KOLEJE- PODSTAWY WYKŁAD

dr inż. Jarosław Zwolski

dr inż. Jarosław Zwolski

- bud. H3, pokój 113
- jaroslaw.zwolski@pwr.wroc.pl
- http://zits.pwr.wroc.pl/zwolski/
- konsultacje:

Wtorek	15:00 – 17:00
Sobota (zjazdy niep.)	15:00 – 17:00

Firefox

dr inż. Jarosław Zwolski

zits.pwr.wroc.pl/zwolski/

Google



dr inż. Jarosław Zwolski

jaroslaw.zwolski@pwr.wroc.pl

+48 71/320-45-49

Politechnika Wrocławska
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

Zakład Infrastruktury Transportu Szynowego
budynek H3, pokój 1.13

Konsultacje:

Studia dzienne: Pon/P 17-19, Śr/P 15-17
Studia zaoczne: Sob/ZN 11-13, Sob/ZP 17-19

AKTUALNOŚCI

MATERIAŁY

DYPLOMY

DYNAMIKA

O MNIE

Po kolei o kolei ...



Koleje-podstawy dla studiów inżynierskich



Koleje dla studiów inżynierskich



Koleje dla studiów magisterskich



Railways for Civil Engineering

Narzędzia projektowe

Przygotuj swoje narzędzia. Nie pozwól, żeby słabo zrobiony rysunek był powodem wstydu przy oddawaniu projektu. Naostrz swoją kosę. Znajdziesz tu kilka pożytecznych wskazówek i narzędzi, które możesz wykorzystać w swojej pracy. Wskazówki dotyczą rysowania w AutoCADzie oraz współpracy między AutoCADem i Excelem. Znajdziesz tu również kilka gotowych bloków rysunkowych i pomocnych arkuszy w Excelu.



LITERATURA

1. *Dz. U. nr 151.: Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie.*
2. *Dz. U. nr 33.: Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 26 lutego 1996 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie (ze zmianami: Dziennik Ustaw Rzeczpospolitej Polskiej Nr 100 z 9.11.2000, pozycja 1082.*
3. *Basiewicz T., Rudziński L., Jacyna M.: Linie kolejowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.*
4. *Id-1 (D-1) Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych - PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2005.*
5. *Id-3 (D-4) Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego - PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2005.*
6. *http:// www.zits.pwr.wroc.pl/makuch/*
7. *http://www.transportszynowy.pl*
8. *http://wektor.il.pw.edu.pl/~zuraw/*

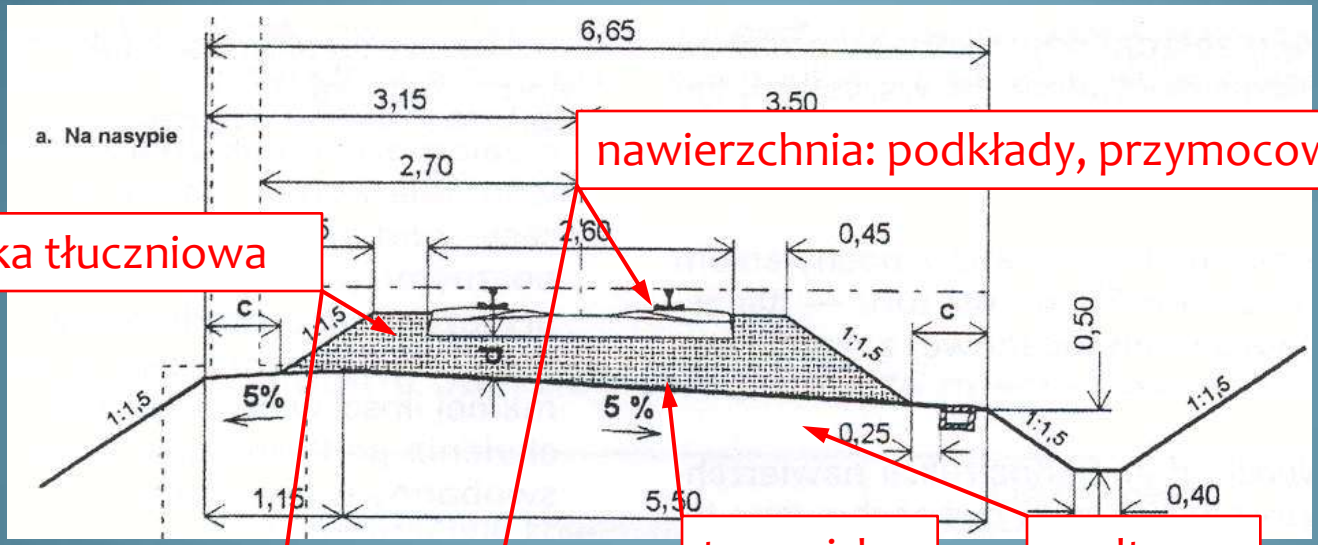
SIEĆ KOLEJOWA

Sieć kolejowa na obszarze państwa składa się z dróg kolejowych, stacji towarowych, pasażerskich, posterunków odgałęźnych itd., czyli infrastruktury potrzebnej do realizacji prawidłowego ruchu pociągów - przewozu pasażerów i ładunków.

DROGA KOLEJOWA

Droga kolejowa składa się z toru kolejowego, czyli zespołu dwóch równoległych szyn ustawionych względem siebie w określonej odległości (szerokość toru), które tworzą drogę dla kół taboru - nawierzchnię oraz podtorza, czyli ziemnej podstawy toru w postaci nasypów lub wykopów. Górną powierzchnię podtorza nazywa się torowiskiem.

Przekrój normalny toru - linia magistralna i pierwszorzędna jednotorowa na prostej



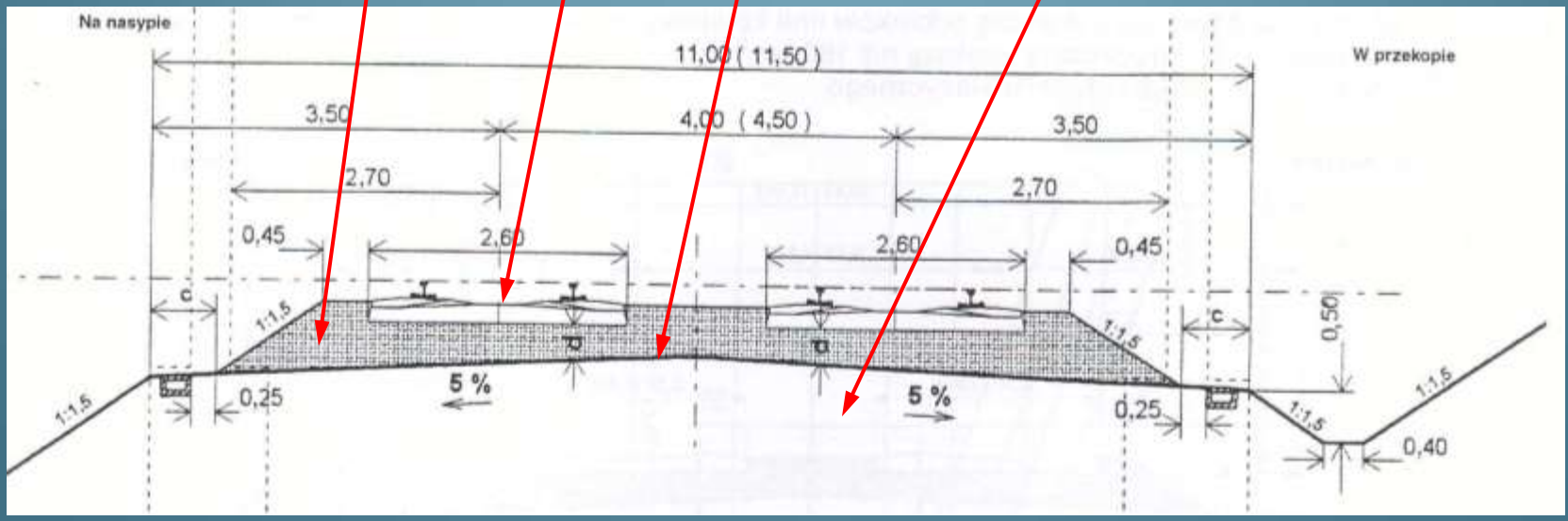
nawierzchnia: podkłady, przymocowanie i szyny

podsypka tłuczniowa

torowisko

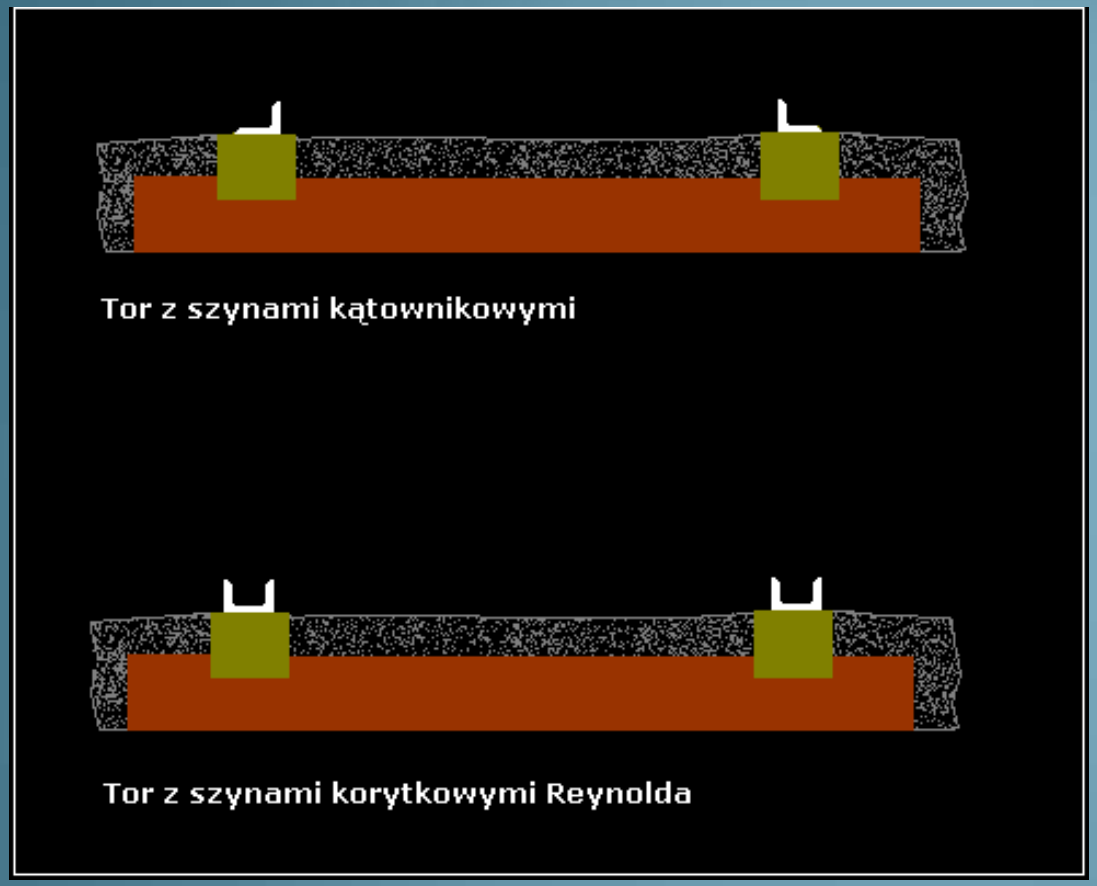
podtorze

Przekrój normalny toru - linia magistralna i pierwszorzędna dwutorowa na prostej



O CO CHODZI Z TYM SZYNAMI?

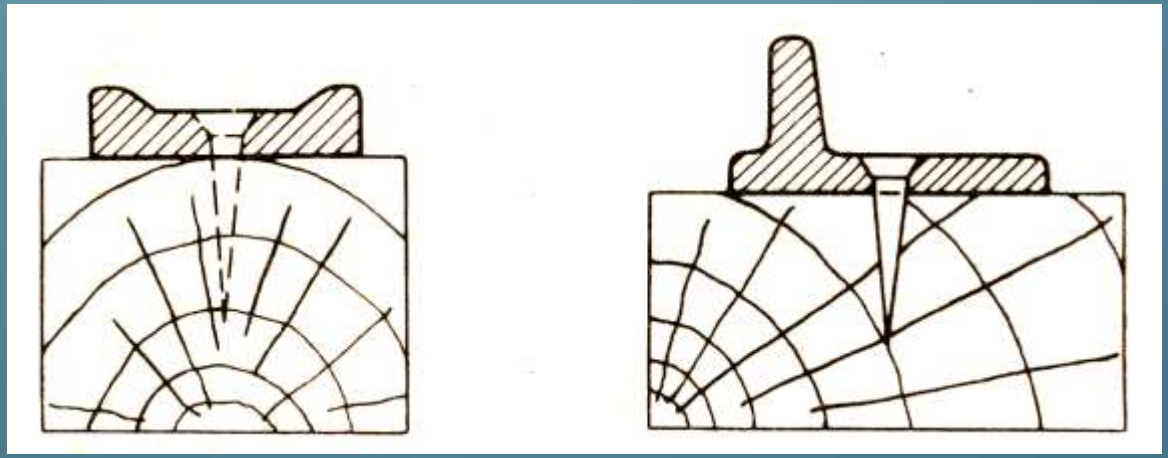
- Od czasów starożytnych ludzie zdawali sobie sprawę , że koła poruszają się lepiej po utwardzonej , płaskiej i gładkiej powierzchni. Im mniejsze tarcie między kołem a szyną tym mniejsza siła potrzebna do ruszenia pojazdu z miejsca.
- Rzymianie zaczęli z tego powodu budować brukowane drogi wykładając płytami dwa równoległe rowki w odległości równej rozstawowi kół rydwanu. Odległość między koleinami pozostawionymi przez rydwan w Pompejach okazała się o pół centymetra mniejsza od stosowanego dziś powszechnie rozstawu toru, czyli 1435 mm.
- W XVII alzaccy górnicy wykorzystywali do przewożenia urobku wagoniki z kołami zabezpieczonymi obręczą poruszające się po drewnianych torach. Jeden koń był w stanie pociągnąć kilka wózków z węglem ważących około 1 tony.



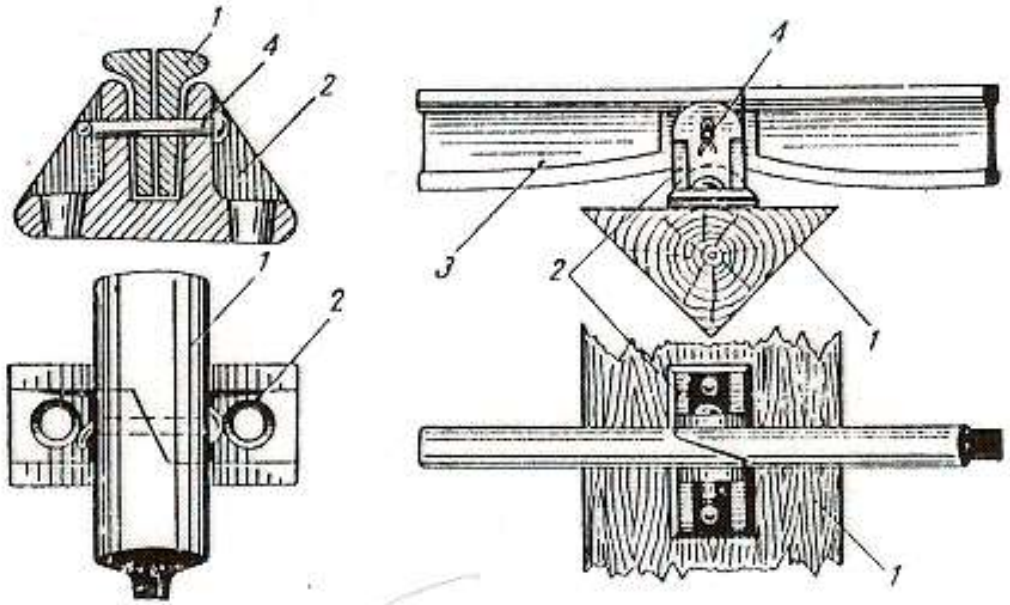
1763 r.
Kosma Frołow - szyny odlane z żelaza o przekroju kątownika

1767 r. Reynold - szyny jako odlew w kształcie płytkiego korytka (przekrój ceowy)

źródło: www.transportszynowy.pl

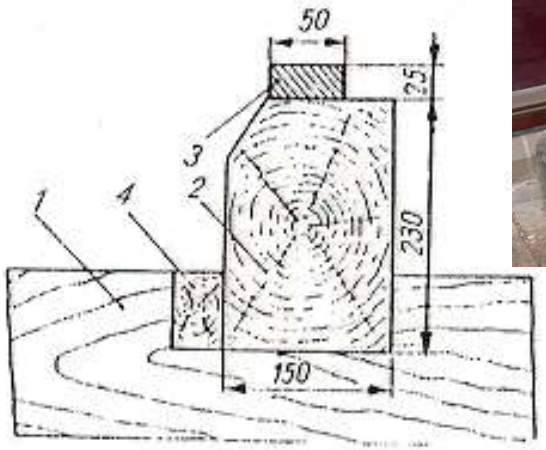


1789 r., Lougborough, Anglia

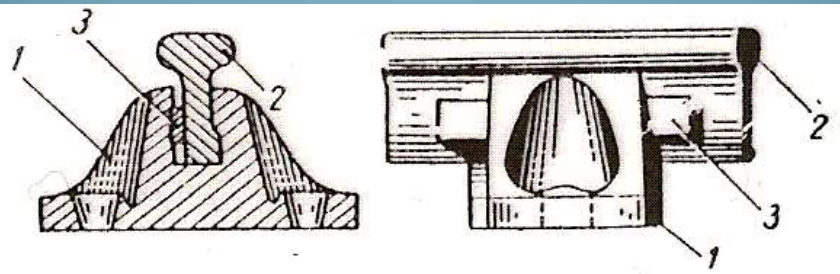


Szyna Jessopa (żeliwna stołeczkowa): *1* — podkład drewniany, *2* — stołeczek żeliwny, *3* — szyna o zmiennym przekroju, *4* — sworzeń

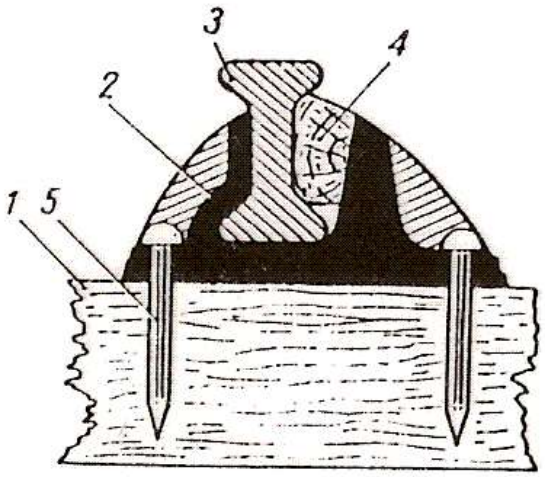


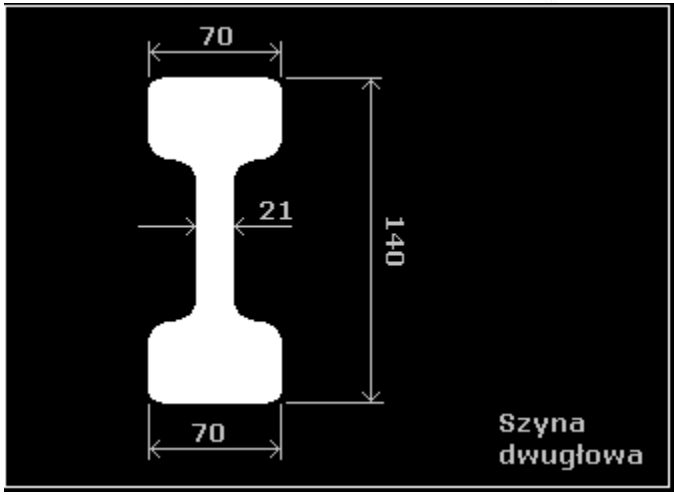


Belka drewniana okuta płaskownikiem stalowym: *1* — podkład, *2* — belka podłużna, *3* — płaskownik stalowy, *4* — klin drewniany

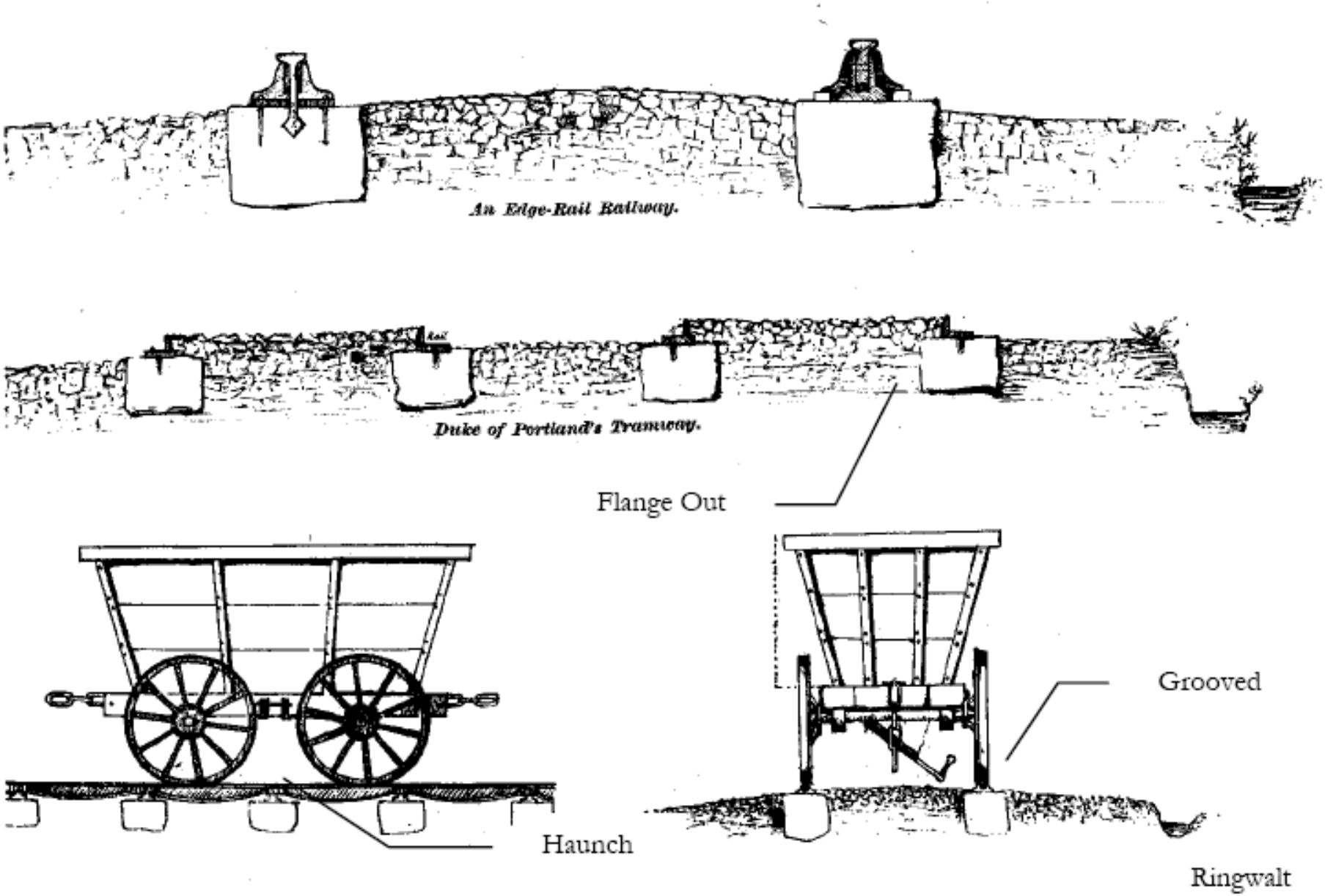


Szyna stalowa o przekroju stałym: *1* — stołeczek żeliwny, *2* — szyna stalowa, *3* — klin stalowy

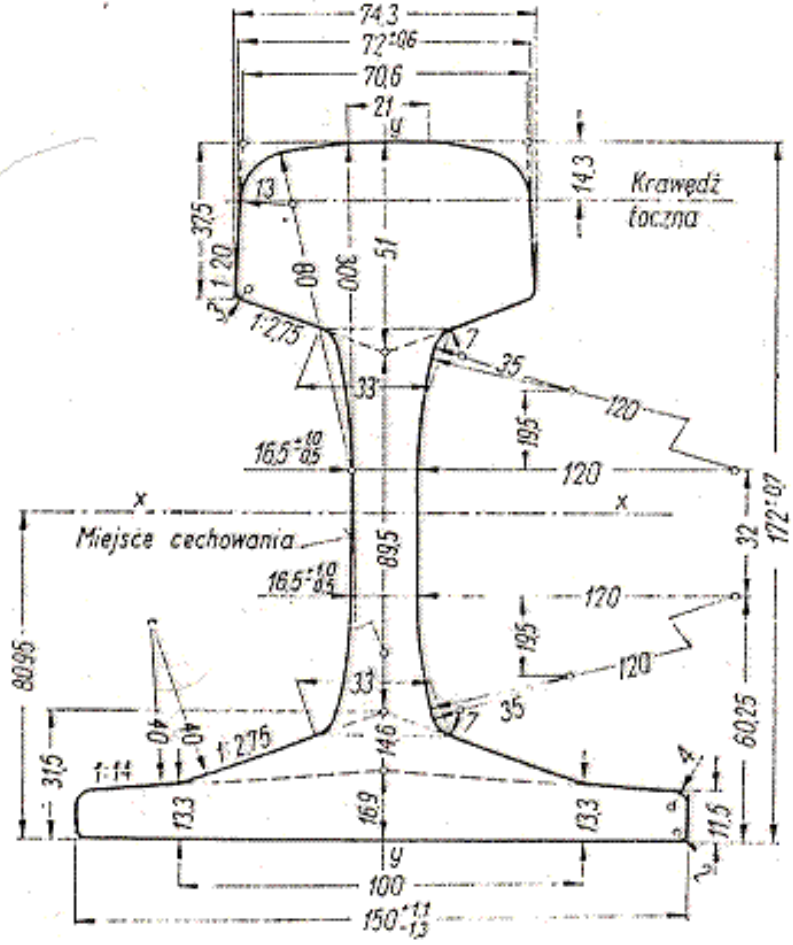




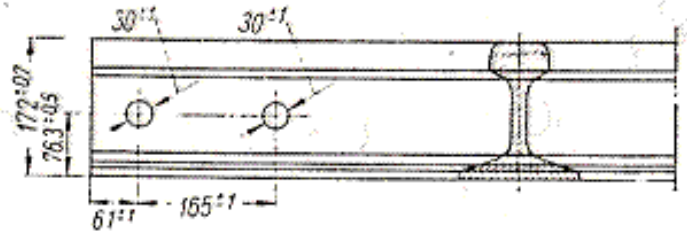
Szyna Stephensona stołeczkowa (dwugłówkowa): *1* — podkład drewniany, *2* — stołeczek żeliwny, *3* — szyna dwugłówkowa, *4* — klin drewniany, *5* — gwóźdź 1830



English Railways and Freight Cars, as Illustrated in Strickland's Report, 1826



Rozmieszczenie otworów w szynie



Rys. 4-1. Szyna normalnotorowa typu S60

Pierwowzorem szyny S60 była szyna Vignoles'a z 1830 r.

Szyna kolejowa S49



Szyna kolejowa UIC60



Szyna tramwajowa Ri-60N



Szyna blokowa LK-1



HISTORIA KOLEI W PIGUŁCE

- *1825 r. „Locomotion" Stephensona wiezie Anglików z prędkością 22 km/h, 27 lat później francuska lokomotywa „Crampton" osiąga zawrotną prędkość 112 km/h. Było to w czasach podróży wozami zaprzężonymi w konie, a nawet w woły.*
- *Intensywna rozbudowa sieci kolejowej.*
- *Wojny światowe dowiodły znaczenia strategicznego sieci kolejowych.*
- *Po II wojnie światowej zastąpiono silniki parowe napędem elektrycznym i silnikami Diesla.*
- *Powolny odwrót od kolei na korzyść transportu samochodowego.*
- *Wzrost zainteresowania transportem szynowym w latach 80 XX w. z powodu rosnących cen paliw (kryzys naftowy w 1974 r.).*
- *Rozwój kolei szybkich (powyżej 250 km/h), rekord prędkości 574 km/h.*

OK., A NAPĘD?

- Sukces kolejnictwa został przesądzony w momencie wynalezienia siły pociągowej skuteczniejszej niż koń – napędu parowego:
  1700 r. - Thomas Newcomen - silnik parowy,
  1767 r. - James Watt – ulepszony silnik parowy,
  1769 r. - Nicolas Cugnot – pojazd z silnikiem parowym,
  1804 r. - Richard Trevithick – lokomotywa parowa,
  1814 r. - George Stephenson – „Locomotion" i pierwszy pociąg z napędem parowym,
  lata 70 XX w. – schyłek trakcji parowej,
  Do dziś trakcji parowej używa się w Indiach i Pakistanie.

OK., A NAPĘD?

- Historia rozwoju napędu elektrycznego:
  1879 r. - Werner von Siemens – prototyp lokomotywy z napędem elektrycznym,
  1881 r. - Magnus Volk – pierwsza elektryczna linia kolejowa,
  1895 r. - General Electric – kolej elektryczna,
  1903 r . - elektrowóz Siemensa 205 km/h, AEG – 210 km/h,
  1955 r. - lokomotywa CC7107 francuskich SNCF – 329 km/h,
  1964 r. - pierwsze lokomotywy wielosystemowe (różne zasilanie elektryczne),
  2002 r. - lokomotywa Eurosprinter Siemensa – 357 km/h,
  3 kwietnia 2007 r. – TGV jednostkaV150 - 574,8 km/h.

- Równocześnie prowadzono prace nad napędem spalinowym:
  1897 r. - Rudolf Diesel – pierwszy silnik spalinowy,
  do 1930 r. - Ameryka, Włochy, Niemcy - prace nad przeniesieniem napędu,
  przed II WŚ - Fiat, Breda, Bugatti, Maybach - pierwsze lekkie pociągi spalinowe
  lata 50, 60, 70 - lokomotywy wielozadaniowe różnych konstrukcji silników i układów jezdnych

PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH

W zależności od wykonywanych przewozów:

- koleje znaczenia ogólnego - zobowiązane są do przewozu wszystkich zgłoszonych ładunków zgodnie z regulaminem przewozów, za określoną opłatą i ustalonych terminach,
- koleje ograniczonego użytkowania - są własnością zakładów przemysłowych lub instytucji i służą do wewnętrznego transportu towarów według własnych potrzeb zakładów.

W zależności od prześwitu (szerokości) toru:

- normalnotorowe - o szerokości 1435 mm,
- szerokotorowe - o szerokości większej niż 1435 mm (przykłady: Rosja: 1524 mm, 1676 mm - Hiszpania, 1600 mm - Irlandia),
- wąskotorowe - o szerokości mniejszej niż 1435 mm (np. 1000 mm, 750 mm, 600 mm - stosowane często jako koleje dojazdowe, zakładowe, turystyczne itp.).



Tor szerokości normalnej 1435 mm

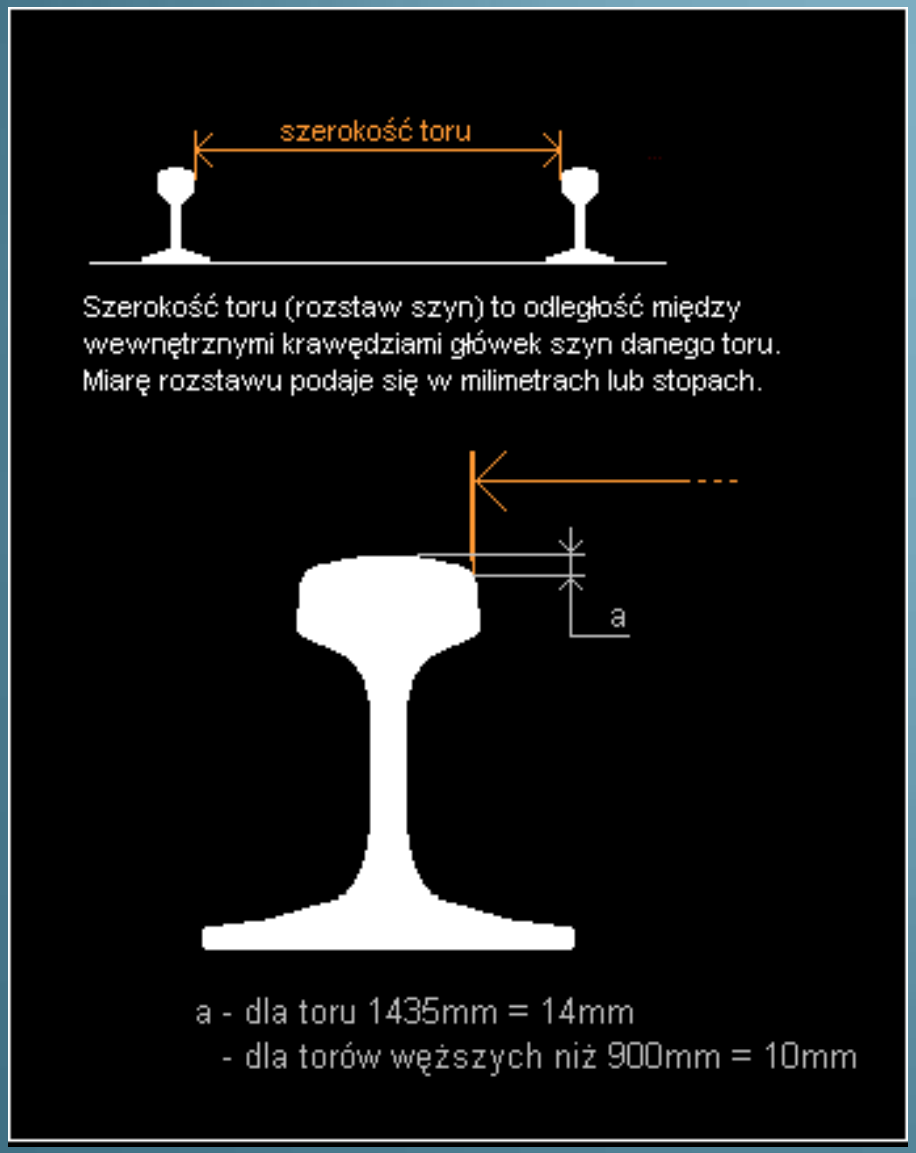
Tor wąski 760 mm

Tor szeroki 1524 mm



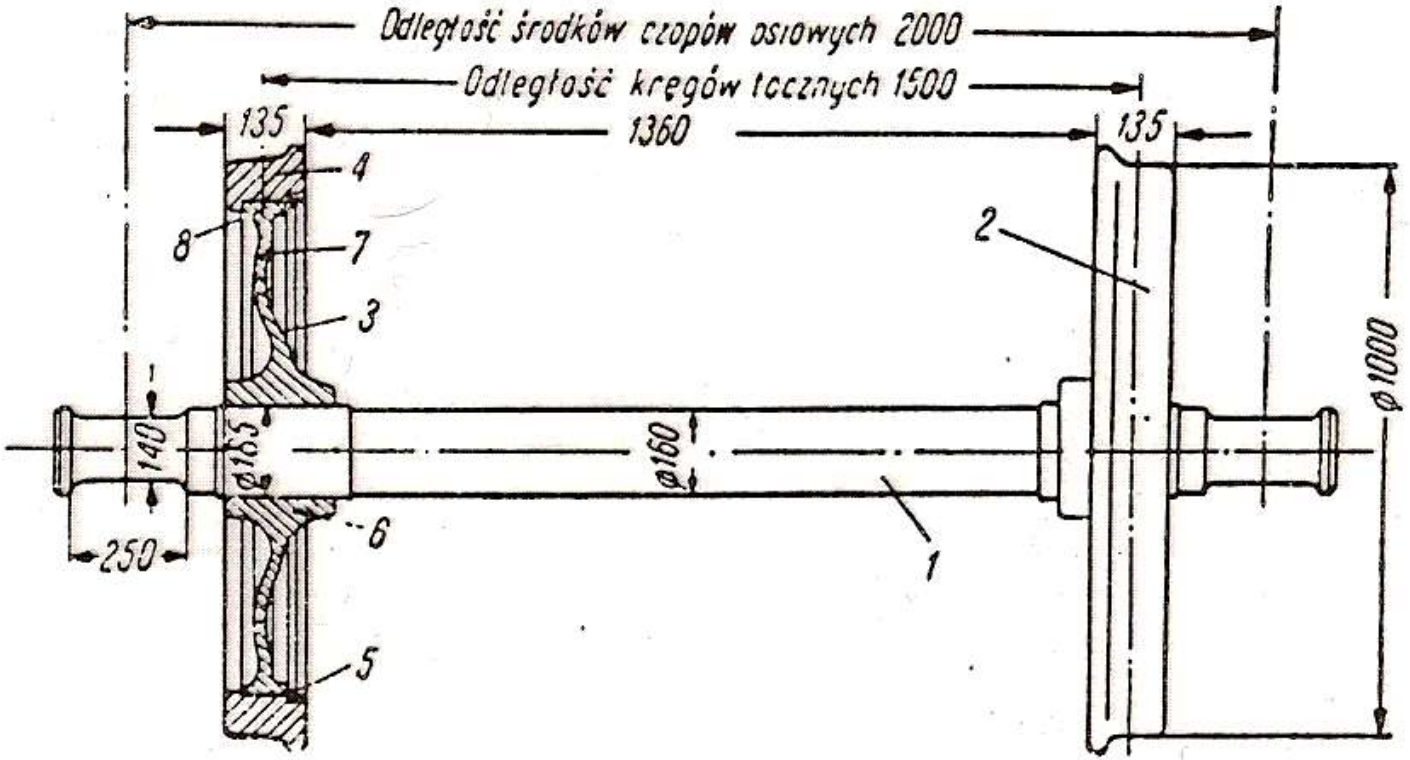


ROZSTAW SZYN



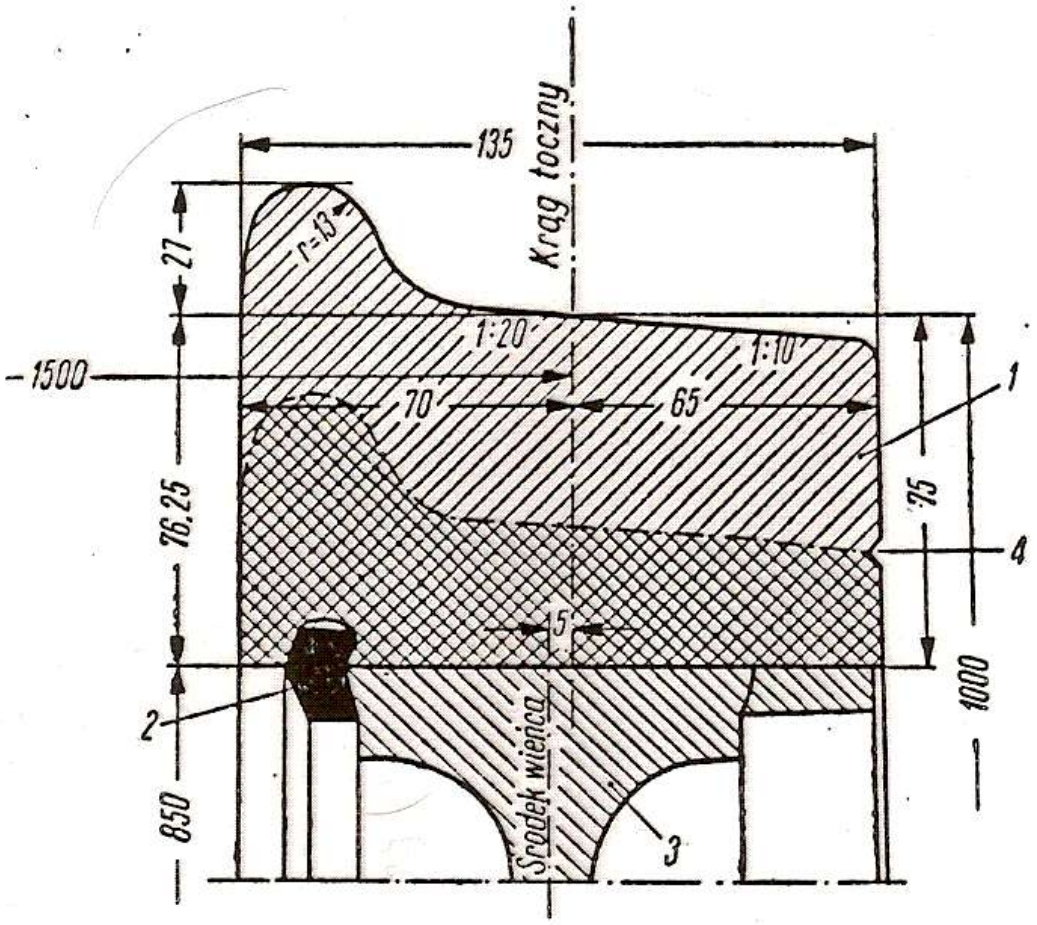
Dopuszczalne odchylenia w torze szerokości normalnej na odcinkach prostych nie mogą przekraczać + 10mm i - 3mm.

źródło: www.transportszynowy.pl



Rys. 6. Zestaw kołowy

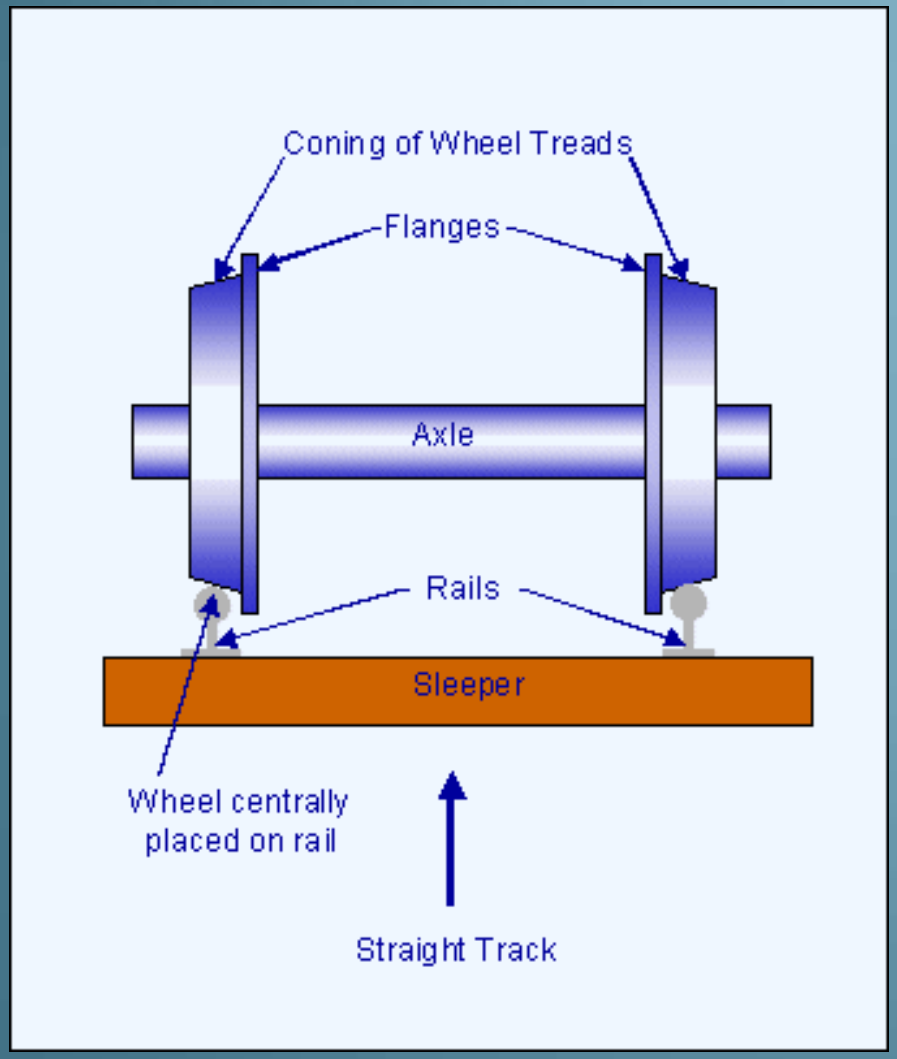
1 — oś, *2* — koło, *3* — koło bose, *4* — obręcz, *5* — pierścień zaciskowy, *6* — piasta, *7* — tarcza, *8* — wieniec

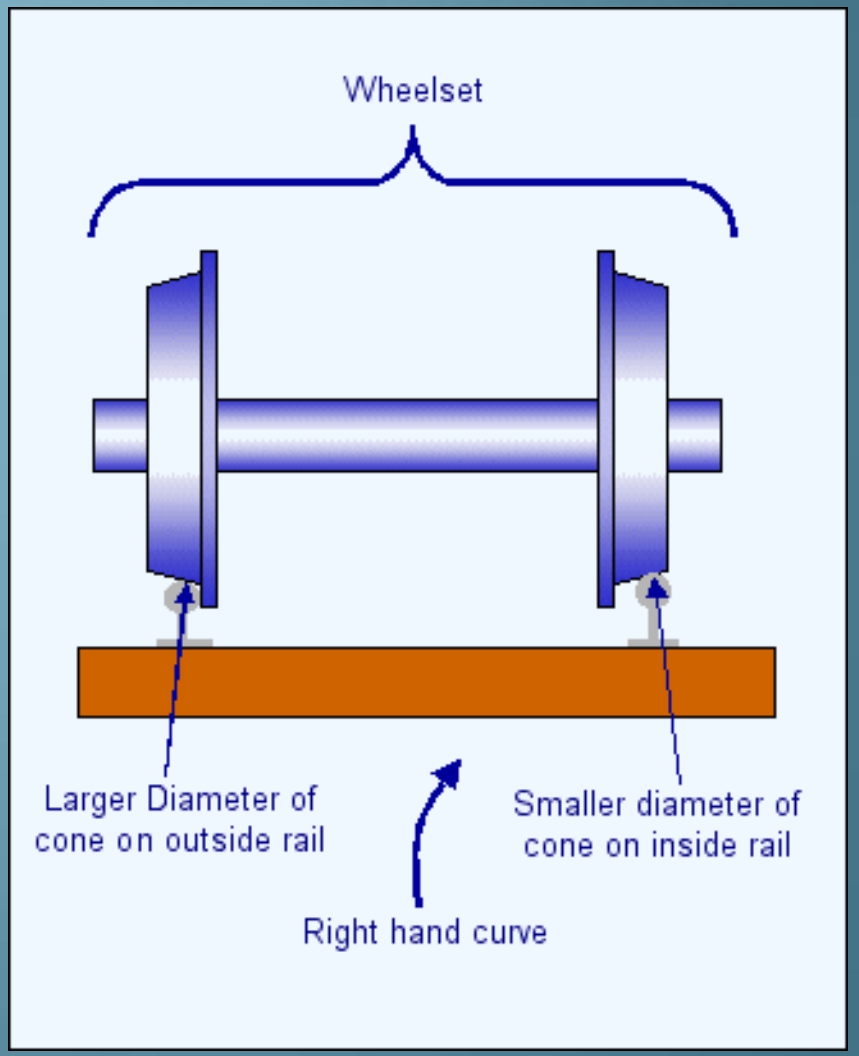


Rys. 8. Przekrój przez obręcz i wieniec koła bosego

1 — obręcz, 2 — pierścień zaciskowy, 3 — wieniec koła bosego, 4 — granica dopuszczalnego zużycia obręczy

STOŻKOWE POWIERZCHNIE TOCZNE



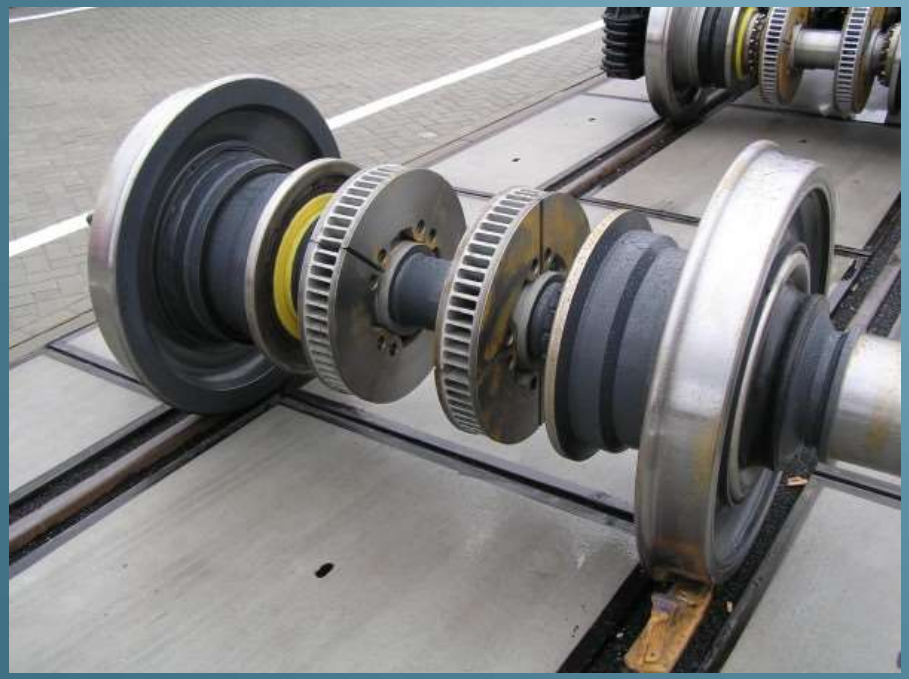


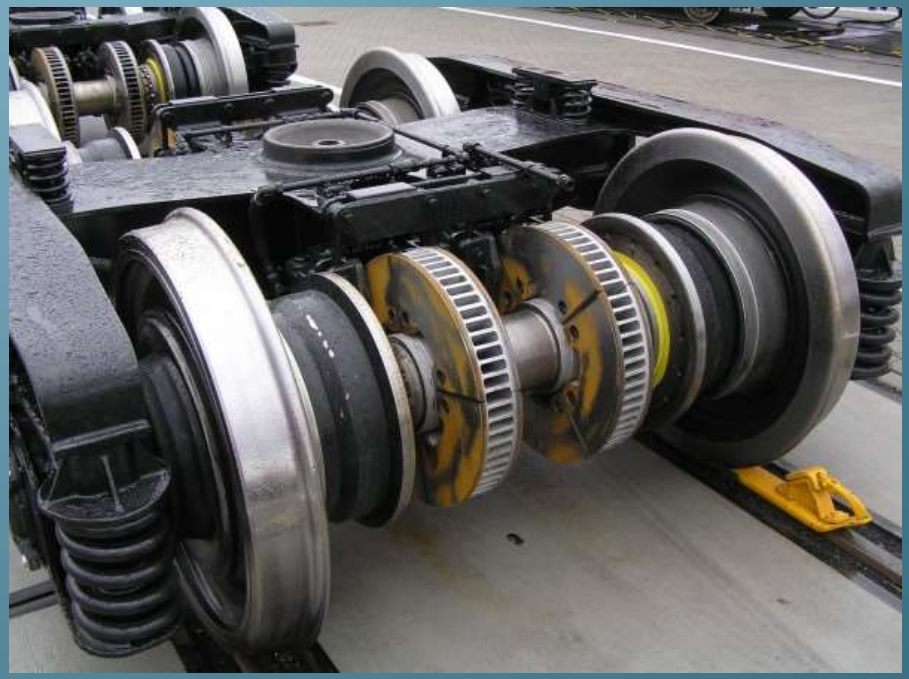
- Naturalne przechylenie się do środka łuku
- Skrócenie drogi toczenia od wewnątrz – mechanizm różnicowy

źródło: www.railway-technical.com

ZMIANA ROZSTAWU SZYN

Na początku lat 90 XX wieku polscy konstruktorzy z inżynierem Suwalskim skonstruowali wózki jezdne z zestawami kołowymi umożliwiającymi rozszerzanie osi kół podczas jazdy, co powoduje że przy zmianie szerokości toru nie jest konieczna wymiana wózków. Zabieg ten realizowany jest samoczynnie na torze przestawczym bez konieczności odciążania wagonów. System SUW 2000 jest obecnie eksploatowany zarówno w ruchu pasażerskim jak i towarowym.





źródło: www.transportszynowy.pl

PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH

W zależności od znaczenia:

- magistralne – najważniejsze linie w sieci
- pierwszorzędne - charakteryzuje je szybki ruch osobowy i tranzytowy towarowy.
- drugorzędne - o mniejszym natężeniu i szybkości jazdy pociągów,
- znaczenia miejscowego - obsługują miejscowe trasy o małym natężeniu i małej prędkości jazdy.

Parametry eksploatacyjne linii kolejowych

Lp.	Kategoria linii kolejowej	Obciążenie przewozami T [Tg/rok]	Prędkość maksymalna v_{max} [km/h]	Prędkosc maks. pociągow towarowych v_t [km/h]	Dopuszczalne naciski osi P [kN]
1	2	3	4	5	6
1	Magistralne (0)	$T \geq 25$	$120 < v_{max} \leq 200$	$80 < v_{max} \leq 120$	$P \leq 221$
2	Pierwszorzędne (1)	$10 \leq T < 25$	$80 < v_{max} \leq 120$	$60 < v_{max} \leq 80$	$210 \leq P < 221$
3	Drugorzędne (2)	$3 \leq T < 10$	$60 < v_{max} \leq 80$	$50 < v_{max} \leq 60$	$200 \leq P < 210$
4	Znaczenia miejscowego (3)	$T < 3$	$v_{max} \leq 60$	$v_{max} \leq 50$	$P < 200$

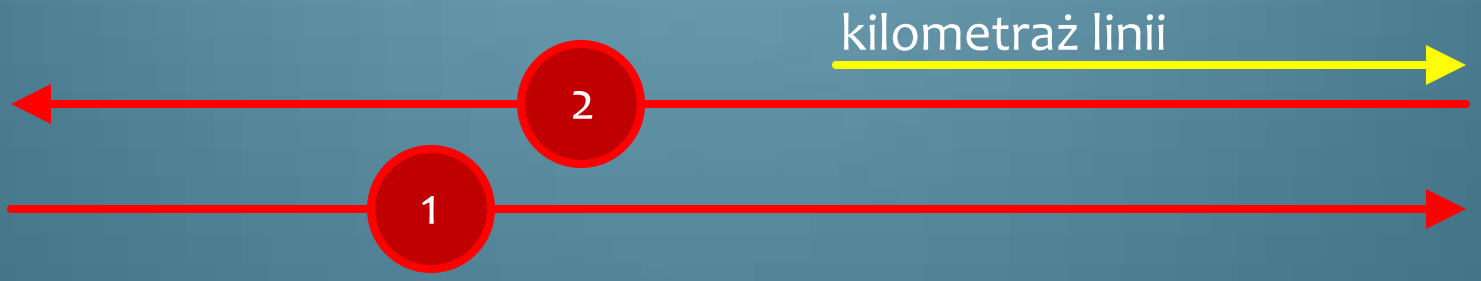
PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH

W zależności od ilości torów głównych:

- jednotorowe,
- dwutorowe,
- wielotorowe.

W Polsce na liniach dwutorowych obowiązuje prawostronny ruch pociągów - jazda po torze prawym patrząc w kierunku jazdy.
W przypadku jazdy po torze w kierunku przeciwnym do ustalonego kierunku zasadniczego używa się określenia „jazda po torze niewłaściwym”.

Zasada numeracji torów



PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH

W zależności od charakteru powierzchni (ukształtowania) terenu :

- nizinne - o największych wzniesieniach w zakresie 5-10 promili i dużych promieniach łuków poziomych,
- podgórskie - o największych wzniesieniach w zakresie 10-15 promili i średnich promieniach łuków poziomych,
- górskie - o największych wzniesieniach w zakresie 15-25 promili i małych promieniach łuków poziomych (naturalna przyczepność koła do szyny pozwala na pokonywanie wzniesień o pochyleniu 35 – 38 promil),
- specjalne górskie - koleje zębate (pomiędzy szynami toru znajduje się szyna zębata zapewniająca przyczepność i napęd). Największe wzniesienie linii zębatej wynosi 250 promil.

Tor kolei zębatej



Profil toru kolei zębatej Montreux-Glion: maksymalne pochylenie 130 promil.



Abb. 53. Zahnbahn Montreux-Glion.

PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH

W zależności od położenia względem terenu :

- naziemne - tor na powierzchni ziemi (kolej konwencjonalna, tramwaj),
- nadziemne – tor na estakadach nad terenem (kolej konwencjonalna, gondolowa, linowa),
- podziemne – tor w tunelach pod ziemią (kolej konwencjonalna, metro).



Konwencjonalna kolej naziemna

Kolej linowo-terenowa - Zakopane







Kolej nadziemna na estakadzie - Kuala Lumpur, Malezja

Kolej linowa nadziemna – podpora liny trakcyjnej i wagon







Kolej podziemna w tunelu - Berlin



Trasa poprowadzona w tunelach i na wiaduktach Landwasser Viaduct – Szwajcaria

PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH



W zależności od rodzaju trakcji :

- parowe,
- elektryczne,
- spalinowe,
- magnetyczne,
- linowe.









PODZIAŁ LINII KOLEJOWYCH

Ze względu na funkcję

- Pociągi dalekobieżne,
- Pociągi regionalne,
- Pociągi podmiejskie,
- Tramwaje,
- Metro.











KOLEJ A INNE RODZAJE TRANSPORTU

Rodzaj transportu	Przewożony ciężar brutto/ 1 jednostkę transportową	Średnie odległości przewozu	Prędkość techniczna przewozu	Wskaźnik efektywności
	[T]	[km]	[km/h]	[Tkm/KM/h]
Konny	4	6	6	-
Samochód osobowy	1	14	50	3.1
Samochód ciężarowy	25	100	90	6
Tramwaj	4	5	20	32
Kolejowy osobowy	750	36	100	30
Kolejowy towarowy	2300	237	80	52.2
Wodny śródlądowy	3500	281	15	69
Wodny morski	8500	3173	28	40
Lotniczy	100	331	800	3.3

Wskaźnik efektywności – praca przewozowa (ciężar jednostki transportowej brutto przemnożony przez drogę przewozu) wykonana w ciągu 1 godziny podzielona przez moc silnika.

POCIĄG, SAMOCHÓD CZY SAMOLOT?

- Istotnym ograniczeniem systemów transportu osobowego jest intensywność ruchu w miastach. W wielu miastach w godzinach szczytu pojawiają się korki uliczne. Podobnie porty lotnicze często pracują na granicy swojej przepustowości.
- Na tym tle koleje, a w szczególności koleje dużych prędkości oferują zdolność do przewozu dużej liczby pasażerów z większą prędkością niż samochody czy samoloty.
- Pociągi mają przewagę prędkości i ceny nad samochodami na wielu kierunkach połączeń. Podróżowanie pociągiem jest uważane jako bardziej produktywne dla kierowców, którzy nie są zmuszeni do prowadzenia samochodu i skupiania uwagi.







POCIĄG, SAMOCHÓD CZY SAMOLOT?

Obecnie samoloty rejsowe podróżują 3 razy szybciej niż pociągi dużych prędkości. Mimo to na dystansie 400-800 km podróż pociągiem i samolotem zabiera tyle samo czasu ponieważ:

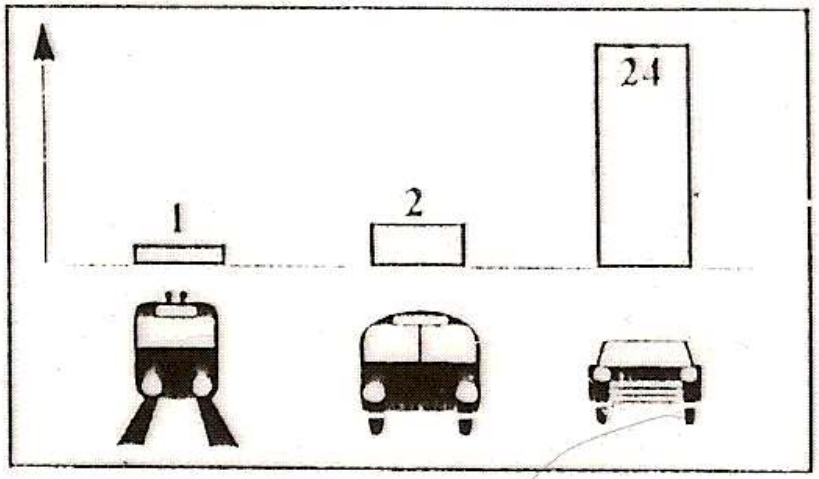
- Lotniska są sytuowane daleko od centrów miast co wymaga dodatkowego czasu na transfer.
- Wsiadanie i wysiadanie z pociągu jest o wiele łatwiejsze, szybsze i mniej stresujące niż w przypadku samolotu.
- Częstotliwość kursowania pociągów jest zwykle większa niż samolotów.



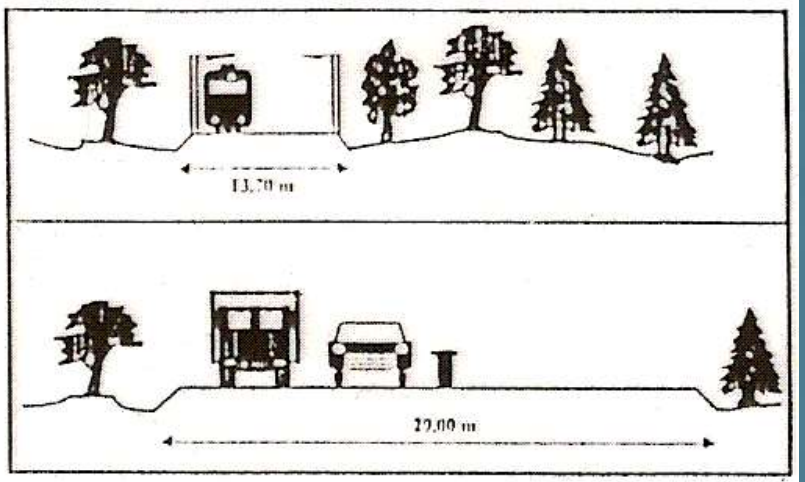




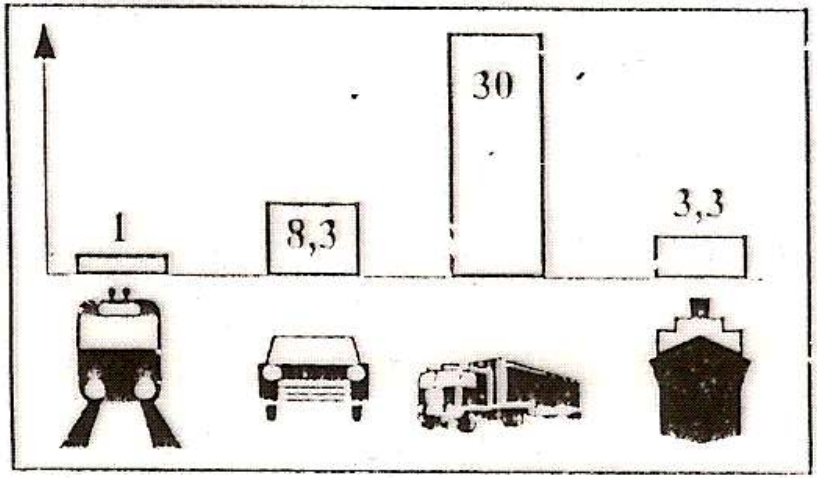
KOLEJ A INNE RODZAJE TRANSPORTU



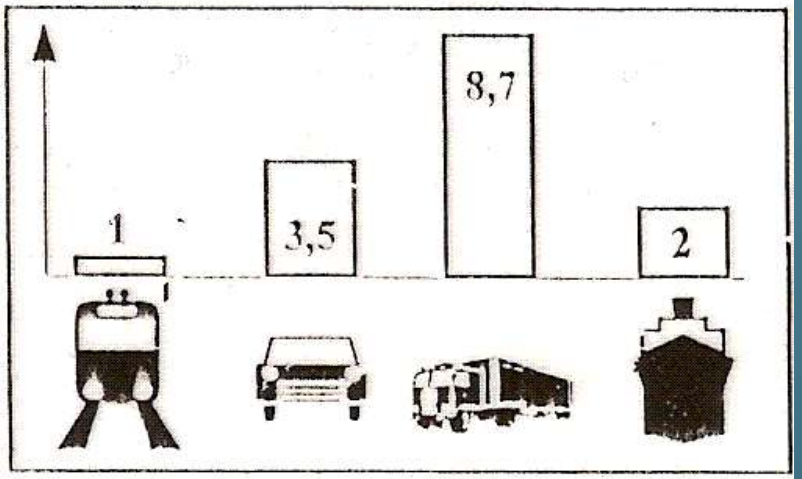
travel hazard



consumption of land area

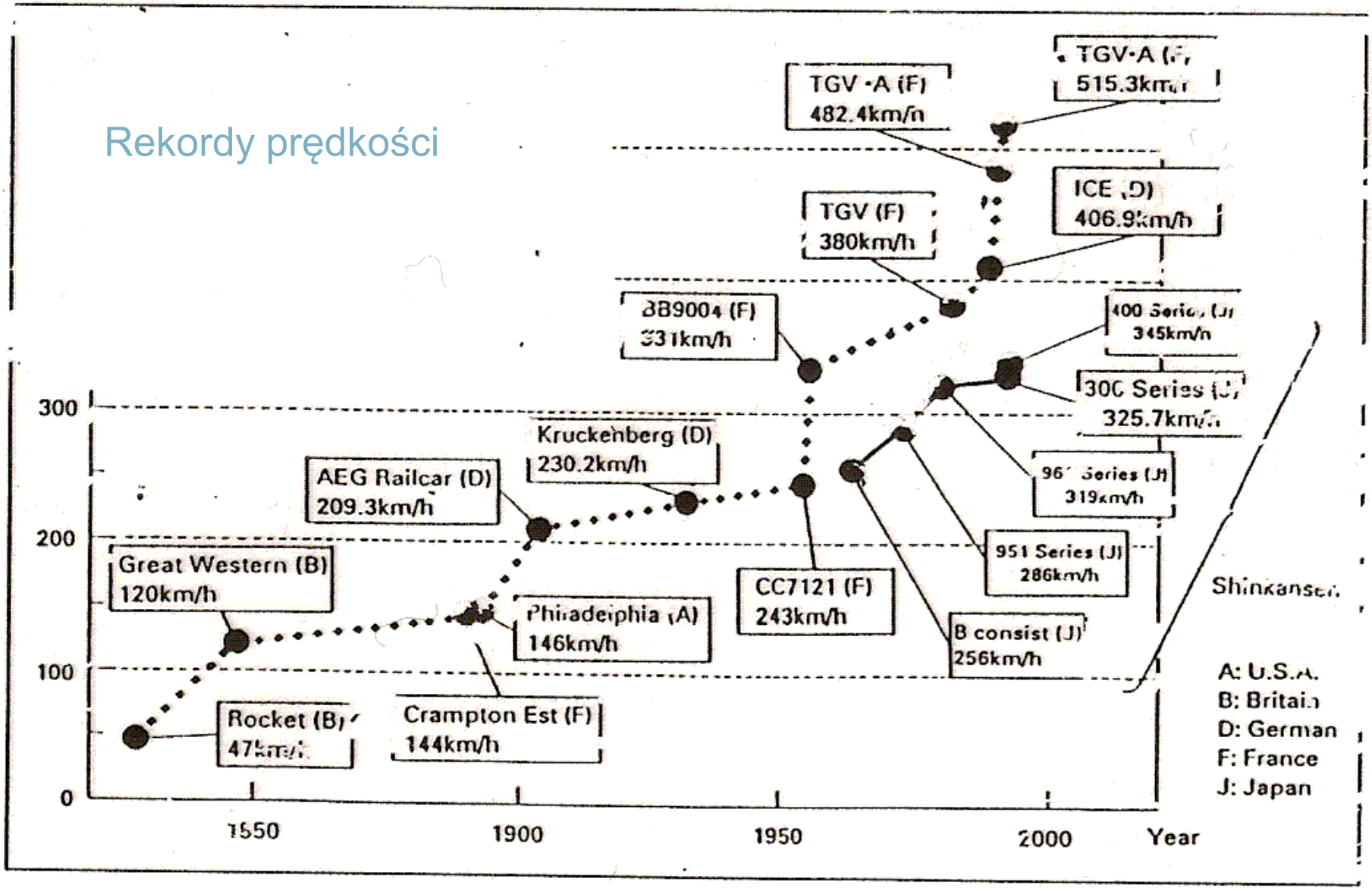


pollution emission



energy consumption

Rekordy prędkości



ELEMENTY INFRASTRUKTURY

- Linie kolejowe,
- Bocznice kolejowe,
- Stacje towarowe,
- Stacje rozrządowe,
- Stacje, przystanki pasażerskie, krańcówki,
- Obiekty infrastruktury komunikacyjnej:
  mosty, wiadukty, przepusty, tunele, kładki dla pieszych, przejścia pod torami (podziemne), ściany oporowe,
- Przejazdy kolejowe i przejścia,
- Inne budynki pomocnicze.

Linie kolejowe: tor pojedynczy i podwójny





Bocznice kolejowe

Bocznice definiuje się jako drogi kolejowe, połączone z liniami kolejowymi, służące do załadunku i wyładunku, czynności utrzymaniowych lub postoju, wraz z niezbędnymi urządzeniami. Jest to odcinek toru oddalony od głównej linii kolejowej i formalnie jest własnością zakładu produkcyjnego, przemysłowego lub innego. Może być to bocznica odchodząca od stacji (stacyjna) bądź od linii kolejowej (szlakowa). Bocznice zwykle są zbudowane z elementów o niższym standardzie niż główne linie ze względu na mniejsze prędkości i mniejsze obciążenie ruchem.



Stacja towarowe (przeładunkowa)

Stacje towarowe są wyposażone w złożony układ torów umożliwiający składowanie, sortowanie , ładowanie rozładowywanie wagonów. Stacje te mają część torów równoległych w celu składowania wagonów nie zajmujących głównej linii. Wagony są przemieszczane za pomocą lokomotyw manewrowych. Wagony mogą być sortowane w zależności od adresata docelowego, stanu załadowania, przeznaczenia (do eksploatacji, do włączenia w pociąg , do naprawy) i wiele innych.



Stacja towarowa
w Los Angeles

Źródło: http://encyclopedia.thefreedictionary.com

Stacja rozrządowa

Jest to rodzaj stacji przeznaczonej do przyjmowania, rozrządzania i ponownego zestawiania składów. Rozróżnia się trzy rodzaje stacji rozrządowych:

1. **Stacja rozrządowa równiowa bez górki** – rozrządzanie odbywa się metodą odstawiania i odrzutów.
2. **Stacja rozrządowa równiowa z górką** - wagony do rozrządzania są pchane przez lokomotywę manewrową na sztuczną górkę natomiast, z górki odprzęgi zjeżdżają na odpowiednie tory kierunkowe poprzez działanie siły grawitacji.
3. **Stacja rozrządowa pochylniowa** - ten typ stacji występuje już niezwykle rzadko ze względu na trudność uformowania terenu w całości na pochylni. Ich zaletą jest, że całość cyklu rozrządzania i zestawiania wykonywana jest z użyciem siły grawitacji.



Chicago and North Western Railway's Proviso Yard in Chicago, Illinois, 1942.

Stacje pasażerskie







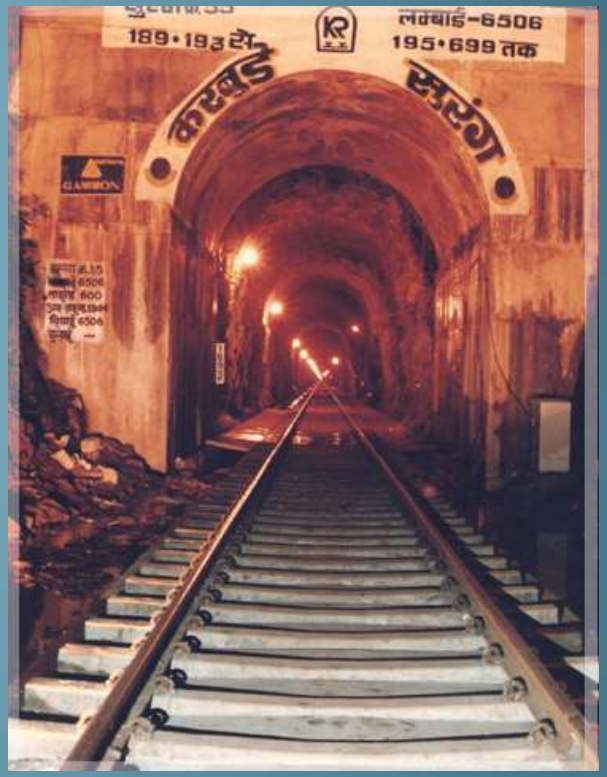


Obiekty infrastruktury komunikacyjnej

most, wiadukt, tunel, przepust, kładka dla pieszych, ściana oporowa, przejście pod torami















Przejazdy kolejowe









Budynki pomocnicze



Wieża wodna



Lokomotywownia



Nastawnia



Posterunek odgałęźny