

KONCEPCJA LABORATORIUM INŻYNIERII RUCHU KOLEJOWEGO, TWORZONEGO NA WYDZIALE INŻYNIERII LĄDOWEJ POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Jan Gertz

dr inż., Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego, Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej, Politechnika Krakowska, e-mail: jgertz@pk.edu.pl

Streszczenie. *W artykule przedstawiono autorską koncepcję laboratorium inżynierii ruchu kolejowego, które powstaje na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej. W laboratorium odwzorowane zostaną posterunki ruchu rozmieszczone na wirtualnej sieci kolejowej oraz stanowiska dyspozytorów odcinkowych. Podstawowym narzędziem wykorzystywanym podczas tworzenia i użytkowania laboratorium będzie symulator prowadzenia ruchu kolejowego isdr.*

Słowa kluczowe: *ruch kolejowy, inżynieria ruchu kolejowego, laboratorium dydaktyczne*

1. Wprowadzenie

Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, jako laureat konkursu na wzorcowe wprowadzenie Krajowych Ram Kwalifikacji, otrzymał w 2013 roku dotację Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczoną na wydatki związane ze wzmocnieniem potencjału dydaktycznego w ramach zajęć prowadzonych na studiach drugiego stopnia, na kierunku transport. Zgodnie z opracowanym i obowiązującym harmonogramem wydatkowania tych środków, dotacja przeznaczona została na realizację dwóch podstawowych grup zadań: (i) działania edukacyjne związane z kształceniem studentów i podnoszeniem kwalifikacji kadry dydaktycznej oraz (ii) unowocześnienie bazy laboratoryjnej i dydaktycznej. W tym zakresie Katedra Infrastruktury Transportu Szynowego i Lotniczego, wchodząca w skład Instytutu Inżynierii Drogowej i Kolejowej, prowadzi zadanie polegające na organizacji i wyposażeniu pracowni laboratoryjnej inżynierii ruchu kolejowego. Niniejsza publikacja przedstawia autorską koncepcję tego laboratorium.

2. Ruch kolejowy a infrastruktura

Zgodnie z obowiązującą ustawą o transporcie kolejowym [1], zarządzanie infrastrukturą polega na:

- 1) budowie i utrzymaniu infrastruktury kolejowej,
- 2) prowadzeniu ruchu pociągów na liniach kolejowych,
- 3) utrzymywaniu infrastruktury w stanie zapewniającym bezpieczne prowadzenie ruchu kolejowego,
- 4) udostępnianiu tras pociągów dla przejazdu pociągów na liniach kolejowych i świadczeniu usług z tym związanych,
- 5) zarządzaniu nieruchomościami wchodzącymi w skład infrastruktury kolejowej.

W implementowanej do polskiego prawa kolejowego dyrektywie interoperacyjnej [2], ruch kolejowy, obok utrzymania i aplikacji telematycznych, został zdefiniowany jako jeden z trzech podsystemów eksploatacyjnych. W myśl wspomnianego dokumentu, podsystem ruch kolejowy obejmuje procedury i związane z nimi urządzenia umożliwiające spójne funkcjonowanie różnych podsystemów strukturalnych, zarówno w czasie normalnego, jak i pogorszonego funkcjonowania, w tym w szczególności przygotowanie składu i prowadzenie pociągu, planowanie i zarządzanie ruchem. Do omawianego podsystemu zaliczono również kwalifikacje zawodowe, jakie mogą być wymagane do realizacji usług transgranicznych.

Procedury związane z prowadzeniem ruchu kolejowego zawarte są w szczególności w rozporządzeniu [3] oraz instrukcji [4]. Nie ulega najmniejszych wątpliwości, że procedury, o których mowa są opracowywane i realizowane na podstawie specyficznej wiedzy inżynierskiej, uwzględniającej zarówno techniczne jak i organizacyjne aspekty ruchu pociągów i pracy manewrowej. Bezpieczne i sprawne prowadzenie ruchu kolejowego wymaga przygotowania i doskonalenia określonych kadr specjalistów. Oprócz wiadomości teoretycznych konieczne jest solidne przygotowanie praktyczne. Temu celowi mogą służyć odpowiednio wyposażone pracownie laboratoryjne, wyposażone w sprzęt umożliwiający praktyczne zapoznanie się z pracą posterunków technicznych na posterunkach ruchu.

3. Geneza laboratorium

Jedną z możliwości kształcenia kadr technicznych dla zarządców infrastruktury, wyspecjalizowanych w zagadnieniach techniki i organizacji ruchu kolejowego jest odpowiednio sprofilowane kształcenie na kierunku „transport”. Autor niniejszego artykułu jest absolwentem kierunku transport i jeszcze w trakcie studiów, a następnie po podjęciu pracy na Uczelni, uczestniczył w organizowaniu zajęć laboratoryjnych z przedmiotu ruch kolejowy. Laboratorium korzystało z odpowiednio zaadaptowanej pracowni urządzeń sterowania ruchem w krakowskim Technikum Kolejowym, a dla studentów został opracowany skrypt [5], który w założeniu miał ułatwić przygotowanie do zajęć praktycznych. Zmiany organizacyjne spowodowały jednak, że w latach dziewięćdziesiątych wspomniane laboratorium przestało funkcjonować.

Zauważalny w ostatnich latach wzrost zainteresowania koleją sprawił, że w ubiegłym roku w ramach studiów pierwszego stopnia (inżynierskich) i na wnio-

sek sformułowany ze strony studentów, uruchomiono nowy profil dyplomowania „transport kolejowy”. Przedmioty profilujące kierunek obejmują między innymi wybrane zagadnienia transportu kolejowego w Polsce i na świecie, utrzymania infrastruktury kolejowej oraz kolei dużych prędkości, ale wiodącym przedmiotem jest technika i organizacja ruchu kolejowego.

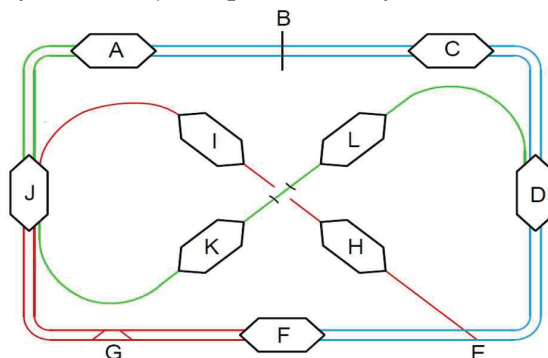
Wykorzystując potencjał tkwiący w dyplomantach wspomnianego profilu dyplomowania uzgodniono, że przygotowanie i uruchomienie wszystkich stanowisk laboratoryjnych zostanie wykonane w ramach prac dyplomowych inżynierskich. W rezultacie Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej uruchomił w bieżącym roku akademickim realizację 16 prac, których tematyka jest bezpośrednio związana z prezentowaną w niniejszej publikacji koncepcją laboratorium.

4. Ogólna charakterystyka pracowni laboratoryjnej

Laboratorium inżynierii ruchu kolejowego ma na celu odwzorowanie pracy na różnych posterunkach ruchu tworzących wirtualną sieć kolejową oraz na nadzorujących ich pracę stanowiskach dyspozytorskich. Celem zajęć jest poznanie procedur związanych z bezpiecznym i sprawnym prowadzeniem ruchu kolejowego oraz efektywnym zarządzaniem sytuacją ruchową na sieci kolejowej.

Laboratorium zostanie zorganizowane w sali laboratoryjno-dydaktycznej oraz sąsiadującym z nią pomieszczeniu biurowo-laboratoryjnym, zlokalizowanymi na czwartym piętrze Budynku Głównego Politechniki Krakowskiej w Kampusie przy ul. Warszawskiej 24. Łączna powierzchnia tych pomieszczeń wynosi około 70 m². W większej sali przewidziano uruchomienie 12 stanowisk laboratoryjnych – posterunków nastawczych na posterunkach ruchu, a także stanowiska instruktorskie. W mniejszym pomieszczeniu przewiduje się zorganizowanie trzech stanowisk laboratoryjnych – posterunków dyspozytorskich, których zadaniem jest organizowanie i nadzorowanie ruchu pociągów na wirtualnej sieci kolejowej, na której zlokalizowane są wspomniane wyżej posterunki ruchu.

Schemat ideowy omawianej sieci przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schemat ideowy wirtualnej sieci kolejowej tworzonej w ramach powstającego laboratorium inżynierii ruchu kolejowego na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej

Wszystkie stanowiska laboratoryjne oraz stanowisko instruktorskie (obsługiwane przez koordynującego ćwiczenia nauczyciela akademickiego) zostaną wyposażone w sprzęt informatyczny wraz z oprogramowaniem, umożliwiającym pełną symulację ruchu kolejowego na stworzonej sieci. Komputery oraz inne urządzenia peryferyjne tworzyć będą zamkniętą sieć komputerową. Ze względu na niezakończony postępowanie przetargowe autor zmuszony został pominąć parametry techniczne zamawianego sprzętu komputerowego.

Głównym narzędziem wykorzystywanym podczas tworzenia i użytkowania laboratorium będzie symulator prowadzenia ruchu kolejowego, który zostanie przedstawiony w następnym punkcie; oprogramowanie to zostanie udostępnione z zachowaniem pełni praw autorskich. W ramach oprogramowania niezbędnego do tworzenia laboratorium zamówiono zestaw licencji programu Delphi XE5.

5. Laboratoryjne posterunki ruchu

Jak już wspomniano wcześniej, podstawową grupę stanowisk laboratoryjnych stanowić będą symulatory posterunków ruchu rozmieszczonych na wirtualnej sieci kolejowej i współpracujących ze sobą w zakresie prowadzenia ruchu pociągów, przy różnych sposobach zapowiadania.

Symulatory laboratoryjnych posterunków ruchu zostaną stworzone przy pomocy programu symulacyjnego isdr (por. www.isdr.pl), którego autorem jest absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej PK – mgr inż. Paweł Okrzesik. Podstawowym celem tego programu [6] jest odwzorowanie działania urządzeń stacyjnych typu E oraz typowych, współpracujących z nim blokad liniowych, wraz z możliwością symulacji wybranych usterek. Poza obsługą samych urządzeń srk, w programie isdr odwzorowane są podstawowe czynności zapowiadacze. Interfejs użytkownika (czyli na przykład dyżurnego ruchu symulowanego posterunku), to przede wszystkim przedstawiony na ekranie monitora ekranowego kostkowy pulpit nastawczy, obsługiwany przy użyciu myszy komputera oraz schematycznie przedstawiony podgląd sytuacji w terenie, na którym zobrazowane jest położenie i ruch taboru oraz aktualny stan zewnętrznych urządzeń srk. Dodatkowo program umożliwi symulowanie pracy i obsługi urządzeń łączności, urządzeń na przejazdach kolejowych itp.

Jak wynika z publikacji [7] już w 2013 roku przewidywano możliwość rozbudowy symulatora do wersji wielostanowiskowej, odwzorowującej prowadzenie ruchu przez kilka kolejnych posterunków ruchu. Zakładano również możliwość symulowania stanowiska pracy dyspozytora odcinkowego, który koordynowałby ruch pociągów na odcinku obejmującym te posterunki. Tworzone laboratorium pozwoli w praktyce zrealizować te projektowane funkcje.

Wirtualna laboratoryjna sieć kolejowa połączy ze sobą dwa posterunki ruchu – w tym dziewięć stacji (lub mijanek), jeden posterunek odstępowy i dwa posterunki odgałęźne różnych typów. Projektowana sieć obejmować będzie w szczególności (por. rys. 1):

Stację pośrednią A, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległy dwutorowy szlak A-J wyposażony jest w samoczynną blokadę liniową, a na dwutorowym szlaku A-C (z posterunkiem odstępowym B) ruch prowadzony jest na podstawie blokady półsamoczynnej;

Posterunek odstępowy B położony na szlaku dwutorowym A-C wyposażony w półsamoczynną blokadę liniową jednokierunkową;

Stację pośrednią C, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe dwutorowe szlaki: A-C (z posterunkiem odstępowym B) oraz C-D wyposażone są w blokadę półsamoczynną;

Stację węzłową D, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe dwutorowe szlaki C-D i D-E oraz szlak jednotorowy L-D wyposażone są w blokadę półsamoczynną;

Posterunek odgałęźny E, wyposażony w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe dwutorowe szlaki D-E i E-F wyposażone są w blokadę półsamoczynną, na jednotorowym szlaku E-H zainstalowana jest samoczynna blokada liniowa;

Stację pośrednią F, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległy dwutorowy szlak E-F wyposażony jest w blokadę półsamoczynną, a na dwutorowym szlaku F-G ruch prowadzony jest na podstawie samoczynnej blokady liniowej;

Posterunek odgałęźny G, wyposażony w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe dwutorowe szlaki F-G i G-J wyposażone są w samoczynną blokadę liniową;

Stację pośrednią H, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe jednotorowe szlaki G-H oraz H-I wyposażone są w blokadę półsamoczynną;

Stację pośrednią (lub mijankę) I, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe jednotorowe szlaki H-I oraz I-J wyposażone są w blokadę półsamoczynną;

Stację węzłową J, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległy dwutorowy szlak A-J oraz jednotorowy szlak J-K wyposażone są w samoczynną blokadę liniową; na dwutorowym szlaku G-J oraz jednotorowym szlaku I-J ruch prowadzony jest na podstawie blokady półsamoczynnej;

Stację pośrednią K, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe jednotorowe szlaki J-K oraz K-L wyposażone są w blokadę samoczynną;

Stację pośrednią (lub mijankę) L, wyposażoną w przekaźnikowe urządzenia typu E; przyległe jednotorowe szlaki K-L oraz L-D wyposażone są w blokadę samoczynną.

Każde stanowisko dyżurnego ruchu zostanie wyposażone w komputer stacjonarny, do którego zostaną podłączone docelowo trzy lub cztery monitory ekranowe, na których prezentowane będą: kostkowy pulpit nastawczy, podgląd aktualnej sytuacji ruchowej oraz inne informacje dotyczące np. urządzeń przejazdowych. Stanowisko laboratoryjne zostanie wyposażone w urządzenia łączności zapowiadawczej, umożliwiającej porozumiewanie się z dyżurnymi ruchu sąsiednich posterunków oraz łączności dyspozytorskiej – zapewniającej bezpośrednią łączność z właściwym dyspozytorem odcinkowym.

Każde stanowisko zostanie zaopatrzone w komplet dokumentacji techniczno-ruchowej, obejmującej w szczególności egzemplarz regulaminu technicznego lub wyciągu z tego regulaminu, wybrane egzemplarze instrukcji wewnętrznych dotyczących prowadzenia ruchu i obsługi urządzeń srk oraz zestaw stosownych druków dokumentujących pracę posterunku, do których należą w szczególności dzienniki ruchu, dzienniki rozmów telefonicznych, książki kontroli urządzeń srk itp.

Wszystkie stanowiska dyżurnych ruchu zostaną zaprojektowane i urządzone zgodnie z zasadami ergonomii. Aranżacja pracowni pozwoli na takie oddzielenie poszczególnych stanowisk, aby stworzyć wrażenie samodzielnej pracy na danym posterunku technicznym.

6. Laboratoryjne posterunki dyspozytorskie

Drugą grupę stanowisk laboratoryjnych stanowić będą symulatory stanowisk dyspozytorskich dyspozytorów odcinkowych, nadzorujących ruch pociągów na wyżej wymienionych posterunkach ruchu i tworzących wspólnie fragment dyspozytury zarządzającej ruchem na symulowanej sieci kolejowej.

Na wirtualnej sieci kolejowej wyznaczono trzy odcinki dyspozytorskie (por. rys. 1):

Odcinek I – obejmujący: stację A, dwutorowy szlak A-C, na którym zlokalizowany jest posterunek odstępowy B, stację pośrednią C, dwutorowy szlak C-D, stację węzłową D, dwutorowy szlak D-E, posterunek odgałęźny E oraz dwutorowy szlak E-F i stację F; wszystkie wymienione szlaki wyposażone są w półsamoczną blokadę liniową;

Odcinek II – rozpoczynający się na stacji A i obejmujący: dwutorowy szlak A-J, stację węzłową J, jednotorowy szlak J-K, stację pośrednią K, jednotorowy szlak K-L, stację pośrednią L oraz jednotorowy szlak L-D i stację węzłową D; wszystkie wymienione szlaki wyposażone są w blokadę półsamoczną;

Odcinek III – rozpoczynający się na posterunku odgałęźnym E i obejmujący: jednotorowy szlak E-H, stację H, jednotorowy szlak H-I, stację (mijankę) I, jednotorowy szlak I-J, stację węzłową J, dwutorowy szlak J-G, posterunek odgałęźny G oraz dwutorowy szlak G-F i stację F; wszystkie wymienione szlaki wyposażone są w samoczną blokadę liniową.

Każde stanowisko dyspozytora odcinkowego zostanie wyposażone w komputer stacjonarny, do którego zostanie podłączony zestaw monitorów ekranowych. Na monitorach prezentowane będą między innymi informacje o aktualnej sytuacji ruchowej na nadzorowanym odcinku i szlakach przyległych oraz inne informacje dotyczące np. urządzeń przejazdowych. Stanowisko laboratoryjne zostanie wyposażone w urządzenia łączności dyspozytorskiej zapewniającej bezpośrednią łączność z podległymi dyżurnymi ruchu oraz innymi dyspozytorami.

Dyspozytorzy prowadzić będą stosowną dokumentację techniczno-ruchową, a w szczególności wykres rzeczywistego biegu pociągów. Dyspozytorzy będą mieli do dyspozycji drukarkę sieciową, na której będą generowane niezbędne druki i formularze.

Podobnie jak w przypadku stanowisk dyżurnych ruchu, wszystkie stanowiska pracy dyspozytorów odcinkowych zostaną zaprojektowane i urządzone zgodnie z zasadami ergonomii. Stanowiska zostaną zlokalizowane w taki sposób, aby odzworować pracę dyspozytury albo – w przyszłości – lokalnego centrum sterowania.

7. Wykorzystanie pracowni laboratoryjnej w procesie dydaktycznym

Kolej – w najszerszym rozumieniu tego słowa – to środek transportu, wykorzystujący do przemieszczania osób i rzeczy specyficzne środki transportu szynowego, poruszające się po drogach szynowych. Drogi kolejowe, jako podstawowy składnik infrastruktury, projektowane i budowane zgodnie z wymaganiami sztuki inżynierskiej (między innymi przez absolwentów specjalności „drogi kolejowe” prowadzonej na kierunku studiów „budownictwo”), są udostępniane przez zarządzającego tą infrastrukturą przewoźnikom, którzy – zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie procedurami – uzyskują taki dostęp, w celu wykonywania przewozów.

Jak już wspomniano wcześniej, laboratorium powstaje ze środków przeznaczonych dla studiów drugiego stopnia prowadzonych na kierunku transport, ale jest rzeczą oczywistą, że będzie wykorzystywane w kształceniu zarówno na studiach I stopnia na tym kierunku, jak i na studiach drugiego stopnia prowadzonych na kierunku budownictwo, dla studentów specjalności „drogi kolejowe”.

Zgodnie z obowiązującym programem studiów, studenci kierunku transport omawiają zagadnienia związane z prowadzeniem ruchu kolejowego m.in. w ramach przedmiotów „inżynieria ruchu” oraz „technika i organizacja ruchu kolejowego”. Studenci pierwszego stopnia kierunku budownictwo – blok dyplomowania „projektowanie infrastruktury szynowej” – zdobywają podstawową wiedzę m.in. z zakresu zarządzania ruchem kolejowym. Studenci specjalności drogi kolejowe na kierunku budownictwo mają natomiast w programie przedmiot obligatoryjny „urządzenia sterowania ruchem kolejowym” oraz przedmiot fakultatywny „organizacja ruchu kolejowego”. Dla wszystkich wyżej wymienionych przedmiotów zostaną opracowane programy ćwiczeń laboratoryjnych.

Laboratorium może być również wykorzystane w kształceniu i doskonaleniu kadr zarządców infrastruktury, o których mowa między innymi w rozporządzeniu [8].

8. Podsumowanie

Przedstawiona w niniejszej publikacji koncepcja laboratorium inżynierii ruchu kolejowego stanowi podstawę trwających obecnie prac projektowych i wykonawczych związanych z wyposażeniem pracowni, aranżacją, organizacją i oprogramowaniem poszczególnych stanowisk laboratoryjnych oraz opracowaniem scenariuszy i zasad prowadzenia ćwiczeń dydaktycznych. Uruchomienie pierwszych stanowisk powinno nastąpić w styczniu 2015 roku.

W kolejnych etapach przewiduje się rozbudowę laboratorium o dodatkowe stanowiska, głównie w zakresie funkcji zdalnego sterowania ruchem oraz organizowania ruchu w rejonie sieci kolejowej. Zespół stanowisk dyspozytorskich może zostać przekształcony w Lokalne Centrum Sterowania (LCS). Wykorzystując możliwości sprzętowe możliwe będzie również dokonywanie zmian rodzaju stacyjnych urządzeń srk. Rozpatrywana jest również możliwość prowadzenia zajęć laboratoryjnych „na odległość”, z wykorzystaniem narzędzi tzw. e-learningu.

Można przypuszczać, że tworzone laboratorium w istotny sposób wpłynie na atrakcyjność procesu kształcenia kadr dla potrzeb zarządców infrastruktury i stanowić będzie nową jakość w bazie dydaktycznej Politechniki Krakowskiej. Uczelni, która przez cały siedemdziesięcioletni okres swego istnienia, kształciła inżynierów dla potrzeb kolei.

Bibliografia

- [1] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym. Dz. U. z 2013 r. poz. 1594 z późniejszymi zmianami.
- [2] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (przekształcenie) - Tekst mający znaczenie dla EOG. Dziennik Urzędowy L 191 , 18/07/2008 P. 0001 – 0045 z późniejszymi zmianami.
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji. Dz. U. Nr 172, poz. 1444, z późniejszymi zmianami.
- [4] Instrukcja o prowadzeniu ruchu pociągów Ir-1 (R-1). PKP PLK SA, Warszawa, 2008 r.
- [5] Bryniarska Z., Chyba A., Gertz J., Laboratorium ruchu kolejowego. Podstawowe zasady prowadzenia ruchu. Skrypt dla studentów wyższych szkół technicznych, Politechnika Krakowska, Kraków 1987.
- [6] Okrzesik P., Koncepcja symulatora komputerowego urządzeń sterowania ruchem kolejowym typu E dla potrzeb dydaktyki. Praca dyplomowa inżynierska, Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, Kraków 2011.
- [7] Puchała M., Chyba A., Okrzesik P., Symulator komputerowy przekątnikowego systemu sterowania ruchem kolejowym typu E jako narzędzie szkolenia i doskonalenia zawodowego dyżurnych ruchu. Przegląd Komunikacyjny nr 2/2013 ss. 15-21.
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie pracowników zatrudnionych na stanowiskach bezpośrednio związanych z prowadzeniem i bezpieczeństwem ruchu kolejowego, prowadzeniem określonych rodzajów pojazdów kolejowych oraz pojazdów kolejowych metra. (Dz. U. z 2011 r. Nr 59, poz. 301 i Nr 223, poz. 1333).