

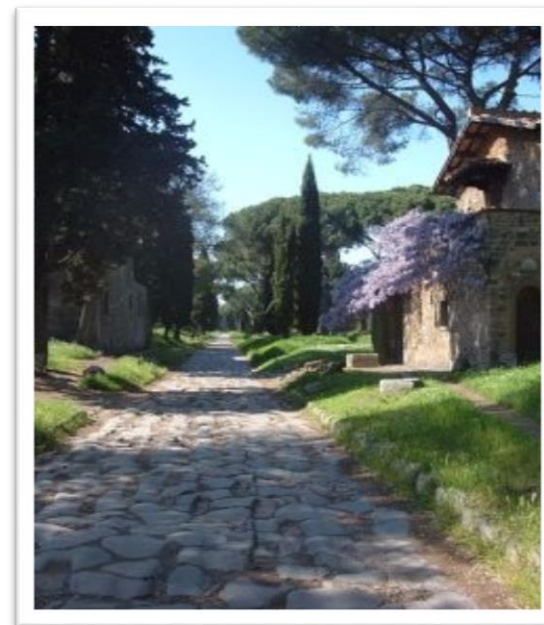
Hyperloop – technologia jutra

- Międzypolitalny transport przyszłości



Rozległe systemy komunikacyjne

Istniały już od czasów Cesarstwa Rzymskiego, które miało swój układ dróg utwardzonych, łączących wszystkie części Imperium.



Ten układ dróg stanowił „krwioobieg gospodarki”.



Ostatnie 40 lat poprzedniego stulecia to rozwój szybkiej kolei

W ciągu ponad 50 lat swego istnienia francuskie pociągi TGV o prędkości 270-320 km/h skutecznie konkurują z liniami lotniczymi.

Do TGV należy także światowy rekord prędkości pojazdu szynowego: 574,8 km/h.



Zbliżone prędkości maksymalne i eksploatacyjne osiągają japońskie pociągi Shinkansen



Czy da się podróżować szybciej
niż obecnie
i przy niższych kosztach?

Są dwa podstawowe ograniczenia
szybkości pociągów:

- opór toczenia się,
- opór powietrza.



Tarcie kół o szyny i towarzyszące zjawiska wibracyjne

Odpowiedzią na ten problem miała być **kolej magnetyczna**, wykorzystująca zjawisko indukcji elektromagnetycznej do unoszenia składu kolejowego na „poduszce magnetycznej” bez styku z szynami.

Idea kolei magnetycznej nie odniosła jednak na razie sukcesu. Na świecie działa w praktyce tylko jedna linia kolei magnetycznej o długości zaledwie 30 km (w Szanghaju w Chinach), oparta na niemieckiej technologii Rapid.

Rozwija ona wprawdzie maksymalną prędkość ponad 400 km/h, ale okazuje się bardzo droga w budowie i eksploatacji, a niewiele szybsza od zwykłych elektrycznych pociągów wielkich prędkości jak TGV czy Shinkansen.

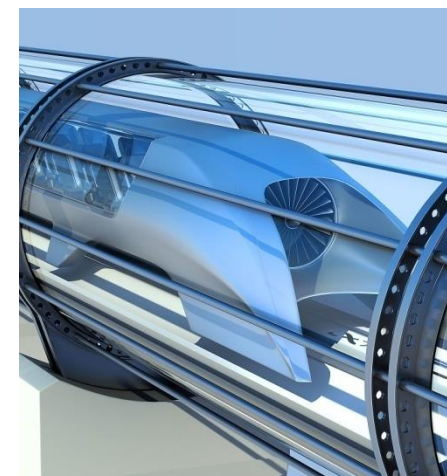
Opór powietrza

Opory powietrza rosną początkowo **proporcjonalnie do kwadratu prędkości** (a więc dwukrotny wzrost prędkości to czterokrotne zwiększenie oporów i zużycia energii),
a gdy przepływy powietrza przy większych prędkościach stają się turbulentne – **nawet do sześciangu prędkości**.

To podstawowy powód, dla którego pojazdy szynowe w zasadzie nie przekraczają prędkość 320 km/h.

*Nieuchronnie więc kierunkiem poszukiwań
stają się systemy zamknięte,*

*całkowicie odizolowane od otoczenia,
w których pojazdy mogą się poruszać w rurach
z radykalnie obniżonym ciśnieniem
i z ogromnymi prędkościami.*



Hyperloop

– podróże w rurach próżniowych

Ideę tanich podróży naziemnych z prędkościami lotniczymi sformułował słynny wizjoner, wynalazca i miliarder Elon Musk.

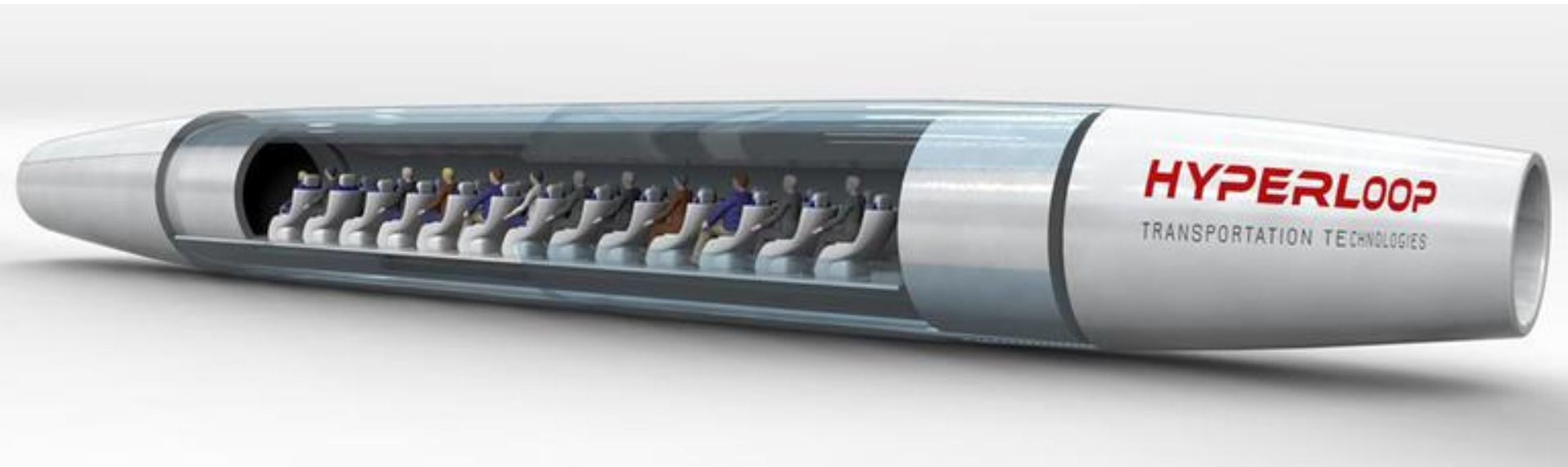
Zirytowany prognozowanymi kosztami pociągu Los Angeles – San Francisco, w sierpniu 2013 roku Musk zaproponował rewolucyjny system transportu, który nazwał **Hyperloop** (*Superskoczek*).



Oto definicja tego nowego rozwiązania transportowego, zaczerpnięta z Wikipedii:

HYPERLOOP – projekt nowego środka transportu pasażerskiego i towarowego zainicjowany przez miliardera Elona Muska.

Głównym celem projektu jest stworzenie systemu transportowego, który byłby szybki, jak transport lotniczy i tani jak drogowy.



Według założeń kapsuła zabierająca do 28 osób poruszałaby się w specjalnej rurze z radykalnie obniżonym ciśnieniem wewnątrz, co zmniejszyłoby opory powietrza i pozwoliłoby osiągnąć prędkość dźwięku (ok. 1200 km/h).

Ziarno rzucone przez Muska zaczyna kiełkować obiecująco. Na całym świecie powstało kilkaset firm i zespołów badawczych, które konkurują, ale też często współpracują między sobą w pracach nad rozwojem tej technologii.



Obecnie większość z nich łączy ideę tuneli próżniowych z elementami technologii lewitacji magnetycznej.

W Polsce w Łodzi działa pręźnie firma **Hyper Poland**, która w swoim klipie promocyjnym znakomicie objaśnia ideę Hyperloop.

Hyperloop – [krótkie wprowadzenie](#) video (1:26)

CIEKAWOSTKA: Sytuacja obecnych prac nad *hyperloop* przypomina do złudzenia stan rozwoju prac nad koleją w pierwszych latach XIX wieku.



➔
200 lat



Konkurs na najlepszą lokomotywę, który wygrała pierwsza lokomotywa, którą można nazwać „nowoczesną”.

Planowany termin uruchomienia pierwszego komercyjnego odcinka systemu Hyperloop to 2029.

Jak może wyglądać sieć połączeń Hyperloop?

Sieć połączeń kolejowych



Sieć połączeń Hyperloop



W sieci Hyperloop każda podróż odbywa się **dokładnie między dwoma punktami**, nie ma żadnych stacji pośrednich (a więc także dosiadania się i wysiadania po drodze). Dłuższa podróż to po prostu cykl kolejnych przejazdów z miasta do miasta, gdzie następuje przesiadka.

Podstawowe różnice między siecią połączeń Hyperloop a siecią kolejową



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita
Polska**



**MINISTERSTWO
INWESTYCJI
I ROZWOJU**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Kolej: dłuższe i bardziej kręte trasy

Sieć kolejowa jest zarówno budowana, jak i użytkowana tak, aby obsłużyć dłuższe trasy przebiegające przez wiele miast.

Po tych samych torach poruszają się zarówno pociągi dalekobieżne, jak i lokalne.

Najlepsze połączenie to takie, które przewiezie nas jednym pociągiem na całej trasie.

W pociągu będziemy widzieli co chwilę inny skład pasażerów, bo ludzie wsiadają i wysiadają na kolejnych stacjach.

Hyperloop: proste połączenia „punkt do punktu”

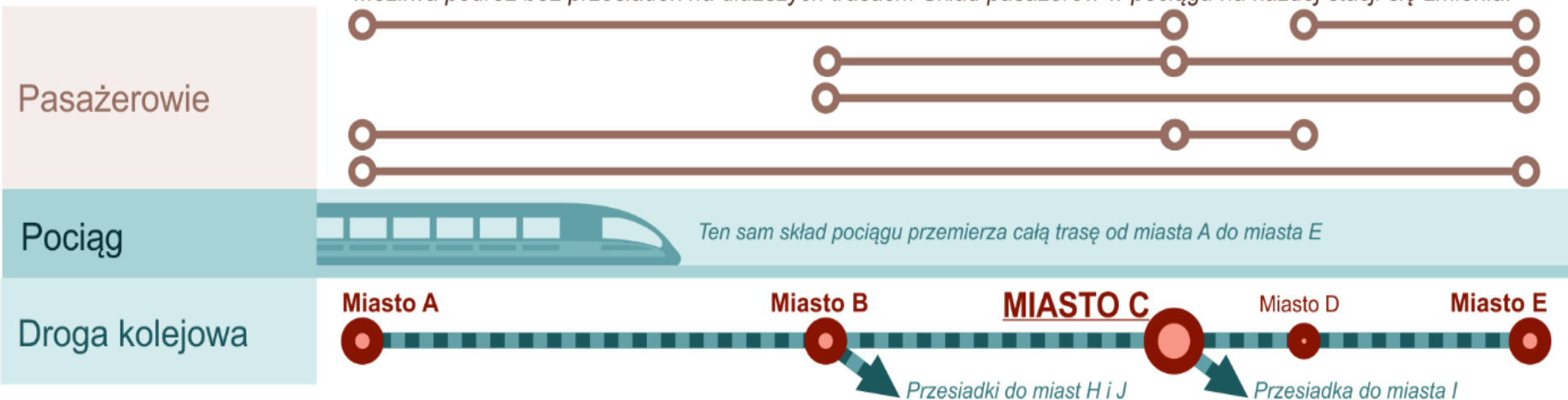
Jej tunele będą budowane wyłącznie do podróżowania między dwoma konkretnymi punktami. Danym tunelem będą się poruszać zawsze te same kapsuły.

Przesiadki w takim systemie będą nieuniknione, jeśli chcemy pokonać dłuższą trasę.

Za to gdy już wsiądziemy do kapsuły, będziemy widzieli na całej trasie ten sam skład pasażerów; nikt nie może z niej wysiąść ani dosiąść się w trakcie podróży, gdyż Hyperloop nie ma stacji pośrednich.

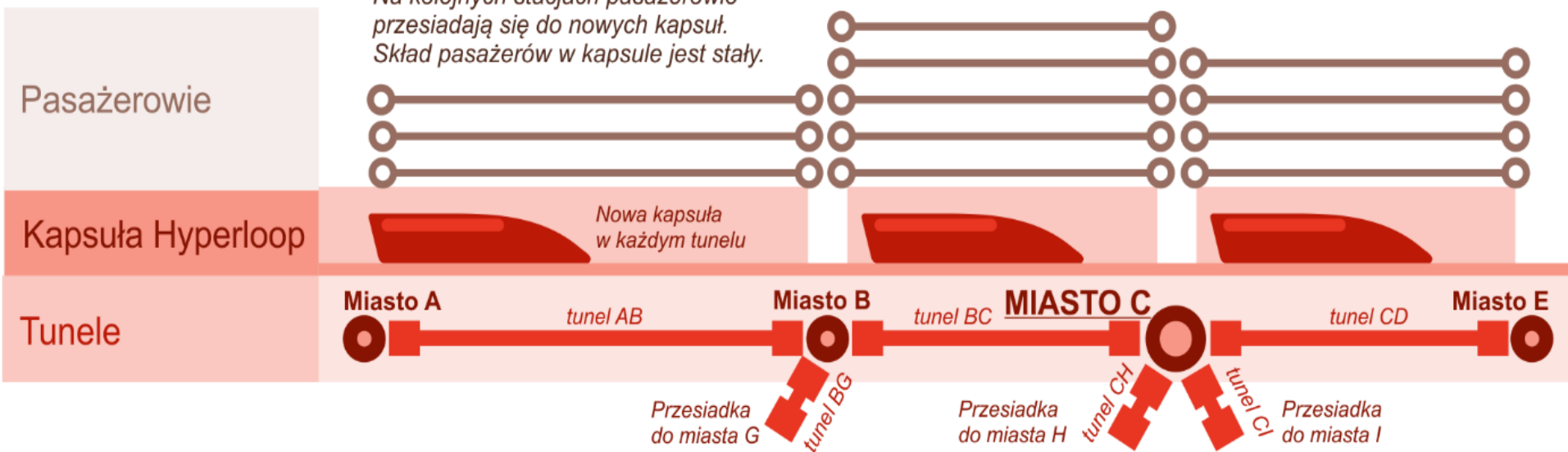
Podróż tradycyjną koleją...

Możliwa podróż bez przesiadek na dłuższych trasach. Skład pasażerów w pociągu na każdej stacji się zmienia.



Podróż transportem Hyperloop

Na kolejnych stacjach pasażerowie przesiadają się do nowych kapsuł. Skład pasażerów w kapsule jest stały.





2016-08-25 YouTube TEDxBydgoszczSalon Krzysztof Tabiszewski
[„Czy Hyperloop to science fiction?”](#) (9:26)

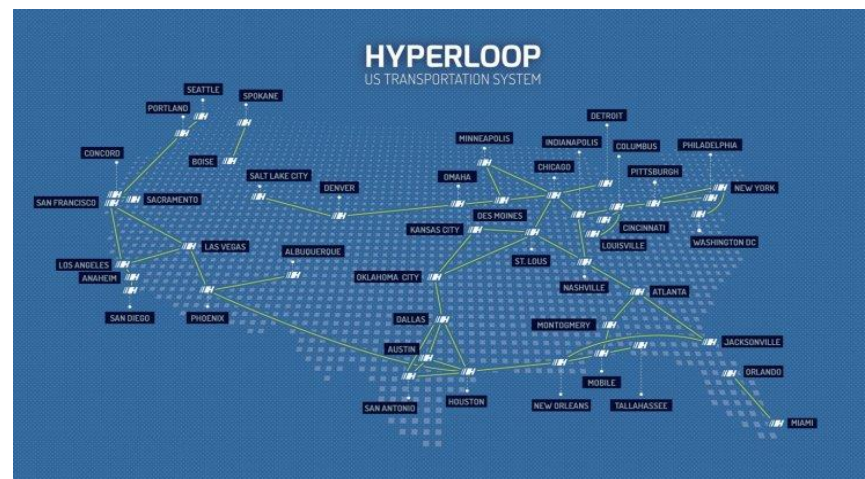


Jesteśmy grupą inżynierów pasjonujących się innowacyjnymi rozwiązaniami w transporcie.
Hello, this is Hyper Poland. We are a group of engineers passionate about innovative transport solutions.

2017-04-22 YouTube Hyper Poland University Team „[Jedź z nami z prędkością dźwięku!](#)”

Kilka zagadnień technicznych

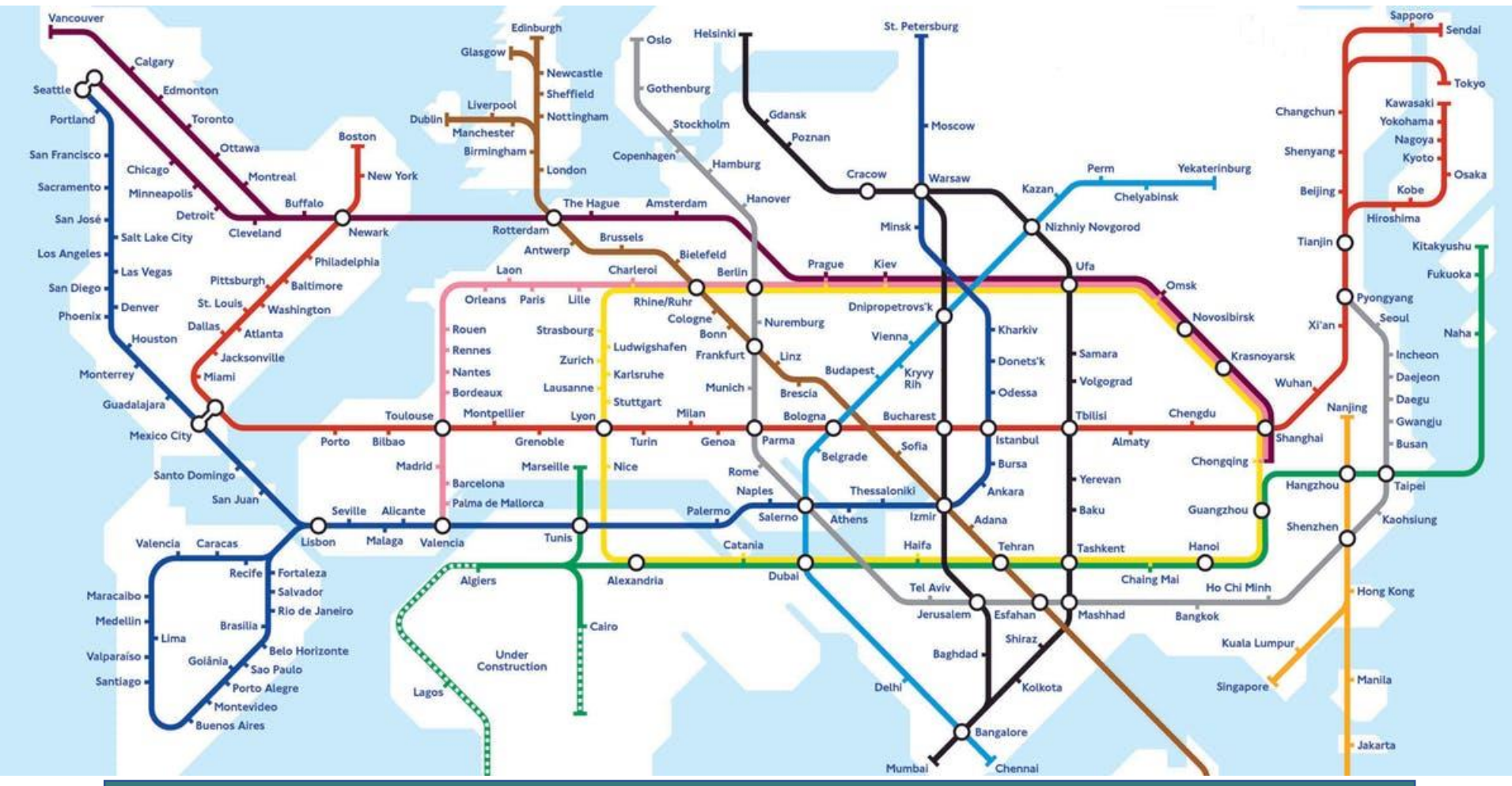
- Im szybciej jedzie pojazd tym większy jest minimalny promień łuku, po jakim pojazd skręca.
- Zakładamy docelowo prędkości ok. 1000 km/h, dlatego połączenia powinny być **możliwie prostoliniowe** i nie będą prowadzone po śladzie obecnych dróg czy linii kolejowych.



Przykład projektu układu sieci Hyperloop dla Polski (liczby oznaczają czas podróży w minutach)



Jedna z pierwszych wizji budowy światowego systemu Hyperloop



Ćwiczenie

– optymalizacja układu sieci

„Wszystkie rury prowadzą do Warszawy?”

– projektujemy mapę połączeń

Iteracyjna Metoda Graficzno-Obliczeniowa



Mamy w Polsce
16 województw oraz
18 miast wojewódzkich

(w dwóch przypadkach
siedziby marszałków oraz
siedziby wojewodów są
rozdzielone)



Dylematy projektowe



1. Czy postawić na jak najmniejszą liczbę przesiadek, czy też najmniejszą sumaryczną długość sieci?
2. System jest efektywny przy podróżach na duże odległości; jaka powinna być minimalna odległość między stacjami? Czy od tej reguły powinny być wyjątki? (problem duopolu Toruń-Bydgoszcz itp.)
3. Czy budujemy raczej układ gwiazdzisty, czy pierścieniowy?
4. Jaka powinna być kolejność budowy linii?
5. Gdzie powinny być tworzone połączenia z analogicznymi systemami budowanymi w innych krajach?

Kluczowym problemem, na który nie odpowie nam algorytm, jest to, jakie czynniki powinniśmy wziąć pod uwagę.



Zadanie:

Miasta, które mają być połączone, to:

**Białystok, Bydgoszcz, Gdańsk, Gorzów Wielkopolski,
Katowice, Kielce, Kraków, Lublin, Łódź, Olsztyn,
Opole, Poznań, Rzeszów, Szczecin, Toruń, Warszawa,
Wrocław, Zielona Góra.**

Macierz odległości między 18 stolicami regionów w Polsce

	Białystok	Bydgoszcz	Gdańsk	Gorzów Wlkp.	Katowice	Kielce	Kraków	Lublin	Łódź	Olsztyn	Opole	Poznań	Rzeszów	Szczecin	Toruń	Warszawa	Wrocław	Zielona Góra
Białystok	0	345	327	534	432	309	406	216	291	191	450	426	355	569	304	172	476	531
Bydgoszcz	345	0	143	194	331	307	369	375	180	177	273	110	443	231	40	228	234	215
Gdańsk	327	143	0	290	462	409	489	438	294	137	412	246	536	284	150	287	376	340
Gorzów Wlkp.	534	194	290	0	384	421	446	530	309	369	295	121	560	88	229	400	216	92
Katowice	432	331	462	384	0	128	73	274	177	410	92	283	216	469	313	267	175	308
Kielce	309	307	409	421	128	0	102	146	131	322	188	304	136	497	273	157	250	371
Kraków	406	369	489	446	73	102	0	222	195	416	163	338	144	529	344	254	245	375
Lublin	216	375	438	530	274	146	222	0	222	317	329	409	140	594	336	152	389	490
Łódź	291	180	294	309	177	131	195	222	0	233	163	188	265	378	150	120	188	270
Olsztyn	191	177	137	369	410	322	416	317	233	0	386	282	432	390	150	176	378	390
Opole	450	273	412	295	92	188	163	329	163	386	0	204	299	382	264	278	83	216
Poznań	426	110	246	121	283	304	338	409	188	282	204	0	443	194	132	282	142	107
Rzeszów	355	443	536	560	216	136	144	140	265	432	299	443	0	637	409	256	376	500
Szczecin	569	231	284	88	469	497	529	594	378	390	382	194	637	0	271	455	303	179
Toruń	304	40	150	229	313	273	344	336	150	150	264	132	409	271	0	188	237	239
Warszawa	172	228	287	400	267	157	254	152	120	176	278	282	256	455	188	0	308	379
Wrocław	476	234	376	216	175	250	245	389	188	378	83	142	376	303	237	308	0	133
Zielona Góra	531	215	340	92	308	371	375	490	270	390	216	107	500	179	239	379	133	0

1.

Strumienie przepływów transportowych nie są proporcjonalne do odległości między ośrodkami.

W praktyce więcej podróży z danego miasta **może odbywać się do odległej metropolii** niż do pobliskiego średniego miasta.

2.

Znaczenie ma podział na województwa.

Trzeba brać pod uwagę że **np.** mieszkańcy Kalisza **częściej będą potrzebowali dojechać do Poznania** (stolicy ich województwa) niż do większej i bliżej położonej Łodzi.

Między różnymi miastami istnieją **odczuwane subiektywnie hierarchie „ważności”**, a między niektórymi z nich ukształtowało się nawet poczucie konkurowania i pewnego napięcia.

Czy krakowianie zgodzą się jechać do Warszawy z przesiadką w Kielcach, skoro kielczanie będą wówczas mieli do stolicy podróż bezpośrednią?

Inny przykład: oba konkurujące ośrodki województwa lubuskiego: **Gorzów Wielkopolski** i Zielona Góra potrzebują połączenia z Poznaniem, ale czy zgodzą się, aby jedno z nich miało połączenie bezpośrednie, a drugie – z przesiadką u konkurenta?

3.

Część przejazdów ma charakter sezonowy.

W ciepłej porze roku większy ruch będzie się kierował do regionów turystycznych, w pozostałe części roku przepływy będą inne.

4.

Wreszcie – co najważniejsze – sieć transportowa nie może być tylko bierną reakcją na aktualne przepływy transportowe.

Być może ludzie jeżdżą mało między **Łodzią i Lublinem**, bo dojazd przez Warszawę jest długi i niewygodny.

Dopiero **gdybyśmy zbudowali bezpośrednią linię**, okazałoby się, czy nie wytworzyłby się zwyczaj jeżdżenia w różnych sprawach między oboma miastami, co z kolei pobudziłoby ich rozwój.

Projektowanie sieci połączeń to nie tylko reagowanie na obecne potrzeby transportowe, ale też wpływanie na przyszłe szanse rozwojowe miast.

Iteracyjne metody optymalizacji polegają na dokonywaniu kolejnych iteracji (powtarzaniu pewnej sekwencji czynności w pętli).

W każdej iteracji czynności są stopniowo udoskonalane, aż do uzyskania zadowalającego stanu systemu.

Metoda Graficzno-Obliczeniowa (IMGO) polega więc na graficznym narysowaniu sieci łączącej wszystkie miasta-węzły w dowolnej wersji niesprzecznej ze zdrowym rozsądkiem.

Obliczamy sumaryczną długość takiej sieci postępując się tabelą i kalkulatorem, a następnie – powtarzamy następującą sekwencję:

1. przyglądając się mapie **odnajdujemy miejsce, gdzie możliwy jest inny, alternatywny układ** połączeń;
2. zmieniamy (przerysowujemy) w tym miejscu układ sieci i obliczamy ponownie jej długość;
3. **Jeśli sieć jest dłuższa**, wracamy do wariantu pierwotnego, jeśli krótsza – pozostawiamy wariant zmieniony;
4. wracamy do punktu 1, chyba że uznajemy, iż sieć już osiągnęła stan zadowalająco zbliżony do optymalnego.