



**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**



TECHNOLOGIE DOPRAVY

17TEDL – TECHNOLOGIE DOPRAVY A LOGISTIKA

**MĚSTSKÁ HROMADNÁ DOPRAVA
PŘÍMĚSTSKÁ ŽELEZNICE (S-BAHN)**

ING. JIŘÍ POSPÍŠIL, PH.D.

**ÚSTAV LOGISTIKY A MANAGEMENTU DOPRAVY
FAKULTA DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**



OSNOVA PŘEDNÁŠKY

- Specifika organizace dopravy městské a příměstské kolejové
- Bezbariérovost veřejné dopravy
- Specifika vozidel městské hromadné dopravy (MHD) – kolejová i nekolejová; vozidla pro S-Bahn
- Specifika financování MHD
- Způsoby a význam preference MHD





Co JE TO MHD?

- **Základní požadavky** na městskou hromadnou dopravu:
 - Poskytování přepravní nabídky všem osobám
 - Celoplošná obsluha území
 - Časová dostupnost území
 - Intervalový provoz
 - Pravidelnost, spolehlivost, komfort a bezpečnost
 - Výhodnost použití

Drážďany – otevření tramvajové tratě
Gorbitz – Pennrich 29.11.2008





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

KDE JE TO MHD?

Druh dopravního prostředku	Počet obyvatel	Přepr. výkon [os/hod]
Autobus, trolejbus	30 000 – 50 000	6 300 – 9 500
Pouliční tramvaj (stávající), trolejbus	50 000 – 250 000	16 200
Pouliční tramvaj (navrhovaná)	120 000 – 650 000	16 200
Městská dráha	650 000 – 1 000 000	16 200
Metro	nad 1 000 000	35 000
Příměstská železnice	městský region	48 000

Drážďany – uzel Gompitzer Höhe





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

POROVNÁNÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ

<u>Systém</u>	<u>Délka linek</u>	<u>Vzdálenost zastávek</u>	<u>Cestovní rychlost</u>
Příměstská žel.	6 – 60 km	1 000 – 1 500 / 2 000 – 3 000 m	cca 40 – 50 km/h
Metro	3 – 25 km	500 – 1 500 m	25 – 30 km/h
Městská dráha	3 – 25 km	500 – 1 500 m	25 – 30 km/h
Tramvaj	6 – 15 km	250 – 600 m	15 – 25 km/h



- Velký počet cestujících, krátké přepravní vzdálenosti
 - ⇒ Velká výměna cestujících v zastávkách
 - ⇒ Problém tarifu – výběru jízdného
 - ⇒ Problém nástupu a výstupu cestujících
 - ⇒ Problém sezení X stání cestujících
- **Výkonnost linky**
 - aneb kratší interval nebo větší kapacita vozidla?
- **Propustnost tratí**
 - Hodnoty
 - Jednokolejné úseky
 - Zabezpečovací zařízení
- **Proklady**





- Ukázky jednokolejného tramvajového provozu



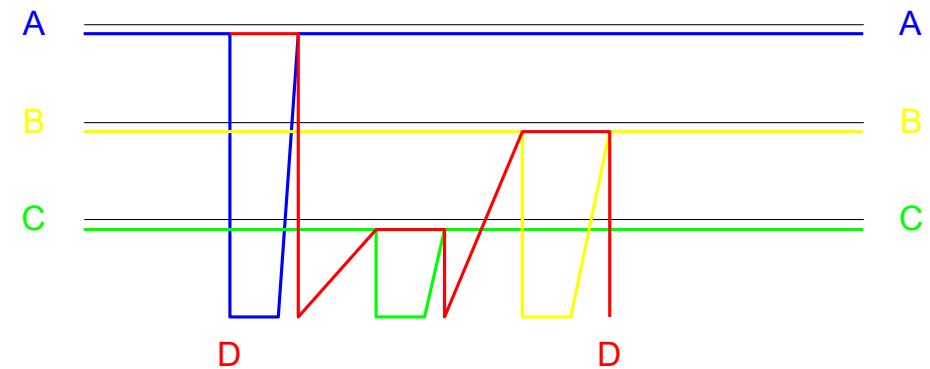
- **Přestupní vazby**
 - aneb čekat na tzv. korespondenční přestup nebo přestupovat jen na následující spoje?
- **Obraty**
 - kapacita obratišť, možnosti řidičů



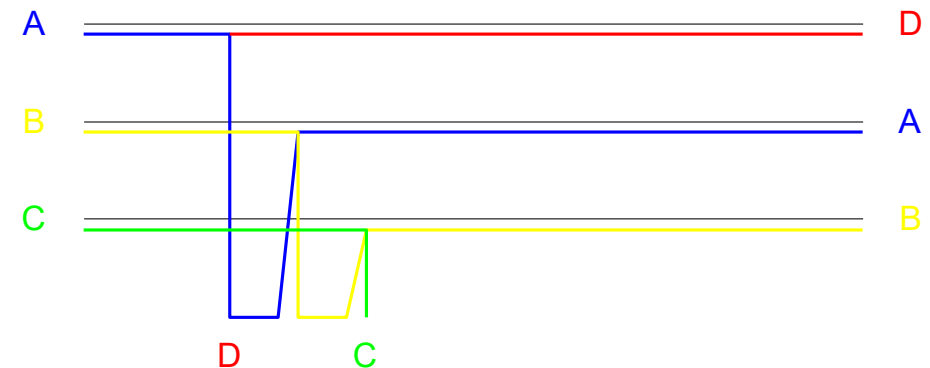


ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTNÍCH PŘESTÁVEK

- V obratových dobách – vazba řidiče na vozidlo
- **Blokové přestávky se střídajícím řidičem**



- **Blokové přestávky bez střídajícího řidiče**





BEZBARIÉROVOST

- Norma ČSN 73 6425-1
- a ČSN 73 6425-2
- Vyhláška 369/2001 Sb.
- Předpoklady
- Vazba na rychlost a ekonomiku dopravy
- Zkušenosti v ČR a v zahraničí

Osoby se sníženou schopností pohybu a orientace





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

DOMÁCÍ POSTŘEHY

**V provedení jsou rezervy
Výzva pro mladou generaci!**





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

DRÁŽŽANSKÉ POSTŘEHY



Trénink ve vozovně



Dresdner Kombibord



**Bezbariérová zastávka
vídeňského typu**





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

PAŘÍŽSKÉ POSTŘEHY



**Výškový rozdíl 0 cm,
vodorovná vzdálenost 2 cm**



ROZDÍL MHD X REGIONÁLNÍ DOPRAVA

Plánování linek – cílová kritéria optimalizace linkového vedení z pohledu:

Dopravce – minimalizace nákladů (MHD):

- Minimalizace počtu vozidel v síti
- Minimalizace dob oběhu na linkách

Cestujících (objednatele) – atraktivní obsluha území (regionální doprava):

- Minimalizace přestupních procesů v síti
- Maximalizace počtu přímojedoucích cestujících





Tvorba jízdního řádu:

Regionální doprava – Integrální taktový jízdní řád

- Jednotné intervaly v síti
- Vazby mezi linkami v přestupních uzlech (geografických i časových)

Městská doprava – Intervalový jízdní řád

- Linkové intervaly proměnné během dne (špička x sedlo)
- Vazby mezi linkami v uzlech (pouze geografické uzly), přestupy běžné i na hranách





PRINCIPY TVORBY A HODNOCENÍ SYSTÉMU MHD

Tvorba

1. Vysoká četnost spojů před vyšší hustotou sítě
2. Koncentrace na velmi frekventované linky
3. Zlepšení současných linek má přednost před zaváděním nových posilových, tangenciálních a přímých linek
4. Propojení linek v systému s cílem maximalizovat přínosy pro cestující
5. Zastávky zřizovat v místech se silnou poptávkou
6. U zastávek mít velkou hustotu osídlení
7. Optimální stavební uspořádání přestupních zastávek / uzlů s cílem nejkratších možných přestupních cest a dob

Hodnocení

- Suma cestovních dob všech cestujících nebo průměrná cestovní doba
- Podíl přímojedoucích a přestupujících cestujících
- Převážná kvalita jako podíl sedících cestujících
- Výsledné provozní náklady: počet vozidel, výkon v km dle typu vozidla / trakce





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

DRÁŽNÍ VOZIDLA MHD A S-BAHN

- Trolejbusy a duobusy
- Tramvaje
- Metro (podzemní i pozemní)
- S-Bahn
- Lanovky
- Zajímavosti





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

TROLEJBUSY

- kloubové X s přívěsným vozem



Luzern – Swiss Light Tram 3



Lausanne





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

TRAMVAJE

- jedno- X obousměrná vozidla



KT8D5 + Vektra



KT8D5R.N2P





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

TRAMVAJE

- nízká X vysoká podlaha





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

TRAMVAJE

- vozy X jednotky



NGT8DD a T4D



VV60LF Brno

Vario LF3





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

VLAKOTRAMVAJE

Zürich



Karlsruhe



Kassel



Nordhausen





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

METRO



**Zcela podzemní
a částečně povrchové systémy**





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

METRO

- Paříž
 - na pneumatikách
 - automatické bez řidiče





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

METRO

- **Lausanne**



M1
příměstská dráha
Lausanne – Renens VD
interval 5 minut



M2

délka 5,9 km, převýšení 338 m
stoupání až 12 %, interval 6 minut

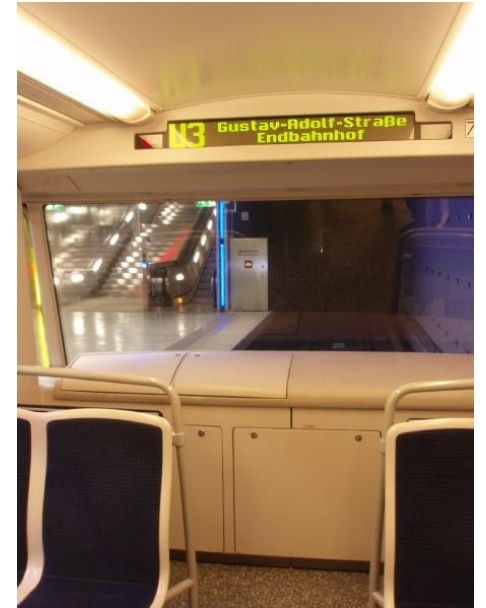




**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

METRO

- **Norimberk**
 - Linka U3 v Norimberku
 - automatický provoz bez řidiče
 - společný úsek s linkou U2 klasického metra s řidičem – chybí bezpečnostní stěny na nástupištích
 - délka společného úseku 3,5 km
 - 6 společných stanic





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

S-BAHN

**Alias marketingová značka:
Praha, St. Gallen**

**Alias metro:
Berlín, Hamburk**



**Alias železnice:
Mnichov, Curych**





FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE

S-BAHN

Výměna cestujících – významný faktor pro:

- Celkovou jízdní dobu
- Dodržení jízdního řádu
- Traťový interval mezi spoji

Tj. pro **atraktivitu systému pro cestující a efektivitu pro dopravce / objednatele**



S-Bahn Mnichov





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

S-BAHN

Jednopodlažní vozidla



S-Bahn Lisabon

Dvojpodlažní vozidla





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

S-BAHN VERSUS METRO

S-Bahn Berlín



U-Bahn Berlín



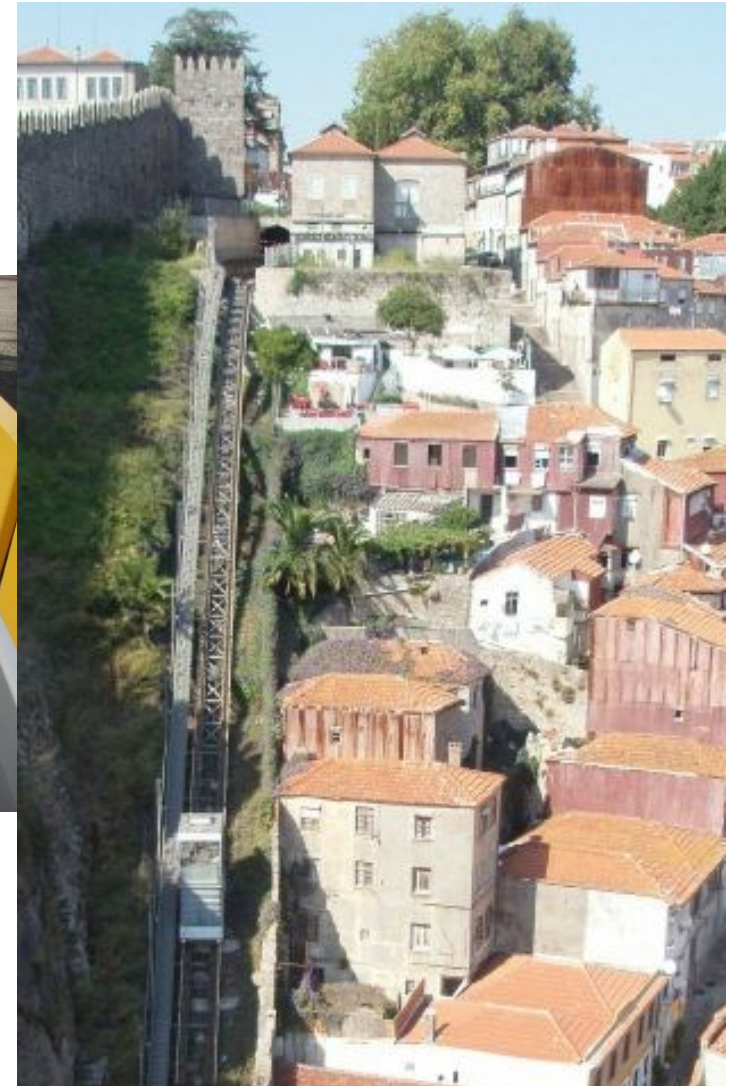


**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

METRO A LANOVÁ DRÁHA PORTO



Metro, rychlodráha nebo tramvaj?





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

LANOVKY



Lanovky a ozubnicová železnice v Curychu



Visutá a pozemní lanovka v Drážďanech





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

ZAJÍMAVOSTI

Duobus Bratislava



Duobus Lublin



Duobus pro Boston



Hybridní bus Lenzburg





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

ZAJÍMAVOSTI



**Civis, Las Vegas
Autobus s optickým
naváděním**



Tram na pneumatikách – Nancy



**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

TRAMVAJE V ČR – PŘEHLED VOZIDEL

vlek: 30+57 cestujících, 4,8 t/náprava



T3: 23+87 cestujících, 7 t/náprava

Astra: 41+90 cestujících, 8,34 t/náprava



KT8D5R.N2P: 46+272 cestujících, 8,033 t/náprava



**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

TRAMVAJE V ČR A SRN – PŘEHLED VOZIDEL

14T:
69+210 cestujících, 10,228 t/náprava



NGTD8DD:
171 cestujících, 6,4 t/náprava

15T ForCity:
61+120 cestujících, 7,688 t/náprava



NGTD12DD:
260 cestujících, 6,24 t/náprava



**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

NÁKUP NEBO MODERNIZACE?

- T3 x T3 vana x Astra (Anitra, Trio)





FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE

NÁKUP NEBO MODERNIZACE?

- K3R-NT x KT8D5R.N2P x Vario x Vektra (T14)





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

NÁKUP NEBO MODERNIZACE?

- Modernizace 81-71M nebo M1





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

MODERNIZACE (KOLEJOVÝCH) VOZIDEL

- Trakční výzbroj
- Skříň (bezbariérovost)
- Skříň (design)
- Modernizace odpovídá dle rozsahu 30 – 65 % nákladů na pořízení nového vozidla



T3 x T3M



K3R-NT



Lódž





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

FINANCOVÁNÍ MHD

- Vozokm
- Města
- Nástin nákladů





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

FINANCOVÁNÍ MHD

Rozdíly v nákladech (2002)

	fixní [Kč/km]	variabilní [Kč/km]	údržba vozidla [Kč/ks/rok]
Bus	11,46	29,3	380.000
T-bus	17,47	26,1	460.000
Tram	17,82	24,0	500.000

Možnosti výběrových řízení:

- Neexistující legislativa v ČR
- Problematika správy infrastruktury
- Postřehy ze zahraničí

Lódž



Basel





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

PREFERENCE MHD

Pasivní

- podélné pásy,
- samostatná tělesa / vyhrazené bus-pruhy

Aktivní

- křižovatky
- tram zastávky vídeňského typu
- další úlohy dispečinku

Drážďany – zastávkový informační panel,
VW-Bahn = CarGo Tram (nákladní tramvaj)





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

PODÉLNÉ DĚLÍCÍ PRAHY



Praha





FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE

VYHRAZENÉ BUS-PRUHY / SAMOSTATNÁ TĚLESA



Paříž

Drážďany

Curych





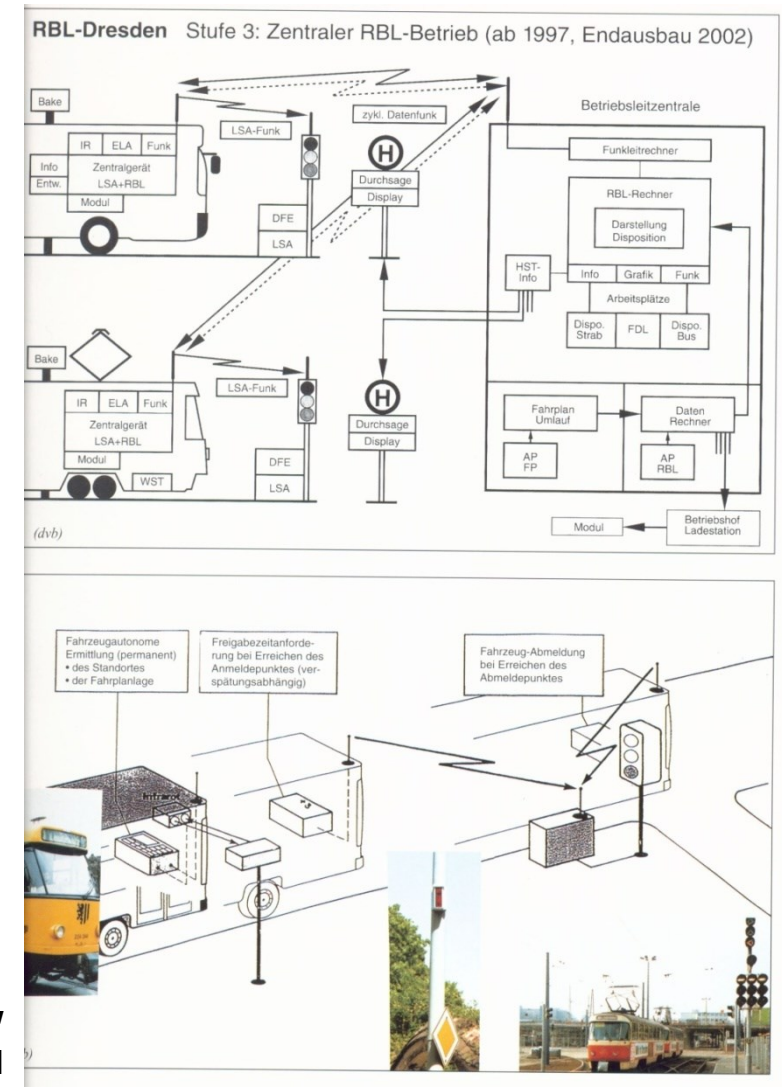
**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

KŘIŽOVATKY

Příklady mechanických a optického čidla



**Schéma přenosu dat mezi vozidlem,
dispečinkem a křižovatkou**





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

TRAMVAJOVÉ ZASTÁVKY VÍDEŇSKÉHO TYPU

Praha – nekrytá zastávka



Drážďany – zastávka krytá světelnou závorou





- **Cíl:** Zkrátit a garantovat jízdní doby, zajistit stabilitu konceptu
- Ukázka z praxe – **Dispečink MHD v Plzni** (pořizovací náklady 46,5 mil. Kč)

Výchozí stav:

- Neznámá poloha vozidel v síti
- Preference MHD na křižovatkách bez podmínky, zařazení fáze v nejbližší možné fázi cyklu

Přínosy nového dispečerského systému v I. etapě (sledování vozidel, preference MHD na vybraných křižovatkách v centru města):

Trakce	Odhad člověkohodin (hod/rok)	Náklady na hodinu (v Kč/hod)	Úspory celkem (v Kč/rok)
Tramvaje	5000	165	825 000
Trolejbusy	5939	165	980 000
Autobusy	5650	165	932 250
Úspory celkem	16589	165	2 737 250

Úspora vozidel při logické preferenci MHD na vybraných křižovatkách v centru města:

- 8 tramvajových vozů T3
- 3 trolejbusy 14Tr





PREFERENCE MHD

- Cíl: Zkrátit a garantovat jízdní doby, zajistit stabilitu konceptu
- Ukázka z praxe – Dispečink MHD v Plzni (pořizovací náklady 46,5 mil. Kč)

Kvantifikace úspor času cestujících po dokončení projektu

Celkový počet hodin zkrácení jízdních dob dotčených linek ..	7 400 hod/rok
Celkový počet přepravených osob dotčených linek.....	12 178 000 osob/rok
Cena 1 hodiny uspořeného času.....	150 Kč/hod
Celkem úspora.....	30 445 000 Kč/rok

Kvantifikace absolutní hodnoty úspor trakční energie po dokončení projektu

Tramvaje.....	1 500 000 Kč/rok
Trolejbusy	1 000 000 Kč/rok
Autobusy.....	1 900 000 Kč/rok
Úspora celkem	4 400 000 Kč/rok





MÍSTNÍ AUTOBUS („ORTSBUS“)

- Slouží především jako napaječ na zastávku nadřazeného dopravního systému (S-Bahn, městská dráha, regionální autobus)
- Plánován ve větších obcích / menších městech (cca 10-50 tis. obyvatel)
- Pouhá obsluha sídla není prioritou (malé přepravní proudy)
- V turistických oblastech také pro dopravu turistů, atrakce
- Jízdní řád se řídí krátkými přestupními vazbami na nadřazený dopravní systém, délka linky je přímo určena taktem nadřazeného systému
- Minimální akceptovatelný takt je 1 hodina, ve špičce by měl autobus zajišťovat návoz / odvoz od všech spojů nadřazeného systému
- Místní autobus je pod velkým tlakem provozních nákladů a konkurence: IAD, cyklisté i pěší





**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**

Tipnete si, odkud je tato zastávka MHD?



Země: Portugalsko
Město: Faro
Název: těžko identifikovatelný



**FAKULTA
DOPRAVNÍ
ČVUT V PRAZE**



TECHNOLOGIE DOPRAVY

DĚKUJI ZA POZORNOST

① [HTTP://ZOLOTAREV.FD.CVUT.CZ/TEDL](http://zolutarev.fd.cvut.cz/tedl)

✉ TECHNOLOGIE@FD.CVUT.CZ

🏠 KONZULTACE MÍSTNOST A-262, [HTTPS://KONZULTACE.FD.CVUT.CZ/](https://konzultace.fd.cvut.cz/)

TO JE OPRAVDU KONEC...

