



# Politechnika Wrocławska

## Zarządzanie ruchem na silnie obciążonych liniach kolei miejskich i aglomeracyjnych

**mgr inż. Adam Popiołek**

Katedra Mostów i Kolei, Politechnika Wrocławska

Konferencja „Infraszyn 2016”, Zakopane 20-22 IV 2016

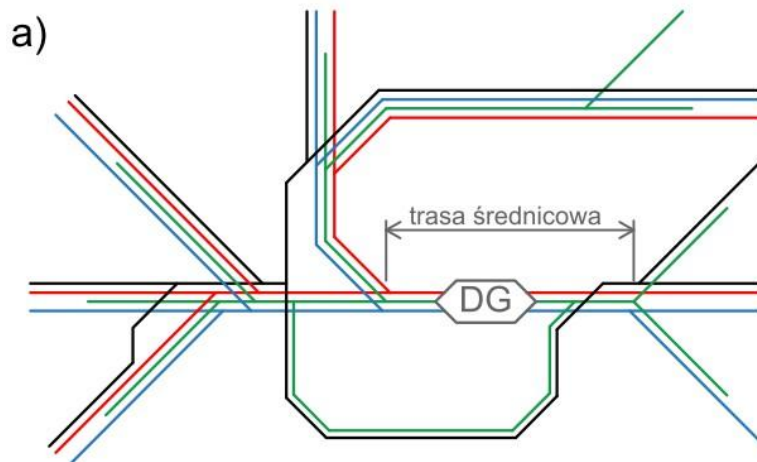
# Koleje miejskie i aglomeracyjne

- Koleje miejskie i aglomeracyjne to systemy transportowe należące do grupy kolei konwencjonalnych, które obsługują połączenia wewnątrz obszarów zurbanizowanych oraz codzienne dojazdy do miast z ich otoczenia.
- Trasy związane są zasadniczo z krajową siecią kolejową, często posiadają jednak we wspólnych korytarzach odrębne tory. Sieci mogą być uzupełnione o dodatkowe odcinki: średnice, pętle, sięgacze.
- Zasięg terytorialny obejmuje zwykle obszar, z którego odbywają się masowe codzienne dojazdy do miasta.
- Określane są mianem **S-Bahn** (kraje niemieckojęzyczne), **Szybka Kolej Miejska - SKM** (Polska), **RER** (Francja, Belgia), **Cercanías** (Hiszpania).

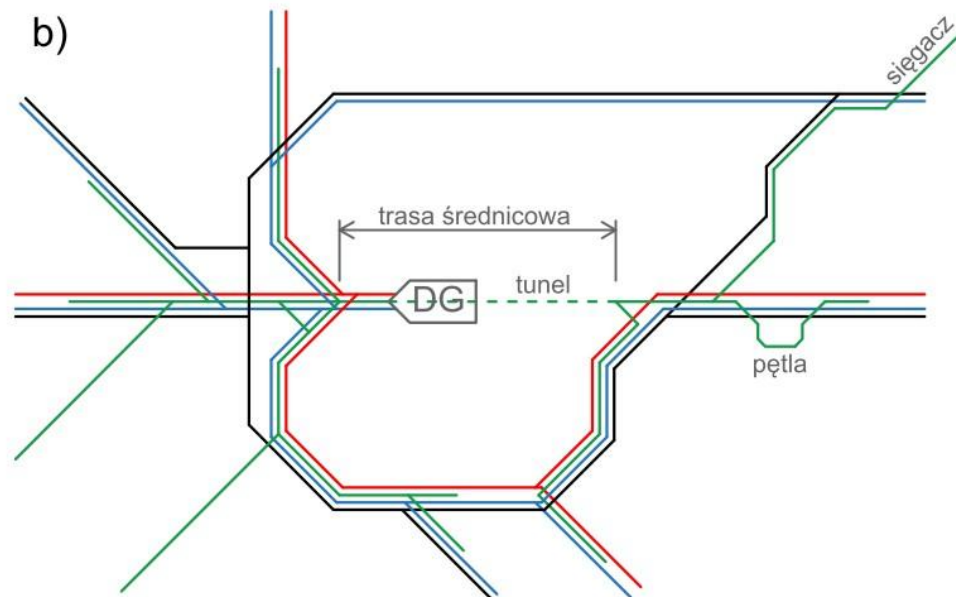
# Koleje miejskie i aglomeracyjne

- Zorganizowane są na wzór komunikacji miejskiej:
  - poszczególne połączenia mają symboliczne oznaczenia linii,
  - poszczególne linie mają równoodstępowe rozkłady jazdy, zwykle w takcie 15- lub 20-minutowym, lub ich wielokrotności,
  - na odcinkach tras wspólnych dla wielu linii rozkłady są koordynowane.
- Zwykle funkcjonują równolegle z połączeniami regionalnymi, rozwiązując konflikt interesów między pasażerami z regionu (istotny czas dojazdu do centrum miasta) a tymi z miasta i aglomeracji (wymagana duża liczba zatrzymań).

# Koleje miejskie i aglomeracyjne



- kolej miejska i aglomeracyjna
- kolej regionalna
- kolej dalekobieżna
- kolej towarowa
- DG dworzec główny



*Schematy węzłów kolejowych z główną stacją przelotową (a) i czołową (b), z zaznaczonymi trasami pociągów różnych rodzajów oraz charakterystycznymi elementami sieci kolei miejskiej*

# Koleje miejskie i aglomeracyjne

Charakterystyczne ukształtowanie sieci kolei miejskich i aglomeracyjnych oraz standardy częstotliwościowe ich obsługi powodują powstawanie odcinków o bardzo dużych, jak na kolej konwencjonalną, natężeniach ruchu. Mogą one osiągać wartości nawet 20-30 poc/h przy konieczności zachowaniu równoodstępowego rozkładu jazdy, co wymaga stosowania specjalnie zaprojektowanych systemów sterowania ruchem.



# RER A w Paryżu





# RER A w Paryżu



## Standardy obsługi:

### - godziny pozaszczytowe:

- Saint Germain - Boissy i Cergy - Chessy: takt 10-minutowy
- Poissy - Torcy: takt 20-minutowy

### - godziny szczytu:

- dodatkowe pociągi dogęszczające rozkład na odcinku La Défense - Vincennes do taktu 2-minutowego (30 poc/h) w kierunku bardziej obciążonym i 2,5-minutowego w kierunku mniej obciążonym

# RER A w Paryżu

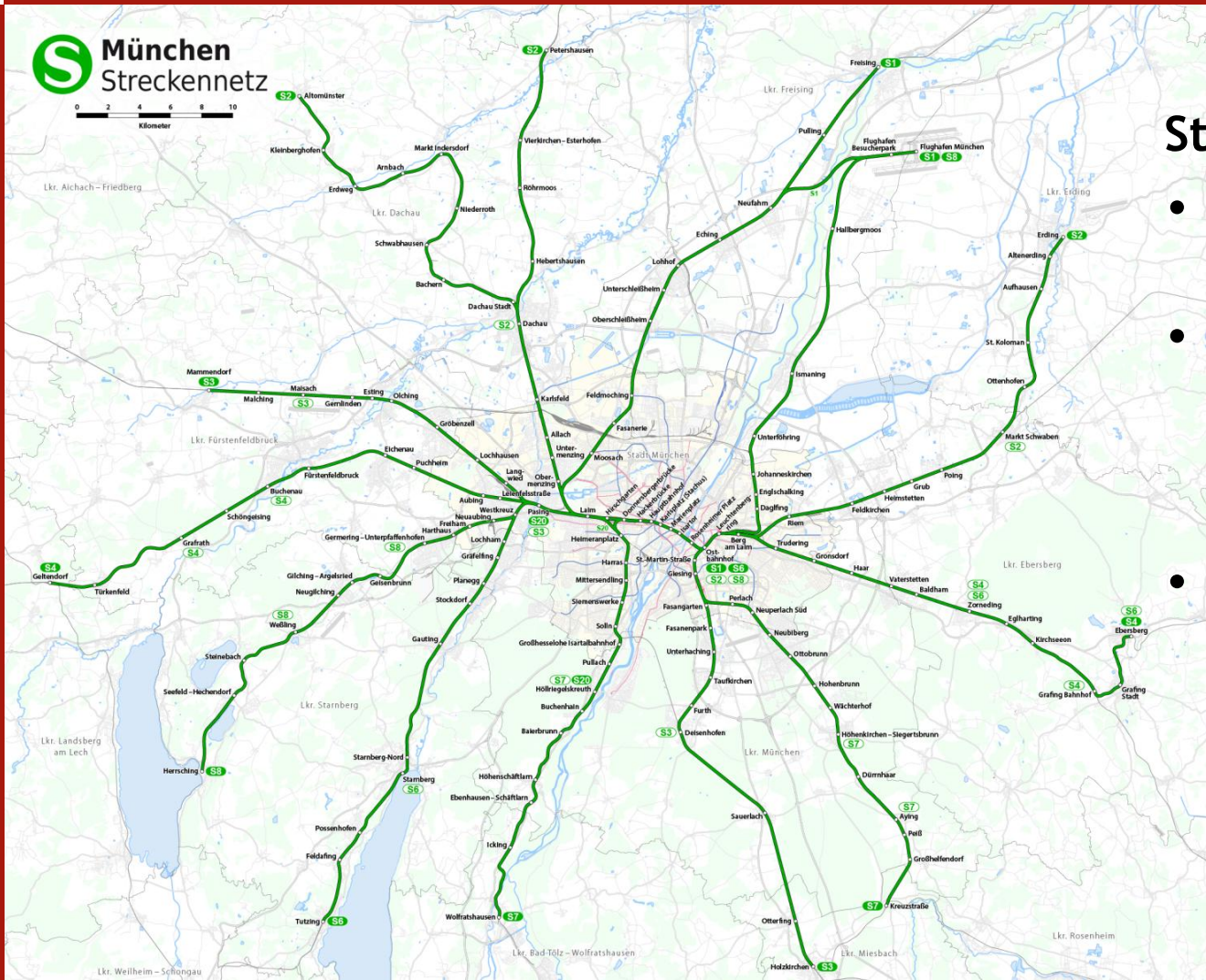
System sterowania ruchem: **SACEM** (Siemens):

- system typu ATC - Automatic Train Control,
- sterowanie prędkością pociągu odbywa się za pomocą tzw. krzywych prędkości, obliczanych przez komputery pokładowe na podstawie znanego opisu trasy, charakterystyk trakcyjnych pojazdu oraz informacji o zajętości odstępów
- informacja o zajętości odstępów przekazywana jest w sposób ciągły z toru do pojazdu,
- podział na odstępy zagęszczony jest w otoczeniu stacji,
- system funkcjonuje na 75 kilometrach trasy.





# S-Bahn w Monachium



## Standardy obsługi:

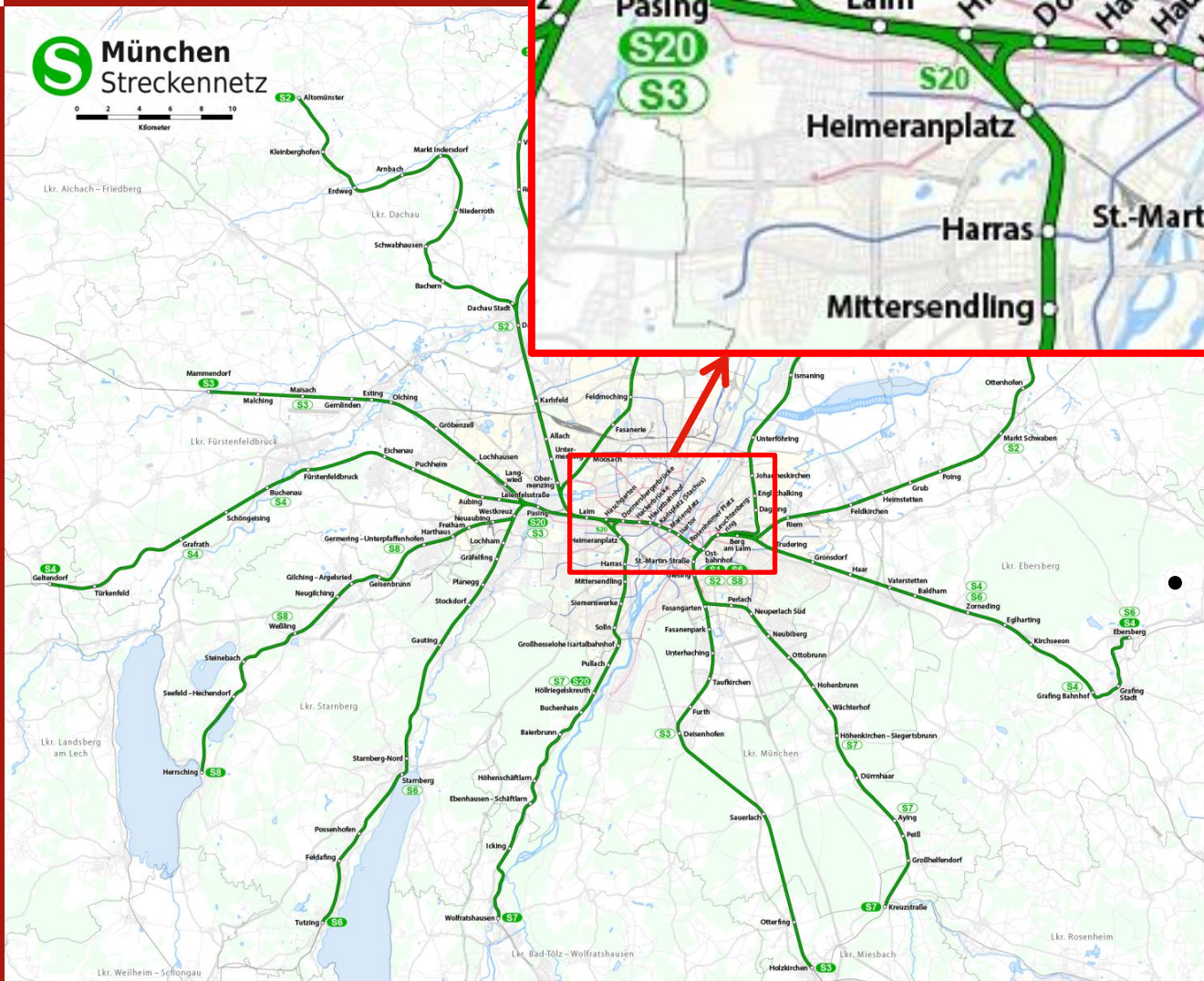
- 7 linii w takcie 20-minutowym
- 3 linie w godzinach szczytu w takcie zagęszczonym do 10-minutowego
- takt na trasie średnicowej w godzinach szczytu: 2-minutowy (30 poc/h)





## Stammstrecke

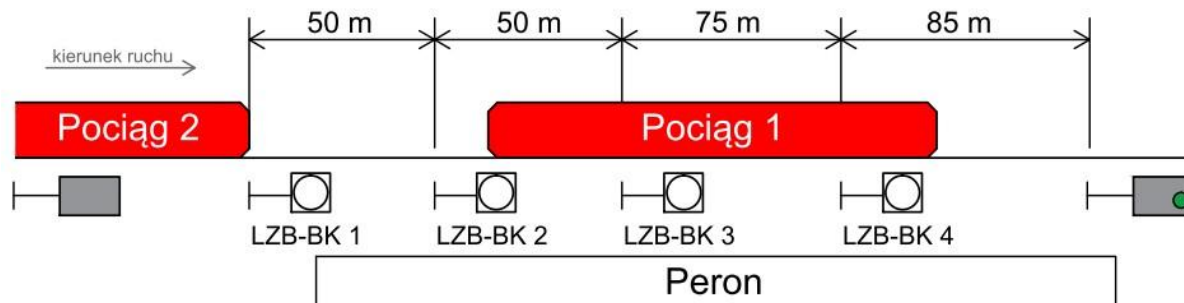
# S-Bahn w M



szczytu w takcie  
zagęszczonym do  
10-minutowego

- takt na trasie  
średnicowej w  
godzinach szczytu:  
2-minutowy  
(30 poc/h)

# S-Bahn w Monachium



*Schemat podziału na odstępy w otoczeniu peronów*

System sterowania ruchem: **LZB (Linienzugbeeinflussung)**

- system typu ATP - Automatic Train Protection, opracowany pierwotnie dla linii dużych prędkości,
- informacja o zajętości odstępów przekazywana jest w sposób ciągły z toru do pojazdu,
- w stosunku do zastosowań na LDP zmodyfikowane krzywe hamowania, zwiększona dokładność wyświetlania odległości do punktu hamowania,
- podział na odstępy zagęszczony w otoczeniu stacji,
- przepustowość 30 poc/h przy 20-procentowej rezerwie.

# S-Bahn w Monachium

kierunek ruchu →

50 m   50 m   75 m   85 m



S

•

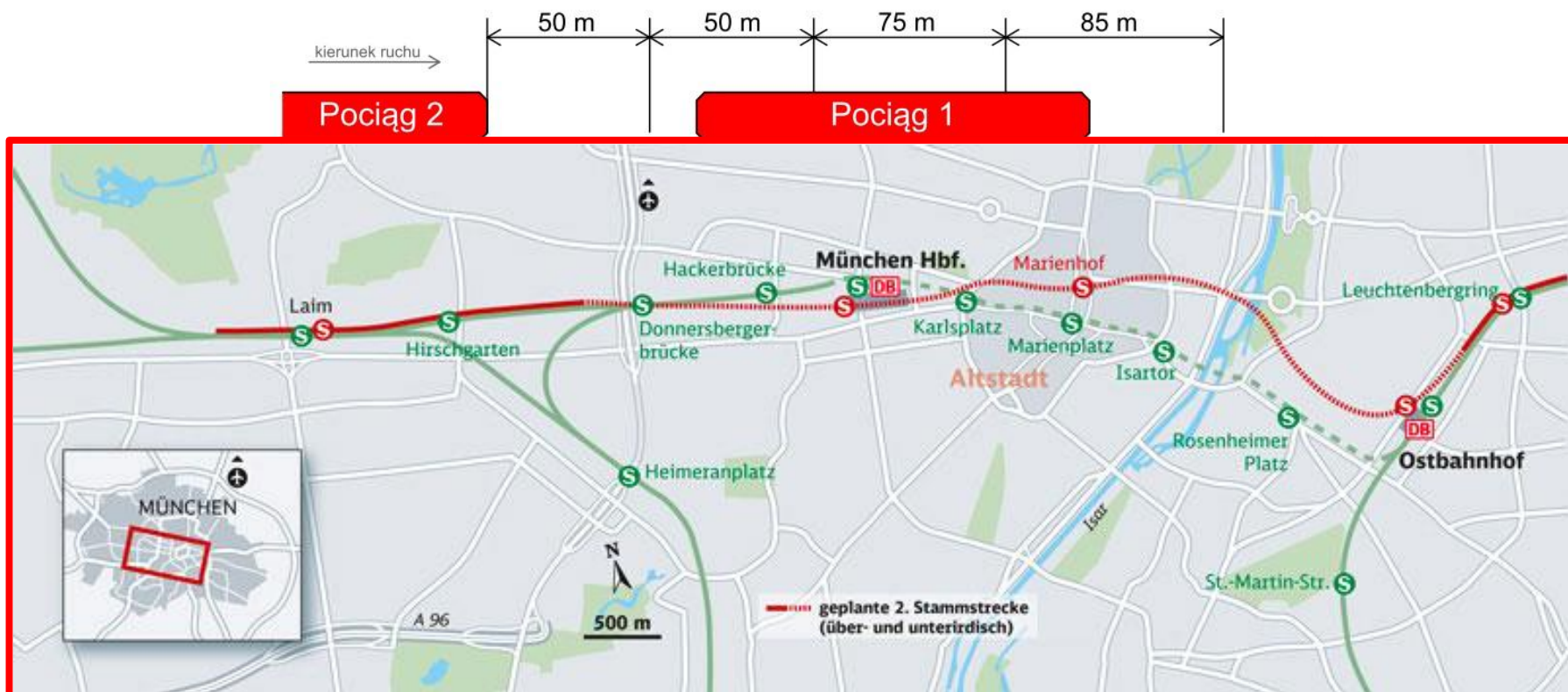
•

•

- podział na odcępy zagęszczony w otoczeniu stacji,
- przepustowość 30 poc/h przy 20-procentowej rezerwie.



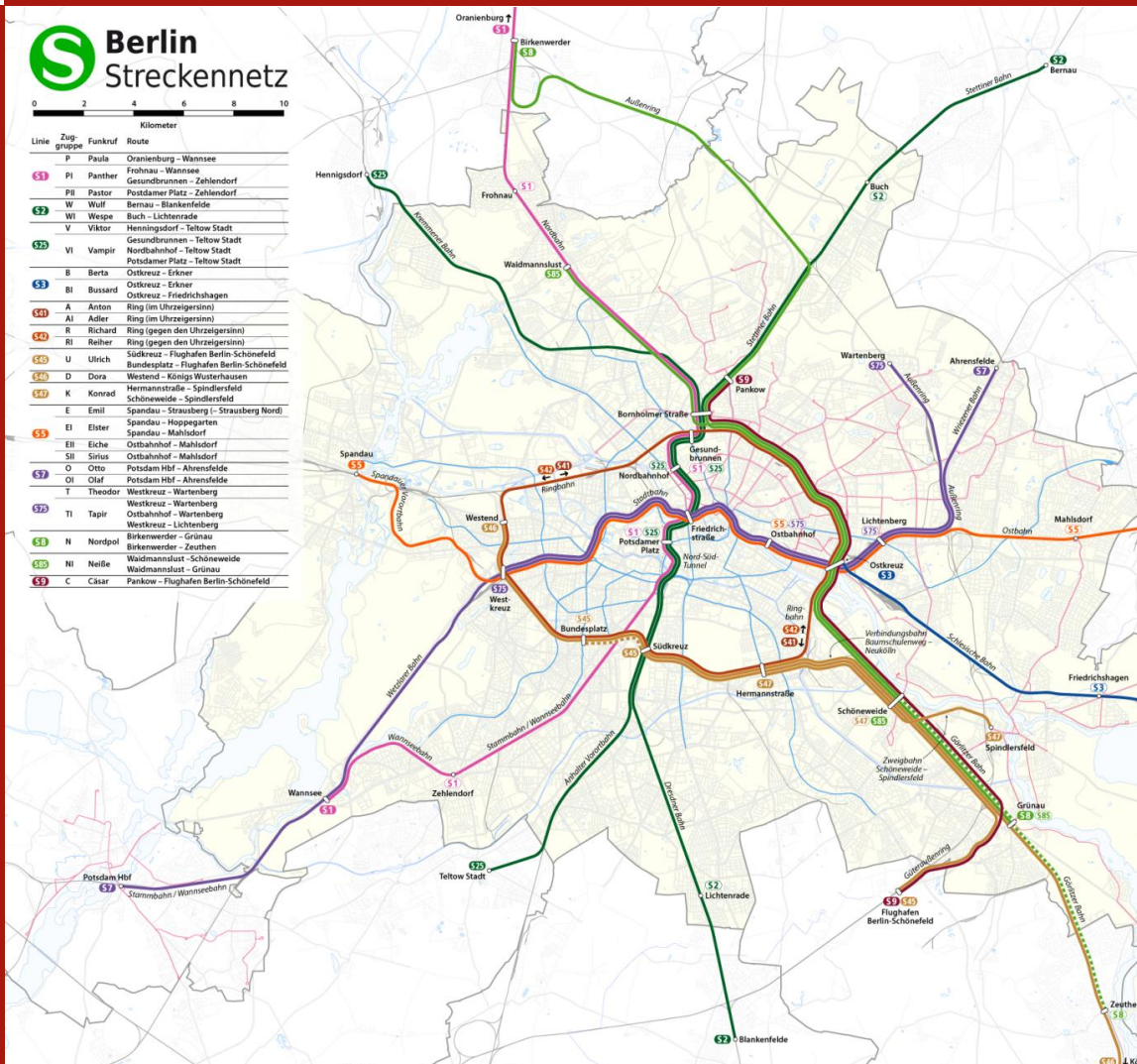
# S-Bahn w Monachium



- w stosunku do zastosowań na LDP zniżył krzywe namierzania, zwiększona dokładność wyświetlania odległości do punktu hamowania,
- podział na odstępy zagęszczony w otoczeniu stacji,
- przepustowość 30 poc/h przy 20-procentowej rezerwie.



# S-Bahn w Berlinie



W skład sieci wchodzi:

- linia średnicowa wschód-zachód „*Stadtbahn*” (na estakadzie)
- linia średnicowa północ-południe „*Nord-Süd-S-Bahn*” (częściowo w tunelu)
- linia obwodowa „*Ringbahn*”
- trwa budowa drugiej linii północ-południe „*S-21*” (przez stację Berlin Hbf).

# S-Bahn w Berlinie



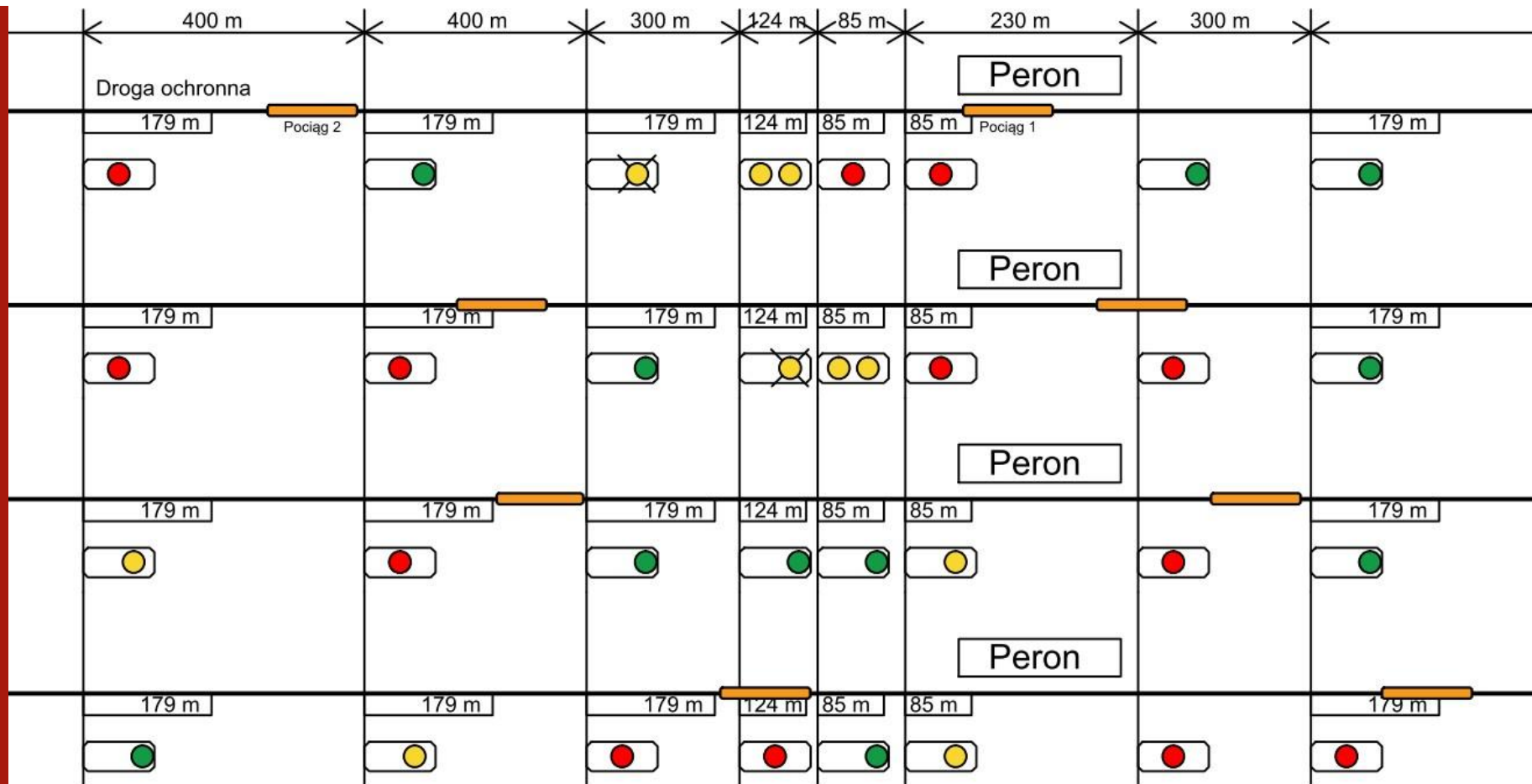
*Linia średnicowa wschód-zachód „Stadtbahn” (tory S-Bahn)*

System sterowania ruchem: **samoczynna blokada liniowa z sygnalizacją świetlną i mechanicznym systemem zabezpieczenia na wypadek przejechania sygnału "stój,,**

- prędkość maksymalna 60 km/h,
- przepustowość 40 poc/h (90-sekundowe następstwo pociągów),
- podział na odstępy zagęszczony w otoczeniu stacji.

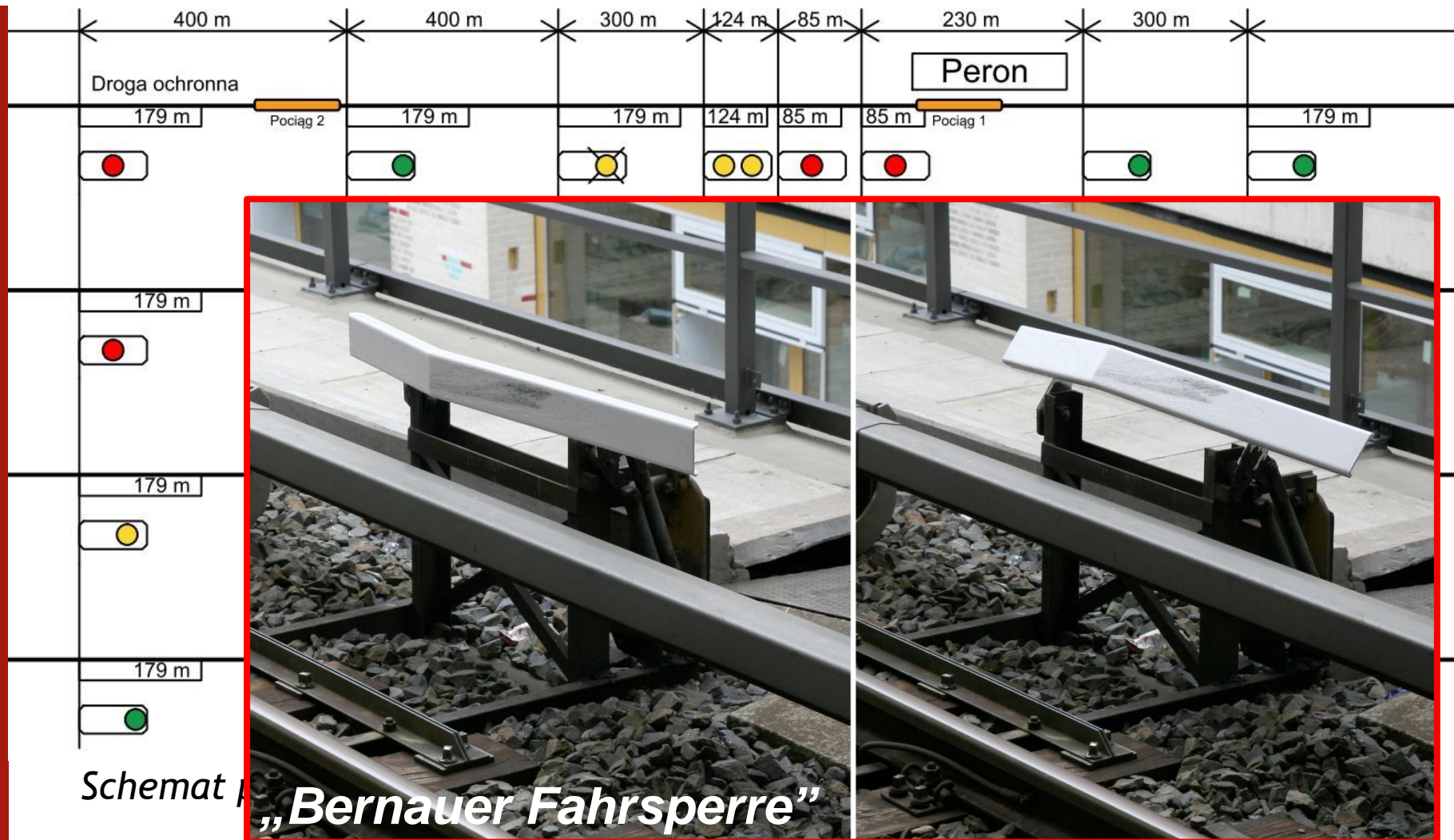


# S-Bahn w Berlinie

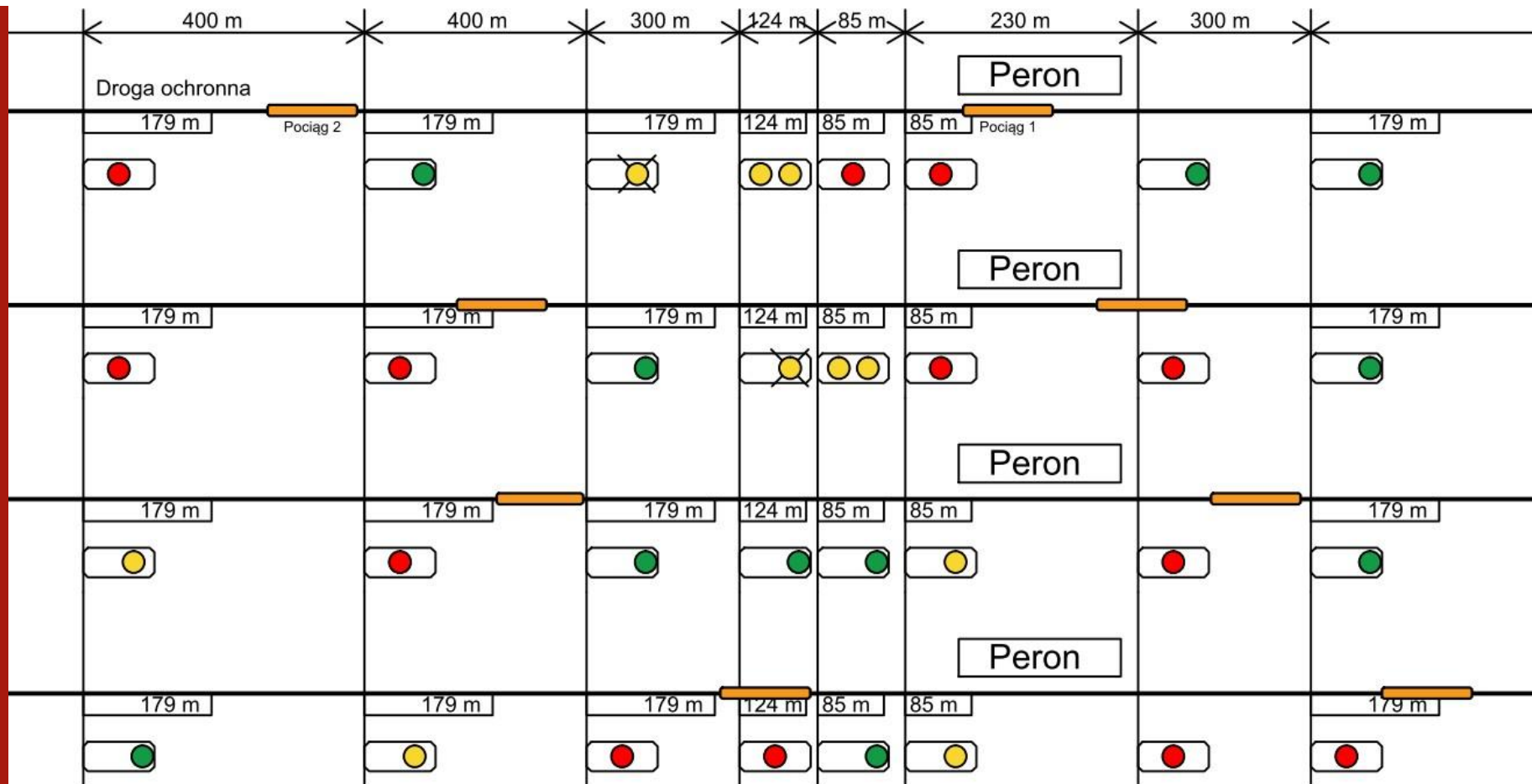


*Schemat podziału na odstępy i sekwencji sygnałów w blokadzie samoczynnej stosowanej na sieci S-Bahn Berlin*

# S-Bahn w Berlinie



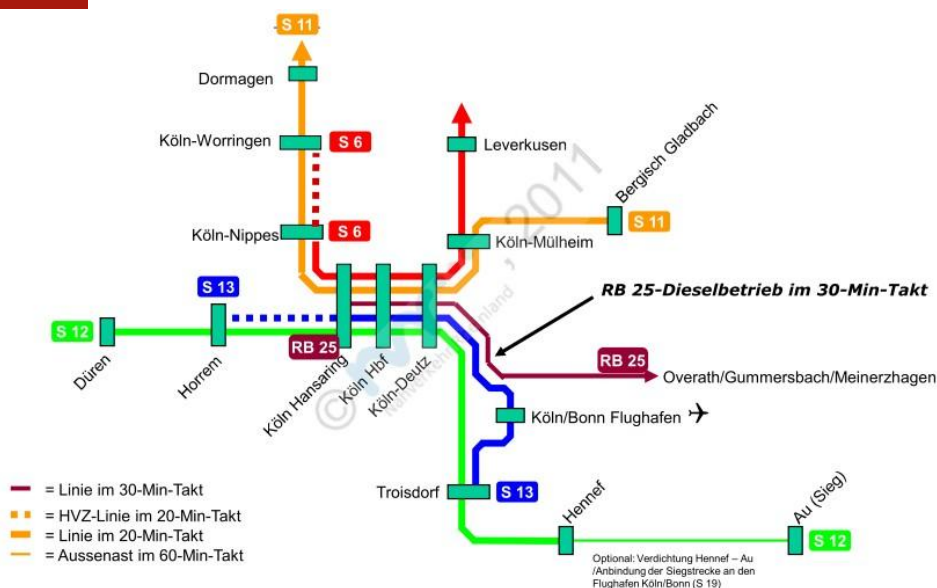
# S-Bahn w Berlinie



*Schemat podziału na odstępy i sekwencji sygnałów w blokadzie samoczynnej stosowanej na sieci S-Bahn Berlin*

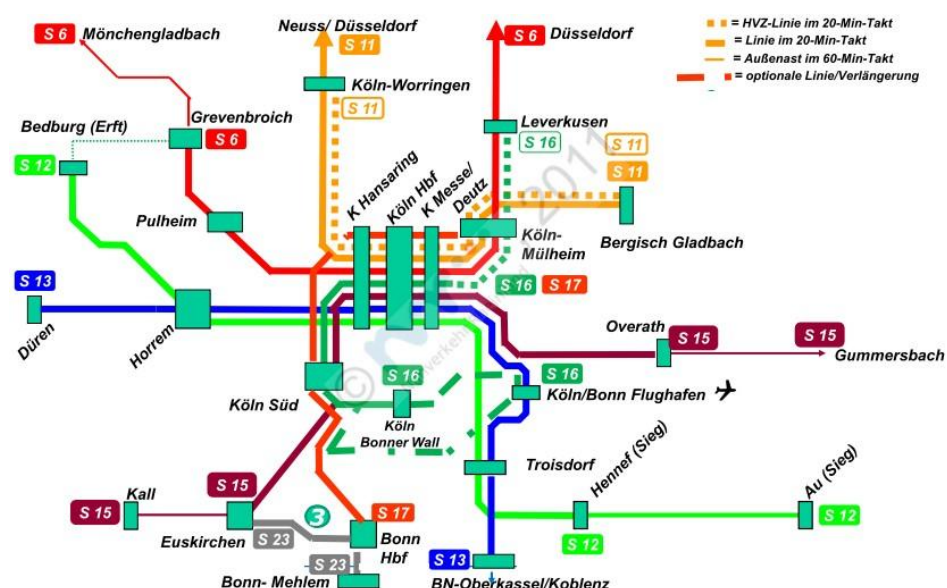
# S-Bahn w Kolonii

## Stan na rok 2016



- 4 linie w takcie 20-minutowym,
- 1 linia w takcie 30-minutowym
- natężenie ruchu na trasie średnicowej: 14 poc/h (takt 3,33 min)

## Plan na rok 2030



- 8 linii w takcie 20-minutowym
- natężenie ruchu na trasie średnicowej: 24 poc/h (takt 2,5 min)



# S-Bahn w Kolonii

Tabela koordynacji rozkładu jazdy dla odjazdów ze stacji Koln Hbf na kierunku wschód-zachód (dla stanu na rok 2016)

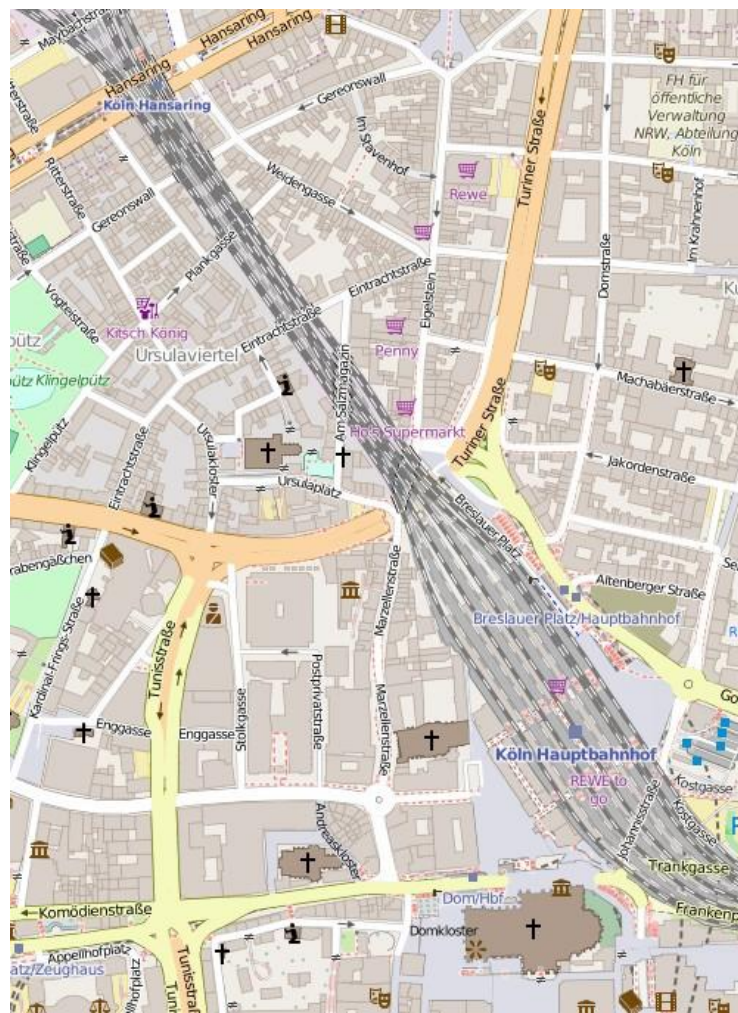
S13/19	S6	RB25	S12	S11	RB25
		wolny			wolny
Końcówki minutowe czasów odjazdów wynikające z minimalnego czasu następstwa pociągów					
00,00	03,33	06,66 (RB25)	10,00	13,33	16,66 (wolny)
20,00	23,33	26,66 (wolny)	30,00	33,33	36,66 (RB25)
40,00	43,33	46,66 (wolny)	50,00	53,33	56,66 (wolny)
Rozkładowe końcówki minutowe czasów odjazdów					
00	04	07 (RB25)	10	14	17 (wolny)
20	24	27 (wolny)	30	34	37 (RB25)
40	44	47 (wolny)	50	54	57 (wolny)

Tabela koordynacji rozkładu jazdy dla planu na rok 2030

S13	S15	S11	S12	S16	S17	S11V	S6
Końcówki minutowe czasów odjazdów wynikające z minimalnego czasu następstwa pociągów							
00	02,5	05	07,5	10	12,5	15	17,5
20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5
40	42,5	45	47,5	50	52,5	55	57,5



# S-Bahn w Kolonii



System sterowania ruchem: **samoczynna blokada liniowa z sygnalizacją świetlną**

Planowane inwestycje na trasie średnicowej pomiędzy stacjami Köln Hansaring a Köln Messe/Deutz:

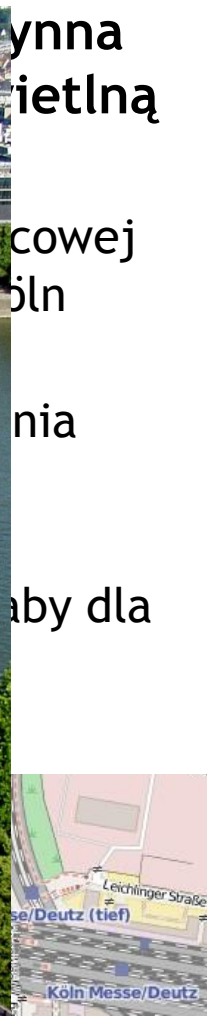
- optymalizacja liczby i miejsc ustawienia semaforów odstępowych,
- budowa nowych peronów na stacjach Hauptbahnhof oraz Messe/Deutz, aby dla obu kierunków dostępne były po dwie krawędzie peronowe.







# S-Bahn w Kolonii



ynna  
ietlną  
covej  
óln  
nia  
aby dla

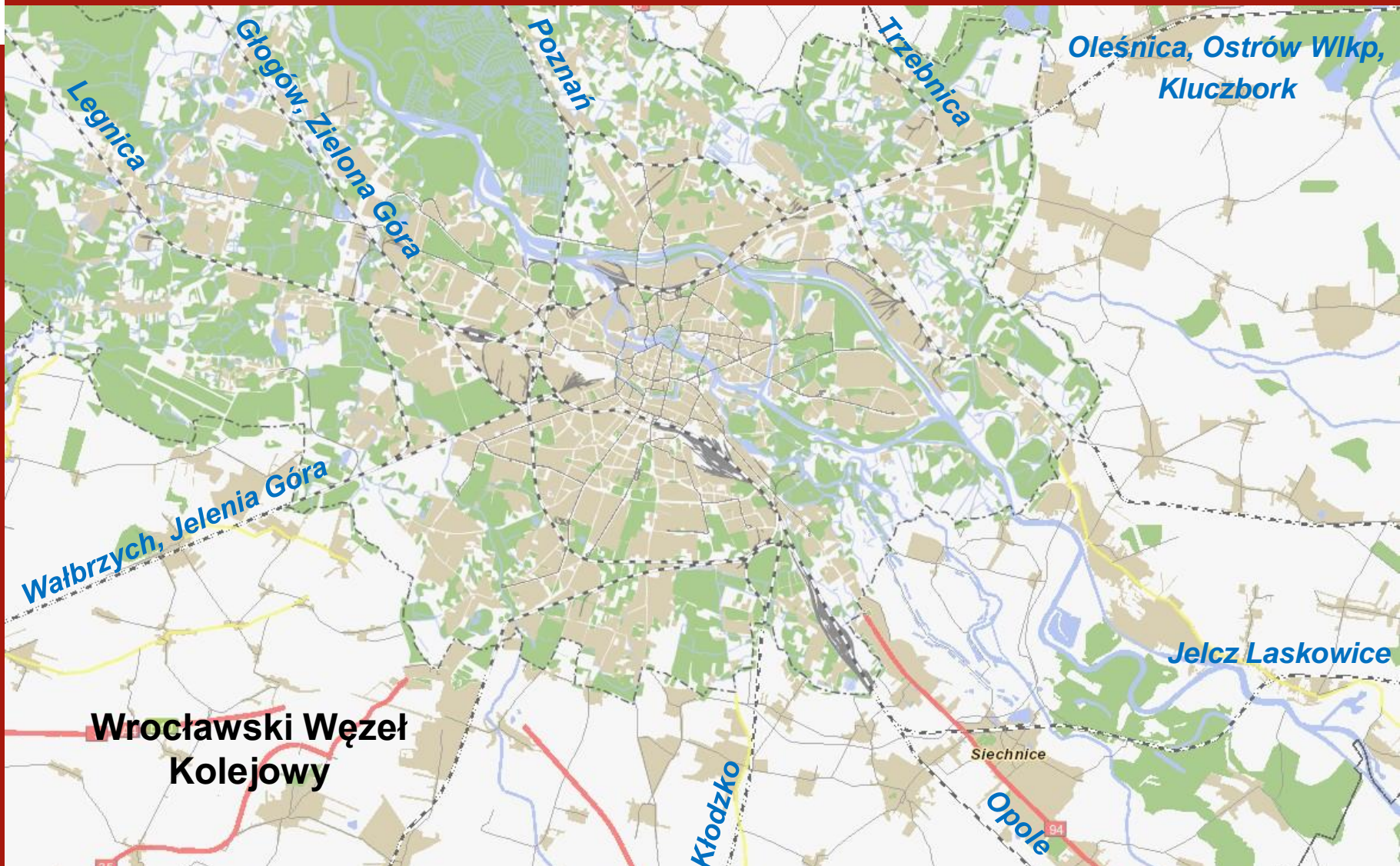


# Wniosek

Z przedstawionych przykładów wynika, że główny nacisk w działaniach prowadzących do uzyskania dużej przepustowości linii kolei miejskich, położony jest na otoczenie przystanków. Decydują one o przepustowości linii silniej, niż odcinki międzyprzystankowe.

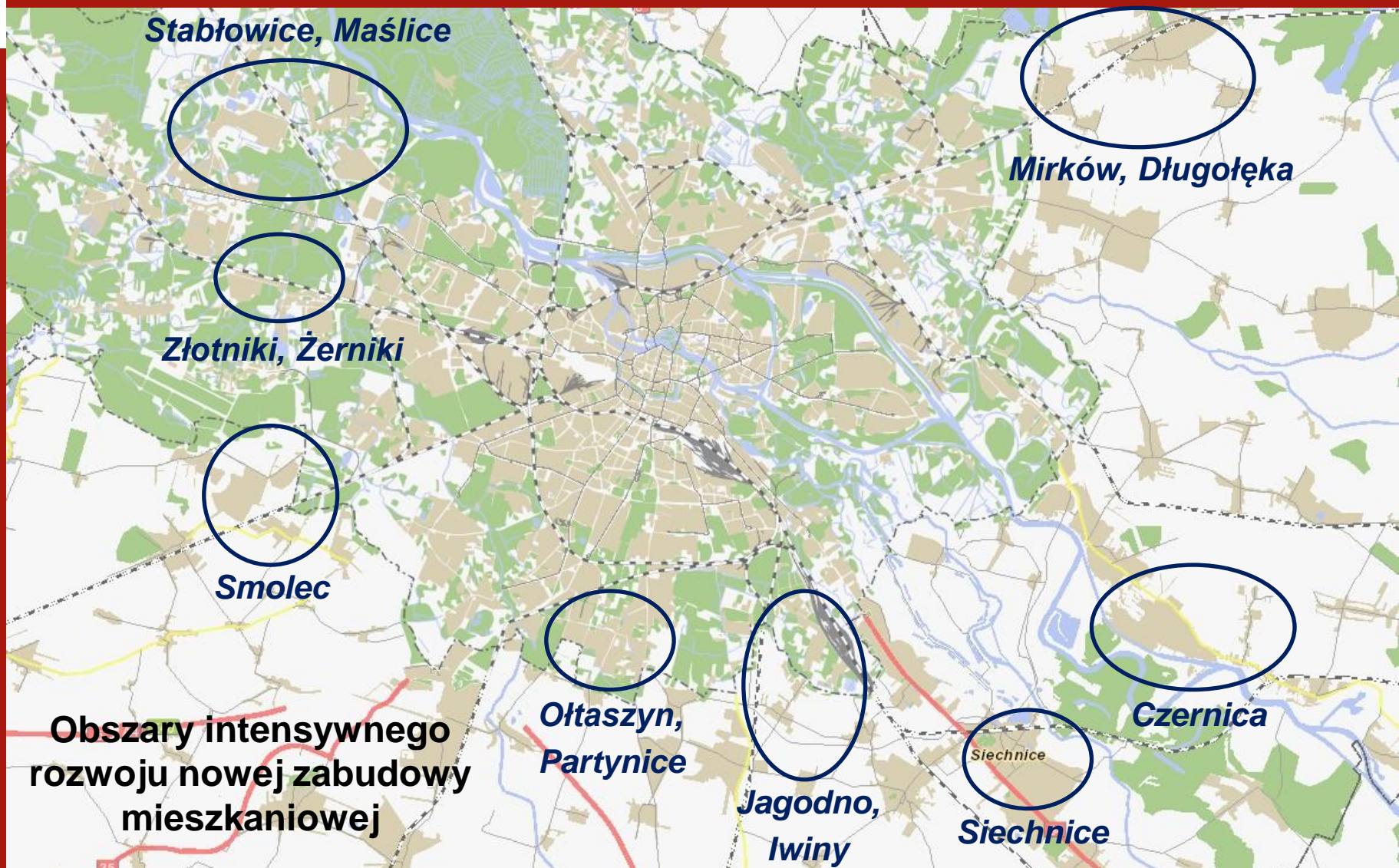
Podejmowane działania mają na celu zapewnienie możliwości zbliżenia się na niewielką odległość do pociągu poprzedniego stojącego jeszcze przy peronie lub wręcz wjazd na przystanek, gdy poprzedni pociąg jeszcze na nim stoi.

# Koncepcja SKM we Wrocławiu





# Koncepcja SKM we Wrocławiu





# Koncepcja SKM w

Odcinek trzytorowy



Posterunek odgałęźny  
Grabiszyn

Stacja  
Wrocław Główny

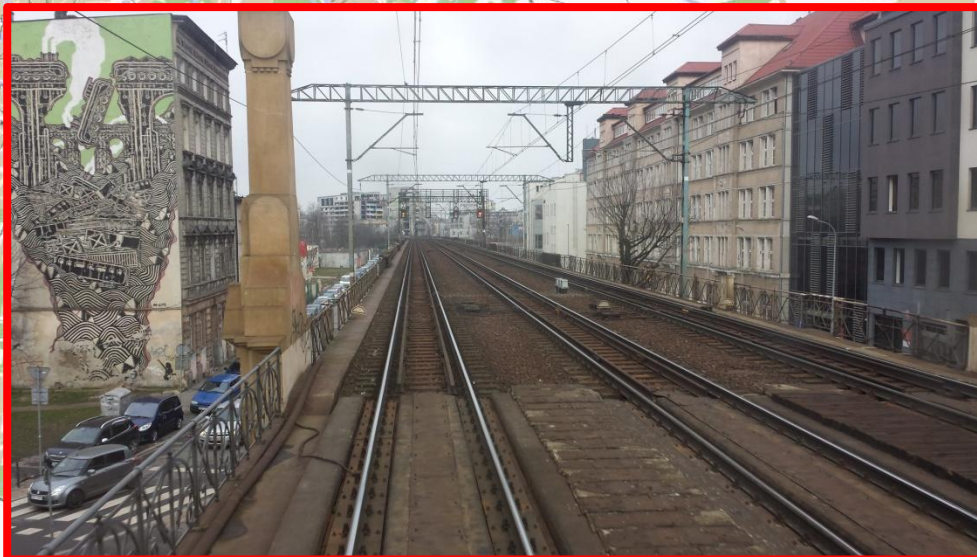
Kluczowe elementy  
centralnej części  
Wrocławskiego Węzła  
Kolejowego

Siechnice



# Koncepcja SKM we Wrocławiu

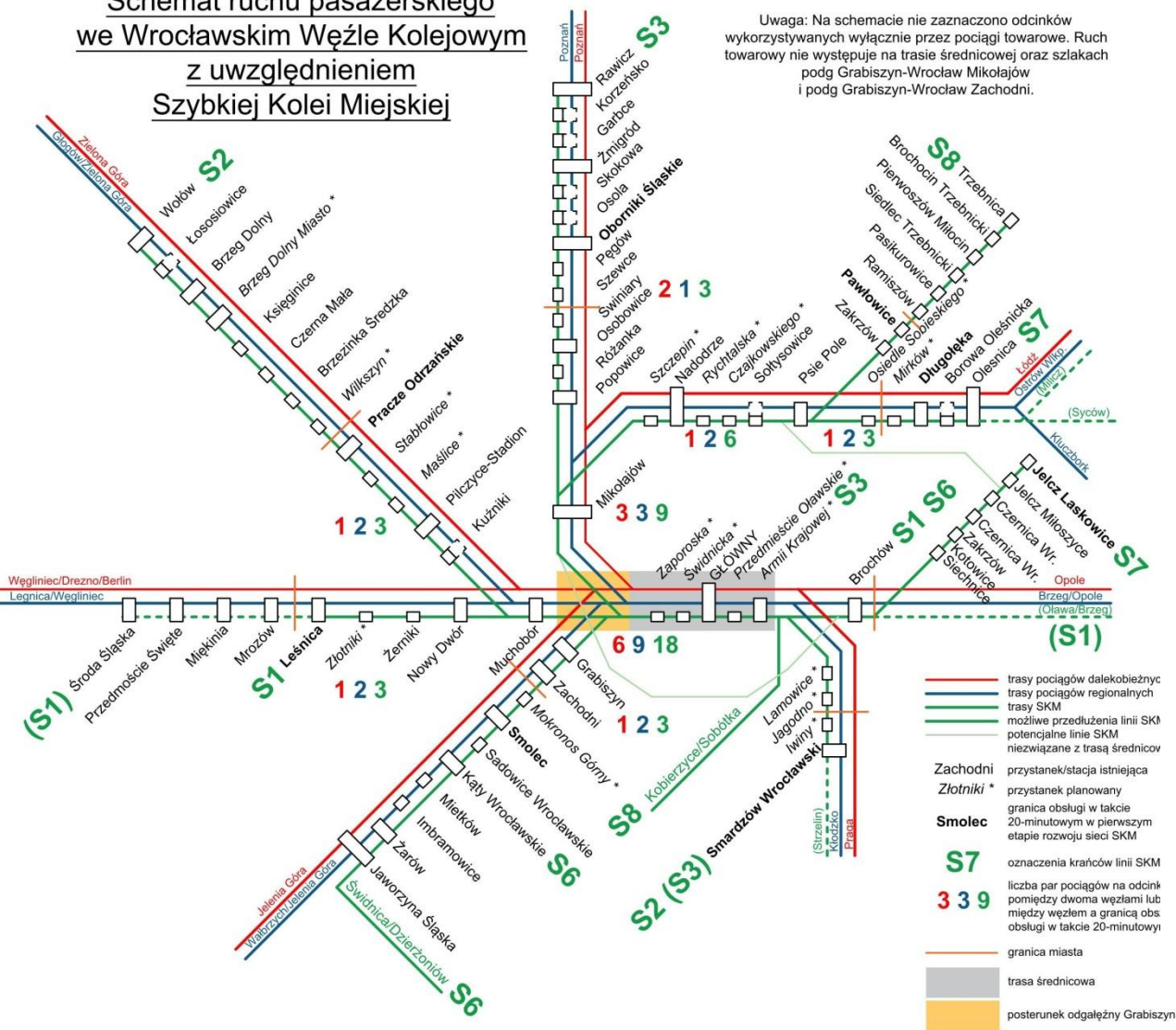
**Czy możliwe jest uruchomienie Szybkiej Kolei Miejskiej bez rozbudowy odcinka średnicowego do czterech torów?**





# Koncepcja SKM we Wrocławiu

Schemat ruchu pasażerskiego  
we Wrocławskim Węźle Kolejowym  
z uwzględnieniem  
Szybkiej Kolei Miejskiej



**Główne założenia  
rozkładu dla godziny  
najbardziej obciążonej:**

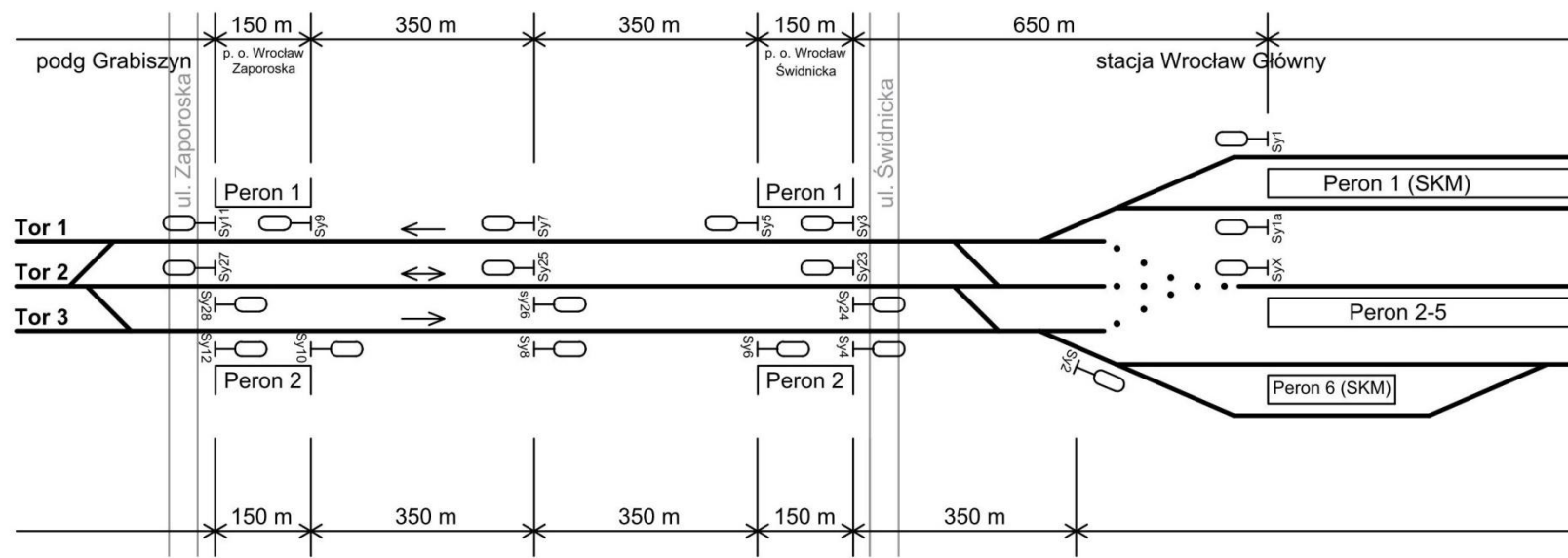
- 6 linii SKM w takcie 20-minutowym w zasięgu ciągłego obszaru zurbanizowanego,
- umożliwienie kursowania pociągów regionalnych zasadniczo w takcie 30-minutowym,
- możliwość wytrasowania pociągów pospiesznych na każdej gałęzi węzła



# Koncepcja SKM we Wrocławiu

## Główne założenia rozkładu dla godziny najbardziej obciążonej:

- pociągi SKM poruszają się po torze północnym w kierunku podg Grabiszyn i po torze południowym w kierunku stacji Wrocław Główny
- natężenie ruchu na torach skrajnych: po 24 poc/h przy stałym kierunku jazdy (takt 2,5-minutowy),
- natężenie ruchu na torze środkowym: 18 poc/h przy zmiennym kierunku jazdy i rozkładzie pakietowym.







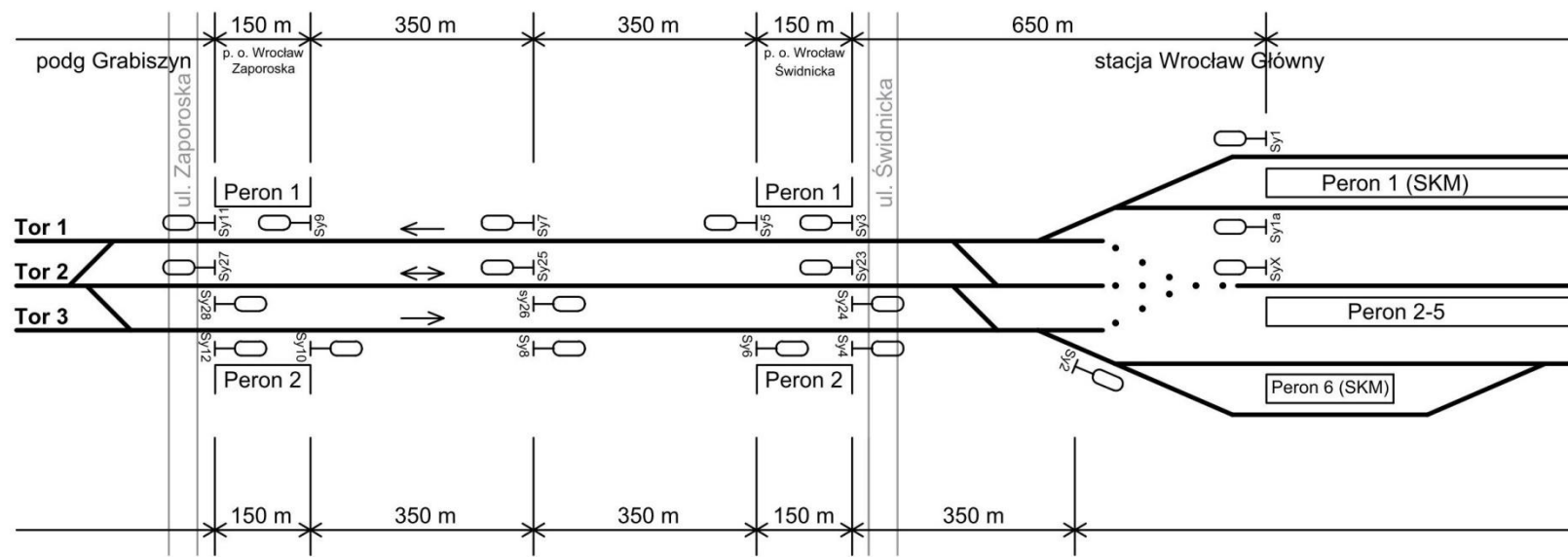
# Koncepcja SKM we Wrocławiu



Wrocław Zaporoska



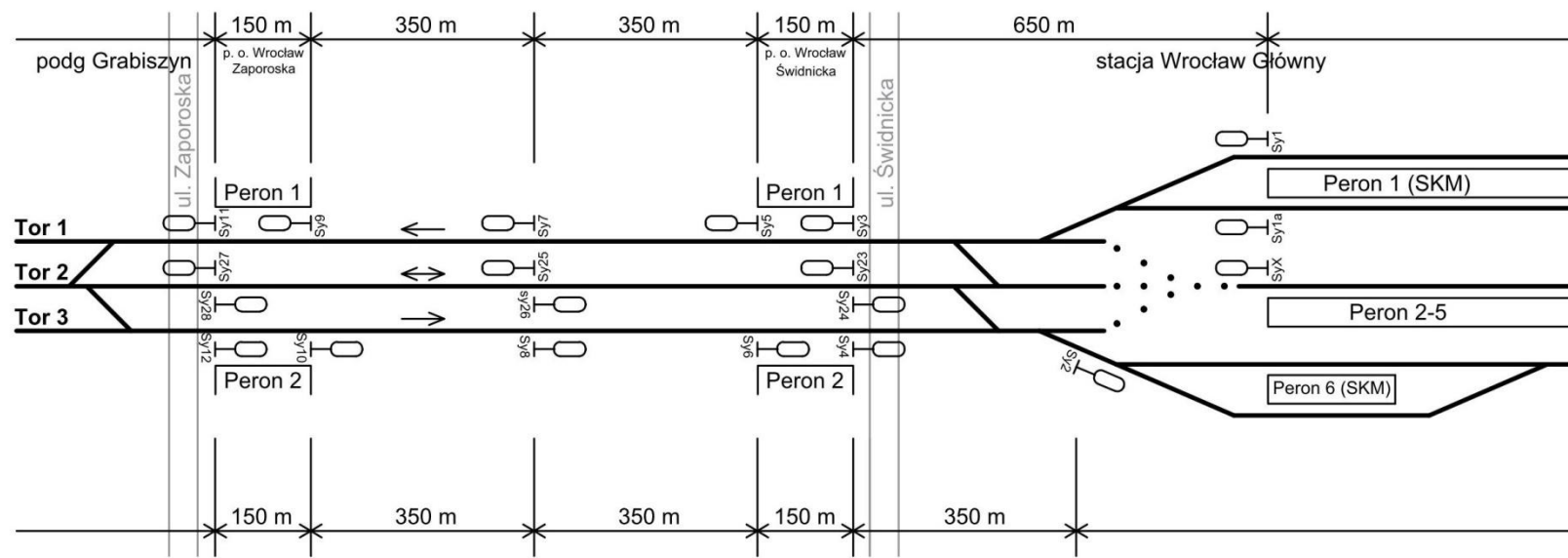
Wrocław Świdnicka



# Koncepcja SKM we Wrocławiu

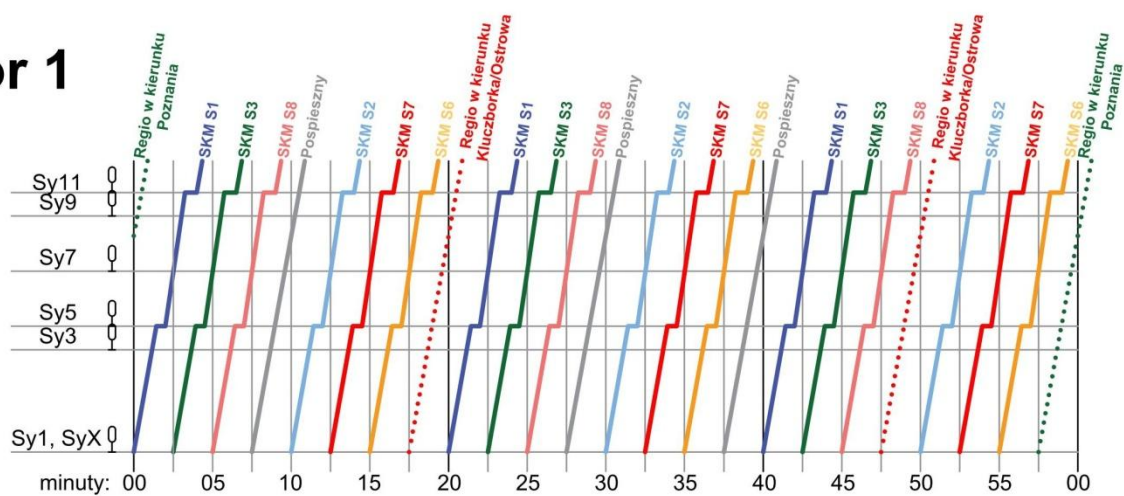
**Główne założenia rozkładu dla godziny najbardziej obciążonej:**

- pociągi SKM poruszają się po torze północnym w kierunku podg Grabiszyn i po torze południowym w kierunku stacji Wrocław Główny
- natężenie ruchu na torach skrajnych: po 24 poc/h przy stałym kierunku jazdy,
- natężenie ruchu na torze środkowym: 18 poc/h przy zmiennym kierunku jazdy i rozkładzie pakietowym.

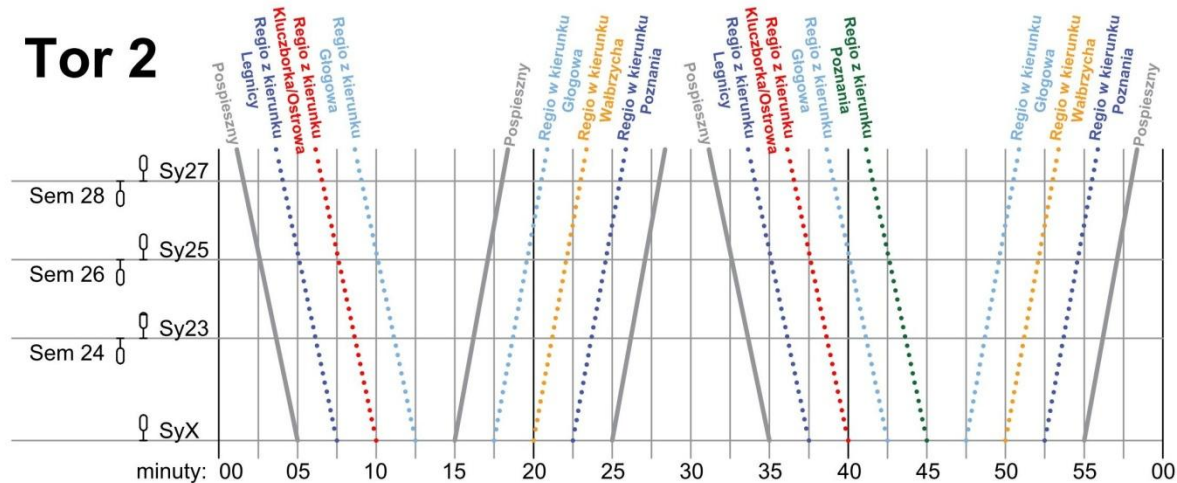




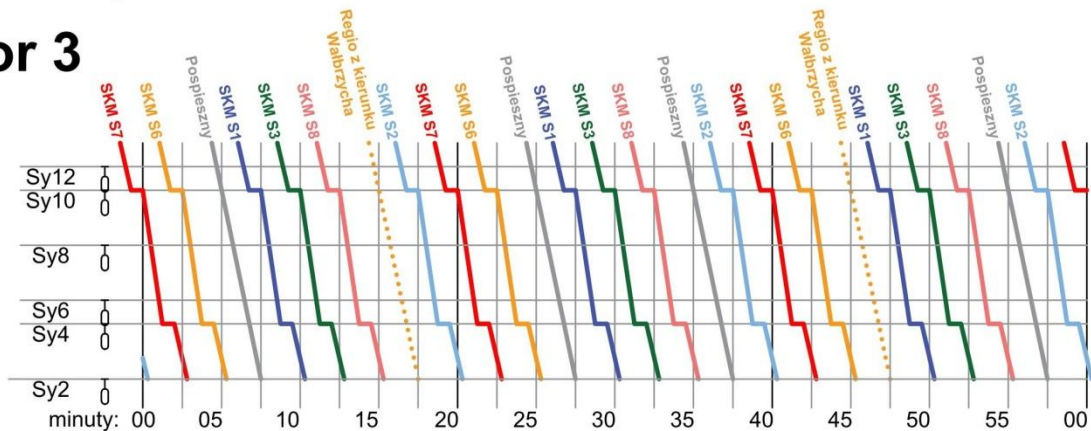
# Tor 1



# Tor 2



# Tor 3



Uproszczony wykres  
ruchu na szlaku  
Wrocław Główny -  
podg Grabiszyn

# Podsumowanie

- Uruchomienie we Wrocławiu i jego aglomeracji Szybkiej Kolei Miejskiej, składającej się z 6 linii kursujących po trasie średnicowej w takcie 20-minutowy, jest możliwe pod warunkiem przebudowy urządzeń sterowania ruchem i uzyskania 2,5-minutowego czasu następstwa pociągów.
- W toku dalszych prac nad koncepcją SKM we Wrocławiu należy przeanalizować przepustowość innych elementów węzła pod kątem dostosowania do zaplanowanego obciążenia ruchem, a także określić zakres niezbędnych inwestycji: w pierwszej kolejności na samej stacji Wrocław Główny oraz posterunku odgałęźnym Grabiszyn, a później stopniowo na dalszych odcinkach linii w węźle.





# Politechnika Wrocławska

**Dziękuję za uwagę!**