

Andrzej Białoń, Robert Czarnecki

Normalizacja europejska w zakresie kompatybilności między taborem kolejowym a urządzeniami detekcji pociągu

Kompatybilność między taborem a urządzeniami stwierdzania zajętości toru (detekcji pociągu) ma fundamentalne znaczenie dla bezpiecznego i sprawnego prowadzenia ruchu kolejowego. Urządzenia te podatne są na różnego rodzaju oddziaływania zakłócające między innymi składowe harmoniczne prądu trakcyjnego, silne pola elektromagnetyczne. Ich poprawna praca uwarunkowana jest spełnianiem przez współpracujący z nimi tabor pewnych podstawowych wymagań konstrukcyjnych oraz wymagań co do poziomu emitowanych zakłóceń. Europejskie zarządy kolejowe regulują zagadnienia omawianej kompatybilności opracowywanymi we własnym zakresie przepisami, które ze względów historycznych oraz różnorodnych uwarunkowań technicznych znacząco się różnią. Działania legislacyjne Unii Europejskiej, zmierzające do wprowadzenia otwartego rynku kolejowego i ruchu interoperacyjnego, spowodowały zainicjowanie prac mających na celu standaryzację wielu obszarów techniki kolejowej. Jednym z takich obszarów jest kompatybilność między taborem a urządzeniami detekcji pociągu.

W artykule omówiono najważniejsze prace normalizacyjne podjęte w tej dziedzinie na terenie Europy. Szczególną uwagę poświęcono działalności grupy roboczej WGA4-2 powołanej w strukturze Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego Elektrotechniki CENELEC. Prace prowadzone przez tę grupę będą w najbliższej przyszłości wywierać znaczący wpływ na stan normalizacji tych zagadnień w Europie.

Dotychczasowe prace i dokumenty normalizacyjne

Podstawowym dokumentem normalizującym zagadnienia kompatybilności między taborem a urządzeniami detekcji pociągu jest w skali europejskiej norma EN 50238 *Compatibility between Rolling Stock and Train Detection*. Jej polskim odpowiednikiem jest, wprowadzona metodą uznaniową, norma PN-EN 50328 *Zastosowania kolejowe. Kompatybilność między taborem a urządzeniami wykrywania pociągów*. Dokumentami związanymi przedmiotowo są także karty UIC 512 oraz UIC 790, określające wymagania związane z cechami (np. konstrukcyjnymi) taboru, mającymi wpływ na poprawną pracę obwodów torowych, czujników koła i liczników osi.

Norma EN 50238 określa ogólne wytyczne i zasady postępowania w zakresie ustalania wartości granicznych wielkości zakłócających oraz oceny zgodności taboru w procesie dopuszczania do eksploatacji. Zaletą normy jest dość ściśle zdefiniowanie pro-

cesu (tzw. *compatibility case*) służącego wykazaniu, że dany typ taboru poprawnie współpracuje z urządzeniami detekcji na danej linii kolejowej, tzn. może być wprowadzony do ruchu na pewnym, zamkniętym obszarze infrastruktury kolejowej. Obowiązek przedstawienia takiego dowodu spoczywa na producencie taboru. Do określenia metody i wartości granicznych wielkości zakłócających dla poszczególnych rodzajów urządzeń detekcji pociągu zobowiązany jest zarządzający infrastrukturą.

W normie EN 50238 nie jest jednak zdefiniowany ani rodzaj wielkości zakłócających, jakie należy rozpatrywać w analizie kompatybilności, ani ich wartości. Nie podano także znormalizowanej metody badań taboru przed dopuszczeniem do eksploatacji.

Rosnące znaczenie ruchu transgranicznego i działania UE zmierzające do wprowadzenia interoperacyjności ruchu kolejowego spowodowały podjęcie działań zmierzających do standaryzacji wielu dziedzin techniki kolejowej. Ze względu na podstawowe znaczenie dla wdrożenia interoperacyjności szybko dostrzeżono potrzebę standaryzacji wielkości zakłócających i metod ich pomiaru dla urządzeń detekcji pociągu, takich jak: obwody torowe, liczniki osi, czujniki kół, pętle indukcyjne. Opracowanie takich standardów ułatwiłoby znacznie proces projektowania i wprowadzania do eksploatacji urządzeń detekcji, a także taboru kolejowego, przeznaczonych do eksploatacji na liniach interoperacyjnych. Zasadniczą przyczyną podjęcia tych działań było wydanie dyrektywy 96/48/EC o interoperacyjności kolei europejskich dużych prędkości oraz związane z nią prace prowadzone przez AEIF nad opracowaniem TSI CC (Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności dla podsystemu sterowanie kolei dużych prędkości).

W wyniku podjętej w kwietniu 2001 r. rezolucji CENELEC powołano specjalną grupę przeglądową, która miała za zadanie określić plan dalszych prac w zakresie normalizacji zagadnień kompatybilności między taborem a urządzeniami detekcji taboru. W wyniku prac grupy stwierdzono, że normę EN 50238 można uznać jedynie za pierwszy krok w kierunku właściwej normalizacji tych zagadnień, i że należy podjąć prace niezbędne do zdefiniowania i określenia zharmonizowanych limitów wielkości zakłócających dla urządzeń detekcji pociągu w Europie oraz znormalizowanej metody oceny zgodności. Uznano przy tym, że najbardziej efektywnym sposobem realizacji tych zamierzeń będzie opracowanie dodatkowych części do normy EN 50238 (np. EN 50238-2, EN 50238-3 itd.), które będą dotyczyły poszczególnych rodzajów urządzeń detekcji pociągu (obwodów torowych, liczników osi, czujników kół itp.). Ustalono również, że prace grupy WGA 4-2 zostaną skoordynowane z pracami AEIF, UIC, narodowych grup roboczych oraz projektami Unii Europejskiej.

W efekcie prac grupy przeglądowej, CENELEC powołał na początku 2002 r. grupę roboczą WGA 4-2 (Compatibility between rolling stock and track detection system – Kompatybilność między taborem a urządzeniami detekcji pociągu), która ma przygotować dodatkowe części do normy EN 50328, dotyczące poszczególnych rodzajów urządzeń detekcji pociągu.

Zakres prac i podstawowe dokumenty opublikowane przez WGA 4-2

We wczesnym okresie prac grupy WGA 4-2 ustalono, że zakres jej pracy obejmie w pierwszym etapie obwody torowe, które będą stosowane na liniach deklarowanych jako interoperacyjne i powiązanych z nimi liniach łączących. W ramach tych prac zostaną zestandaryzowane parametry zakłóceń i metoda ich pomiaru. Zakres standardu zostanie w późniejszym czasie poszerzony o parametry zakłóceń dla liczników osi i czujników kół, a w miarę możliwości o urządzenia zawansowanych systemów ATP i ATC. Parametry zakłóceń nie będą uwzględniać charakterystyk wszystkich urządzeń detekcji taboru stosowanych na liniach interoperacyjnych w Europie. Z grupy tej zostaną wyłączone urządzenia technicznie przestarzałe, które będą stopniowo wycofywane z eksploatacji. Uwzględnienie tych urządzeń prowadziłoby do wprowadzenia zbyt restrykcyjnych wymagań, które musiałyby być spełniane przez tabor. Norma opracowywana przez WGA 4-2 będzie dotyczyć tylko wyposażenia wykrywania zajętości odcinków toru i zwrotnic, które będzie stosowane w przyszłych projektach budowy i modernizacji systemów srk. Na obecnym etapie prac, nie można podać (nawet przybliżonej) daty, po której zostanie ona wdrożona do stosowania

Do końca 2004 r. grupa opracowała i opublikowała 3 podstawowe dokumenty:

- 1) Technical Report. Compatibility between Rolling Stock and Train Detection Systems (Raport techniczny. Kompatybilność między taborem a systemami detekcji pociągu);
- 2) List of train detection (Lista urządzeń detekcji pociągu);
- 3) Technical Specification Compatibility between Rolling Stock and Track Circuits (Specyfikacja Techniczna. Kompatybilność między taborem a urządzeniami detekcji).

Pierwszy z tych dokumentów został wydany w marcu 2003 r. W dokumencie przedstawiono ówczesny stan normalizacji zagadnień kompatybilności między taborem a urządzeniami detekcji w skali europejskiej, omówiono zakres przyszłych prac, zaproponowano podstawowe wielkości i parametry, które będą przedmiotem standaryzacji. W raporcie wskazano również na różnice występujące w wymaganiach stosowanych przez poszczególne koleje europejskie. Należy zaznaczyć, że wymagania te są często sprzeczne i praktycznie niemożliwa jest ich unifikacja.

W raporcie technicznym WGA 4-2 wskazano na wymagania, które oprócz wymagań dotyczących emisji i odporności na zakłócenia powstające w wyniku oddziaływań elektromagnetycznych, powinny być spełnione do zapewnienia pewnej i niezawodnej pracy urządzeń detekcji pociągu. Wymagania te, według propozycji grupy WGA 4-2, powinny znaleźć się w przyszłym standardzie. Są to wymagania dotyczące pewnych podstawowych cech konstrukcyjnych taboru. Spełnienie tych wymagań powinno być traktowane jako warunek wstępny, przed rozpatrywaniem kryteriów kompatybilności elektromagnetycznej.

Zasada wykrywania obecności pojazdu przez obwody torowe oparta jest na zwieraniu toków szyn toru przez zestaw kołowy tego

pojazdu. Obwód torowy jest zaprojektowany do poprawnej pracy z pewną maksymalną impedancją zwierającą toki szyn. W związku z tym na tabor nakłada się wymagania dotyczące maksymalnej impedancji między kołami zestawu oraz pewne ograniczenia w stosowaniu piaskowania. Liczniki osi i wiele typów czujników koła wykrywają obecność obrzeża koła dzięki zmianie właściwości elektromagnetycznych przestrzeni wokół czujnika podczas przejazdu koła. W związku z tym na tabor nakłada się wymagania dotyczące: wymiarów koła i jego obrzeża, własności elektromagnetycznych koła. Prawidłowe zliczanie osi przez czujnik licznika osi uwarunkowane jest również zapewnieniem odpowiedniej do prędkości ruchu konstrukcyjnej odległości między następującymi po sobie zestawami kołowymi. Innym wymaganiem dotyczącym taboru jest wymóg odpowiedniego umieszczania metalowych części pojazdu, które w trakcie jazdy mogą znaleźć się w pobliżu czujnika i zakłócić jego pracę.

Przy analizie kompatybilności należy również uwzględnić konsekwencje stosowania w taborze hamulców szynowych, ze względu na znaczną masę elementów metalowych i ich charakterystyki elektromagnetyczne. W stosunku do liczników osi i obwodów torowych należy również uwzględnić dwa następujące wymagania związane z taborem:

- wymiar części pojazdu wykraczającej poza pierwszą/ostatnią oś powinien być odpowiednio mały, aby zapewnić odpowiedni odstęp między granicą sekcji detekcji taboru a ukresem;
- maksymalna odległość między zestawami kołowymi powinna być mniejsza niż najkrótsza sekcja detekcji pociągu.

Drugi z wymienionych dokumentów (lista urządzeń detekcji pociągu) powstał na podstawie danych zgłoszonych przez przedstawicieli zarządców infrastruktury, którzy są członkami grupy WGA 4-2. Lista obejmuje urządzenia, które według użytkowników będą stosowane w dłuższej perspektywie czasu i powinny stanowić podstawę do opracowania wymagań kompatybilności w przyszłym standardzie. Jest ona podzielona na 4 podzbiory, odpowiadające czterem zasadniczym rodzajom urządzeń detekcji: obwody torowe, liczniki osi, czujniki koła, pętla indukcyjne. Dla każdego rodzaju urządzenia podano podstawowe dane techniczne, informacje czy dostępne są specyfikacje określające parametry zakłóceń oraz czy przeznaczone są do stosowania na liniach deklarowanych jako interoperacyjne. Urządzenia te, zwłaszcza obwody torowe, będą stanowić zbiór, na podstawie którego będą opracowane wspólne limity wielkości zakłócających.

Ostatnia z wymienionych pozycji zostanie opublikowana na szczeblu europejskim jako oficjalna Specyfikacja Techniczna CENELEC. Dokument ten zawiera zaktualizowaną listę urządzeń detekcji pociągu oraz krajowe specyfikacje kompatybilności dla obwodów torowych przedstawione przez poszczególne zarządy kolejowe. Dokument ten powstał w celu zaprezentowania obecnego *status quo* w zakresie zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej obwodów torowych. W przypadku obwodów torowych jako podstawową wielkość określającą wymaganą odporność na zakłócenia wybrano maksymalną wartość skuteczną prądu trakcyjnego w zakresie zdefiniowanego pasma częstotliwości wokół częstotliwości roboczej obwodu torowego. Prąd ten w większości specyfikacji jest zdefiniowany jako całkowity prąd pobierany przez pociąg. Wartości graniczna prądu zakłóceniewego uzupełniana jest czasem całkowania sygnału prądu zakłócającego w trakcie jego pomiaru przy użyciu filtra pomiarowego o odpowiedniej charakterystyce. Ten dodatkowy warunek pozwala na uwzględnienie

nie granicznego czasu trwania zakłócenia, który w przypadku większości stosowanych obecnie obwodów torowych ma znaczenie z punktu widzenia ich poprawnej pracy w warunkach zakłóceńowych. Graniczne wartości prądów zakłócających i czasy całkowania podane są dla poszczególnych typów obwodów torowych. Poszczególne specyfikacje krajowe przedstawiają również reguły sumowania prądu zakłócającego dla pociągów składających, z wydzielonych elektrycznie jednostek pracujących w trakcji wielokrotnej. Podane są definicje pociągu i jego części składowych jakie należy rozpatrywać w analizie kompatybilności. Specyfikacje krajowe podają ogólne również warunki przeprowadzania badań kompatybilności, między innymi: miejsce i sposób pomiaru prądu zakłócającego, tryby pracy taboru podczas badań, charakterystyki filtrów pomiarowych i podstawowe zasady obróbki sygnałów pomiarowych.

Od 2003 r. w pracach grupy WGA 4-2 uczestniczy przedstawiciel Polskich Linii Kolejowych (PKP PLK). Strona polska zgłosiła listę urządzeń detekcji pociągu stosowanych na sieci PKP oraz krajową specyfikację obwodów torowych. Zostały one uwzględnione w Specyfikacji Technicznej WGA 4-2, która będzie opublikowana przez CENELEC. Specyfikacja krajowa została opracowana na podstawie pracy CNTK nr 6915/23 [2]. Przekazanie listy urządzeń i specyfikacje dotyczące obwodów torowych było istotne, gdyż na ich podstawie będą opracowywane w przyszłości wspólne zharmonizowane limity wielkości zakłócających dla obwodów torowych.

Na początku 2003 r. CENELEC i AEIF ustaliły prowizoryczny plan pracy w zakresie standaryzacji kompatybilności między taborem a urządzeniami detekcji pociągu. Opracowano wówczas harmonogram pracy, określający ramy czasowe i podział obowiązków między WGA 4-2 a AEIF.

W opracowywanych przez AEIF technicznej specyfikacji interoperacyjności (TSI) dla podsystemu sterowanie dla kolei konwencjonalnych znajdzie się załącznik związany z zagadnieniami kompatybilności między taborem a urządzeniami detekcji pociągu (załącznik A1 do specyfikacji TSI CCS CR). AEIF zwrócił się do WGA 4-2 z prośbą o podjęcie współpracy w zakresie wspólnego opracowania tych załączników i wykorzystania dotychczasowych wyników pracy grupy WGA 4-2. Grupa WGA 4-2 przekazała listę urządzeń detekcji pociągu stosowanych w Europie, raport techniczny i specyfikacje obwodów torowych. Załącznik A1 TSI opracowano z uwzględnieniem tych dokumentów.

Strona polska zgłosiła do projektu załącznika A1 TSI CCS trzy odstępstwa dla polskiej sieci kolejowej dotyczące: impedancji zestawu kołowego, pętli indukcyjnych, wymiaru części pojazdu wykraczającej poza pierwszy/ostatni zestaw kołowy. Zostały one zapisane w załączniku A1 do specyfikacji TSI CCS CR.

Planowane prace WGA 4-2

Dotychczasowe prace grupy WGA 4-2 umożliwiły zebranie i opublikowanie informacji przedstawiających zasady i zakres specyfikacji stosowanych przez zarządy kolei europejskich. Zidentyfikowano również wstępnie zbiór urządzeń detekcji pociągu, których charakterystyki posłużą do opracowania wymagań, które będą umieszczone w przyszłym standardzie. W ten sposób zakończono pierwszy etap konieczny ze względu na zakres planowanych prac.

Następnym, ważnym krokiem, jaki przedsięwzięła grupa WGA 4-2, jest opracowanie dla zidentyfikowanego zbioru urzą-

dzeń zharmonizowanych limitów wielkości zakłócających oraz podstawowych parametrów związanych z konstrukcją taboru. Jak pokazały pierwsze doświadczenia nie będzie to zadanie łatwe. Z powodu różnorodności stosowanych przepisów i odmienności zasad stosowanych przez poszczególne koleje, standaryzacja tych zagadnień stanowi duże wyzwanie. Przyjęta przez grupę metodologia opracowania standardu wywołała wiele kontrowersji, szczególnie ze strony producentów taboru. Wynika to głównie z obawy, że w wyniku przyjęcia standardu (obowiązywania przyjętych wymagań), na tabor będą narzucone bardzo restrykcyjne wymagania w zakresie kompatybilności z urządzeniami detekcji, a to będzie wymagało rozwiązania wielu skomplikowanych kwestii technicznych i znacznie podniesie koszt oferowanego taboru. W interesie właścicieli infrastruktury jest natomiast wprowadzenie do standardu jak największej liczby urządzeń detekcji stosowanych na zarządzanych przez nie sieciach. Te dwa dążenia pozostają w oczywistej sprzeczności.

Trudności w opracowaniu standardu będą również wynikać z wielu nierozwiązanych i skomplikowanych zagadnień teoretycznych dotyczących między innymi: sposobu uwzględniania zakłóceń emitowanych przez podstacje trakcyjne, rezonansów występujących w sieci trakcyjnej, prądów zakłócających zamykających się w pętlach między pociągami, metodologii przeprowadzania badań itp.

Otwartą kwestią pozostaje nadal metoda określania wymagań odporności na zakłócenia dla liczników osi. W tym zakresie istnieje niewiele dokumentów bazowych i prac badawczych, które mogłyby posłużyć jako podstawa do rozwoju przyszłego standardu. Żaden z zarządów kolejowych nie dysponuje specyfikacją, która w systematyczny sposób podaje wymagania kompatybilności dla liczników osi i czujników koła oraz metodę jej potwierdzania w praktyce.

Próba wypełnienia tej luki są w pewnym stopniu prace badawcze prowadzone przez koleje niemieckie DB oraz przemysł niemiecki. Podsumowaniem dotychczasowych osiągnięć w tym zakresie jest raport pt. *Interference limits and tests on wheel sensors and axle counters (Dopuszczalne parametry zakłóceń i badania czujników detekcji koła i liczników osi)* opracowany na potrzeby WGA 4-2.

Badania dotyczyły odporności na pola magnetyczne stacjonarne (o stałej częstotliwości i amplitudzie). Odporność na zakłócenia o charakterze dynamicznym będzie przedmiotem późniejszej analizy i badań. Zagadnienia odporności na pola elektryczne, jako najmniej krytyczne z punktu widzenia kompatybilności, pozostawiono również do opracowania w późniejszym terminie.

Badania zostały przeprowadzone na 9 typach głowic liczników osi produkcji Siemens, Alcatel, Frauscher oraz na 6 typach czujników detekcyjnych koła produkcji Siemens, Alcatel, Frauscher, FEW. Urządzenia te są szeroko stosowane przez koleje niemieckie, a także w wielu zarządach kolei europejskich. Niektóre z tych urządzeń są stosowane przez PKP PLK S.A.

W raporcie zdefiniowano warunki przeprowadzenia pomiarów, tzn. lokalizację przetwornika pomiarowego w stosunku do głowki szyny, a także wymiary i orientacje cewek indukcyjnych przetwornika pomiarowego.

Dopuszczalne parametry zakłóceń dla czujników detekcji koła zostały określone dla najbardziej krytycznych warunków, tj. minimalnej średnicy koła pojazdu, najbardziej niekorzystnego typu szyny oraz maksymalnego prądu trakcyjnego. Dla poszczegól-

nych typów urządzeń, raport przedstawia wielkości graniczne indukcji pola magnetycznego, dopuszczalne ze względu na poprawność ich pracy. Dopuszczalne parametry zakłóceń odpowiadają maksymalnej, sumarycznej indukcji pola magnetycznego od wszystkich źródeł znajdujących się w taborze. W przypadku czujników detekcyjnych dopuszczalne parametry zakłóceń określone są za pomocą składowej indukcji pola magnetycznego wzdłuż szyny. Dla liczników osi podano wartości indukcji magnetycznej dla 3 składowych przestrzennych pola magnetycznego (dla zakresu częstotliwości roboczych).

W części poświęconej warunkom badań zapisano ogólne postanowienia określające wymagane stany pracy badanego taboru (różne warunki stany pracy układu trakcyjnego, prędkości jazdy, symulacja stanów awaryjnych itp.). Omawiany raport podaje podstawowe parametry techniczne przetworników zastosowanych do pomiarów pola magnetycznego, jak również wymagania co do przestrzeni wokół przetworników pomiarowych (obecność elementów przewodzących, usytuowanie w stosunku do elementów infrastruktury, takich jak: łączniki szynowe, elementy uszyniające i uziemiające).

Przedstawiony raport z badań będzie stanowił punkt wyjścia do opracowania wymagań opisujących odporność zakłócenio-wą liczników osi i czujników detekcyjnych koła, dopuszczalną emisję pola elektromagnetycznego od taboru oraz warunków badań taboru.

Podsumowanie

Działania UE zmierzające do utworzenia wspólnego rynku kolejowego, bez barier technicznych utrudniających swobodny ruch pociągów, wymuszają standaryzację obszarów techniki kolejowej, które do tej pory pozostawały w całkowitej domenie zarządów kolejowych poszczególnych krajów europejskich. Pomimo znacznych trudności powodowanych różnorodnością wymagań stosowanych przez poszczególne koleje należy spodziewać się, że proces standaryzacji będzie stopniowo postępował.

Kompatybilność między taborem a urządzeniami detekcji pociągu jest jedną z dziedzin, która ze względu na podstawowe zna-

czenie dla intereoperacyjności ruchu kolejowego będzie coraz szerzej obejmowana wspólnymi, europejskimi standardami. Działanie zainicjowane przez grupę roboczą CENELEC WGA 4-2, zmierzają do opracowania rozszerzenia standardu EN 50238, o specyfikacje, które będą regulować podstawowe wymagania techniczne dla intereoperacyjnego taboru i urządzeń detekcji do zapewnienia ich kompatybilności. Należy się spodziewać, że już w niedługim czasie będą one miały znaczący wpływ na proces projektowania i wprowadzania do eksploatacji urządzeń detekcji i taboru, przeznaczonych do stosowania na liniach intereoperacyjnych w krajach Unii Europejskiej.



Literatura

- [1] Białoń A.: *Electromagnetic compatibility of railway traffic control devices (SRK) with other railway equipment*. Materiały konferencji międzynarodowej Transport Systems and Telematic, 2002.
- [2] Jank S., Knight A.: *Electromagnetic compatibility between rolling stock and train detection-additional parts to CENELEC EN 50328*. Signal und draht 1/2 2004.
- [3] Białoń A., Kazimierczak A. i inni: *Opracowanie dopuszczalnych parametrów zakłóceń dla urządzeń srk, łączności i pojazdów trakcyjnych*. Praca CNTK 6915/23. Warszawa 1999.
- [4] *Interferencje limits and tests on wheel sensors and axle counters; initial results of the German Working Group*. DBAG Dept. TZF47, Jank S.
- [5] EN 50238:2003 *Compatibility between rolling stock and train detection systems*.
- [6] UIC 790R Axle counters.

Autorzy

dr inż. Andrzej Białoń
mgr inż. Robert Czarnecki
Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa
abialon@cntk.pl
rczarnecki@cntk.pl

XII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej i IV Szkoła Kompatybilności Elektromagnetycznej w Transporcie

SEMTRAK 2006

Kraków – Zakopane, 19–21 października 2006 r.

Organizatorzy

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej przy udziale Oddziału Krakowskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Informacje

dr inż. Waldemar Zajac, Politechnika Krakowska, 31-155 Kraków, ul. Warszawska 24
tel. 012 628 26 15, 012 628 25 06; fax. 012 628 20 44, 012 633 84 51; e-mail: pezajac@cyf-kr.edu.pl