

Robert Żelazny¹

URZĄDZENIA ELEKTRYCZNEGO OGRZEWANIA ROZJAZDÓW ORAZ OŚWIETLENIA ZEWNĘTRZNEGO NA TERENIE PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

W artykule omówiono urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów oraz oświetlenie zewnętrzne montowane na terenie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów zapewniają skuteczną ochronę rozjazdów w warunkach negatywnego oddziaływania warunków atmosferycznych. Ze względu na dużą energochłonność urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów omówiono sposoby zmniejszania zużycia energii elektrycznej. Oświetlenie głowic rozjazdowych ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa prowadzenia ruchu pociągów. Dodatkowo w artykule wskazano możliwości efektywnego sterowania oświetleniem w wybranych rejonach stacji podczas zmniejszonego ruchu pociągów. Przedstawiono podstawowe wymagania dotyczące jakości energii elektrycznej zasilającej urządzenia na terenach kolejowych.

Słowa kluczowe: elektryczne ogrzewanie rozjazdów, oświetlenie terenów kolejowych, jakość energii elektrycznej

1. Wprowadzenie

Bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego na terenie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., szczególnie w okresie zimowym, bezwzględnie musi być zapewnione. Newralgiczne elementy, które odpowiadają za prowadzenie ruchu kolejowego to rozjazdy. W celu zapewnienia sprawności rozjazdów, montuje się w ich elementach urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów (rys. 1). W warunkach ograniczonej widoczności dla zapewnienia bezpiecznego prowadzenia ruchu pociągów montuje się oświetlenie głowic rozjazdowych. Rozjazdy z zamontowanymi urządzeniami elektrycznego ogrzewania rozjazdów nie są narażone na zablokowanie w skutek negatywnych oddziaływań niskich temperatur jak również śniegu i lodu. Śnieg dostający się pomiędzy iglicę a opornicę

¹ Robert Żelazny, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. oraz Politechnika Częstochowska Wydział Elektryczny, email: Robert1980@interia.eu

rozjazdu i w rejonach zamknięć nastawczych może powodować trudności w sterowaniu rozjazdem oraz w przypadku niesprzyjających warunków atmosferycznych jego zablokowanie. Zakłady Linii Kolejowych jako zarządcy infrastruktury są zobowiązane do zapewnienia skutecznej ochrony rozjazdów przed negatywnymi wpływami atmosferycznymi [2] oraz oświetlenia głowic rozjazdowych w stacjach [3], celem bezpiecznego prowadzenia ruchu pociągów.

2. Wymagania ogólne i podstawowe parametry jakości energii elektrycznej w instalacjach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

W celu zachowania bezpieczeństwa, urządzenia na terenie kolejowym muszą być zasilane energią elektryczną o określonych parametrach [1, 4, 9], aby nie nastąpiło ich uszkodzenie. Do zasilania odbiorów kolejowych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. są często wykorzystywane linie potrzeb nietrakcyjnych (zasilane z podstacji trakcyjnych) oraz linie zasilające energetyki zawodowej [7]. Jakość energii elektrycznej, którą są zasilane urządzenia kolejowe [5, 6], jest bardzo ważnym czynnikiem, ponieważ bezpośrednio wpływa ona na bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego [13, 22]. Szczegóły dotyczące podstawowych parametrów są wymienione poniżej, gdzie niezależnie od źródła zasilania energią elektryczną powinny być spełnione następujące wymagania:

1. Znamionowe napięcie zasilania U_N : 230 V AC lub 3x400 V AC.
2. Dopuszczalne zmiany wartości napięcia zasilania: $\pm 10\%$ (zgodnie z rozporządzeniem [12] i normą PN-EN 50160 [9]).
3. Znamionowa częstotliwość napięcia zasilającego f_N : 50 Hz.
4. Dopuszczalne zmiany częstotliwości napięcia zasilającego: $\pm 1\%$ przez 95% tygodnia; $+4\%$ / -6% przez 100% tygodnia (zgodnie z rozporządzeniem [12] i normą PN-EN 50160 [9]).
5. Maksymalna wartość współczynnika THD napięcia zasilania, uwzględniający wyższe harmoniczne do rzędu 40: 8% (zgodnie z rozporządzeniem [12] i normą PN-EN 50160 [9]).
6. Maksymalne wartości harmonicznych zgodnie z tabelą nr 1 (zgodnie z rozporządzeniem [12]).
7. Dopuszczalne zmiany wartości napięcia między fazami oraz siecią główną: 5 % [13].
8. Minimalna przeciążalność: 150% przez 5 minut.
9. Maksymalna wartość przepięć o częstotliwości sieciowej: $U_N + 250$ V dla $t > 5$ s; $U_N + 1$ 200 V dla $t < 5$ s (zgodnie z normą PN-IEC 60364 [8]).
10. Kompatybilność elektromagnetyczna zgodnie z normą PN-EN 50121-2 [15].

Tabela 1. Dopuszczalne wartości harmonicznych napięcia zasilania

Table 1. Acceptable harmonic voltage supply voltage values

Rząd harmonicznej [h]	Wartość względna napięcia w stosunku do składowej podstawowej [%]	Rząd harmonicznej [h]	Wartość względna napięcia w stosunku do składowej podstawowej [%]	Rząd harmonicznej [h]	Wartość względna napięcia w stosunku do składowej podstawowej [%]
2	2	11	3,5	20	0,5
3	5	12	0,5	21	0,5
4	1	13	3	22	0,5
5	6	14	0,5	23	1,5
6	0,5	15	0,5	24	0,5
7	5	16	0,5	25	1,5
8	0,5	17	2	>25	0,5
9	1,5	18	0,5		
10	0,5	19	1,5		

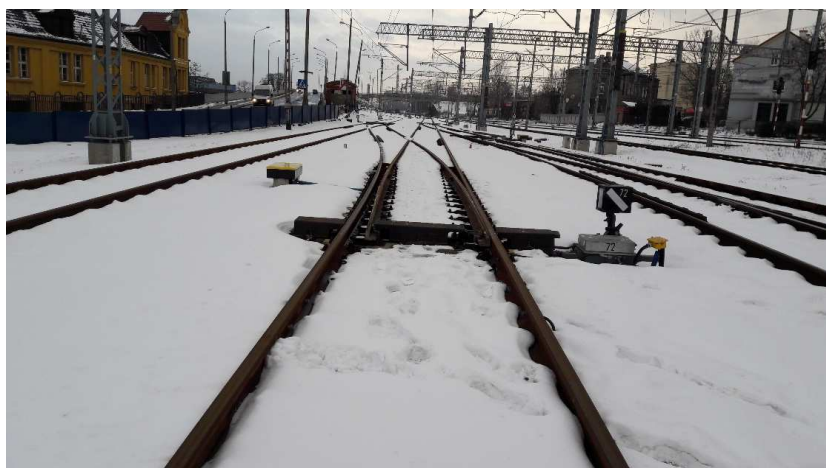
Urządzenia elektroenergetyki kolejowej w instalacjach PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. najczęściej zasilane są napięciem o wartości do 1 kV. Jest to napięcie nazywane jako niskie o wartościach 230V 50 Hz lub 3x400 V 50 Hz.

Wykaz ważniejszych odbiorów elektroenergetyki kolejowej:

1. Elektryczne ogrzewanie rozjazdów (EOR).
2. Oświetlenie peronów, przejść i torów stacyjnych.
3. Oświetlenie przejazdów kolejowo-drogowych oraz zasilanie urządzeń technicznych.
4. Oświetlenie ramp i placów ładunkowych.
5. Instalacje w budynkach kolejowych.
6. Urządzenia zamontowane na nastawniach kolejowych.
7. Urządzenia SRK (sterowania ruchu kolejowego) zamontowane na szlakach i stacjach kolejowych.

3. Elektryczne ogrzewanie rozjazdów

Na terenie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. najczęściej stosowanymi systemami ogrzewania wybranych elementów rozjazdów są systemy elektrycznego ogrzewania rozjazdów (EOR). Ogrzewanie rozjazdów w okresie zimowym ma na celu usunięcie śniegu lub lodu (rys. 1). Elementy ogrzewane to przede wszystkim: iglica, opornica, zamknięcia nastawcze oraz inne elementy w zależności od typu rozjazdu. Dobór i rozmieszczenie poszczególnych grzejników jest podany w kartach EOR stanowiących załącznik nr 1 do „Wytycznych projektowania urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów – Tom-1”. Do ogrzewania rozjazdów służą grzejniki opornikowe [16] przytwierdzone do stopki opornicy poprzez uchwyty [17] oraz płyty grzewcze i inne grzejniki specjalne. Urządzenia EOR składają się z elementów takich jak: grzejniki [16], transformatory separacyjne [18] i szafy rozdzielcze [19]. Sterowanie rozbudowanymi urządzeniami odbywa się za pomocą przetworników pogodowych, które umożliwiają automatyczne przełączanie w celu dostosowania intensywności ogrzewania do warunków pogodowych w danym okresie. Nowoczesne układy są dostosowane do zdalnej kontroli oraz do zmiany ustawień w układzie sterowania. Transformatory separacyjne urządzeń EOR przeznaczone są do zasilania grzejników zamontowanych w rozjazdach. Zadania dodatkowe transformatorów separacyjnych to ochrona obsługi przed porażeniem ze strony zasilania napięciem 230V, separacja obwodów zasilających od przepływu prądów błędnych oraz zapobieganie przeniesienia potencjału 3 kV prądu stałego poza strefę oddziaływania trakcji elektrycznej w warunkach zakłóceń. W zależności od typu i zastosowania transformatory EOR mogą być o mocach od 150 do 4600 VA. Urządzenia EOR są produkowane i stosowane w rozjazdach o mocach pojedynczej grzałki od 50 do 1600 W, natomiast moc całego układu EOR dla jednego rozjazdu zawiera się w przedziale od 2400 do ponad 25000 W. Do ogrzewania iglic oraz opornic w rozjazdach stosowane są grzejniki o mocach 900, 1050, 1250 i 1600 W. Grzejnik składa się z pręta, wewnątrz którego umieszczona jest spirala o mocy 330 W/m, przewodu zasilającego o przekroju $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ z przewodem ochronnym podłączonym do płaszcza grzejnika oraz mufy kablowej oznaczonej odpowiednim kolorem w zależności od mocy grzałki. Szafy rozdzielcze EOR służą do zasilania skrzyń transformatorowych elektrycznego ogrzewania rozjazdów. Obudowa szafy rozdzielczej powinna być wykonana z tworzywa sztucznego odpornego na działanie promieniowania UV, z powłoką pozwalającą na łatwe zmywanie graffiti. W nowych urządzeniach nie dopuszcza się do stosowania szaf rozdzielczych elektrycznego ogrzewania rozjazdów z metalu. Obwody grzewcze powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby było możliwe załączanie oraz wyłączanie poszczególnych rozjazdów w zależności od sytuacji ruchowej [14].



Rys. 1. Wytopiony śnieg w rozjeździe na skutek zamontowanego urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów

Fig. 1. Melted snow In the turnout as a result of the mounted switch heating electrical

4. Oświetlenie terenów kolejowych, przejść oraz przejazdów kolejowo-drogowych

Oświetlenie terenów kolejowych musi spełniać wiele różnych wymagań [3, 20]. Źródła światła nie powinny negatywnie wpływać na warunki obserwacji oraz rozpoznawania sygnalizatorów świetlnych przez kierujących pojazdami kolejowymi.

Źródła światła stosowane na terenach kolejowych to przede wszystkim:

1. Lampy wyładowcze sodowe wysokoprężne (stosowane na terenach otwartych).
2. Lampy wyładowcze metalohalogenkowe (stosowane na terenach otwartych).
3. Świetlówki liniowe (stosowane w celu oświetlenia zadaszonych peronów, przejść i tuneli).
4. Źródła światła LED (rys. 2).
5. Lampy wyładowcze rtęciowe (stosowane na terenach otwartych, lecz ze względu na ich energochłonność oraz ochronę środowiska sukcesywnie wycofywane).



Rys. 2. Nowoczesne oprawy oświetleniowe typu LED na słupach kompozytowych na przejeździe kolejowo-drogowym

Fig 2. Modern LED luminaires on composite poles at railroad crossing

Aby oprawa oświetleniowa mogła być stosowana na terenach kolejowych, ze względu na poziom bezpieczeństwa, na które ma wpływ oświetlenie, musi przejść pozytywne badania Centrali Biura Energetyki PKP PLK S.A. i po pozytywnej weryfikacji może być dopuszczona do eksploatacji. Wykaz elementów podsystemów i technologii pozytywnie zweryfikowanych, spełniających wymagania techniczne określone w Dokumentach Normatywnych przyjętych do stosowania na PKP PLK S.A. jest przedstawiony (i na bieżąco aktualizowany) na stronie internetowej PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Oprawy oświetleniowe powinny cechować się dużą trwałością i niezmiennością parametrów w czasie. Powinny być odporne na negatywne działania warunków atmosferycznych.

Charakterystyka urządzeń oświetlenia zewnętrznego oraz podstawowe wymagania:

1. Źródła światła powinny mieć parametry zapewniające najkorzystniejsze warunki postrzegania i rozpoznawania obiektów.
2. Źródła światła powinny mieć I lub II klasę ochronności, napięcie znamionowe - 230 V, 50 Hz.

3. Oprawy oświetleniowe charakteryzujące się współczynnikiem $IP \geq 65$ dla komory układu optycznego i komory osprzętu elektrycznego.
4. Klosz powinien być płaski wykonany z hartowanego szkła, klasa wytrzymałości opraw na uderzenia $IK \geq 08$ (dla naświetlaczy $IK \geq 06$).
5. Oprawy oświetleniowe - symetryczna bryła fotometryczna w płaszczyźnie $C0 \div C180$ z maksimum światłości zawartej pomiędzy kątami 60° a 80° , powyżej kąta 80° światłość oprawy powinna być bliska zeru, pod kątem 90° oprawa nie powinna wysyłać strumienia świetlnego.
6. Naświetlacze - maksymalna światłość w płaszczyźnie optycznej $C0 \div C180$ w zakresie kąta od 0° do 60° , maksymalny kąt odcięcia światła 80° , w płaszczyźnie optycznej $C90 \div C270$ w zakresie kątów -20° do $+20^\circ$.
7. Sprawność świetlna urządzeń powinna wynosić: $\geq 70\%$ dla opraw oświetleniowych, $\geq 75\%$ dla naświetlaczy oraz $\geq 65\%$ dla opraw świetlówkowych.
8. Obudowa opraw wykonana z aluminium (z tworzywa sztucznego dla opraw świetlówkowych).
9. Kolor obudowy opraw oświetleniowych - szary (według katalogu RAL 7035) [20].

Na modernizowanych liniach kolejowych oświetlenie zewnętrzne powinno być włączone do Lokalnego Centrum Sterowania (LCS). Do wykonywania manipulacji sterowania oświetleniem zewnętrznym powinien być wydzielony terminal komputerowy. Sterowanie odbywające się z LCS powinno umożliwiać realizację poleceń załączania oraz wyłączenia wydzielonych linii oświetleniowych z możliwością wybrania opcji sterowania ręcznego lub automatycznego. W ciągach oświetleniowych powinny być zastosowane źródła światła o jednokolorowej barwie światła. W przypadku oświetlania powierzchni na dużym terenie dopuszcza się zastosowanie masztów oświetleniowych z opuszczaną koroną z zamontowanymi naświetlaczami o szerokim rozsyle strumienia światła [22]. Konstrukcje wsporcze oświetlenia zewnętrznego muszą być posadowione zgodnie z wymaganiami dotyczącymi skrajni budowli na terenie kolejowym.

Na terenach PKP PLK S.A. należy stosować konstrukcje wsporcze oświetlenia w wykonaniach jako:

1. Słupy metalowe.
2. Maszty z opuszczaną koroną.
3. Słupy strunobetonowe wirowane.
4. Inne słupy spełniające wymagania określone przez Centralę PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.
5. Konstrukcje obiektów kolejowych umożliwiających montaż opraw oświetleniowych (budynki, budowle, wieże).

Podstawowe wymagania dotyczące oświetlenia przejść oraz przejazdów kolejowo-drogowych określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju [21]. Dodatkowe wymagania dla oświetlenia przejść oraz przejazdów kolejowo-drogowych zawarte są w standardach technicznych [22]. Oświetlenie przejazdu kolejowo-drogowego oraz przejścia powinno być tak usytuowane, aby nie powodowało olśnienia kierujących pojazdami kolejowymi i uczestników ruchu drogowego. Dodatkowo oświetlenie nie powinno zakłócać widoczności sygnałów i znaków kolejowych oraz drogowych.

5. Wnioski

Urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów oraz oświetlenia zewnętrznego na terenach kolejowych charakteryzują się dużą energochłonnością. W celu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu kolejowego jak również zmniejszania energochłonności obecnie zabudowanych urządzeń, podczas modernizacji należy je wymieniać na nowoczesne energooszczędne urządzenia. Urządzenia powinny być wyposażone w nowoczesne układy sterowania szczególnie dla urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów, które w warunkach pogodowych nie powodujących konieczności ogrzewania wybranych elementów rozjazdu, nie pobierają energii elektrycznej, a ruch pociągów odbywa się bezpiecznie i bez zakłóceń. Dodatkowo dla urządzeń EOR wymiana transformatorów separacyjnych na inne o większej sprawności również powoduje zmniejszenie zużycia energii elektrycznej [10, 11]. Modernizacja urządzeń oświetlenia zewnętrznego (wycofanie nieefektywnych źródeł światła) oraz, w zależności od natężenia ruchu kolejowego, zastosowanie możliwości sterowania oświetleniem wybranych rejonów stacji, również mają znaczny wpływ na oszczędności zużycia energii elektrycznej. Reasumując stwierdzam, że urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów oraz urządzenia oświetlenia zewnętrznego i inne odbiory na terenie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. powinny być zasilane energią elektryczną o parametrach zgodnych z wymaganiami obowiązującymi na terenie PKP PLK S.A., w celu uniknięcia ich uszkodzeń, co miałyby znaczący wpływ na bezpieczeństwo ruchu kolejowego. Dodatkowo modernizacje energochłonnych urządzeń oraz zastosowanie nowoczesnych układów sterowania znacząco wpłynę na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej.

Literatura

- [1] Hanzelka Z.: Jakość energii elektrycznej. Część 4. Wyższe harmoniczne napięć i prądów.
- [2] Iet-1 Instrukcja eksploatacji i utrzymania urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2014.

- [3] Iet-3 Instrukcja eksploatacji urządzeń oświetlenia zewnętrznego terenów kolejowych, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2015.
- [4] Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. z późniejszymi zmianami Prawo energetyczne Dz.U. z 2012r., poz. 1059. Z 2013r., poz. 984 i poz.1238, z 2014r., poz. 457, poz. 490, poz. 900, poz. 942, poz. 11010, poz. 1662 oraz z 2015r. poz. 151, poz. 478 i poz. 942.
- [5] PN - EN 61000-3-2 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Część 3-2: Poziomy dopuszczalne - Poziomy dopuszczalne emisji harmoniczných prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika ≤ 16 A).
- [6] PN-EN 61000-3-12 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Część 3-12: Dopuszczalne poziomy - Dopuszczalne poziomy harmoniczných prądów powodowanych działaniem odbiorników, które mają być przyłączone do publicznej sieci zasilającej niskiego napięcia z fazowym prądem zasilającym odbiornika > 16 A i ≤ 75 A.
- [7] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (zatwierdzona decyzją Prezesa URE nr DRR-4321-29(5)/2013/MKo4 z dnia 10 września 2013 r.) str. 99-101
- [8] PN-IEC 60364: 2006-2009. Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- [9] PN-EN 50160:2010 Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych s.13.
- [10] Jagieła K., Rak J., Gała M., Kępiński M.: Straty mocy w transformatorach energetycznych zasilających dużych odbiorców przemysłowych Energoenergetyka nr 3(9)/2011.
- [11] „K-Factor Isolation Transformer” (AET-2009-AET_K13 Factor_400V_R1.pdf), www.aet.com.sg.
- [12] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych zasad funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2007 r. Nr 93, poz. 623, z późn. zm.) s. 5665-5668.
- [13] Opracowanie wymagań na zasilanie energią elektryczną urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Praca CNTK nr 4034/10, Warszawa 2003.
- [14] Iet-5 Wytyczne projektowania urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów. Warszawa 2015.
- [15] PN-EN 50121-2: 2004. Zastosowania kolejowe. Kompatybilność elektromagnetyczna. Część 2: Oddziaływanie systemu kolejowego na otoczenie.
- [16] Iet-118 Dokument normatywny 01-8/ET/2008. Grzejniki elektrycznego ogrzewania rozjazdów - PKP PLK S.A. Warszawa 2008.
- [17] Iet-119 Dokument normatywny 01-9/ET/2008. Uchwyty grzejników elektrycznego ogrzewania rozjazdów - PKP PLK S.A. Warszawa 2008.
- [18] Iet-117 Dokument normatywny 01-7/ET/2008. Skrzynia transformatorowa elektrycznego ogrzewania rozjazdów - PKP PLK S.A. Warszawa 2008.
- [19] Iet-116 Dokument normatywny 01-6/ET/2008. Szafa rozdzielcza elektrycznego ogrzewania rozjazdów - PKP PLK S.A. Warszawa 2008.
- [20] Iet-115 Dokument normatywny 01-5/ET/2008. Oprawy oświetleniowe - PKP PLK S.A. Warszawa 2008.
- [21] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 20 października 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie.

- [22] Standardy techniczne – szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{\max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem), Warszawa 2009.

SWITCH HEATING ELECTRICAL EQUIPMENT AND EXTERNAL LIGHTING AT PKP POLISH RAILWAY LINES

S u m m a r y

The article discusses the devices for electric heating of turnouts and external lighting mounted on the premises of PKP Polish Railway Lines. Switchgear electrical switchgear devices provide effective protection of turnouts in conditions of adverse weather conditions. Due to the high consumption of switchgear heating devices, ways to reduce electricity consumption are discussed. Lighting of traveling heads is intended to increase the safety of running trains. Additionally, the article indicates the possibilities of effective lighting control in selected areas of the station during reduced train traffic. Basic requirements for the quality of electricity supplying equipment on railway areas have been presented.

Keywords: electric heating of turnouts, lighting of traveling heads, the quality of electricity

DOI: 10.7862/re.2017.10

Tekst złożono w redakcji: wrzesień 2017

Przyjęto do druku: październik 2017