

## Kluczowe zagadnienia dróg kolejowych w pracach prof. Henryka Bałucha

Andrzej MASSEL<sup>1</sup>

Drogi kolejowe (kiedyś często nazywane drogami żelaznymi, to termin obejmujący ich projektowanie, budowę i utrzymanie z uwzględnieniem zarówno konstrukcji, jak i układu geometrycznego toru. W świetle obowiązującej obecnie klasyfikacji, zagadnienia dróg kolejowych mieszczą się w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych, w dyscyplinie „inżynieria lądowa, geodezja i transport” [34]. Dyscyplina ta łączy w sobie zagadnienia projektowania, budowy i eksploatacji kolei i obejmuje zagadnienia związane z budowlami ziemnymi, konstrukcją nawierzchni kolejowej, układami geometrycznymi torów i ich połączeń, a także z wszelkimi obiektami związanymi z torem, takimi jak mosty, wiadukty czy tunele. Z drugiej strony przedmiotem badań, prowadzonych w ramach tej samej dyscypliny są problemy ruchu kolejowego oraz organizacji przewozów.

Podstawy dróg kolejowych zostały przedstawione w polskiej literaturze wkrótce po odzyskaniu przez Polskę niepodległości, w wybitnych monografiach autorstwa profesorów Aleksandra Wasiutyńskiego z Politechniki Warszawskiej i Karola Wątorka z Politechniki Lwowskiej. Nie sposób również nie wspomnieć o wybitnych pracach o charakterze teoretycznym, które wniosły wielki wkład w rozwój nauki światowej. Szczególne znaczenie miały przede wszystkim publikacje prof. M.T. Hubera.

Po II wojnie światowej opracowano w Polsce wiele istotnych pozycji, których autorami byli między innymi B. Hummel, R. Szajer, A. Rubczak oraz T. Basiewicz. Nie sposób nie wspomnieć też o bardzo obszernej monografii zbiorowej poświęconej drogom kolejowym pod redakcją J. Sysaka [35]. Autorami ważnych publikacji byli również pracownicy Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa (COBiRTK), a później Centrum Naukowo-Technicznego Kolejnictwa (CNTK), a wśród nich K. Towpik (szczególnie zagadnienia technologii robót

kolejowych oraz toru bezстыkowego), A. Oczykowski (tematyka konstrukcji nawierzchni oraz systemy przytwierdzeń), E. Skrzyński (podtorze kolejowe, materiały podsypkowe), a także S. Zimnoch (konstrukcja przejazdów kolejowo-drogowych).

Jednak największy wkład w rozwój podstaw teoretycznych dróg kolejowych, a także w opracowanie praktycznych metod i narzędzi usprawniających procesy ich projektowania, budowy i utrzymania wniosły prace prof. H. Bałucha. Niniejszy artykuł jest poświęcony najważniejszym zagadnieniom dróg kolejowych w świetle publikacji Profesora, ze szczególnym uwzględnieniem jego artykułów w *Problemach Kolejnictwa*.

### Profesor Henryk Bałuch

Henryk Bałuch urodził się 24 maja 1932 r. we Lwowie. Przeszedł długą drogę rozwoju zawodowego, uzyskując kolejno dyplomy: czeladnika ślusarstwa i tokarstwa w Szkole Zawodowej w Przemyślu, technika w Technikum Budowlano-Drogowym we Wrocławiu, inżyniera komunikacji na Politechnice Warszawskiej oraz magistra inżyniera budownictwa na Politechnice Krakowskiej. Olbrzymi wpływ na jego późniejsze dokonania zawodowe miała praca w jednostkach służby drogowej PKP (Oddział Drogowy PKP w Rzeszowie), najpierw na stanowisku toromiistrza, a następnie inżyniera kierującego robotami.

W 1963 roku mgr inż. Henryk Bałuch przeszedł (na zasadzie przeniesienia służbowego) do ówczesnego Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa (COBiRTK) w Warszawie. W pierwszych latach pracy w COBiRTK zajmował się zagadnieniem dostosowania nawierzchni kolejowej do dużych prędkości jazdy i do dużego natężenia przewozów. Tych właśnie zagadnień dotyczyła jego rozprawa

<sup>1</sup> Dr hab. inż.; Instytut Kolejnictwa, Zakład Dróg Kolejowych i Przewozów, e-mail: amassel@ikolej.pl.

doktorska, obroniona na Politechnice Poznańskiej w 1966 roku. W tym samym roku H. Bałuch został kierownikiem Zakładu Dróg Kolejowych COBiRTK. Kierując tym Zakładem przyczynił się do znacznego podniesienia poziomu wykonywanych w nim prac oraz do wdrożenia nowych metod badawczych. Sam czynnie uczestniczył w tych badaniach koncentrując się wtedy na problematyce optymalizacji układów geometrycznych w rozjazdach kolejowych [9]. Efektem badań było uzyskanie w 1969 roku stopnia naukowego doktora habilitowanego na Politechnice Krakowskiej. Przez 12 lat, w latach 1970–1982, Henryk Bałuch pełnił funkcję zastępcy dyrektora COBiRTK do spraw naukowo-badawczych. Od 1982 roku był dyrektorem tej jednostki. Warto zwrócić uwagę na fakt, że Ośrodek, przekształcony w 1987 w Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, był jedną z największych kolejowych jednostek badawczych w Europie [30, 33].

Nie sposób nie wspomnieć o międzynarodowej działalności prof. Bałucha, przede wszystkim zaś o aktywnym uczestnictwie w licznych Komitetach Rzeczoznawców Biura Badań i Prób UIC (ORE) a później w European Railway Research Institute (ERRI), zwłaszcza Komitetów D117, D 161, D 187 oraz D202. Wieloletnia działalność Profesora w tych międzynarodowych zespołach specjalistów umożliwiła wykorzystanie doświadczeń innych kolei, jak również podejmowanie nowych tematów badawczych.

Równie ważna jak uzyskane stopnie i tytuły naukowe, a także niepodważalne osiągnięcia badawcze, była osobowość Henryka Bałucha, człowieka wielkiej erudycji i kultury słowa, chętnie przekazującego współpracownikom swoją wiedzę. Warto w tym miejscu odwołać się do bardzo poruszającego wspomnienia o Profesorze autorstwa A. Gołaszewskiego [32].

## Publikacje Henryka Bałucha w Problemach Kolejnictwa

Jedną z pierwszych publikacji H. Bałucha był artykuł, który ukazał się w „Problemach Kolejnictwa” w 1965 roku [20]. Poświęcony był poprawie warunków ruchu taboru w łukach. Analizowano w nim wpływ sił bocznych na niszczenie podkładów drewnianych. Warto wskazać, że nawiązaniem do tej tematyki był artykuł M. Bałuch i H. Bałucha z 2000 roku, przedstawiający eksploatacyjne metody wydłużenia cykli wymian szyn w łukach o małych promieniach [27]. Do publikacji H. Bałucha z lat sześćdziesiątych XX wieku należał także artykuł zamieszczony w Problemach Kolejnictwa w 1967 roku dotyczący sposobów wyznaczania charakterystyk podłoża kolejowego [12].

Wiele prac poświęcił H. Bałuch określeniu optymalnej, w warunkach kolei polskich, konstrukcji nawierzchni i systemowi jej utrzymania. Szczególnie obszernie zagadnienie ujęto w artykule zawartym w zeszycie Problemy Kolejnictwa wydanym w 1971 roku z okazji 20-lecia ówczesnego Centralnego Ośrodka Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa [4]. Następny istotny artykuł z tego obszaru tematycznego, poświęcony ocenie konstrukcji nawierzchni kolejowej w warunkach zachodzących zmian w technologii przewozów, powstał w 1989 roku [7]. Zarysowano w nim kierunki rozwoju nawierzchni ze szczególnym uwzględnieniem najsłabszych miejsc toru, za który uznano rozjazdy oraz odcinki położone w łukach o małych promieniach. W odniesieniu do rozjazdów zalecono powszechne stosowanie krzyżownic z dziobami kutymi lub ze staliwa manganowego, wprowadzenie obróbki cieplnej krzyżownic oraz iglic, a także wdrożenie zamknięć nastawczych niewrażliwych na pełzanie. Jako działania służące poprawie stanu toru w łukach o małych promieniach, zalecano właściwe dostosowanie przechyłki w torze do prędkości pociągów pasażerskich i towarowych, układanie szyn wykonanych ze stali o wyższej jakości oraz stosowanie smarowania szyn. W artykule [7] zawarto także ważne wskazania dotyczące diagnostyki i utrzymania, w tym zalecenie planowania napraw nawierzchni na podstawie diagnostyki ze wspomaganiami decyzji systemami eksperckimi. W zakresie technologii napraw wskazano potrzebę szerszego wdrożenia szlifowania szyn.

Jednym z najważniejszych problemów naukowych podejmowanych przez H. Bałucha było zagadnienie niezawodności nawierzchni kolejowej, a w szczególności sposoby określania trwałości poszczególnych jej elementów. W 1971 roku wydano zeszyt „Problemy Kolejnictwa” w całości poświęcony zagadnieniom niezawodności transportu kolejowego. Poczesne miejsce w tym zeszycie zajmuje artykuł T. Basiewicz i H. Bałucha, w którym między innymi zdefiniowano kryteria niezawodności nawierzchni [29]. Przedstawiono również charakterystykę niezawodności konstrukcyjnej podstawowych części składowych nawierzchni (intensywność uszkodzeń szyn, niezawodność podkładów, parametry żywotności rozjazdów). Bardziej szczegółową problematykę podjęto w artykule z 1984 roku, w którym H. Bałuch przedstawił wyniki badań dotyczących wpływu przekładek podszynowych na trwałość przytwierdzeń szyn do podkładów [21]. W analizie drgań rozpatrywano modele jednomasowe i dwumasowe przytwierdzeń szyn do podkładów i płyt. Analizie poddano także działanie przekładek jako elementów przeciwdziałających pełzaniu szyn.

Poczesne miejsce w artykułach H. Bałucha zajmuje także tematyka badania trwałości szyn kolejowych [10]. We współautorskim artykule z 2010 roku podjęto

problem prognozowania pęknięć szyn [25]. Analiza pęknięć szyn w latach 2006–2010 umożliwiła ocenę zagrożeń istniejących w nawierzchni kolejowej. Z tej analizy wynikało, że zdecydowana większość pęknięć szyn pojawiała się w okresie niskich temperatur. Największą grupę stanowiły wtedy pęknięcia w spoinach termitowych. Warto wspomnieć, że w świetle badań prowadzonych w ówczesnym CNTK liczba pęknięć szyn w przeliczeniu na 1 km została uznana za kryterium ich ciągłych wymian. W artykule scharakteryzowane zostały metody prognozowania, a także przedstawiono błędy, które można w nich popełnić.

Niezawodność nawierzchni kolejowej na liniach kolejowych jest w znacznym stopniu uzależniona od jakości robót. W artykule współautorskim z 2014 r. przedstawiono model niezawodności procesu technologicznego i wyodrębniono składniki jakości robót, to jest ich dokładność i skuteczność [28]. Na konkretnych przykładach pokazano przypadki wadliwego wykonawstwa robót i propozycje działań służących wyeliminowaniu takich przypadków. Zaproponowano odpowiednio opracowane listy kontrolno-ostrzegawcze dotyczące najważniejszych robót w podtorzu i nawierzchni kolejowej.

Narzędziem przydatnym w procesie utrzymania nawierzchni i służącym obniżaniu kosztów cyklu jej życia są różnego rodzaju oceny jakości. W artykule z 2015 roku H. Bałuch omówił różne metody określania wskaźników jakości i przedstawił cztery metody oceny syntetycznej stanu nawierzchni, a także ich cele [13]. W najprostszej z tych metod jest wykorzystywany syntetyczny wskaźnik stanu toru oparty na odchyleniach standardowych nierówności pionowych, poziomych, wichrowatości i szerokości toru. Druga metoda wykorzystuje ten sam wskaźnik, ale z uwzględnieniem obciążenia ruchem. W trzeciej z metod jest oceniane wykorzystanie trwałości szyn, a także wiek podkładów. Ostatnia metoda polega na badaniu przekroczeń odchyłek dopuszczalnych [13].

Interesujący, o dużej wartości poznawczej, jest artykuł H. Bałucha zawarty w *Problemach Kolejnictwa* z 2017 roku [1], poświęcony determinantom wymian nawierzchni kolejowej. Autor zwraca w nim uwagę na celowość wymian nawierzchni. Celami napraw mogą być zapewnienie odpowiedniej trwałości i bezpieczeństwa, umożliwienie uzyskania założonej prędkości pociągów, zmniejszenie kosztów eksploatacji, poprawa spokojności jazdy. Aby te cele były osiąganym konieczne jest uzyskiwanie lepszej niż dotychczas dokładności robót wyrażonej wartością odchylenia standardowego pionowych nierówności toru rzędu 0,6 mm.

Wiele prac prof. Bałucha dotyczy kształtowania układów geometrycznych torów i połączeń torowych. Ich uwieńczeniem były dwie znaczące monografie: jedna poświęcona optymalizacji układów torowych [8], druga zaś – projektowaniu połączeń torów [19].

Zagadnienia układów geometrycznych były również tematem artykułów w *Problemach Kolejnictwa*, w których analizowano układy torowe na projektowanych oraz przebudowywanych liniach kolejowych. Warto tu wspomnieć publikację z 1982 roku dotyczącą projektowania krzywych przejściowych na modernizowanych liniach kolejowych [5]. We współautorskim artykule z 2012 roku odniesiono się do błędów w kształtowaniu układów torowych i zaproponowano wyodrębnienie siedmiu ich typów. Zwrócono przy tym uwagę na ich genezę. Część błędów wynika z niewłaściwego projektowania, nieuwzględniającego sytuacji w terenie, część zaś – powstaje na etapie wykonawstwa wskutek naruszenia ogólnie znanych zasad i dobrych praktyk [26].

Rozwój technik komputerowych, jaki nastąpił w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX wieku umożliwił powstanie systemów doradczych służących wspomaganie decyzji w różnych dziedzinach gospodarki, w tym również w kolejnictwie. Wiele takich systemów znalazło zastosowanie w utrzymaniu dróg kolejowych. Autorem ich koncepcji był H. Bałuch, a ich podstawowe założenia zostały przedstawione w licznych artykułach zamieszczonych w *Problemach Kolejnictwa*. Pierwsza z tych publikacji powstała w 1990 roku [17]. Warto zwrócić uwagę, że pierwotnie systemy były określane jako „systemy ekspertowe”, potem upowszechniła się nazwa „systemy eksperckie”. W systemach wspomaganie decyzji podstawę konkluzji stanowią moduły algorytmiczne, a także reguły heurystyczne (korzystające z bazy wiedzy) [16]. Jako najważniejsze spośród systemów można wskazać systemy [3, 14–17, 22]:

- UNIP (Ustalanie Nacisków i Prędkości),
- DONG (Decyzje o Naprawach Głównych),
- DOSZ (Decyzje o Szlifowaniu szyn)
- JAKON (system oceny jakości robót nawierzchniowych),
- SOHRON (system hierarchizacji robót nawierzchniowych ze względu na cechy i skutki degradacji toru),
- SONIT (system oceny nierówności toru),
- DIMO (system wspomaganie diagnostyki przedmodernizacyjnej).

W warunkach oddzielenia zarządzania infrastrukturą kolejową od wykonywania przewozów, istotnego znaczenia nabrało zagadnienie sposobu określenia kosztów dostępu do infrastruktury w zależności od warunków eksploatacyjnych, w tym od struktury ruchu (pasażerski, towarowy), prędkości jazdy oraz nacisku osi. Tematyka ta była przedmiotem artykułu H. Bałucha z 2001 roku [18].

W ostatnich latach w eksploatacji urządzeń i systemów technicznych szczególnego znaczenia nabierają metody oceny ryzyka. Odnosi się to także do

ryzyka w eksploatacji nawierzchni szynowych. Należy tu wspomnieć, że w dyrektywie dotyczącej sprawy bezpieczeństwa kolei ustanowiono ujednoczone metody w zakresie monitorowania, oceny zgodności, nadzoru oraz wyceny i oceny ryzyka, które mają zastosowanie do podmiotów systemu kolei Unii Europejskiej oraz krajowych organów ds. bezpieczeństwa [31]. W opinii H. Bałucha wyrażonej w artykule z 2007 roku, zajmowanie się problematyką ryzyka w odniesieniu do nawierzchni kolejowych ma na celu poprawę bezpieczeństwa jazdy i bezpieczeństwa pracowników zatrudnionych przy utrzymaniu nawierzchni i ich naprawach oraz modernizacji [11]. Cel ten można osiągnąć przez istotne zwiększenie zasobów przeznaczanych na jej utrzymanie. Pomocne w tym działaniu mogą się również okazać pewne techniki szacowania ryzyka, odpowiednio ukierunkowane prace badawcze oraz szkolenia oparte na przykładach z konkretnych zdarzeń [27].

W ocenach ryzyka kluczowe znaczenie ma identyfikacja zagrożeń. Badaniom i przeciwdziałaniu zagrożeniom w nawierzchni kolejowej poświęcony został obszerny artykuł H. Bałucha z 2013 roku [23]. Szczególnym rodzajem zagrożeń są te, które prowadzą do wykolejeń. Oprócz zagrożeń katastroficznych, groźących wykolejeniami, takimi jak np. wyboczenia torów, istnieje wiele innych zagrożeń w nawierzchni kolejowej, prowadzących do strat, m.in. zwiększających koszty cyklu jej życia oraz wynikających z zakłóceń normalnej eksploatacji. Zdaniem Autora wykolejenia powinny być badane z początkowym założeniem, iż ich przyczynami może być splot wydarzeń i koincydencja uszkodzeń oraz wad. W artykule przedstawiono wymagane etapy prac prowadzących do zmniejszenia zagrożeń w drogach kolejowych, proponowana typologia uszkodzeń i wad nawierzchni kolejowej. Treścią publikacji jest również model hierarchii napraw nawierzchni kolejowej przy niewystarczających zasobach na usunięcie wszystkich występujących w niej wad. Końcowa część artykułu zawiera opis rozwoju uszkodzeń i wad nawierzchni, znaczenie wizualnej diagnostyki oraz rolę doskonalenia umiejętności [23].

Na jakość projektowania układów torowych, a także na jakość robót budowlanych oraz na jakość utrzymania nawierzchni, istotny wpływ mają kwalifikacje inżynierów. Kształceniu inżynierów na potrzeby infrastruktury kolejowej poświęcony został artykuł H. Bałucha opublikowany w 2012 roku w *Problemach Kolejnictwa* [6]. Autor przedstawił wyniki działalności inżynierskiej jako sprawdzian poziomu kształcenia. Jakość kształcenia rozumiana jest jako umiejętność wykonywania konkretnego zawodu. Łączy się z nią ściśle umiejętność uczenia się przez całe życie zawodowe. To kluczowe połączenie tych dwóch umiejętności powinna wykształcić szkoła wyższa.

Z artykułów H. Bałucha przebija dalekowzroczność i odnoszenie się do problemów, które w niedługim czasie będą miały decydujący wpływ na funkcjonowanie społeczeństw i gospodarek. Należą do nich postępujące zmiany klimatyczne i stopniowe wyczerpywanie się źródeł nieodnawialnej energii. Wpływ tych zmian na budowę kolei jest tematem ostatniej publikacji Profesora Bałucha w *Problemach Kolejnictwa*, która ukazała się latem 2019 roku [24].

## Podsumowanie

Z przedstawionych zagadnień podejmowanych w publikacjach prof. Henryka Bałucha, zamieszczonych w *Problemach Kolejnictwa* z lat 1965–2019, wynika wyraźnie jak szerokie było spektrum jego zainteresowań naukowych. Interesował się on zagadnieniami niezwykle ważnymi dla praktyki eksploatacyjnej, takimi jak geometryczno-kinematyczna ocena toru kolejowego, zagrożenia w nawierzchni kolejowej, układy geometryczne toru i jego deformacje, optymalizacja układu geometrycznego rozjazdów przeznaczonych do dużego natężenia przewozów i dużych prędkości pociągów, wpływ jakości robót na trwałość nawierzchni kolejowej, systemy doradcze w zakresie napraw nawierzchni, odchyłki dopuszczalne w nawierzchni, ocena falistego zużycia szyn, a także sieci neuronowe, aplikowane jako narzędzie rozwiązywania problemów z zakresu dróg kolejowych.

Zasługi prof. H. Bałucha były niezwykle ważne dla polskiego kolejnictwa. Swoimi badaniami przyczynił się on do zwiększenia trwałości nawierzchni. Jednoznacznie wskazał na celowość wyboru ciężkiego typu nawierzchni dla podstawowych linii kolejowych w Polsce i na potrzebę wdrożenia jej do produkcji w polskim hutnictwie oraz do eksploatacji na polskiej kolei (szyna S60, przytwierdzenie sprężyste szyn do podkładów, podkłady strunobetonowe, rozjazdy kolejowe na podrozjazdnicach strunobetonowych). Niemniej istotne są zasługi Profesora dla rozwoju diagnostyki dróg kolejowych, optymalizacji układów geometrycznych torów, poprawy jakości robót nawierzchniowych i doskonalenia kadr technicznych polskiej kolei [32].

## Literatura

1. Bałuch H.: *Determinanty wymian nawierzchni kolejowej*, *Problemy Kolejnictwa*, 2017, z. 175.
2. Bałuch H.: *Jakość robót nawierzchniowych i metody jej oceny*, *Problemy Kolejnictwa*, 1998, z. 128.
3. Bałuch H.: *Koncepcja systemów doradczych w diagnostyce nawierzchni kolejowej i podtorza*, *Problemy Kolejnictwa*, 1996, z. 121.

4. Bałuch H.: *Kierunki doskonalenia konstrukcji oraz systemu utrzymania nawierzchni PKP*, Problemy Kolejnictwa, 1971, z. 54.
5. Bałuch H.: *Krzywe przejściowe w modernizacji linii kolejowych PKP*, Problemy Kolejnictwa, 1982, z. 94.
6. Bałuch H.: *Kształcenie inżynierów dla potrzeb infrastruktury kolejowej*, Problemy Kolejnictwa, 2012, z. 155.
7. Bałuch H.: *Ocena konstrukcji i utrzymania nawierzchni kolejowej w świetle zarysowujących się zmian w technologii przewozów*, Problemy Kolejnictwa, 1989, z. 105.
8. Bałuch H.: *Optymalizacja układów geometrycznych toru*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1983.
9. Bałuch H.: *Optymalizacja układu geometrycznego rozjazdów przeznaczonych do dużego natężenia przewozów i dużych szybkości pociągów*, Problemy Kolejnictwa, 1968, z. 44.
10. Bałuch H.: *Problemy monitorowania szyn i ich miejsce w systemie GIS-RAIL*, Problemy Kolejnictwa, 2005, z. 140.
11. Bałuch H.: *Ryzyko w eksploatacji nawierzchni kolejowej*, Problemy Kolejnictwa, 2007, z. 145.
12. Bałuch H.: *Sposoby wyznaczania charakterystyk podłoża kolejowego*, Problemy Kolejnictwa, 1967, nr 39.
13. Bałuch H.: *Syntetyczne metody oceny nawierzchni*, Problemy Kolejnictwa, 2015, z. 166.
14. Bałuch H.: *System doradczy w ocenie celowości szlifowania szyn*, Problemy Kolejnictwa, 1995, z. 118.
15. Bałuch H.: *System geometryczno-kinematycznej oceny toru kolejowego*, Problemy Kolejnictwa, 2002, z. 136.
16. Bałuch H.: *Systemy eksperckie w diagnostyce nawierzchni kolejowej*, Problemy Kolejnictwa, 1993, z. 114.
17. Bałuch H.: *Systemy ekspertowe i koncepcja ich zastosowania w problematyce nawierzchni kolejowej*, Problemy Kolejnictwa, 1990, z. 107.
18. Bałuch H.: *Techniczne podstawy określenia wpływu ruchu pasażerskiego i towarowego na koszty utrzymania nawierzchni kolejowej*, Problemy Kolejnictwa, 2001, z. 134.
19. Bałuch H.: *Układy geometryczne połączeń torów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1989.
20. Bałuch H.: *Wpływ sił bocznych w torze na niszczenie podkładów drewnianych*, Problemy Kolejnictwa, 1965, z. 32.
21. Bałuch H.: *Wpływ przekładek podszynowych na trwałość przytwierdzeń szyn do podkładów*, Problemy Kolejnictwa, 1984, z. 98.
22. Bałuch H.: *Wspomaganie decyzji w drogach kolejowych*, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 1994.
23. Bałuch H.: *Zagrożenia w nawierzchni kolejowej – badania i przeciwdziałanie*, Problemy Kolejnictwa, 2013, z. 158.
24. Bałuch H.: *Zmiany klimatu i zużycie energii – przykłady związków z budową kolei*, Problemy Kolejnictwa, 2019, z. 183.
25. Bałuch H., Bałuch J.: *Prognozowanie pęknięć szyn*, Problemy Kolejnictwa, 2010, z. 151.
26. Bałuch H., Bałuch M.: *Typologia błędów w kształtowaniu układów torowych*, Problemy Kolejnictwa, 2012, z. 156.
27. Bałuch M., Bałuch H.: *Eksploatacyjne metody wydłużenia cykli wymian szyn w łukach o małych promieniach*, Problemy Kolejnictwa, 2000, z. 132.
28. Bałuch M., Bałuch H.: *Kształtowanie niezawodności nawierzchni w toku modernizacji linii kolejowych*, Problemy Kolejnictwa, 2014, z. 162.
29. Basiewicz T., Bałuch H.: *Niezawodność nawierzchni kolejowej*, Problemy Kolejnictwa, 1971, z. 51.
30. Bogdaniuk B.: *Prof. dr hab. inż. Henryk Bałuch – zarys działalności*, Technika Transportu Szynowego, 2002, nr 11–12, s. 27–28.
31. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei, OJ L 138, 26.5.2016.
32. Gołaszewski A.: *Wspomnienie o Profesorze Henryku Bałuchu*, Problemy Kolejnictwa, 2020, z. 187.
33. Massel A.: *Sesja Naukowa z okazji 45-lecia pracy naukowej i 70-lecia urodzin Profesora Henryka Bałucha*, Technika Transportu Szynowego, 2002, nr 11–12, s. 26–27.
34. Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 11 października 2022 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz.U. z 2022 r. poz. 2022).
35. Sysak J. (red.): *Drogi kolejowe*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1982.