Bednarczyk** – absolwent, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki