

Koleje – podstawy



Wykład 6 Historia kolei. Koleje w Polsce

dr hab. inż. Danuta Bryja, prof. PWr

Historia kolei

Źródło: www.kolejnictwo-polskie.pl



Prapoczątki kolei

Tory kamienne

Prapoczątki idei transportu na szynach sięgają starożytności, o czym świadczą zachowane do dziś ślady kamiennych torowisk. Rzemieślnicy wyciosywali w kamiennych drogach koleiny, w które wstawiano koła pojazdów.



Starożytna droga kamienna
w Pompejach (IV-I w.p.n.e.)



Koleiny w starożytnej drodze
w „Mieście Midasa” w Turcji

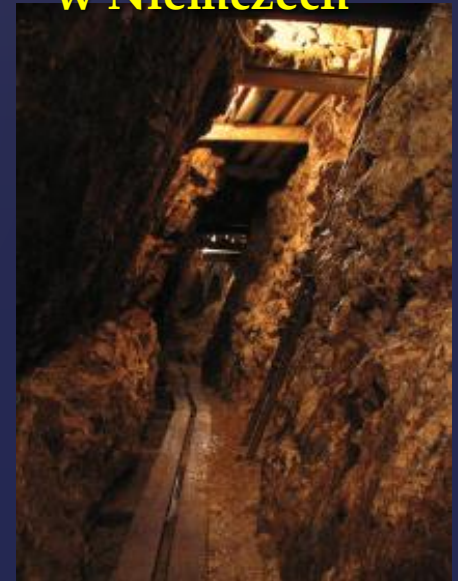
Początki kolei

Tory drewniane

W średniowiecznych kopalniach węgla i rud żelaza były budowane prymitywne torowiska drewniane, dla kolejek konnych i wózków transportowych ciągniętych przez ludzi.

Pierwsze tory drewniane poza obrębem kopalni powstały w Anglii około 1600 r. Po torach poruszały się wagoniki ciągnięte przez konie. Koła wagoników były wyposażane w specjalne wybrzuszenie po wewnętrznej stronie, dzięki czemu nie zsuwały się z szyn (pierwowzór kół współczesnych pojazdów szynowych).

**Średniowieczna
kopalnia srebra Suggental
w Niemczech**



Początki kolei

Tory żeliwne (XVIII/XIX wiek – Anglia)

Początkowo wzmacniano tory drewniane paskami blachy. Później pokrywano je płytami z żelaza lub żeliwa. Następnie pojawiły się szyny żeliwne.

Pierwszy tor z szyn żeliwnych na podkładach drewnianych: **Reynolds w 1767 roku**, w Anglii, ułożył na podkładach drewnianych szyny żeliwne o kształcie litery U.

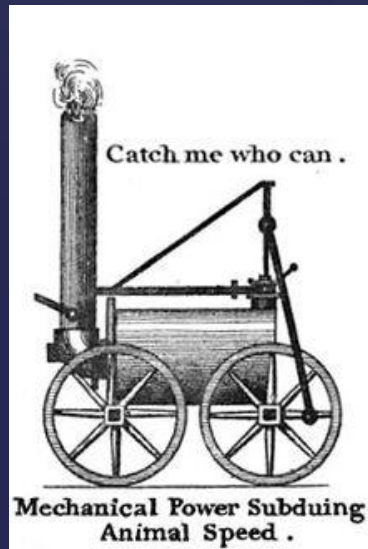
W następnym okresie Curr opracował szynę o kształcie litery L, a Jessop w 1781 roku zastosował szynę o kształcie T.

Richard Trevithick jest uważany za pierwszego konstruktora, który połączył dwa podstawowe elementy kolei (1804 r.): lokomotywę parową z torem żeliwnym.

Początki kolei

Richard Trevithick w 1802 r. zbudował model pojazdu o nazwie „Catch me who can”, który stał się pierwowzorem późniejszych lokomotyw parowych.

W 1804 roku zbudował pierwszą działającą lokomotywę parową (lokomotywa Penydarren), która była używana do prowadzenia pociągów towarowych w hucie Penydarren w Walii.



Fragment torów z żeliwnymi szynami w hucie Penydarren w Walii (1804 r.)



Narodziny współczesnej kolei

⌘ 1820 rok, Anglia

John Birkinshaw, inżynier huty żelaza w Durham, wprowadził do eksploatacji **szyny walcowane** – znacznie dłuższe niż poprzednio stosowane, odlewane z żelaza.

⌘ 1825 rok, Anglia

We wrześniu 1825 r. George Stephenson skończył budowę pierwszego parowozu „Locomotion” dla nowej kolei.

⌘ Symboliczny dzień narodzin

współczesnej kolei: 27 września 1825 r.

Uroczyście otwarto linię kolejową ze Stockton do Darlington, mierzącą 19 km, max $v=39$ km/h.



„Locomotion”: jedna z najsłynniejszych lokomotyw parowych



George Stephenson
prekursor kolei

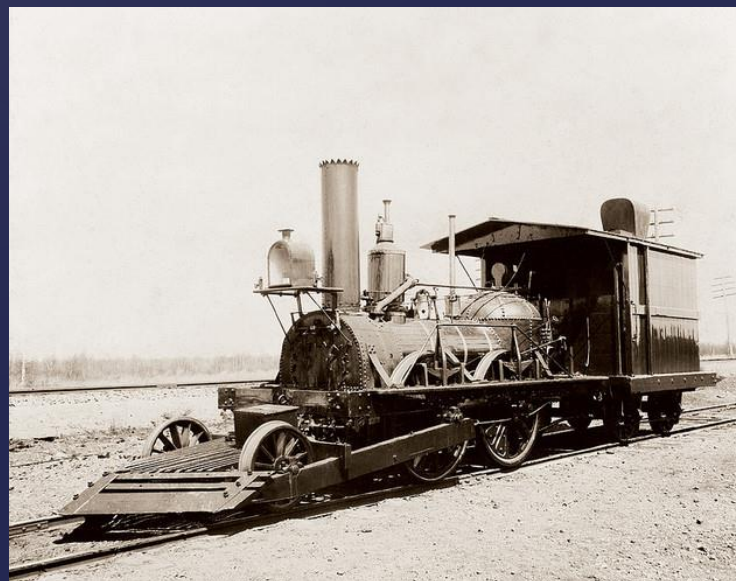
Rozwój kolei po 1830 roku

Trasy kolejowe zaczęto budować również w innych krajach Europy, początkowo jako nowinkę techniczną umożliwiającą odbywanie niedzielnych wycieczek za miasto.

Przykłady: linia Norymberga-Furth zbudowana w 1835 roku na polecenie króla Bawarii, linia Poczdam-Berlin zbudowana z rozkazu króla pruskiego w 1838 roku, linie Petersburg-Carskie Sioło w Rosji i Wiedeń-Brno w Austrii.

We Francji uruchomiono pierwszą linię kolei parowej w 1832.

W 1832 roku sprowadzono do Stanów Zjednoczonych z Anglii pierwszy parowóz „John Bull”.



Rozwój kolei po 1830 roku

1840 rok, Wielka Brytania

Linie kolejowe osiągnęły 3,5 tysiąca kilometrów. Rocznie przewożono nimi ponad 70 milionów pasażerów i miliony ton ładunków.

1840 rok, Stany Zjednoczone

Sieć kolejowa osiągnęła 4,5 tysiąca kilometrów, a 10 lat później zwiększyła się do 15 tysięcy kilometrów.

W 1844 roku kolej uruchomili **Duńczycy** (na obecnym terytorium Niemiec) i **Szwajcarzy**.

W 1848 roku – **Hiszpanie**, **w 1849** roku – **Szwedzi** (kolej wąskotorowa), **w 1854** roku – **Norwedzy**, **w 1856** roku – **Portugalczycy**, a **w 1869** roku – **Grecy**.

W 1842 roku oddano do użytku pierwszą linię kolejową na obecnym terytorium Polski (Wrocław – Oława).

Trakcja parowa (Anglia)

Trakcja parowa dominowała na kolejach przez prawie 100 lat.

Zmiana nastąpiła z chwilą wprowadzenia trakcji elektrycznej i spalinowej.

Kolej parowa 1906 r.



Wycofywanie trakcji parowej w większości krajów europejskich rozpoczęło się **w latach 50. i 60. XX wieku**. Wiele fabryk zaprzestało produkcji lokomotyw parowych. W Stanach Zjednoczonych lokomotywy parowe wycofano w latach 50. XX wieku. W okresie od 1946 do 1956 roku zaprzestano eksploatacji blisko 34 tysięcy tych pojazdów.

Trakcja spalinowa (Niemcy)

Pierwszą lokomotywę spalinową przedstawił w 1891 roku konstruktor niemiecki – Gottlieb Daimler. Konstrukcję wprowadzono do użytku w Niemczech w 1912 roku.

Niemcy były prekursorem szybkich połączeń obsługiwanych przez lokomotywy spalinowe.

¹ Do początku II wojny światowej w Niemczech powstała sieć „latających” pociągów (prędkość do 160 km/h), łączących największe miasta kraju.

Powstały m.in. połączenia Berlina z Kolonią, Frankfurtem i Śląskiem oraz **najsłynniejsze połączenie ekspresowe Berlina z Hamburgiem**, obsługiwane od 1933 roku przez najszybszy w tych czasach pociąg „Latający Hamburczyk”.

W USA do 1956 roku około 80% przewozów było prowadzonych z użyciem trakcji spalinowej.



„Latający Hamburczyk”

Trakcja elektryczna (Niemcy)

Pierwowzór lokomotywy elektrycznej (o max. prędkości 7 km/h) przedstawił konstruktor niemiecki Ernst Werner von Siemens – 31 maja 1879 roku na Wystawie Rzemiosła i Przemysłu w Berlinie.

Pierwszy odcinek kolei elektrycznej przekazano do użytku w 1881 roku, na trasie linii tramwajowej Berlina - Lichterfelde.

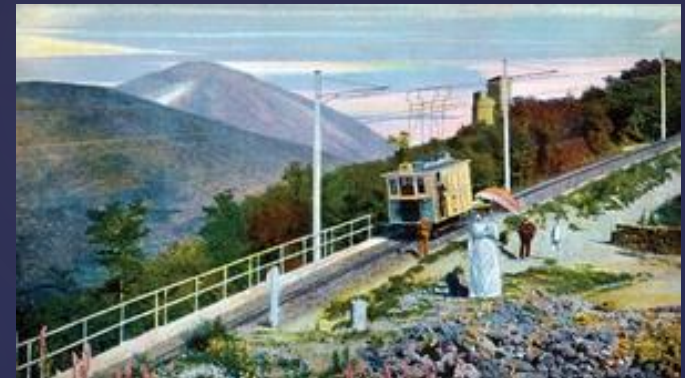
W 1903 roku lokomotywa elektryczna pobiła rekord prędkości na odcinku Berlin-Zossen, rekord wynosił 211 km/h.

Pierwsze elektryczne pojazdy kolejowe czerpały energię elektryczną z szyn. Nie współpracowały z napowietrzną siecią trakcyjną, jaką znamy współcześnie. Zasilanie było zwykle doprowadzane do silnika trzecią szyną (szyna prądowa), która biegła pomiędzy tokami szynowymi (konstrukcja podobna do dzisiejszej występującej w metrze).

Trakcja elektryczna

Na przełomie XIX i XX w. pojawiły się pierwsze pantografy (odbieraki prądu), mogące współpracować z podwieszoną siecią trakcyjną.

Górna sieć trakcyjna poprawiała poziom bezpieczeństwa pasażerów, a przede wszystkim **pozwoliła na stosowanie większych napięć**, a stąd montowanie w pojazdach silników elektrycznych o większej mocy.



Kolejka elektryczna we Włoszech – XIX w.

Po II wojnie światowej nastąpił szybki rozwój trakcji elektrycznej. Zaczynano od elektryfikacji linii, na których inwestycja ta miała zwrócić się w najkrótszym czasie: linii o bardzo dużym natężeniu ruchu oraz linii górskich. W Szwajcarii linie kolejowe są zelektryfikowane są w 100%.

Trakcja elektryczna

Obecnie na świecie istnieje **wiele systemów trakcji elektrycznej**.

W Polsce stosowane jest napięcie 3 tysięcy woltów prądu stałego. Podobne systemy zasilania są m.in. we Włoszech, Hiszpanii, Czechach i na Słowacji.

Jednym z najpopularniejszych systemów jest zasilanie prądem zmiennym o napięciu 25 tysięcy woltów i częstotliwości 50 Hz (np. koleje chińskie, brytyjskie, japońskie, a także koleje szybkie: TGV, Pendolino, Shinkansen).



Pociąg elektryczny spółki Die Zentralbahn na tle górzystego krajobrazu Szwajcarii

Rozwój sieci dużych prędkości

Rozwój i doskonalenie trakcji elektrycznej spowodowały rozwój kolei dużych prędkości.

We Francji już w latach 50. XX wieku rozpoczęto próby z szybkimi pociągami elektrycznymi, a później także w Niemczech i we Włoszech. W Japonii pierwsze plany szybkiej kolei pojawiły się najwcześniej, bo w latach 30. XX wieku.

Pierwsza na świecie linia dużych prędkości to linia Tokio – Osaka, oddana do użytku w 1964 roku (Tokaido Shinkansen, długość linii 515 km, prędkość jazdy 210 km/h).



Współczesny pociąg „Shinkansen” serii 500, o kształtach aerodynamicznych

Rozwój sieci dużych prędkości

Obecnie, **liderami na świecie** w produkcji i eksploatacji pociągów dużych prędkości są **Japonia, Francja i Niemcy**, w mniejszym stopniu **Włochy, Hiszpania**.

Inne kraje nie rozwijały od podstaw własnych technologii budowy linii i pociągów tego typu, przeważnie adaptowały rozwiązania opracowane przez kraje liderów. W tej grupie liderem są **Chiny**.

**Pociąg dużych prędkości TGV
należący do francuskich kolei SNCF**



Stan obecny kolejnictwa

- ⌘ **Duża konkurencja ze strony transportu samochodowego i lotniczego pod koniec XX wieku**
spowodowała zmniejszenie znaczenia kolei na rynku przewozowym, szczególnie w przewozach pasażerskich
- ⌘ **Wprowadzenie pociągów dużych prędkości**
spowodowało zahamowanie zmniejszenia liczby podróżnych korzystających z usług kolei, nastąpił ponowny rozwój i wzrost znaczenia transportu kolejowego.

Dwa podstawowe kierunki rozwoju kolejnictwa w Europie:

- ⌘ **intermodalność**, czyli powiązanie różnych sieci i środków transportu (drogowego, morskiego, szynowego) w obrębie całych kontynentów,
- ⌘ **budowa i rozbudowa kontynentalnych sieci pociągów dużych prędkości**, konkurujących skutecznie z transportem lotniczym w przewozach pasażerskich.

Stan obecny kolejnictwa

Udział transportu kolejowego w przewozach pasażerskich i towarowych na świecie jest obecnie zróżnicowany,

zależy od istniejącej infrastruktury oraz uwarunkowań geograficznych i społeczno-gospodarczych.

Na przykład, kolej w USA, Chinach czy Rosji jest przede wszystkim przewoźnikiem towarowym, natomiast we Francji, w Szwajcarii i Niemczech skutecznie konkuruje na rynku pasażerskim.

Współczesne koleje w Polsce

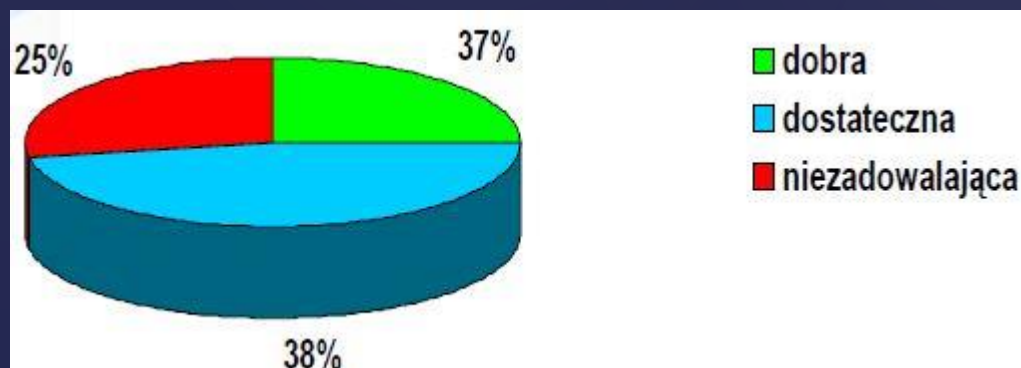


Sieć polskich kolei w 2008 r.

Według stanu na 31.12.2008 r. **sieć PKP PLK S.A.** obejmowała:

- ❑ **19 201 km** linii kolejowych (27 779 km torów głównych zasadniczych),
- ❑ **9 510 km** torów stacyjnych,
- ❑ **44 458** rozjazdów,
- ❑ **16 447** przejazdów kolejowych.

Ogólna ocena stanu linii:



dobra:

wymagana tylko konserwacja,

dostateczna:

niezbędne pojedyncze wymiany elementów, nieznaczne obniżenie prędkości rozkładowych lub wprowadzenie ograniczeń

niezadowalająca :

konieczna wymiana kompleksowa, znaczne obniżenie prędkości rozkładowych oraz duża liczba ograniczeń

Źródło: Zbigniew Szafrński – do 2012 r. prezes PKP PLK, prezentacja z **dnia 21 kwietnia 2009** roku: „Stan techniczny i finansowanie infrastruktury kolejowej”

Sieć polskich kolei w 2008 r.

Według stanu na 31.12.2008 r. **sieć PKP PLK S.A.** obejmowała:

- ❑ **28 299** obiektów inżynieryjnych, w tym **24 791** na liniach eksploatowanych

Najważniejsze cechy stanu obiektów:

- ⌘ **54,3%** obiektów ma powyżej 91 lat,
- ⌘ **21** obiektów jest wyłączonych z eksploatacji z uwagi na ich stan techniczny,
- ⌘ **136** obiektów jest zagrożonych wyłączeniem z użytkowania w perspektywie 12 miesięcy;
- ⌘ **845** obiektów użytkowanych jest z ograniczeniem eksploatacyjnym prędkości, nośności lub skrajni,
- ⌘ **1 025** obiektów jest zagrożonych wprowadzeniem do 31.12.2009 r. ograniczeń eksploatacyjnych lub pogłębieniem ograniczeń już wprowadzonych.

Sieć polskich kolei w 2008 r.

Według stanu na 31.12.2008 r. **sieć PKP PLK S.A.** obejmowała:

- ❑ **6 730** budynki,
- ❑ **11 701** budowli (perony, wiaty, ogrodzenia, studnie, place, drogi dojazdowe itp.).

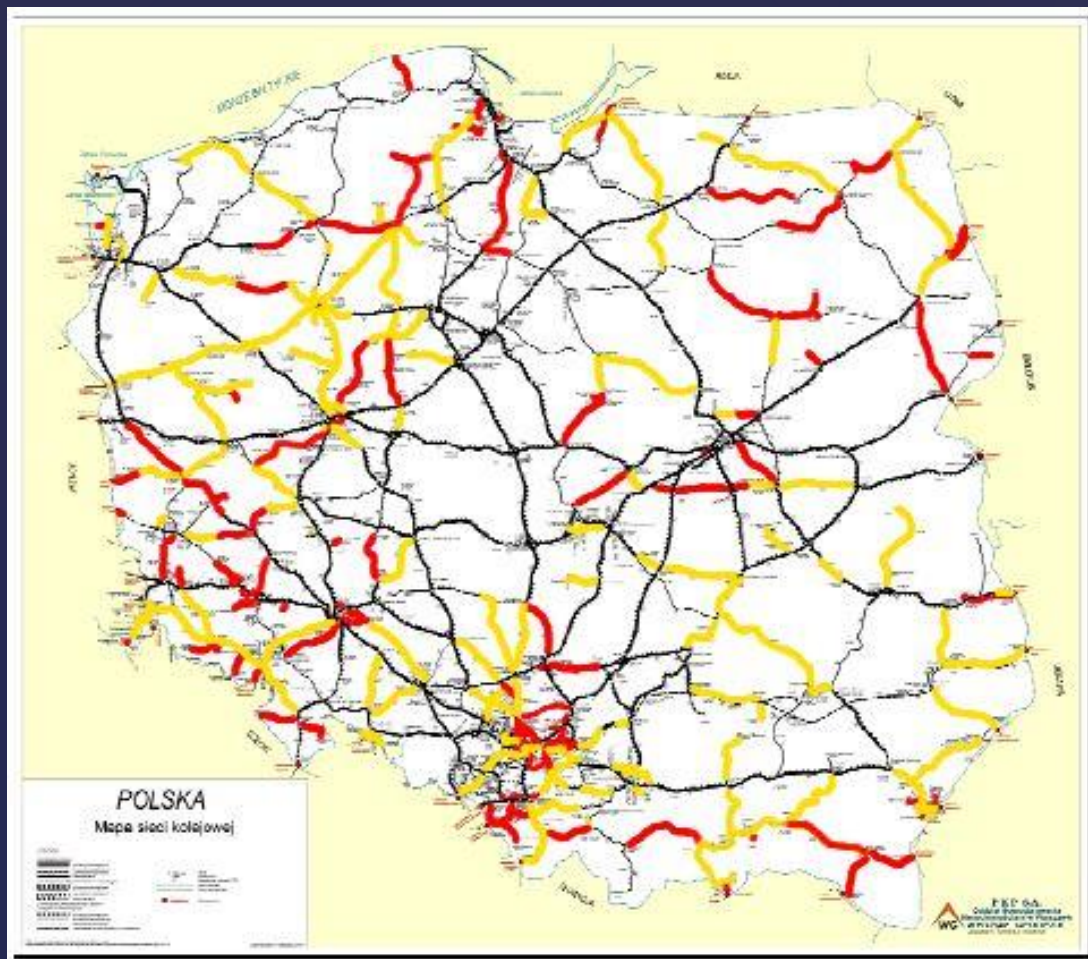
Najważniejsze cechy stanu budynków i budowli:

- ⌘ **30,4%** budynków nie ma podłączenia do wody bieżącej,
- ⌘ **3,2%** budynków nie ma podłączenia do zasilania energią elektryczną,
- ⌘ **87%** peronów to konstrukcje starsze o wysokości 0,25–0,38 m.

Źródło: Zbigniew Szafrński – PKP PLK, prezentacja z **dnia 21 kwietnia 2009** roku: „Stan techniczny i finansowanie infrastruktury kolejowej”

Sieć polskich kolei w 2008 r.

Źródło: Zbigniew Szafrński – PKP PLK, prezentacja z dnia 21 kwietnia 2009 roku: „Stan techniczny i finansowanie infrastruktury kolejowej”



Prognoza z roku 2009
na rok 2015:

Odcinki do zamknięcia
(6138 km toru)

Odcinki z ograniczeniem
prędkości do 40 km/h
i mniej (7825 km toru)

Sieć polskich kolei w 2013 r.

Te pesymistyczne prognozy nie sprawdziły się dzięki prowadzonym przez PKP PLK S.A. działaniom związanym z poprawą stanu linii kolejowych.

Do czerwca 2014 r. Europejski Bank Inwestycyjny udzielił pożyczek na łączną kwotę 1,9 mld EUR na projekty związane z modernizacją kolei w Polsce.

Według stanu na 31.12.2013 r. **sieć PKP PLK S.A.** obejmowała:

- ❑ **18 532 km** - czynnych linii kolejowych w Polsce (tylko o 669 km mniej w stosunku do 2008 r.),
- ❑ **ok. 47%** linii w stanie dobrym (wobec 37% w 2008 r.),
- ❑ **ok. 7%** wynosiła długość torów z maksymalną prędkością $V \leq 40$ km/h

Źródło: „Sektor Kolejowy w Polsce” Raport Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju
sygn. przez Ministra - Marię Wasiak

Sieć polskich kolei w 2019 r.

Według stanu na 31.12.2019 r. **sieć PKP PLK S.A.** obejmowała:

❑ **19 503 km** - czynnych linii kolejowych w Polsce.

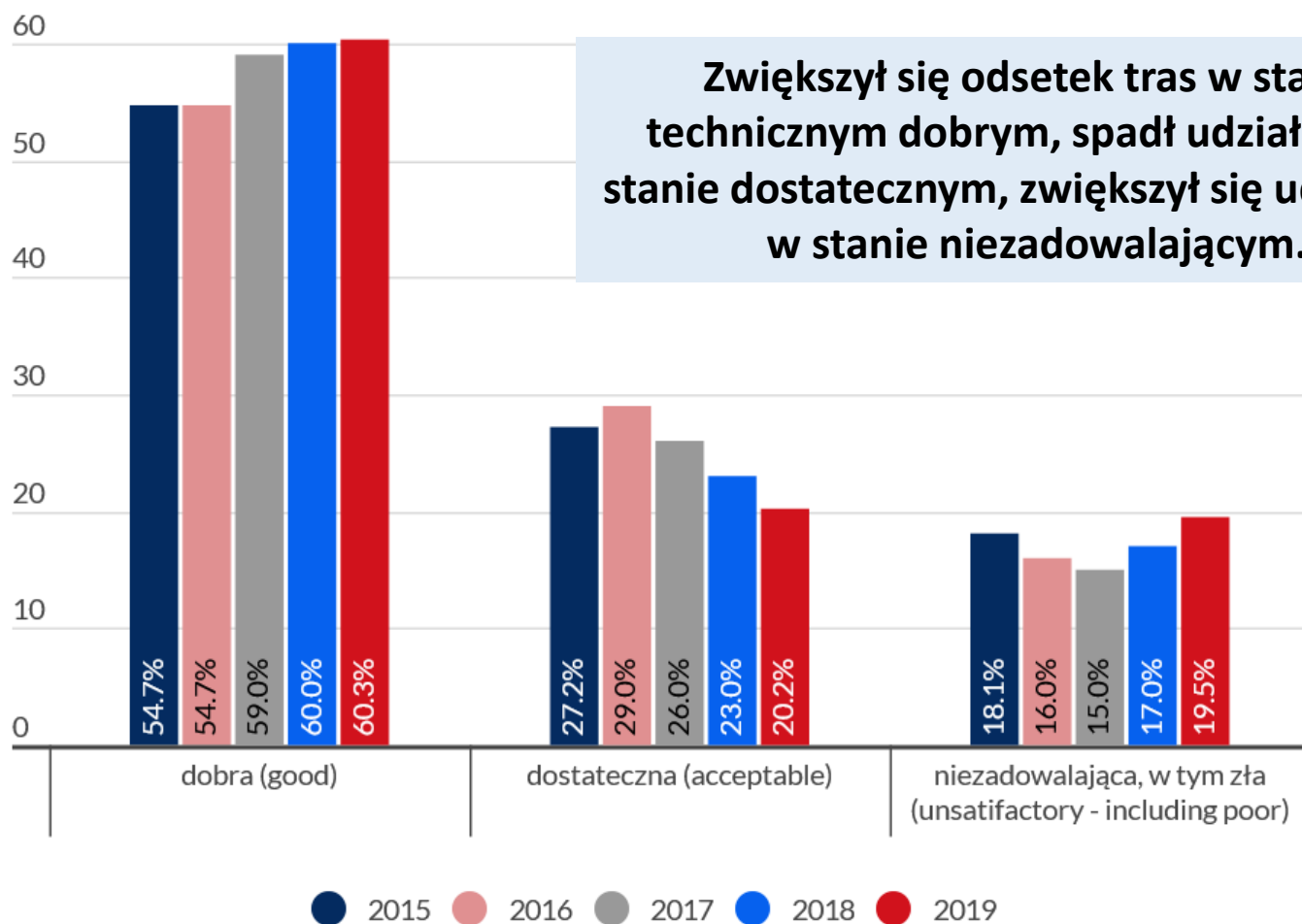
Stan techniczny infrastruktury kolejowej:

- ❧ **60,3%** infrastruktury w stanie dobrym (wobec 47% w 2013 r.),
- ❧ **20,2%** infrastruktury w stanie dostatecznym,
- ❧ **19,5%** infrastruktury w stanie niezadowalającym, w tym 7,3% w stanie złym.

Źródło: Sprawozdanie Urzędu Transportu Kolejowego „Stan techniczny infrastruktury kolejowej a inwestycje w 2019 r.”

Sieć polskich kolei w 2019 r.

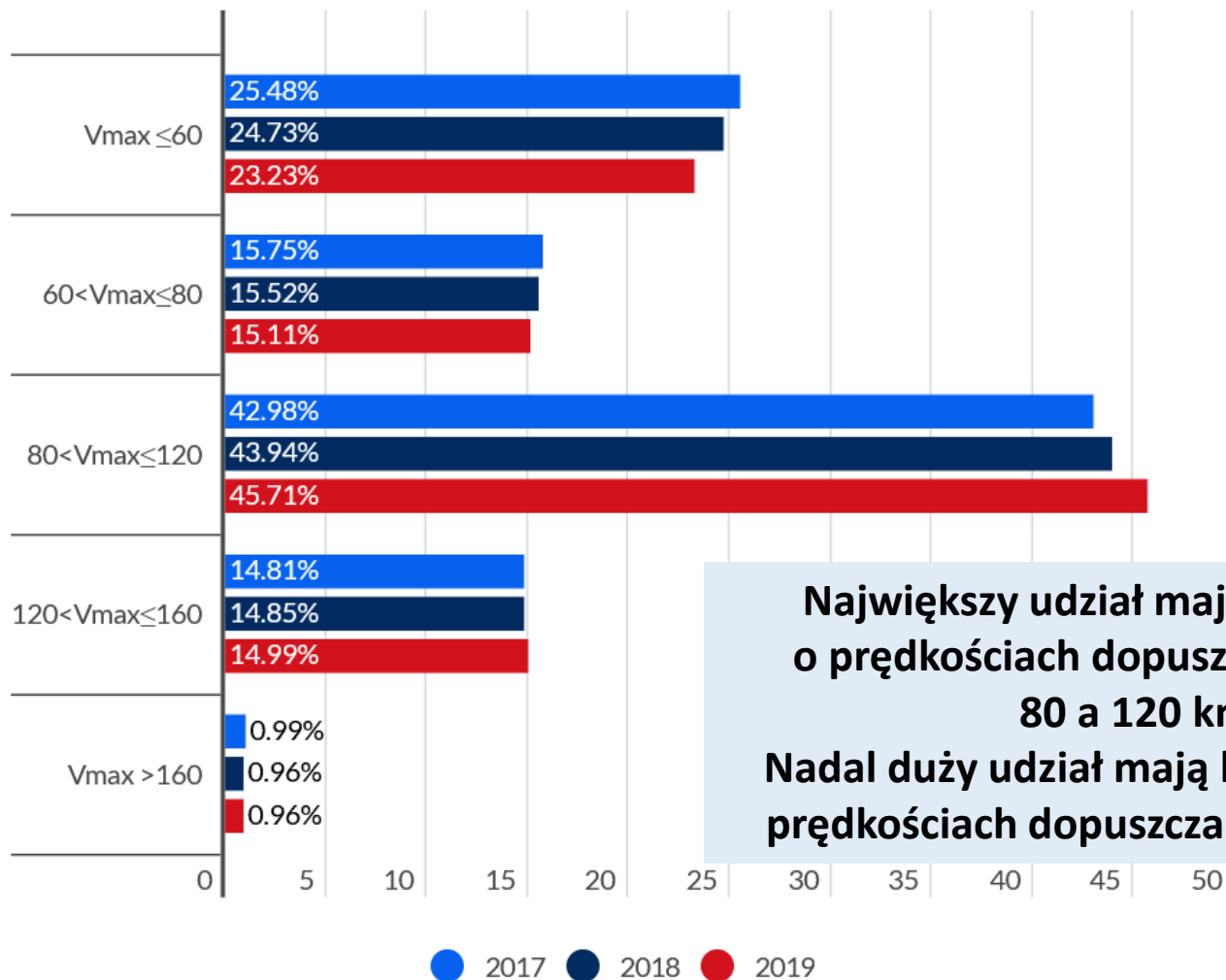
Ocena stanu technicznego infrastruktury kolejowej PKP PLK w latach 2015–2019
(The assessment of technical condition of PKP PLK infrastructure in 2015 - 2019)



Sieć polskich kolei w 2019 r.

Struktura torów kolejowych eksploatowanych w Polsce w latach 2017-2019 wg dopuszczalnych prędkości

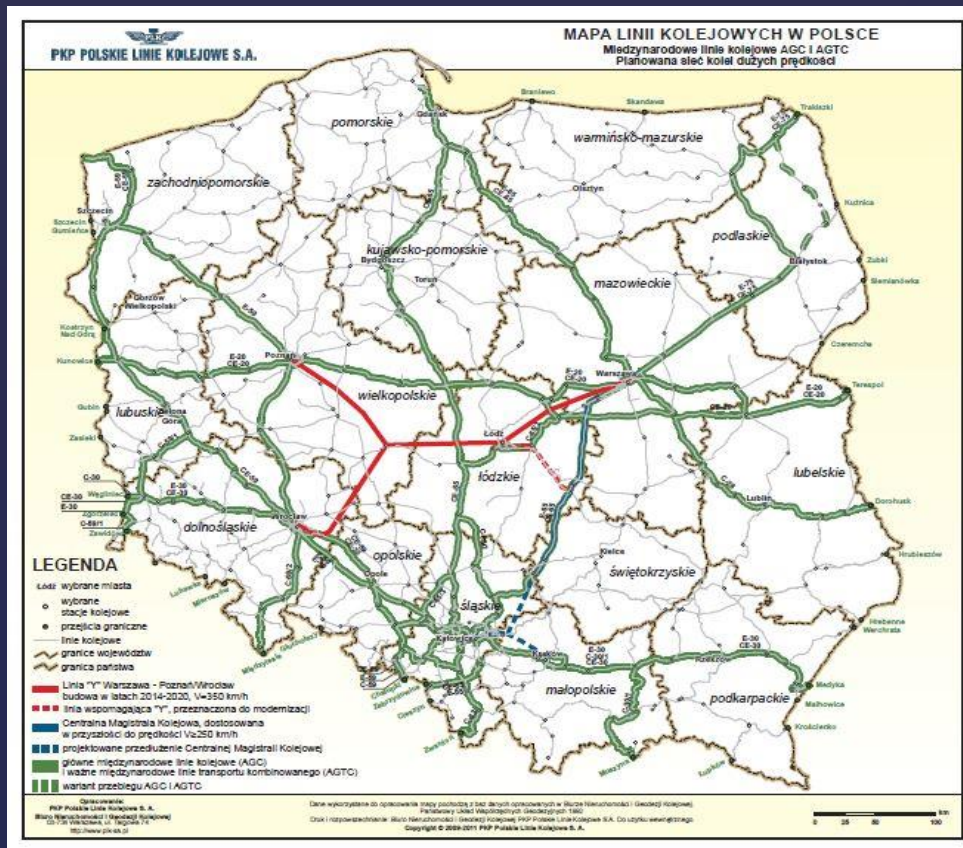
(Rail lines in operation by accessible speed in 2017 - 2019)



Największy udział mają odcinki torów o prędkościach dopuszczalnych między 80 a 120 km/h.

Nadal duży udział mają linie o najniższych prędkościach dopuszczalnych (<60 km/h).

Najważniejsze linie



Linia kolei dużych prędkości Y
projekt linii łączącej Warszawę,
Łódź, Kalisz/Ostrów Wielkopolski,
Wrocław oraz Poznań.

Planowana prędkość maksymalna
to 350 km/h.

Linia "Y" ma współpracować
z Centralną Magistralą Kolejową
poprzez zmodernizowany łącznik
Łódź – Opocznó, co umożliwi
połączenia do Katowic i Krakowa.

**TEN-T: Transeuropejska sieć
transportowa**

E 59 Świnoujście - Szczecin - Poznań - Wrocław - Opole - Chałupki

E 65 Gdynia - Gdańsk - Warszawa - Katowice – Zebrzydowice

E 75 Warszawa - Białystok - Suwałki - Trakiszki

E 20 Kunowice - Poznań - Warszawa - Terespol

E 30 Zgorzelec - Wrocław - Katowice - Kraków - Przemyśl - Medyka

**Linie
TEN-T**

Centralna Magistrala Kolejowa

CMK: Linia kolejowa nr 4 Grodzisk Mazowiecki – Zawiercie

- ⌘ zelektryfikowana, dwutorowa linia magistralna,
- ⌘ długość linii 223,833 km,
- ⌘ prędkość maksymalna 160 km/h do grudnia 2014 r. , obecnie 200 km/h,
- ⌘ przebiega przez województwa mazowieckie, łódzkie, świętokrzyskie i śląskie,
- ⌘ jedynym przystankiem osobowym na trasie jest stacja Włoszczowa Północ (od 2006 roku).



Centralna Magistrala Kolejowa

CMK – historia

- ⌘ Linia wybudowana w latach 1971-1977, była największą inwestycją PKP po II wojnie światowej.
- ⌘ Stanowiła nowe połączenie Śląska ze stolicą, w pierwotnym zamierzeniu przeznaczone tylko do przewozów towarowych. W czerwcu 1984 roku linią CMK zaczęły kursować pociągi ekspresowe relacji Warszawa – Gliwice oraz Warszawa – Kraków.
- ⌘ Przy budowie linii zastosowano szczególne wartości parametrów geometrycznych umożliwiające w przyszłości zwiększenie prędkości maksymalnej do 250 km/h.



Centralna Magistrala Kolejowa

CMK – historia

- ⌘ Na linii obowiązywało ograniczenie prędkości, najpierw do 140 km/h a od 1988 r. do 160 km/h, ponieważ nawierzchnia i sieć trakcyjna oraz urządzenia srk nie były dostosowane do prędkości wyższych.
- ⌘ Kolejnym etapem budowy magistrali miała być trasa do stacji Gdańsk Port Północny przez Wyszogród, Płock, Sierpc, Brodnicę i Malbork, lecz budowy zaniechano ze względu na niekorzystną sytuację ekonomiczną kraju w latach 80.
- ⌘ Planowane było też połączenie Centralnej Magistrali Kolejowej z Wrocławiem przez Idzikowice, Piotrków, Bełchatów, Wieluń. Oba połączenia były zaznaczone na oficjalnej mapie sieci PKP z 1996.

Centralna Magistrala Kolejowa

Centralną Magistralę Kolejową cechują bardzo dobre warunki techniczne, w związku z czym była i jest wykorzystywana do testów nowego taboru.

Data	Pojazd	Producent	Rodzaj pojazdu	Prędkość	Opis
11 maja 1994	ETR 460-007 Pendolino starszego typu	Fiat Ferroviaria	Elektryczny zespół trakcyjny	250,1 km/h	Rekord prędkości na torach Europy Środkowo-Wschodniej
24 listopada 2013	ED 250-001 Pendolino zakupione dla PKP Intercity	Alstom	Elektryczny zespół trakcyjny bez wychyłnego mechanizmu	293 km/h	Rekord prędkości na torach Europy Wschodniej (aktualny)

Centralna Magistrala Kolejowa

CMK – stan obecny

- ⌘ Centralna Magistrala Kolejowa jest w trakcie modernizacji obejmującej między innymi: wzmocnienie obiektów inżynierskich, przebudowę układów torowych na posterunkach ruchu oraz wymianę sieci trakcyjnej. Na linii instalowany jest system ETCS na poziomie 1 (Europejski System Sterowania Pociągiem).
- ⌘ W wyniku tych działań prędkość maksymalna pociągów została zwiększona do 200 km/h dla składów prowadzonych lokomotywami i do 220 km/h dla pociągów zespołowych (od grudnia 2014 r.).
- ⌘ W grudniu 2013 r. wprowadzono na linii zakaz jazdy pociągów z prędkościami poniżej 120 km/h.



Centralna Magistrala Kolejowa

CMK – stan obecny

- ⌘ Geometria linii, sieć trakcyjna, nawierzchnia kolejowa i rozjazdy są już dostosowane do prędkości 250 km/h, zasilanie do 220 km/h, a obiekty inżynieryjne są przebudowywane do prędkości 300 km/h.
- ⌘ W projekcie dokumentu "Polityka Transportowa Państwa 2007 – 2020" z dnia 27.01.2007 r. przyjęto, że do roku 2020 linia CMK zostanie całkowicie dostosowana do prędkości 250 km/h (niezrealizowano).
- ⌘ Realizacja linii Y w połączeniu z modernizacją CMK ma stworzyć system KDP w centrum kraju.



Polskie koleje - podsumowanie

Aktualna sytuacja

Budynki dworców, cała infrastruktura kolejowa oraz tabor wymagają nadal wielu dalszych modernizacji i unowocześnień, czyli ogromnych inwestycji.



Dworzec kolejowy w Sierpcu

Perspektywy rozwoju

- kontynuacja Programu Inwestycji Dworcowych na lata 2016-2023 (program obejmuje modernizację łącznie 189 dworców, kwota ok. 1,65 mld zł),
- zakończenie projektów taborowych zaplanowanych na lata 2016-2023 (wartość łączna programu ponad 7,6 mld zł).

Polskie koleje - podsumowanie

Perspektywy rozwoju w obszarze infrastruktury

- kontynuacja Krajowego Programu Kolejowego - KPK (inwestycje w linie kolejowe, program absorbuje znaczną część środków Unii Europejskiej w sektorze transportu, tj. ponad 40 mld zł z łącznej kwoty 75,7 mld zł),
- KPK obejmuje ponad 230 projektów + podprojekty dodatkowe, zakładane rezultaty to m.in.: przebudowanie 9000 km torów kolejowych, 350 km linii kolejowych zmodernizowanych do prędkości > 160 km/h, itd.,
- od grudnia 2019 r. do końca 2023 r. zaplanowano podpisanie 239 umów na kwotę 17,1 mld złotych,
- prowadzone są prace przygotowawcze dla wielu projektów pod kątem nowej unijnej perspektywy finansowej.

Planowane inwestycje

Inwestycje mają objąć:

- ⌘ zakończenie prac modernizacyjnych na całej sieci bazowej transeuropejskich korytarzy transportowych TEN-T (do 2030 roku),
- ⌘ unowocześnienie systemów zasilania trakcyjnego, sterowania ruchem i zarządzania przewozami pasażerskimi i towarowymi,
- ⌘ poprawę stanu technicznego obiektów inżynierskich,
- ⌘ modernizację i zakup taboru oraz specjalistycznego sprzętu technicznego.

Kontynuowane będą działania w zakresie:

- ⌘ wprowadzania na najważniejszych szlakach kolejowych Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ERTMS),
- ⌘ remontów dworców,
- ⌘ poprawy stanu i rozwoju infrastruktury cargo, w tym transportu intermodalnego.