

# DIPLOMOVÁ PRÁCE



## Efektivní hledání nejkratších cest v sítích hromadné přepravy osob

Autor: Vladislav Martínek

Vedoucí: RNDr. Michal Žemlička, Ph.D.

# Motivace

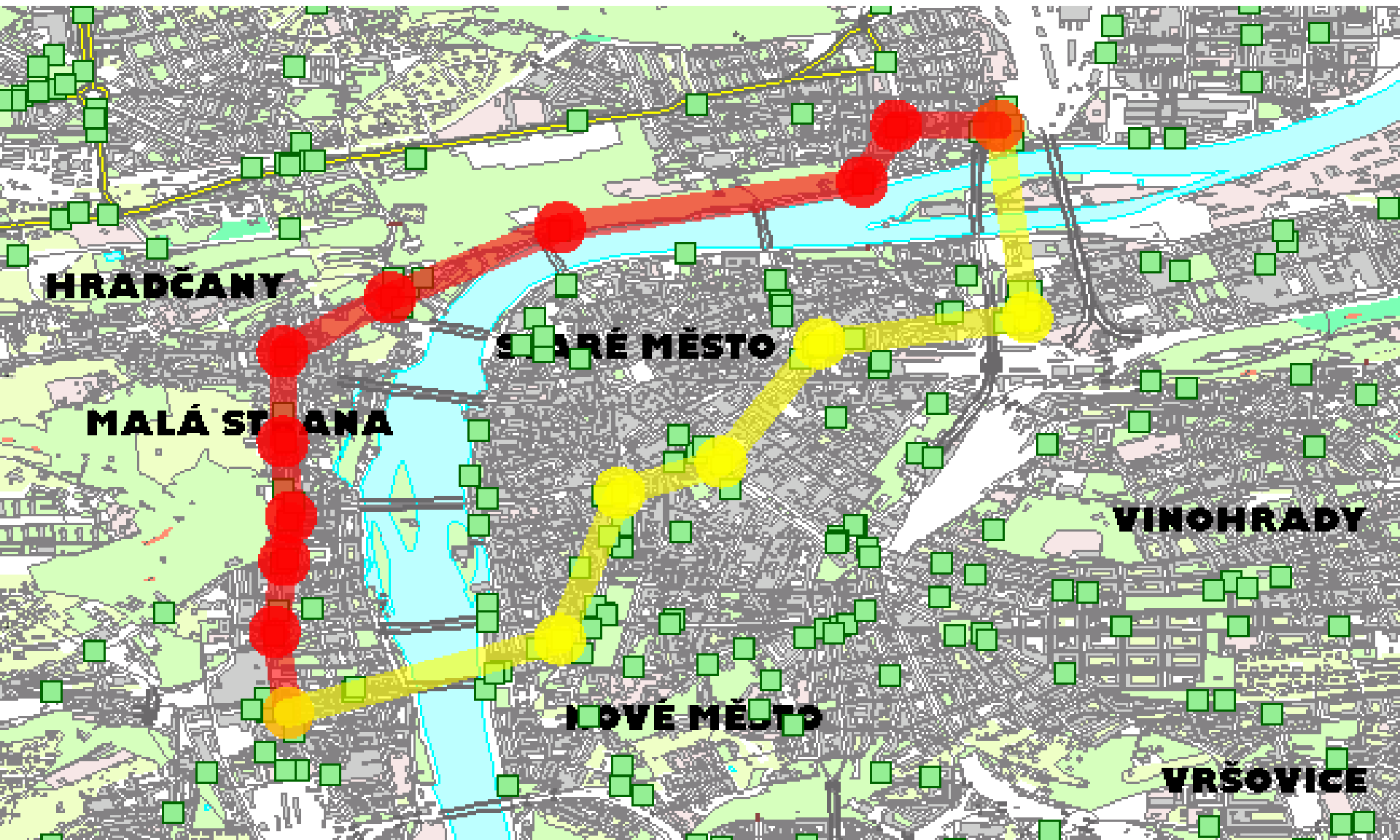
- *Jak se co nejrychleji dostat z bodu A do bodu B?*
- při plánování je výhodné využít **prostředky hromadné dopravy** v kombinaci s vlastní **chůzí**
- určitá volnost v plánování pěších přesunů dává možnost nalézt výhodné spojení
  - zejména v nočních hodinách

# Projekt JRGPS

- komplexní navigace
  - kombinuje chůzi a prostředky hromadné přepravy osob
- off-line aplikace
  - nezávislost na okamžité dostupnosti připojení
  - nižší náklady na provoz aplikace pro uživatele
  - aktualizace dat na vyžádání
- aplikace pro mobilní zařízení
  - omezená výpočetní kapacita
- **knihovna vyvíjená v rámci diplomové práce byla použita jako vyhledávací jádro**

# Problematika navigace v sítích hromadné přepravy osob

- cestu lze započít pouze v okamžicích, které jsou předem definované jízdním řádem
- plán nejkratší nalezené cesty se může značně lišit pro dva relativně blízké okamžiky
- ...



**HRADČANY**

**MALÁ STRANA**

**STARÉ MĚSTO**

**NOVÉ MĚSTO**

**VINOHRADY**

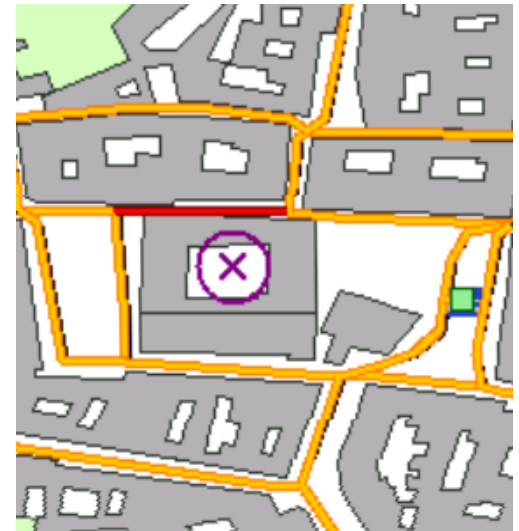
**VRŠOVICE**

# Problematika navigace v sítích hromadné přepravy osob

- cestu lze započít pouze v okamžicích, které jsou předem definované jízdním řádem
- plán nejkratší nalezené cesty se může značně lišit pro dva relativně blízké okamžiky
- platnost jízdních řádů, výluky
- spolehlivost nalezené cesty

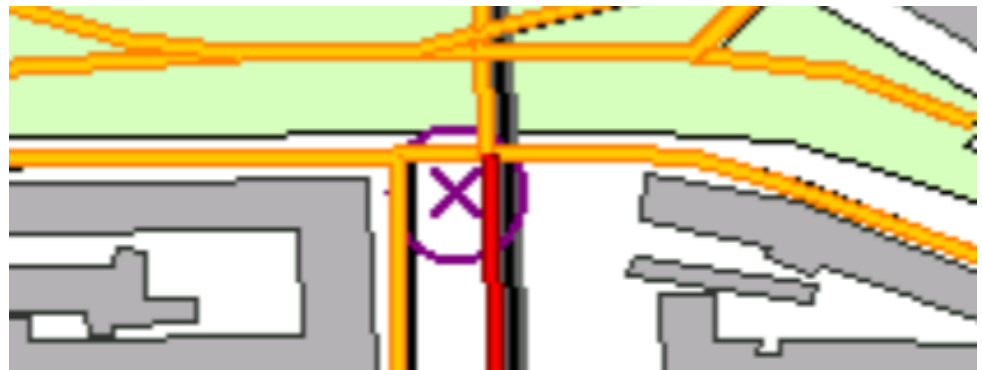
# Problematika navigace chodců

- chodec může započít cestu kdykoliv
- časově omezené průchody
- počáteční bod cesty (GPS) musí být v síti pěších cest
- ...



# Problematika navigace chodců

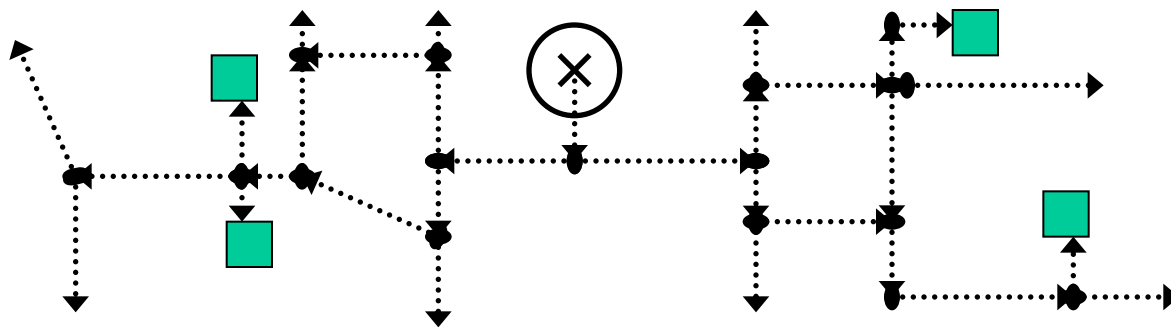
- chodec může započít cestu kdykoliv
- časově omezené průchody
- počáteční bod cesty (GPS) musí být v síti pěších cest
- zastávky hromadné dopravy
- mimoúrovňové křížení





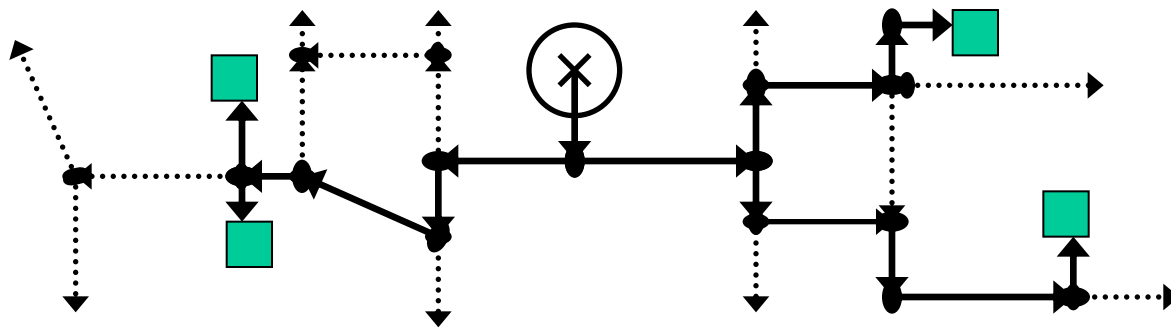
# Propojení pěší sítě a MHD

- vyhledávání nejkratších pěších cest z obecného bodu do okolních zastávek MHD



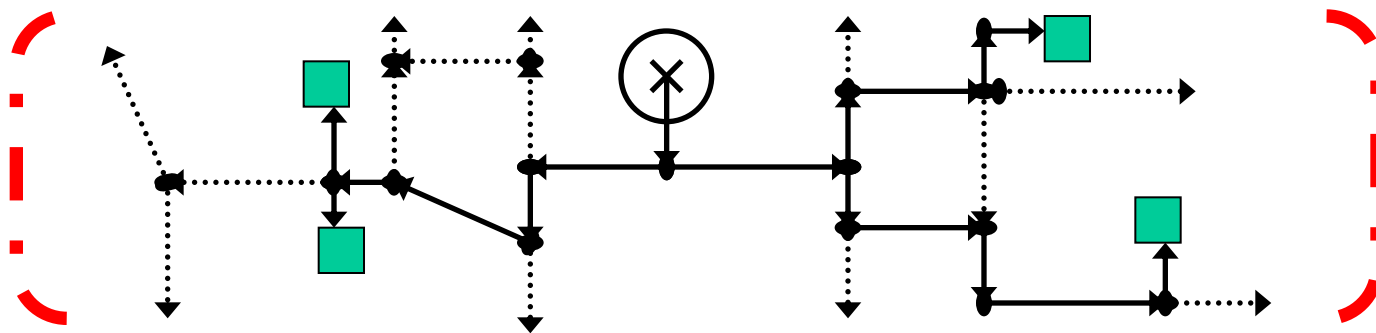
# Propojení pěší sítě a MHD

- vyhledávání nejkratších pěších cest z obecného bodu do okolních zastávek MHD
  - nejkratší cesty do okolních zastávek lze nalézt v jediné iteraci BFS algoritmu



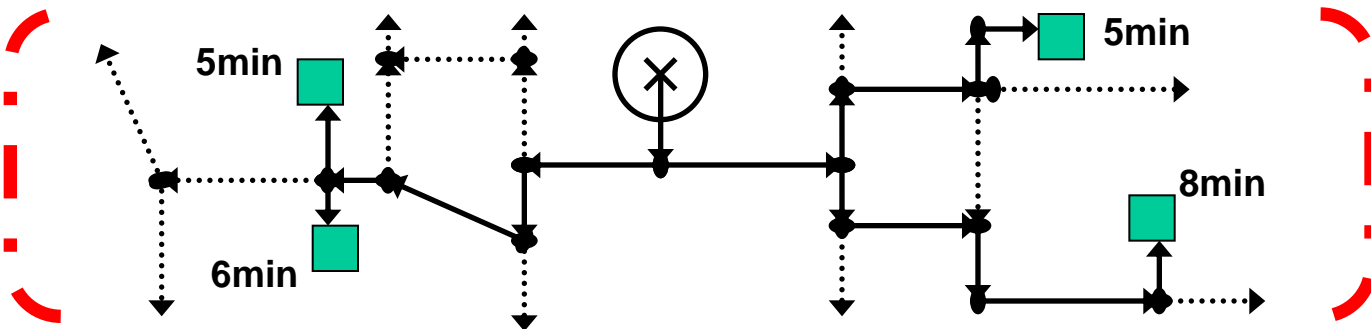
# Propojení pěší sítě a MHD

- vyhledávání nejkratších pěších cest z obecného bodu do okolních zastávek MHD
  - nejkratší cesty do okolních zastávek lze nalézt v jediné iteraci BFS algoritmu
  - prohledávané okolí je omezeno



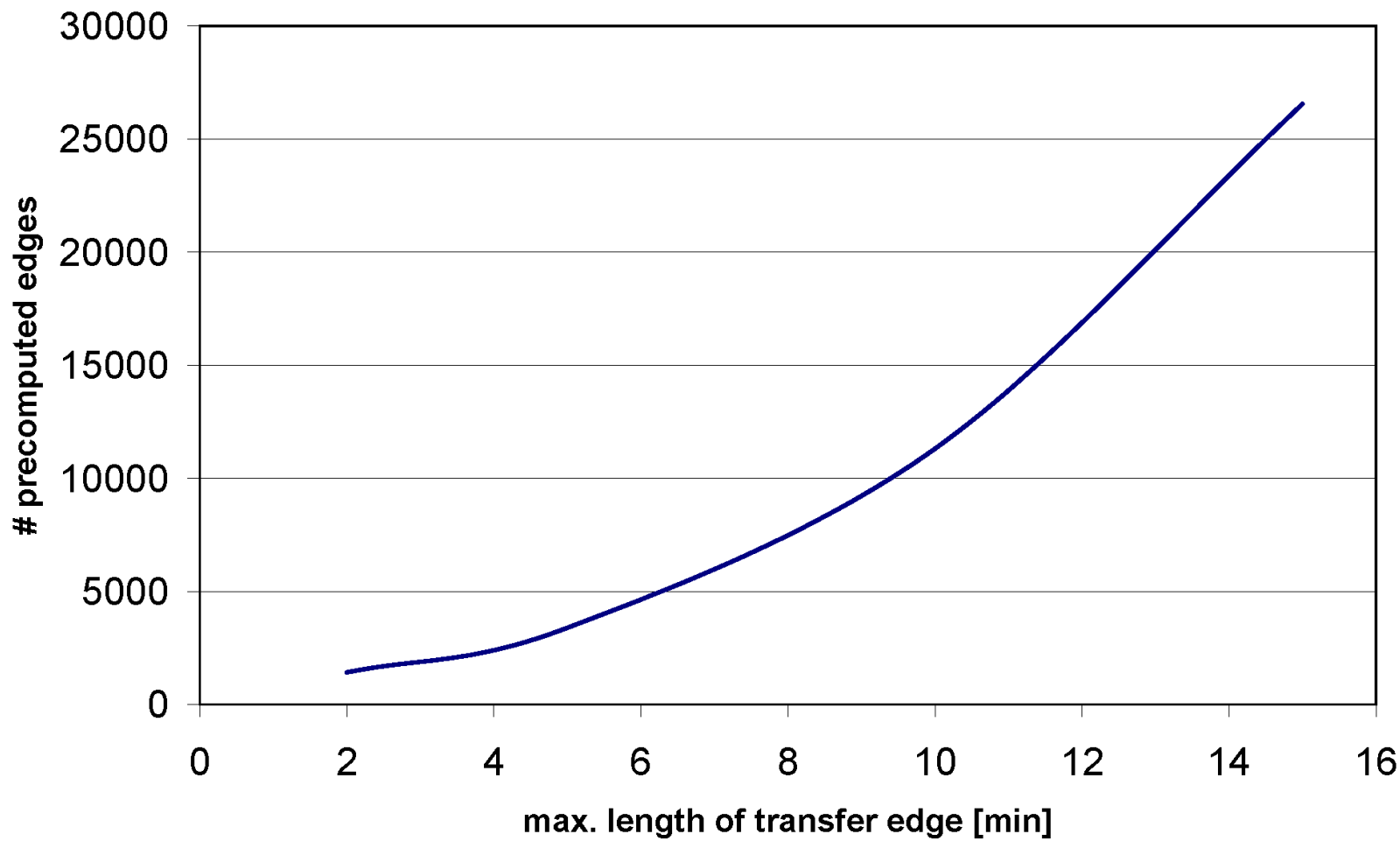
# Propojení pěší sítě a MHD

- vyhledávání nejkratších pěších cest z obecného bodu do okolních zastávek MHD
  - nejkratší cesty do okolních zastávek lze nalézt v jediné iteraci BFS algoritmu
  - prohledávané okolí je omezeno
  - délky nalezených pěších cest jsou propagovány do vyhledávače spojení



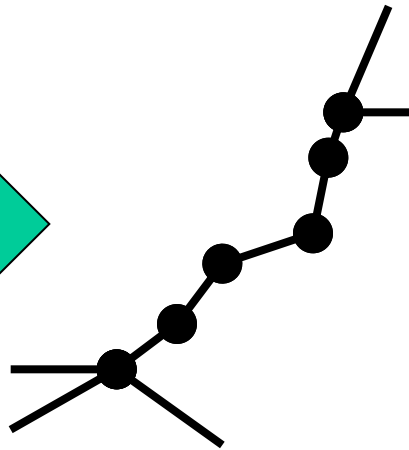
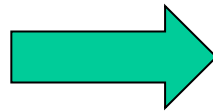
# Pěší přestupy uvnitř sítě MHD

- vyhledávání pěších spojení mezi zastávkami MHD
  - předvypočítané hodnoty pěších cest
  - množství předvypočítaných hran výrazně narůstá s maximální povolenou délkou přestupu
- limit délky přestupu pro předvypočítané hrany
  - dostatečně **vysoký** aby pokryl všechny relevantní přestupy
  - dostatečně **nízký** aby počet předvypočítaných hran výrazně nezpomaloval vyhledávání spojení



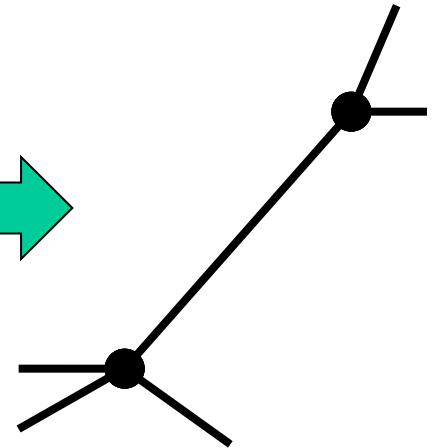
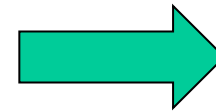
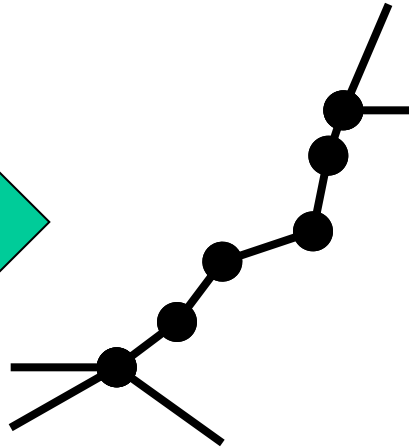
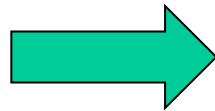
# Redukce pěší sítě

- charakter pěší cesty je důležitý
  - převýšení, překážky, průchodnost cesty
- průběh úseku není až tak důležitý



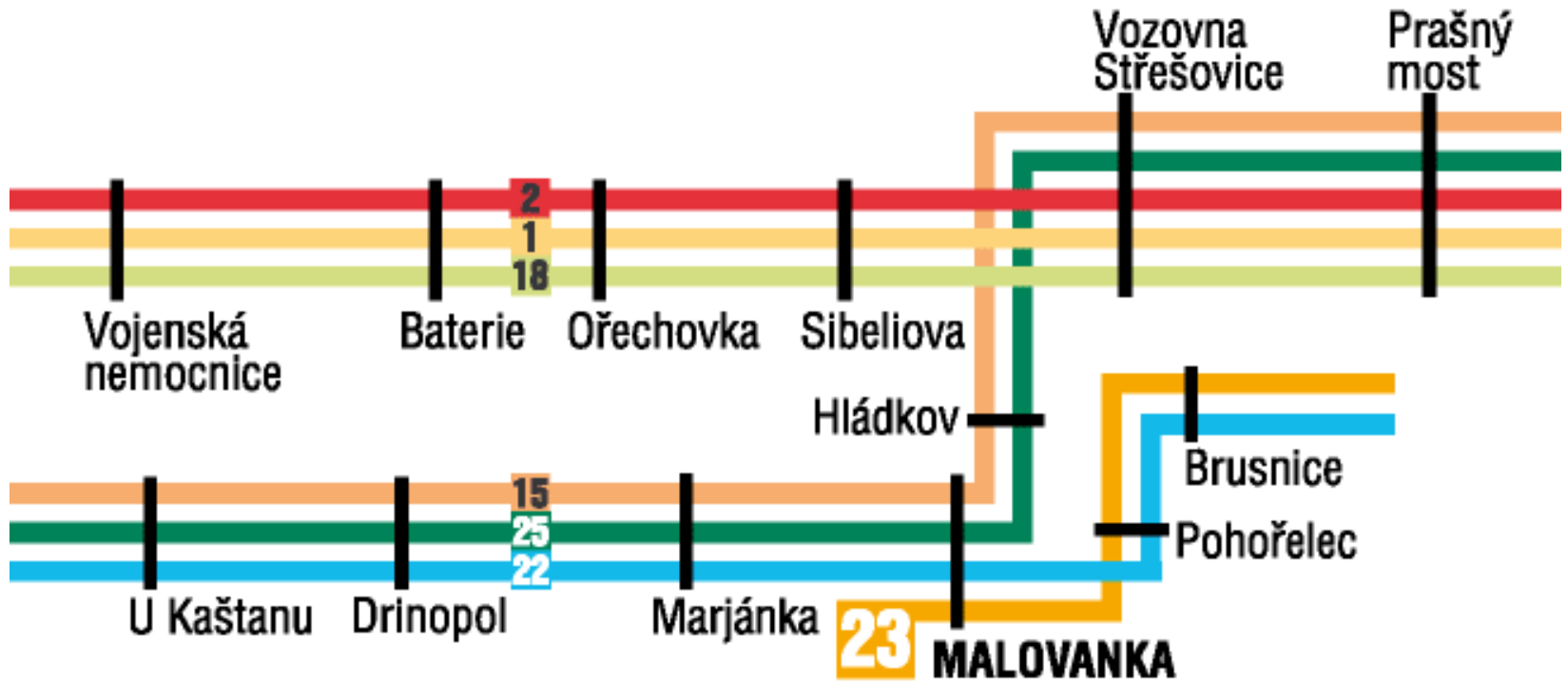
# Redukce pěší sítě

- charakter pěší cesty je důležitý
  - převýšení, překážky, průchodnost cesty
- průběh úseku není až tak důležitý

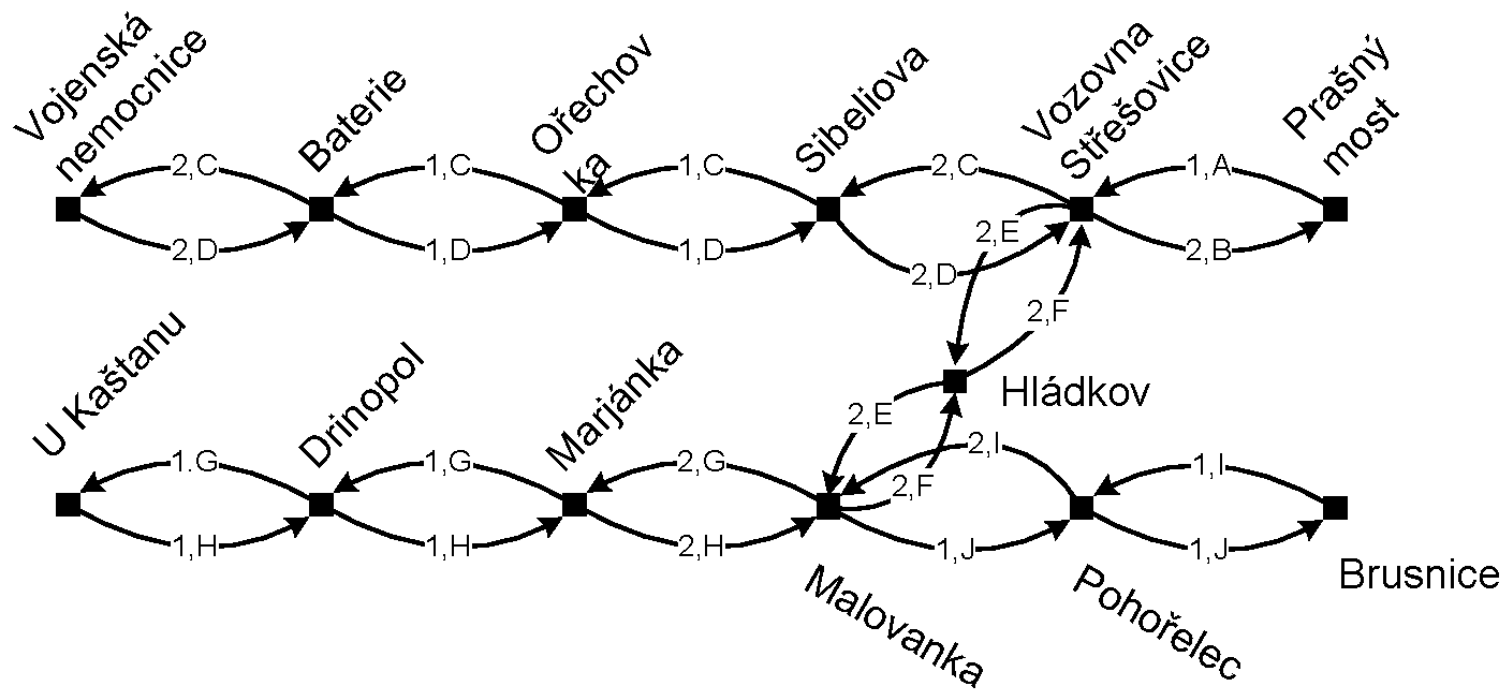




# Redukce sítě MHD, původní síť



# Redukce sítě MHD, první úroveň

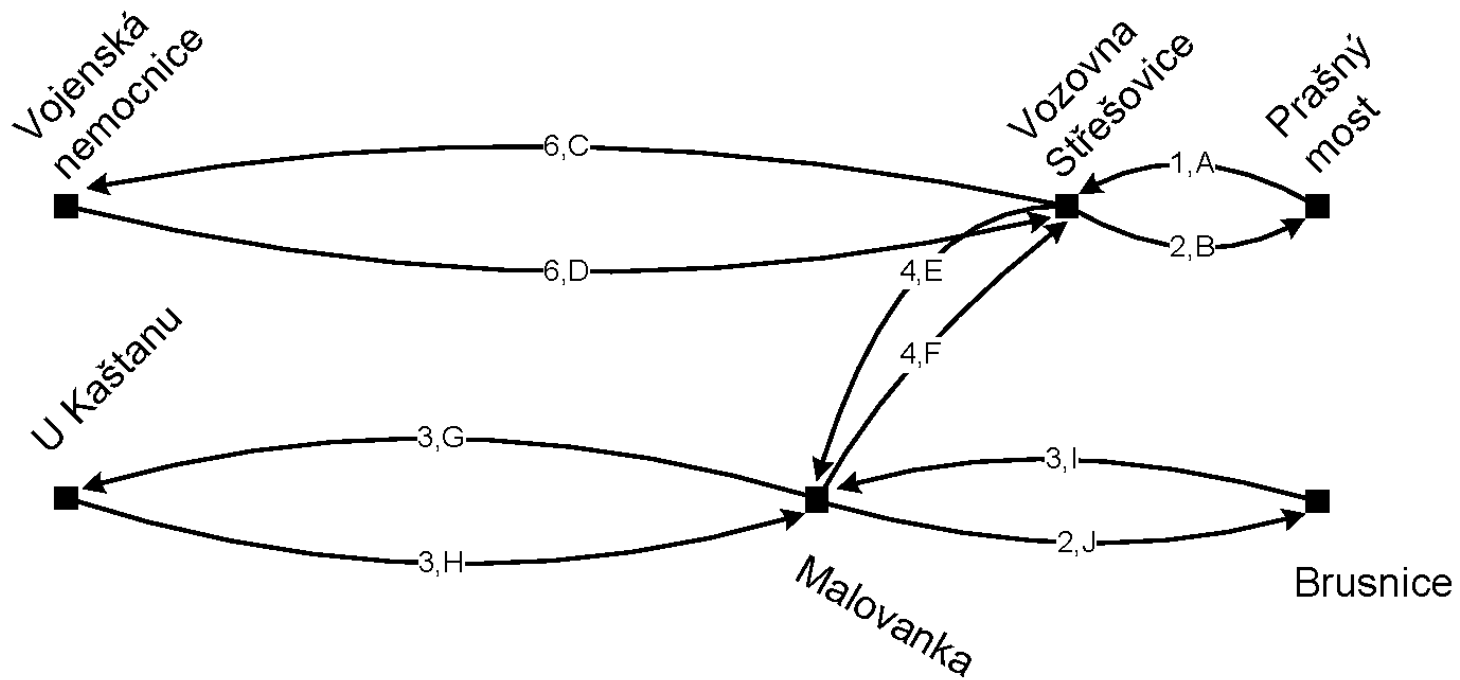


Malovanka ... zastávka  
 ■

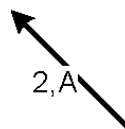


spojení realizované  
 pseudolinkou A  
 s dobou jízdy 2 minuty

# Redukce sítě MHD, druhá úroveň



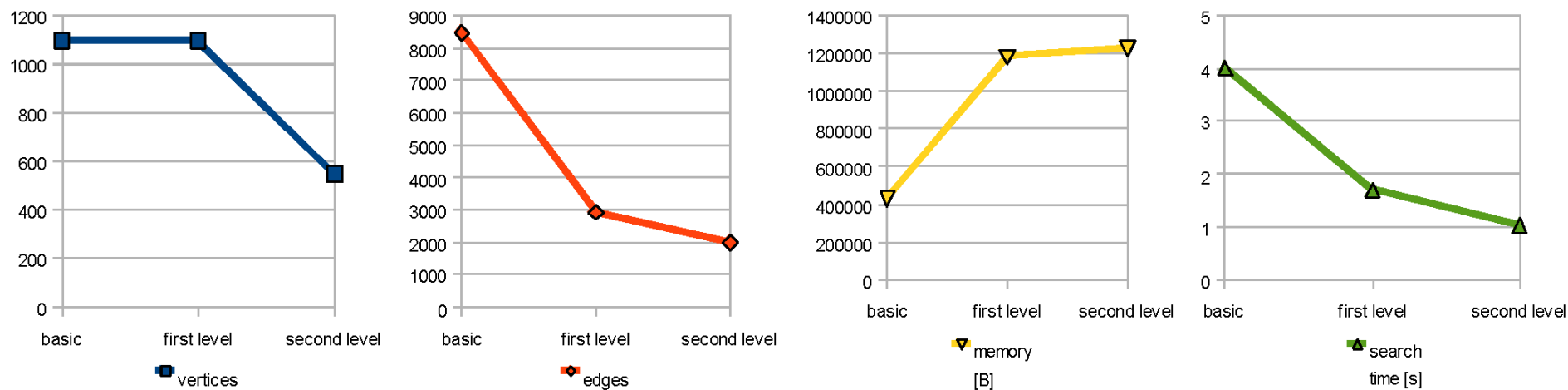
Malovanka ... zastávka  
■



... spojení realizované pseudolinkou A s dobou jízdy 2 minuty

# Redukce sítě MHD, výsledky

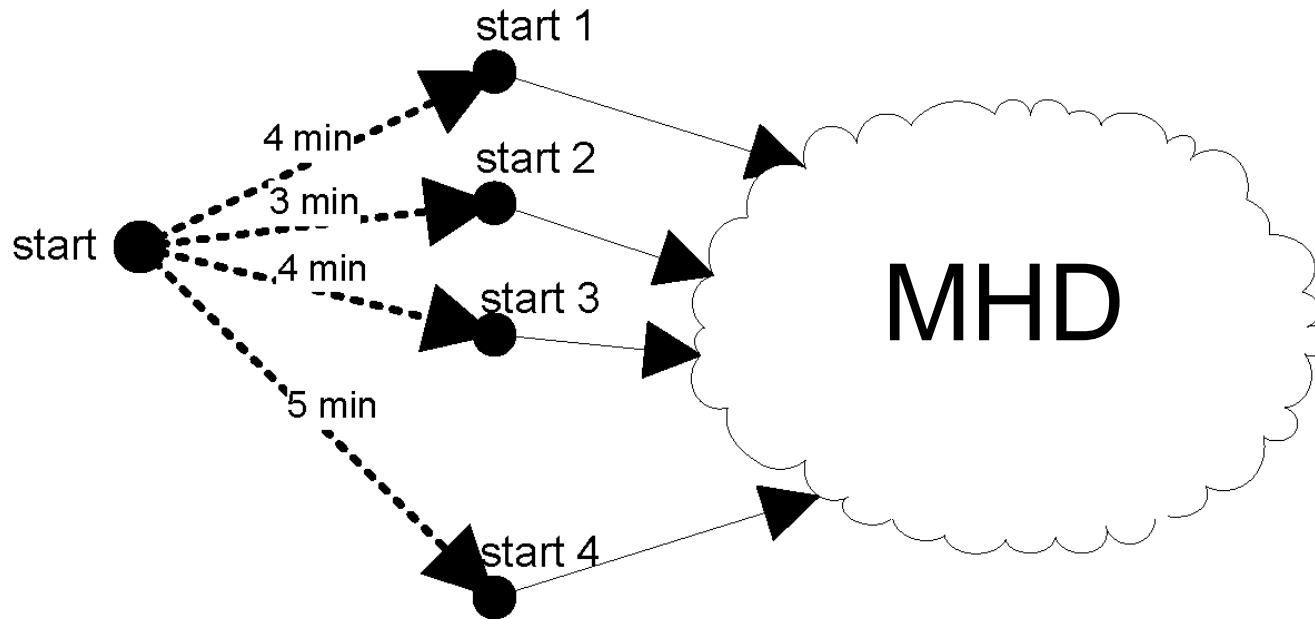
- řešení je ortogonální vůči dalším optimalizacím



V. Martínek and M. Žemlička, „Speeding up shortest path search in public transport networks,“ in *DATESO 2009*, K. Richta, J. Pokorný, and V. Snášel, Eds. Prague, Czech Republic: Czech Technical University in Prague, 2009, pp. 1-12.

# „User friendly“

- uživatelská místa
  - možnost definovat vlastní místa („doma“, „škola“, atd.)



# „User friendly“

- uživatelská místa
  - možnost definovat vlastní místa („doma“, „škola“, atd.)
- uživatelské předvolby
  - rychlost chůze
  - nízkopodlažní vozidla
  - limit souvislého úseku chůze
- možnost vyloučení linky

# Budoucí vývoj

- Více-kriteriální vyhledávání
  - čas, cena, spolehlivost, bezpečí cestujících, pohodlí...
  - body zájmu (POI)
- Rozšíření možností přepravy
  - hierarchické napojení dalších dopravních sítí



# Závěr

- JRGPS – projekt obhájen v září 2009
  - přiděleno zvláštní ohodnocení
- redukce grafu - publikováno na workshopu DATESO 2009
- komplexní navigace, zkušenosti z projektu – publikováno na konferenci ICONS 2010
  - článek získal ocenění „Best Paper“



Odkud: **Otakarova**

Kam: **Hloubětín**

Datum: 24.05.

---

Doba: 46 min

Př.	Odj.	Spoj	Zastávka
	23:01	pěšky (6 min)	Otakarova
	23:07	Tram 7	Divadlo Na Fidlovačce
23:10		pěšky (6 min)	Albertov
	23:17	Tram 24	Botanická zahrada
23:31		pěšky (1 min)	Florenc
23:32		pěšky (2 min)	Florenc
	23:34	Metro B	Florenc
23:47			Hloubětín

---

Doba: 31 min

Př.	Odj.	Spoj	Zastávka
	23:06	Tram 7	Otakarova
23:14		pěšky (3 min)	Palackého náměstí
	23:19	Metro B	Karlovo náměstí
23:37			Hloubětín