

CZĘŚĆ I.

Historia Instytutu Kolejnictwa oraz podejście do kolei jako ekosystemu 15

Myśl przewodnia części I 17

**I.1. Badania na potrzeby polskich kolei – od Referatu Doświadczalnego Ministerstwa
Kolei Żelaznych do Instytutu Kolejnictwa 19**

I.1.1. Badania na potrzeby kolejnictwa w II Rzeczypospolitej 19

I.1.1.1. Referat Doświadczalny Ministerstwa Kolei Żelaznych i pierwsze badania
taboru. 19

I.1.1.2. Badania nawierzchniowe – działalność profesora A. Wasiutyńskiego 26

I.1.1.3. Centralne Laboratorium Badawcze PKP 29

I.1.2. Referat Doświadczalny Ministerstwa Komunikacji po II wojnie światowej 32

I.1.3. Powstanie Instytutu Naukowo-Badawczego Kolejnictwa i pierwsze lata działalno-
ści (1951–1958). 32

I.1.3.1. Przesłanki utworzenia Instytutu i jego zadania 32

I.1.3.2. Przykłady realizowanych badań 34

I.1.4. Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Kolejnictwa, rozwój bazy badaw-
czej Instytutu (1958–1987). 37

I.1.4.1. Zadania COBiRTK, jego struktura i rozwój 37

I.1.4.2. Badania w zakresie konstrukcji i utrzymania nawierzchni 40

I.1.4.3. Badania w zakresie taboru kolejowego 41

I.1.4.4. Badania w zakresie zasilania elektroenergetycznego 43

I.1.4.5. Badania w zakresie sterowania ruchem. 43

I.1.4.6. Badania w zakresie telekomunikacji 44

I.1.4.7. Badania w zakresie organizacji ruchu kolejowego oraz przewozów pasa-
żerskich i towarowych. 45

I.1.5. Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa (1987–2010). 46

I.1.5.1. Budowa okręgu doświadczalnego w Żmigrodzie 46

I.1.5.2. Trudne lata przekształceń w polskim kolejnictwie 49

I.1.5.3. Nowe wyzwania 50

I.1.6. Instytut Kolejnictwa (od 2010 roku). 52

I.1.7. Podsumowanie 53

Literatura 55

I.2. Kolej jako ekosystem, w którym i dla którego są realizowane badania oraz prace kolejowe	59
I.2.1. Wprowadzenie.	59
I.2.2. Rozwiązania techniczne i proceduralne współtworzące kolej	60
I.2.2.1. Droga kolejowa	60
I.2.2.2. Zasilanie trakcyjne.	63
I.2.2.3. Systemy sterowania ruchem kolejowym.	64
I.2.2.4. Systemy łączności	65
I.2.2.5. Systemy bezpiecznej kontroli jazdy	66
I.2.2.6. Tabor kolejowy	67
I.2.2.7. Elementy konstrukcji infrastrukturalnych i taborowych.	70
I.2.2.8. Materiały do budowy taboru i eksploatacyjne.	71
I.2.2.9. Urządzenia oraz systemy na infrastrukturze i w taborze	71
I.2.2.10. Procedury prowadzenia i nadzoru eksploatacji	72
I.2.2.11. Procedury utrzymaniowe.	72
I.2.2.12. Procedury zarządzania zmianami	73
I.2.3. Środowisko normatywne oraz prawne transportu kolejowego	74
I.2.3.1. Od instrukcji zarządców i przewoźników do idei wspólnego rynku.	74
I.2.3.2. Normy CEN, CENELEC, ETSI i PKN oraz karty UIC i OSJD	76
I.2.3.3. Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności TSI	77
I.2.3.4. Kolejowe wymagania zasadnicze i budowlane wymagania podstawowe. ...	78
I.2.3.5. Wspólne metody bezpieczeństwa CSM	79
I.2.3.6. Wymagania proceduralne dla zapewniania bezpieczeństwa i dostępności kolei .	80
I.2.3.7. Wymagania w zakresie odporności kolei na cyberzagrożenia	81
I.2.4. Kolej jako ekosystem	81
I.2.5. Ekosystem kolejowy a komponenty systemu kolei	82
I.2.6. Podsumowanie	83
I.3. Tor doświadczalny jako istotny, uniwersalny poligon badawczy Instytutu Kolejnictwa ...	85
I.3.1. Wprowadzenie.	85
I.3.2. Plany badań trwałościowych.	86
I.3.3. Charakterystyka techniczna i utrzymanie obiektu	90
I.3.4. Badania w OETD	93
I.3.4.1. Projekty i współpraca	93
I.3.4.2. Badania taboru kolejowego.	94
I.3.5. Podsumowanie	100
Literatura	101
CZĘŚĆ II.	
Badania i prace badawczo-rozwojowe w ekosystemie kolei i dla ekosystemu kolei	103
Myśl przewodnia części II	105
II.1. Badania i prace Instytutu Kolejnictwa w zakresie drogi kolejowej	107
II.1.1. Wprowadzenie	107
II.1.2. Obszar działań Zakładu Dróg Kolejowych i Przewozów.	108

II.1.3. Wybrane zagadnienia techniczne	109
II.1.3.1. Badania rozjazdów klasycznych i dedykowanych dla dużych prędkości . .	109
II.1.3.2. Profilowanie szyn	111
II.1.3.3. Badania żywic	114
II.1.4. Weryfikacja podsystemu „Infrastruktura” dla nowych i modernizowanych linii kolejowych	118
II.1.5. Droga kolejowa a ekosystem kolejowy	119
Literatura	119
II.2. Badania i prace Instytutu Kolejnictwa w zakresie zasilania trakcyjnego	121
II.2.1. Wprowadzenie	121
II.2.2. Wybrane zagadnienia techniczne	122
II.2.2.1. Badania sieci trakcyjnych górnych i sieci powrotnych	122
II.2.2.2. Badania osprzętu sieci trakcyjnych	125
II.2.2.3. Badania podstacji i zespołów prostownikowych	128
II.2.2.4. Badania aparatury rozdzielczej i łączeniowej prądu stałego	132
II.2.3. Weryfikowanie podsystemu „Energia” dla nowych i modernizowanych linii kolejowych	137
II.2.3.1. Weryfikacja sieci trakcyjnych na liniach kolejowych	137
II.2.3.2. Weryfikacja systemów zasilania sieci trakcyjnych	137
II.2.4. Tworzenie podwalin pod systemy zwiększające efektywność energetyczną i rozliczania energii trakcyjnej według rzeczywistych poborów	140
II.2.4.1. Zasobniki energii – projekt	140
II.2.4.2. Badania liczników oraz powiązanej bezprzewodowej transmisji danych .	144
II.2.4.3. Nowe rozwiązania z zakresu elektroenergetyki nietrakcyjnej	150
II.2.5. Zasilanie trakcyjne a ekosystem kolejowy	152
Literatura	152
II.3. Badania i prace Instytutu Kolejnictwa w zakresie sterowania ruchem kolejowym . .	155
II.3.1. Wprowadzenie	155
II.3.2. Wybrane obszary badań technicznych	156
II.3.2.1. Podstawy działania systemów stwierdzania niezajętości torów i rozjazdów .	156
II.3.2.1.1. Struktura i działanie elektrycznych obwodów torowych	156
II.3.2.1.2. Liczniki osi	158
II.3.2.2. Opracowanie i badania urządzeń stwierdzania niezajętości torów i rozjazdów .	160
II.3.2.2.1. Obwody torowe	160
II.3.2.2.2. Liczniki osi	161
II.3.2.3. Kompatybilność elektromagnetyczna w środowisku transportu szynowego .	161
II.3.2.3.1. Kompatybilność mechaniczna	162
II.3.2.3.2. Kompatybilność elektryczna	162
II.3.2.3.3. Kompatybilność elektromagnetyczna	163
II.3.2.4. Opracowanie wymagań oraz badania kompatybilności elektrycznej i elektromagnetycznej	165
II.3.2.4.1. Wymagania	165
II.3.2.4.2. Badania	165
II.3.2.5. Podstawy elektrycznego ogrzewania rozjazdów	166

II.3.2.6. Działania i badania Instytutu Kolejnictwa w zakresie ogrzewania rozjazdów . .	169
II.3.2.7. Podstawy systemu Samoczynnego Hamowania Pociągu SHP.	173
II.3.2.7.1. Budowa systemu SHP.	174
II.3.2.7.2. Historyczne uwarunkowania badań systemu SHP.	177
II.3.2.7.3. Obecne uwarunkowania badań systemu SHP.	178
II.3.2.8. Działania i badania Instytutu w zakresie Samoczynnego Hamowania Pociągu .	180
II.3.3. Identyfikacja, analiza i wycena ryzyk przy zmianach technicznych i eksploatacyjnych w systemach sterowania	180
II.3.3.1. Systemowe podejście do bezpieczeństwa systemów sterowania	182
II.3.3.2. Raporty z niezależnej oceny bezpieczeństwa wyrobów ogólnego przeznaczenia i klas zastosowań	185
II.3.3.3. Raporty z niezależnej oceny bezpieczeństwa dla konkretnych zastosowań . .	187
II.3.4. Weryfikacja podsystemu sterowanie – urządzenia przytorowe	188
II.3.4.1. Weryfikacja systemów sterowania w warstwie podstawowej.	189
II.3.4.1.1. Wymagania formalne w zakresie badań systemów sterowania ruchem kolejowym	190
II.3.4.1.2. Rodzaje badań systemów sterowania ruchem kolejowym	191
II.3.4.1.3. Cel i zakres badań funkcjonalnych dla systemów sterowania ruchem kolejowym	192
II.3.4.2. Weryfikacja instalacji Europejskiego Systemu Sterowania Pociągami ETCS .	194
II.3.4.2.1. Weryfikacja instalacji na liniach i stacjach kolejowych.	196
II.3.5. Prace rozwojowe.	204
II.3.5.1. System zdalnego interwencyjnego uruchamiania hamowania pojazdów szynowych (Radiostop 2.0).	204
II.3.5.2. Unifikacja interfejsów w systemach sterowania ruchem kolejowym	207
II.3.6. Podsumowanie	215
Literatura	215
II.4. Badania i prace Instytutu Kolejnictwa w zakresie systemów łączności	217
II.4.1. Wprowadzenie	217
II.4.2. Rys historyczny oraz zakres działalności Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji. .	217
II.4.3. Struktura zatrudnienia w Laboratorium	219
II.4.4. Prace badawcze w zakresie systemów i urządzeń łączności	220
II.4.5. Baza badawcza Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji.	223
II.4.5.1. Badania środowiskowe	224
II.4.5.2. Prace badawcze w obszarze EMC	226
II.4.5.3. Badania urządzeń łączności kolejowej	229
II.4.5.4. Badania funkcjonalne wybranych urządzeń srk	234
II.4.6. Krótkookresowe plany rozwojowe	235
II.4.7. Podsumowanie	237
Literatura	238
II.5. Podstawowe badania i prace Instytutu Kolejnictwa w zakresie taboru kolejowego . . .	243
II.5.1. Wprowadzenie	243
II.5.2. Badania dynamiki taboru i komfortu podróży	245

II.5.3. Badania hamulcowe	257
II.5.3.1. Historia badań hamulca pojazdów trakcyjnych prowadzonych przez Pracownię Hamulców IK w Krakowie.	257
II.5.3.2. Metodyka badań hamulca pojazdów trakcyjnych.	260
II.5.3.3. Wybrane pojazdy trakcyjne badane przez Pracownię Hamulców IK w Krakowie.	263
II.5.3.4. Badania elementów układów hamulcowych.	267
II.5.4. Badania bezpieczeństwa przeciw wykołaceniu.	269
II.5.4.1. Rys historyczny.	269
II.5.4.2. Badania bezpieczeństwa jazdy pojazdów po wchrowatym torze	270
II.5.4.3. Rozwój metod badawczych	276
II.5.5. Oddziaływanie taboru kolejowego na środowisko	277
II.5.5.1. Badania hałasu	277
II.5.5.2. Sposoby redukcji hałasu komunikacyjnego w Europie	281
II.5.6. Badania wytrzymałościowe	294
II.5.7. Podsumowanie	299
Literatura	299
II.6. Badania i certyfikacja taboru specjalnego przez Instytut Kolejnictwa	303
II.6.1. Wprowadzenie	303
II.6.2. Badania i certyfikacja pojazdów dwudrogowych.	306
II.6.2.1. Charakterystyka maszyny drogowo-torowej	306
II.6.2.2. Podział maszyn drogowo-torowych	307
II.6.2.3. Dopuszczanie maszyn drogowo-torowych do obrotu.	308
II.6.2.4. Badania maszyn drogowo-torowych realizowane przez Instytut Kolejnictwa ..	309
II.6.3. Badania i certyfikacja pojazdów specjalnych przeznaczonych do budowy i utrzymania infrastruktury kolejowej	310
II.6.4. Podsumowanie	316
Literatura	316
II.7. Procesy dopuszczeniowe dla taboru kolejowego	319
II.7.1. Wprowadzenie	319
II.7.2. Weryfikacja WE podsystemu tabor.	320
II.7.3. Ocena zgodności WE składników interoperacyjności podsystemu tabor	322
II.7.4. Ocena ryzyka dla pojazdów kolejowych	324
II.7.5. Weryfikacja WE podsystemu sterowanie – urządzenia pokładowe	327
II.7.5.1. Weryfikacja urządzeń zainstalowanych na pojeździe.	328
II.7.5.2. Testy współpracy pokładowego systemu ERTMS z infrastrukturą przytorową ..	329
II.7.5.3. Certyfikacja podsystemu sterowanie – urządzenia pokładowe.	332
II.7.6. Potwierdzanie zgodności pojazdów z typami ESC.	333
II.7.6.1. Geneza testów kompatybilności	334
II.7.6.2. Procedura przeprowadzania testów.	335
II.7.6.3. Przyszłość testów ESC	337
II.7.7. Procesy dopuszczeniowe w przypadku taboru kolejowego	338
Literatura	338

II.8. Badania i prace Instytutu Kolejnictwa w zakresie materiałów i elementów konstrukcji. . .	341
II.8.1. Wprowadzenie	341
II.8.2. Pojazdy i ich wyposażenie	341
II.8.2.1. Badania ram wózków oraz sprzęgów śrubowych.	341
II.8.2.2. Badania osi i Ośrodek Szkoleniowy Badań Nieniszczących	349
II.8.2.3. Badania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego.	353
II.8.2.3.1. Wkład w rozwój metod badawczych krajowych i europejskich	353
II.8.2.3.2. Badania laboratoryjne właściwości ogniowych materiałów i elementów przeznaczonych do budowy oraz wyposażenia taboru	354
II.8.2.3.3. Badania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego na pojazdach.	358
II.8.2.3.4. Budowa nowego stanowiska badawczego	361
II.8.2.4. Badania w zakresie zabezpieczenia antykorozyjnego	363
II.8.2.5. Ekspertyzy powypadkowe oraz symulacje FEM	365
II.8.3. Infrastruktura kolejowa.	369
II.8.3.1. Badania podkładów strunobetonowych i systemów przytwierdzeń szyn.	369
II.8.3.2. Badania szyn i złączy szynowych.	372
II.8.3.3. Badania słupów trakcyjnych, ciężarów obciążających i przewodów jezdných	375
II.8.3.4. Badania herbicydów do odchwaszczania nawierzchni kolejowej	378
II.8.3.5. Badania materiału drzewnego do budowy nawierzchni kolejowej.	380
II.8.4. Kompetencje Laboratorium LK (zakres akredytacji, światowy rynek zleceń-dawców)	382
II.8.5. Podsumowanie	383
Literatura	384

CZĘŚĆ III.

Systemowe podejście do doskonalenia systemu kolei, kompetencji i bezpieczeństwa	389
--	------------

Myśl przewodnia części III.	391
--	------------

III.1. Ciągłe doskonalenie dokumentów strategicznych oraz modelowanie ruchu i modelowanie przewozów	393
III.1.1. Wprowadzenie	393
III.1.2. Wkład Instytutu w dokumenty strategiczne dla transportu kolejowego	394
III.1.3. Modelowanie ruchu kolejowego	398
III.1.4. Modelowanie przewozów – wykorzystanie oprogramowania Visum	402
III.1.5. Dokumenty strategiczne oraz modelowanie ruchu i przewozów a ekosystem kolejowy	407
Literatura.	408
III.2. Współpraca naukowa Instytutu Kolejnictwa.	409
III.2.1. Wprowadzenie	409
III.2.2. Międzynarodowe projekty badawczo-rozwojowe	410
III.2.3. Krajowe projekty badawczo-rozwojowe	415
III.2.4. Aktywność IK w pozyskiwaniu środków na działalność badawczo-rozwojową.	417
III.2.5. Udział IK w międzynarodowych organizacjach i stowarzyszeniach	422
III.2.6. Sieć POLTRIN	424

III.2.7. Umowy bilateralne	425
III.2.8. Podsumowanie	426
Literatura.	427
III.3. Realizowane prace oraz rola Ośrodka Jakości i Certyfikacji.	429
III.3.1. Wprowadzenie	429
III.3.2. Wprowadzenie do systemu certyfikacji wyrobów	429
III.3.3. Działalność jako jednostka notyfikowana	432
III.3.4. Działalność jako jednostka wyznaczona	437
III.3.5. Działalność w obszarze dobrowolnym.	438
III.3.6. Obszar budowlany	438
III.3.7. Działalność jako jednostka inspekcyjna.	439
III.3.8. Działalność związana z realizacją ocen testów kompatybilności ESC oraz RSC .	440
III.3.9. Podsumowanie	441
Literatura.	442
III.4. Identyfikacja, analiza i wycena ryzyk przy zmianach technicznych, eksploatacyjnych i organizacyjnych oraz doskonalenie bezpieczeństwa.	443
III.4.1. Wprowadzenie	443
III.4.2. Bezpieczeństwo kolei w świetle przepisów europejskich	443
III.4.3. Systemowe i procesowe zarządzanie ryzykiem w transporcie kolejowym	444
III.4.4. Bezpieczna integracja.	446
III.4.5. Proces zarządzania ryzykiem	449
III.4.5.1. Podział odpowiedzialności za wprowadzanie zmian	452
III.4.5.2. Etapy procesu zarządzania wraz z propozycją stosowanych metod	455
III.4.5.3. Zamykanie procesów CSM RA niezależną oceną bezpieczeństwa	458
III.4.6. Wkład Instytutu Kolejnictwa w doskonalenie bezpieczeństwa kolei	459
III.4.6.1. Potwierdzanie kompletności analiz ryzyka.	460
III.4.6.2. Analiza ryzyka dla Targu Siennego Rakowego	461
III.4.6.3. Działania Instytutu jako jednostki oceniającej ryzyko	463
III.4.6.4. Symulatory pojazdów kolejowych do podnoszenia kompetencji ma- szynistów.	464
III.4.6.5. Spójność funkcjonalna bezpieczeństwa ochrony i cyberbezpieczeństwa	465
III.4.6.6. ISAC-Kolej i ochrona kolei przed cyberzagrożeniami	467
III.4.6.7. Audyty i szkolenia z zakresu cyberbezpieczeństwa	468
III.4.7. Podsumowanie	468
Literatura.	469
III.5. Prace Instytutu Kolejnictwa nad normami, specyfikacjami oraz standardami kolejowymi.	471
III.5.1. Wprowadzenie	471
III.5.2. Dokumenty normatywne definiujące wymagania techniczne i/lub proceduralne. . .	472

III.5.2.1. Polski Komitet Normalizacyjny z perspektywy transportu kolejowego . .	472
III.5.2.2. Wkład merytoryczny wybranej jednostki Instytutu Kolejnictwa w prace PKN	474
III.5.2.3. Prace w wybranym obszarze – normy dla systemu Hyperloop	477
III.5.3. Wytyczne i rekomendacje definiujące wymagania techniczne i/lub proceduralne	482
III.5.3.1. Wytyczne dotyczące taboru kolejowego	483
III.5.3.2. Wytyczne dotyczące cyberbezpieczeństwa	485
III.5.3.3. Standardy techniczne opracowane przez Instytut Kolejnictwa	487
III.5.4. Podsumowanie	491