

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Petra Karešová

**EKONOMICKÉ HODNOCENÍ BEZOBSLUŽNÉHO**  
**METRA V PRAZE**

**Bakalářská práce**

**2016**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

Fakulta dopravní  
d ě k a n

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

**K617 ..... Ústav logistiky a managementu dopravy**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Karešová Petra**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací**

Název tématu (česky): **Ekonomické hodnocení bezobslužného metra**

Název tématu (anglicky): Economic Evaluation of Driverless Metro

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Historie podpovrchových systémů dopravy se zaměřením na způsoby řízení
- Současné systémy bezobslužného metra ve světě
- Záměr bezobslužného metra v Praze
- Ekonomické vyhodnocení investice
- Zhodnocení

- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Kunst, J., Eisler, J., Orava, F. Ekonomika dopravního systému. Oeconomica, 2011  
Duchoň, B. Inženýrská ekonomika. C. H. Beck, 2007  
Příslušné právní normy

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2015**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **25. srpna 2016**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
.....  
doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu logistiky a managementu dopravy



  
.....  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

  
.....  
Karešová Petra  
jméno a podpis studenta

V Praze dne .....30. června 2015

### Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji doc. Ing. Zdeňku Říhovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce. V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za velkou trpělivost a morální podporu, které se mi dostávalo během celého studia, zvláště pak v posledních několika měsících.

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne .....

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Fakulta dopravní

EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ BEZOBSLUŽNÉHO METRA V PRAZE

bakalářská práce  
srpen 2016  
Petra Karešová

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na ekonomické porovnání bezobslužného a klasického metra. První kapitola je věnována historii podpovrchových systémů ve vybraných světových městech a v Česku. Druhá kapitola je zaměřena na současné bezobslužné systémy ve světě. Ve třetí kapitole je popsán vývoj záměru bezobslužného metra v Praze, jeho výhody oproti klasickému metru, dále moderní zabezpečovací systém CBTC. V poslední kapitole je zpracována SWOT analýza obou uvažovaných možností, poté výpočet čisté současné hodnoty investice a ekonomické návratnosti projektu.

Klíčová slova: historie, cestující, trať, linka, klasické metro, bezobslužné metro, souprava, řidič, výstavba, Nuselský most, investice, mzda, legislativa, bezpečnostní systém

## ABSTRACT

The main focus of this bachelor thesis is to economically compare classic underground transport system with driverless underground transport system. The first chapter discusses the history of underground systems of chosen cities worldwide as well as in the Czech Republic. The second chapter is about driverless subway systems of specific cities around the world. The main points in the third chapter are the evolution of the idea of establishing a driverless metro system in Prague, its pros compared to a regular subway, and the modern safety system called CBTC. Finally, a SWOT analysis of the considered two methods is made in the last chapter, and furthermore it also includes the calculation of the net present value index and the economic recovery of the project.

Key words: history, passengers, track, line, classic metro/subway, driverless metro/subway, a set, driver, construction, the bridge Nuselsky most, investment, wages, legislative, safety system

## Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	7
1. ÚVOD .....	8
2. HISTORIE PODPOVRCHOVÝCH SYSTÉMŮ DOPRAVY .....	9
2.1 LONDÝN .....	9
2.2 BUDAPEŠŤ .....	10
2.3 PAŘÍŽ .....	10
2.4 ČESKO .....	11
3. SOUČASNÉ SYSTÉMY BEZOBSLUŽNÉHO METRA VE SVĚTĚ .....	22
3.1 DUBAJ .....	22
3.2 PAŘÍŽ .....	26
3.3 TOKIO .....	28
4. BEZOBSLUŽNÉ METRO V PRAZE .....	32
4.1 LEGISLATIVA .....	32
4.2 VÝVOJ PROJEKTU .....	33
4.3 PRVNÍ PROVOZNÍ ÚSEK TRASY D PRAŽSKÉHO METRA .....	35
4.4 ROZDÍLY OPROTI KLASICKÉMU METRU .....	38
4.4.1 Technologie CBTC .....	38
4.5 TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY .....	40
5. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ INVESTICE .....	41
5.1 SWOT ANALÝZA .....	41
5.1.1 Klasické metro .....	43
5.1.2 Bezobslužné metro .....	44
5.2 ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA INVESTICE .....	45
5.2.1 Uvedení do problematiky .....	45
5.2.2 Hodnoty potřebné k výpočtu .....	46
5.2.3 Výpočet .....	47
6. ZÁVĚR .....	49
POUŽITÉ ZDROJE .....	51
Literatura .....	51
Internetové zdroje .....	51
Zdroje obrázků .....	52
Seznam obrázků .....	53
Seznam tabulek .....	54
Seznam grafů .....	54

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

CBTC – Communication-Based Train Control

ČSH – čistá současná hodnota

DSP – dokumentace pro stavební povolení

DURL – Dubai Rapid Link Consortium

MHI – Mitsubishi Heavy Industries

PPT – podpovrchová tramvaj



# 1. ÚVOD

Bezobslužné metro, neboli metro bez řidiče, je v dnešní době v Praze velmi populární téma. V posledních letech má nová linka D v Praze několik pozitivních i negativních ohlasů. K pozitivním patří hlavně zvýšení bezpečnosti, ať už bude linka D obslužná nebo bezobslužná. V negativních je možné zmínit strach z neznámého, pokud bude linka bezobslužná, také ale nesouhlas s designem budoucích stanic. Právě kvůli popularitě tohoto tématu jsem si jej vybrala jako téma svojí práce.

Cílem mé bakalářské práce je porovnat výhody a nevýhody bezobslužného a klasického metra. Dále pak vypočítat, která z variant by byla ekonomicky výhodnější z hlediska výstavby a z hlediska provozních nákladů. Dalším cílem je spočítat, do kdy se vrátí investice do dražší stavby bezobslužného metra, když budou následně nižší provozní náklady.

V první části práce se budu zabývat historií podpovrchových systémů v Česku i ve vybraných městech světa. Také představím několik již fungujících bezobslužných systémů ve světě. Materiály jsem čerpala převážně z cizojazyčných internetových stránek. Co se týče historie v Česku, tak potom z Encyklopedie MHD – Pražské metro vydané Dopravním podnikem hlavního města Prahy.

V druhé části práce se soustředím pouze na linku D v Praze. Popisuji vývoj projektu, její plánovanou podobu a výhody a nevýhody jednotlivých možností v podobě častého ekonomického nástroje – SWOT analýzy. Nejdůležitější částí této práce je výpočet čisté současné hodnoty investice, která ukáže, že stavba bezobslužného metra se jeví jako pozitivní řešení. Dále je vypočítána jednoduchá návratnost investice a ukázáno, jak se podílejí jednotlivé faktory na této návratnosti.

## 2. HISTORIE PODPOVRCHOVÝCH SYSTÉMŮ DOPRAVY

### 2.1 LONDÝN

Historicky první dráha pod zemí na světě byla dráha londýnská. Slavnostně otevřena byla 9. ledna 1863, pravidelný provoz byl zahájen o den později. Jako první byl v Londýně v provozu úsek, který je označován jako Metropolitan Railway. Vedl mezi stanicemi Farringdon a Paddington. Po tomto úseku jezdily vlaky, které byly tažené parními lokomotivami. [1]  
Slavnostní otevření londýnské dráhy vidíme na obrázku 1.



Obrázek 1: Zahájení provozu londýnské podzemní dráhy

Zdroj: en.wikipedia.org

Až v roce 1890 se v londýnském podzemí začaly pohybovat vlaky elektrické. [1]

Právě pokrok v elektrické trakci umožnil umístit dráhu hlouběji do podzemí. Dřívější dráhy byly jen podpovrchové. První taková podzemní trasa byla zprovozněna právě roku 1890, byla to trasa City & South London Railway, která je nyní částí londýnské trasy Northern Line. [2]

Na začátku 20. století provozovalo londýnské trasy metra šest nezávislých společností. To bylo pro cestující velmi problematické, často museli na mnoha místech přestupovat mezi zastávkami jednotlivých společností, což znamenalo vystoupit na povrch, jít kus pěšky, a poté

se vrátit zpět pod zem. Náklady na provozování takového systému byly značné, stejně tak jako náklady na elektrifikaci tras, které byly stále ještě obsluhovány parními vlaky. Ty kompletně vymizely z londýnského podzemí roku 1908. [2]

V dnešní době je situace již přehlednější, metro v Londýně je provozováno v rámci PPP, projektu Public-Private Partnership, neboli spolupráce veřejného a soukromého sektoru. Celá infrastruktura je spravována soukromými firmami, dráhu vlastní a provozuje společnost Transport for London.

Celá síť byla rozdělena na tři části: JNP (Jubilee, Northern, Piccadilly), kterou spravuje firma Tube Lines, BCV (Bakerloo, Central, Victoria) ve správě společnosti Metronet, a SSL (podpovrchové trasy District, Metropolitan, East London, Circle a Hammersmith&City), kterou udržuje také společnost Metronet. [2]

## 2.2 BUDAPEŠŤ

V kontinentální Evropě byla první podzemní dráha vybudována v hlavním městě Maďarska, Budapešti. Byla budována k příležitosti oslav tisíciletého trvání maďarského státu. Stavba budapešťské podzemní dráhy dlouhé 3,7 kilometru trvala pouhých 22 měsíců.

2. května 1896 byl zahájen provoz mezi stanicemi Gizella tér a Széchenyi fürdő. Dráha byla oficiálně nazývána Ferenc József Földalatti Villamos Vasút, Rt., neboli v překladu Elektrická podzemní dráha Františka Josefa. Dráha měla 9 podzemních stanic a další 2 na povrchu.

Budapešťská podzemní dráha, která byla roku 1973 modernizována, slouží dodnes. Zajímavostí je, že až v roce 1970 začal být na dráze pravostranný provoz.

Právě budapešťskou podzemní drahou se pravděpodobně nechal inspirovat Ladislav Rott při svém vlastním návrhu pražského metra. [1]

## 2.3 PAŘÍŽ

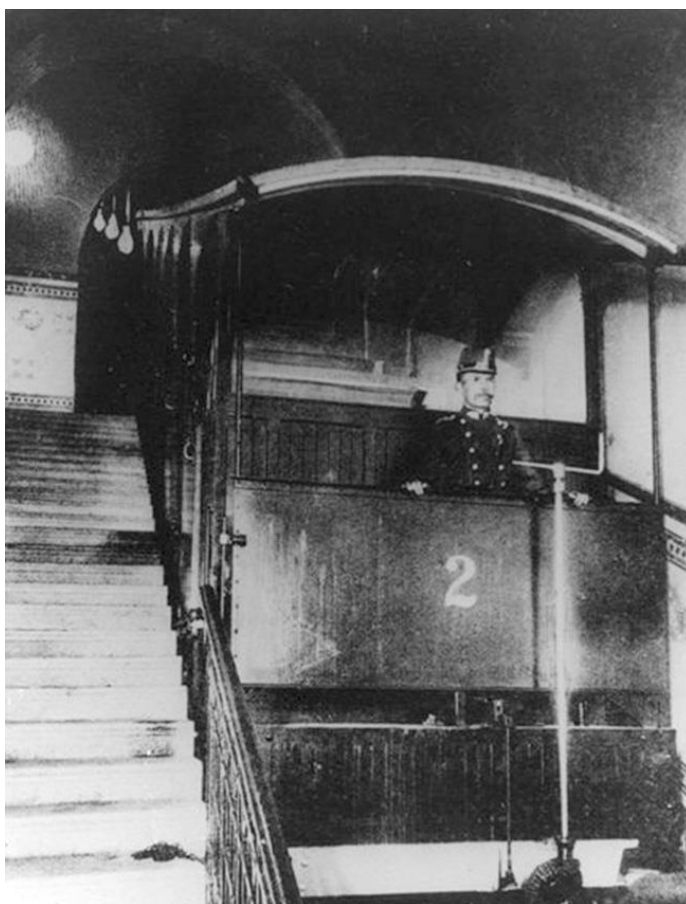
Další, pro Evropu významnou, podzemní drahou, je dráha v Paříži. Stavba této dráhy byla zahájena roku 1898. První provozní úsek pařížské podzemní dráhy byl otevřen 19. července 1900, a to k příležitosti konání olympijských her a světové výstavy v Bois de Vincennes. Byl to úsek mezi stanicemi Porte Maillot a Porte de Vincennes. Při uvedení do provozu bylo na úseku 10 stanic. Dalších 8 se postupně uvádělo do provozu mezi srpnem a zářím roku 1900.

Tento první úsek, nazývaný také Linka 1, se stal nejvíce frekventovaným v Paříži. Díky tomu se stala jako první v Paříži v roce 2012 plně automatizovaná, tedy bez řidiče. [1]

## 2.4 ČESKO

První podzemní dráhou na českém území nebylo pražské metro, jak by se mohlo zdát, ale byla to podzemní dráha v Karlových Varech. Je to lanová dráha, která je dlouhá jen 127 m, ale překonává velký výškový rozdíl, 54 metrů. Dráha se nachází mezi Divadelní ulicí a Heleniným dvorem u hotelu Imperial. Stavbu uskutečnila společnost Karlovarské elektrické lanové dráhy Westbury. Sám lord Westbury získal koncesi na stavbu v listopadu 1906. Provoz byl zahájen 18. května 1907. Dráha prodělala od svých počátků dvě rekonstrukce, ale je v provozu dodnes.[1]

Vůz na této trase můžeme vidět na obrázku 2.



Obrázek 2: Podzemní dráha v Karlových Varech

Zdroj: Archiv DPP

V Praze byla cesta k podzemní dráze dlouhá a krkolonná. S prvním návrhem podzemní dráhy přišel již v roce 1898 majitel železářské firmy Ladislav Rott. Jako první si uvědomil, že s tím, jak se Praha rozrůstá, potřebuje efektivnější dopravní systém. Lidé se dříve, stejně jako v dnešní době, chtěli dostávat na různá místa co nejrychleji, což v Praze na konci 19. století nebylo právě jednoduché. Ladislavu Rottovi přišlo vhodné přesunout dopravu pod zem. Chtěl využít stavební a asanační práce, které již v Praze probíhaly, stejně jako plánované stavby kanalizačního systému, jako příležitost k počátkům stavby podzemní dráhy.

Tento návrh byl předán městskou radou královského hlavního města Prahy Elektrickým podnikům. Kancelář Elektrických podniků návrh odmítla také slovy „Pro město Prahu není možno pomýšleti na dráhu podzemní.“ [1]

Další myšlenka na podzemní dráhu se objevila roku 1912. Jejím autorem byl Bohuslav Vondráček, který v září tohoto roku publikoval vlastní projekt „O podzemní dráze v Praze spojující Staré Město s Novým.“ V jeho návrhu šlo o podpovrchovou tramvaj. Měl dvě alternativní řešení. Jeho návrh ovšem pravděpodobně skončil s publikováním v Technickém přehledu. Městská rada o jeho projektu nejspíše nikdy nejednala. [1]

Dva roky na to vypukla první světová válka, která jakýkoliv rozvoj, nejen v oblasti dopravy, na několik let úplně zastavila.

Další návrh pocházel z ruky Ing. Jiřího Hruši, který svou práci reagoval na soutěž, vypsanou roku 1925 v Chicagu Americkou jednotou československých inženýrů. Svůj projekt ukázal také v listu Technická tribuna. Čtenáři ovšem na návrhy podzemní dráhy nereagovali nejlépe a značně protestovali. [1]

Pravděpodobně nejdůležitějším návrhem byl projekt z prosince 1926, byl nazván „Studie rychlé městské dráhy »Metro« v Praze“. Autory byli prof. Ing. Vladimír List a Ing. Bohumil Belada. V tomto projektu bylo poprvé použito slovo Metro jako takové. Vzniklo v Paříži jako označení podzemní dráhy, kterou provozovala Společnost pařížské metropolitní železnice, neboli La Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris. Běžně se používalo jen zkrácené „métropolitan“, což se později dále zkrátilo na metro. Tento název je nyní používán po celém světě. Tedy kromě nejstaršího metra světa, kde se ujal spíše název Underground, přestože se původně také označovalo Metropolitan Railway. [1]

Řešení V. Lista a B. Balady mělo 4 podzemní tratě s celkovou délkou 20,4 kilometrů.

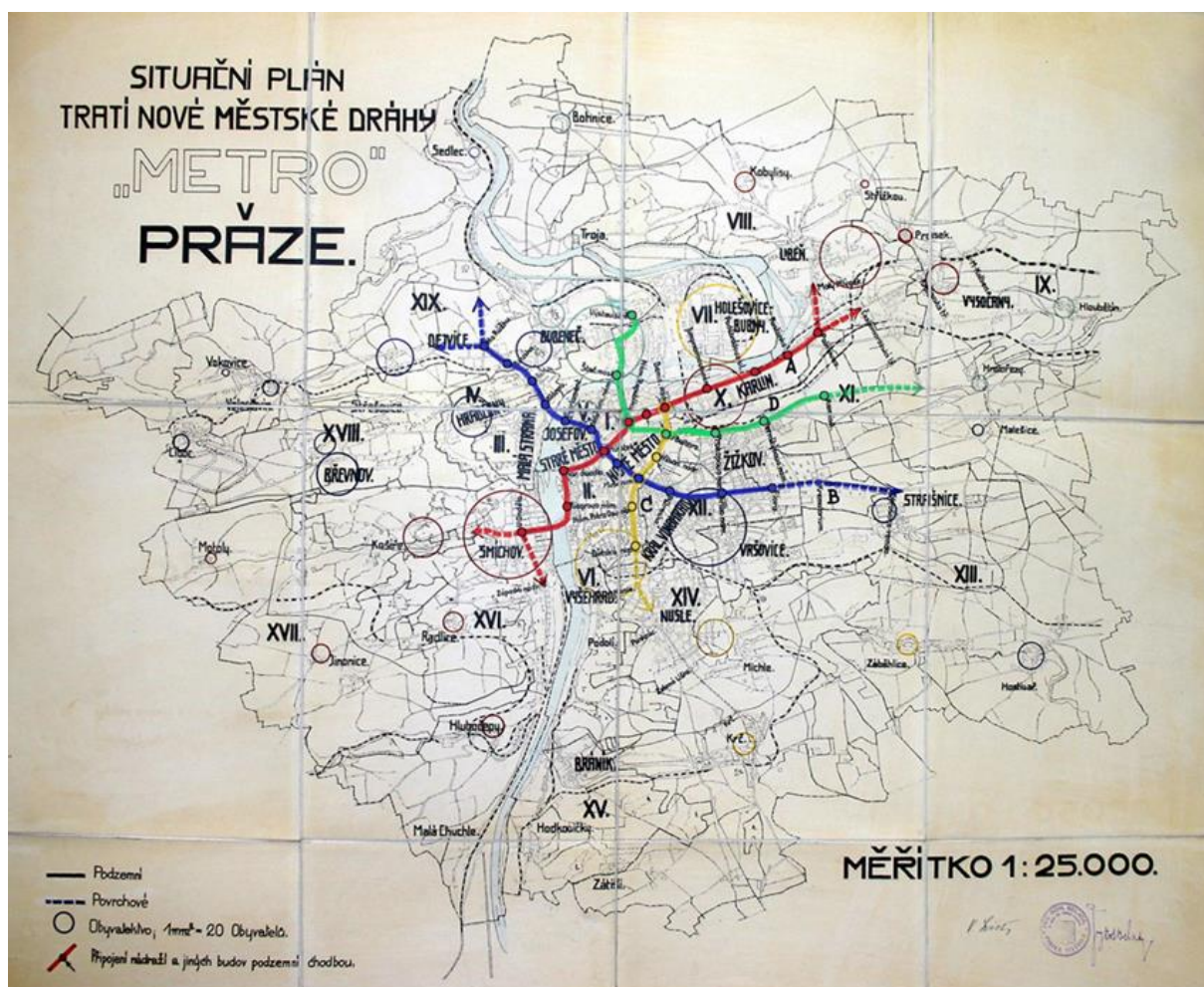
„Trať A: U Anděla – Riegerovo náměstí – Národní divadlo – Můstek – Náměstí Republiky – Masarykovo nádraží – Denisovo nádraží – Jungmannovo náměstí – Poděbradova ulice – Rustonka – Palmovka.

Trať B: Na Růžku – Bruska – Bašta – Klárov – Parlament – Staroměstské náměstí – Můstek – Václavské náměstí – Museum – Pštroska – Jiřího náměstí – Flora.

Trať C: Denisovo nádraží – U Bulhara – Wilsonovo nádraží – Museum – Náměstí Petra Osvoboditele – Dětská nemocnice – Náměstí n a Pankráci.

Trať D: Výstaviště – Štefánikův most – Náměstí Republiky – U Bulhara – Prokopovo náměstí – Pernštýňovo náměstí – Vozovna na Žižkově.“ [1]

Rozvržení plánovaných tratí můžeme vidět na obrázku 3.



Obrázek 3: Trati navrhované Vladimírem Listem a Bohumilem Beladou

Zdroj: Archiv DPP

Dnešní trasy jsou mnohem delší, ale směrová podoba se moc neliší od tohoto návrhu, přestože zde byla zahrnuta dráha i na Žižkov, na kterou Praha ještě v dnešní době marně čeká.

Autoři měli svůj projekt dobře propracovaný, jako první se také zabývali tím, jak budou vypadat vlaky, které se po nové podzemní dráze budou pohybovat. Zabývali se i využitím stávajících vozoven pro vlaky metra, ale například použití vozoven v Libni nebo na Vinohradech bylo značně idealistické, protože již v této době kapacitně nedostačovaly pro tramvaje, natož ještě pro soupravy metra. Jako první měla být zahájena stavba trati A z Anděla na Palmovku, současně s ní i nedlouhý úsek tratě B pod Václavským náměstím. [1]

Projekt byl předán k posouzení Elektrickým podnikům. Ty návrh pečlivě zvažovaly, nakonec vyčetly autorům nějaké nepřesnosti, ale myšlenku podzemní dráhy neodmítly tak prudce jako dříve, což jen povzbudilo autory v další aktivitě tímto směrem. [1]

29. září 1939 bylo navrženo zadaný projekt tramvajové rychlodráhy nahradit projektem klasické podzemní dráhy. Tento nový projekt byl nazván Projekt D. Podrobné přepracování muselo přijít do 15. října 1940.

Z Projektu D dále vycházel Projekt M (počáteční písmeno slova metro). V tomto projektu byla prosazována kompletní nezávislost systému na jakékoliv formě povrchové dopravy, dále prodloužení plánovaných stavebních úseků a také úprava vedení tunelů z Projektu D. Byla navrhována 3trati'ová síť:

linka A: Vítězné náměstí – Pankrác

linka B: Výstaviště – Flora

linka C: Smíchov – Balabenka.

Celkové náklady na stavbu všech tří tratí měla být 1 976,6 milionů korun. [1]

Poté ale přišla válka a s ní i vládní nařízení č. 166/1941 Sb. o zákazu nových staveb. Tudíž všechny plánované stavby, které byly pouze ve stádiu příprav, se nemohly uskutečnit.

Roku 1940 byla ustanovena Plánovací komise pro hlavní město Prahu a okolí (německy Planungskommission für die Hauptstadt Prag und Umgebung), do jejího čela byli dosazeni němečtí architekti. Tato komise prosazovala pouze zájmy německé Říše. Zabývala se modernizací kolejové dopravy v Praze. Místo předchozího plánu metra ale podporovala spíše podpovrchovou tramvaj. Jakékoliv plány tímto směrem byly ale, stejně jako Projekt M, ukončeny nařízením o zákazu novostaveb. [1]

Po skončení 2. světové války byly plány na stavbu podzemní dráhy opět aktuální, vycházelo se z projektu Konsorcia, tedy z Projektu M, z roku 1941. Projekt ale potřeboval kvůli válečným následkům, jako byly například rozbombardované budovy, kompletní revizi.

Přestože byla revize Projektu M dokončena včas, byla stavba nakonec v roce 1949 odsunuta kvůli obavám z finančních potíží.

Roku 1946 byla nově jmenována komise pro podzemní dráhu. Do nové komise byli ale lidé přidělováni podle politického rozložení sil ve městě. Proto se do stavebních plánů začala značně zaplétat politika. [1]

S příchodem nového režimu přišla také snaha o centralizaci rozhodování v oblasti plánování modernizace a výstavby větších měst. Tato snaha byla posílena zákonem č. 260/1949 Sb. o územním plánování a výstavbě obcí.

V této době bylo mnohokrát uvažováno o tom, že se kompletně zruší kolejová doprava v Praze a bude nahrazena pouze autobusy a trolejbusy. Byla ovšem také slibována doprava až 50sedadlovými helikoptéry mezi letištěm v Ruzyni a důležitými místy v Praze. [1]

Roku 1953 byl opět v plánu začátek výstavby metra. Tím by se spojily investice jak na výstavbu podzemní dráhy, tak na zvýšení obranyschopnosti Prahy. Kvůli probíhající studené válce byly budovány kryty pro civilní obranu. Zhruba v této době byla také založena projektová organizace Metroprojekt.

Přestože byly další plány z jiných než vládou ustanovených míst zakázány, Dopravní podnik vytvářel své vlastní plány, tajné. Také se v nich myslelo na civilní obranu. V tomto plánu se uvažovalo o možném propojení metra a železniční sítě, například na Smíchově nebo v Hloubětíně. Také se plánovalo zachovat všechny dosud platné módy dopravy v Praze, tramvaje, autobusy i trolejbusy. [1]

Návrh byl předložen, v důsledku toho byla poslána žádost předsedy vlády Viliama Širokého do SSSR o poskytnutí čtyř sovětských odborníků, kteří by pomohli rozjet stavbu metra v Praze. V odpovědi bylo ale doporučeno řešení důležitějších problémů, než je podzemní dráha. Takže se v červnu 1953 zastavily veškeré práce. Během tohoto domlouvání se SSSR byla již potají hrubě postavena stanice Klárov. Na její stavbu bylo vynaloženo 82,4 milionu korun. Nikdy ale jako stanice metra nefungovala. Nyní slouží jako technické centrum ochranného systému metra pro část tratě A. [1]



Kvůli nedostatečné znalosti dopravních poměrů v Praze se uskutečnil v roce 1957 dopravní průzkum, který byl veden prof. Dr. Ing. Jaroslavem Beranem. Tento průzkum byl základem pro další dopravní plánování.

Ve stejném roce byl publikován „příspěvek k řešení postupné výstavby podzemní dráhy v Praze“. Následovala veřejná odborná diskuze, v které se opět začala prosazovat podpovrchová tramvaj. Byly pro ni navrženy dvě základní trasy:

A: Dejvice – Vinohrady,

B: Moráň – Poříčí/Těšnov.

Projevila se snaha ušetřit co nejvíce nákladů, proto byl tento návrh bez eskalátorů. Byla tím vyřazena možnost přepravy osob se sníženou schopností mobility. [1]

I v dalších letech se diskutovalo o dopravním systému tak, aby se co nejvíce ušetřilo. Roku 1961 byly trolejbusy shledány neperspektivní a byly kompletně vyřazeny z koncepčního plánování. V této době se začaly také prosazovat myšlenky na vyřazení tramvajového provozu a nahradit ho autobusovým. Kolejová doprava byla podle odborníků té doby považována za hlavní brzdu rozvoje dopravy v hlavním městě.

Zpracování Hypotézy rozvoje národního hospodářství na území hl. m. Prahy do roku 1975 a vyhodnocení návrhů řešení městské hromadné dopravy v Praze vyústily v řešení doporučené dopravní koncepce pro městskou hromadnou dopravu, tím se stala opět podpovrchová tramvaj. [1]

V červnu roku 1964 byl pro účel stavby PPT založen investorský útvar Investor inženýrských a dopravních staveb hl. m. Prahy (IDIS). Ten se staral také o jiné důležité dopravní stavby.

V návrhu PPT byly 3 podporované úseky:

A: Dejvice – Vinohrady,

B: Smíchov – Vysočany,

C: Holešovice – Pankrác.

Tunely pro tyto úseky měly mít parametry, které vidíme v tabulce 1.

Tabulka 1: Technické parametry tunelů pro PPT [1]

Tunely	Dvoukolejný o šířce 7,5 m	Osová vzdálenost kolejí 3 m
	Dvoukolejný o šířce 8,5 m	Osová vzdálenost kolejí 4 m
	Jednokolejný o šířce 4 m	
Výška nad temenem kolejnice	4,3 m	
Minimální poloměr oblouků	150 m	Výjimka u stanice Muzeum (125 m)
Navrhovaná rychlost při R>200 m a v přímé	60 km/h	
Navrhovaná rychlost při R<200 m	50 km/h	
Sklon tratí v tunelech	Max. 54‰	Výjimka 60‰

Tunely byly navrhované pro tramvaje T3. Můžeme ji vidět na obrázku 4.



Obrázek 4: Tramvaj T3

Zdroj: Jan Groh (2010)

Nad PPT se vedla spousta polemik, kvůli tomu byla sestavena oponentní rada. Týkaly se přenosu zpoždění z povrchové části do podpovrchové, dlouhé doby výstavby a žádných kapacitních rezerv do budoucna.

Byli pozváni sovětští experti, kteří se shodli na přenosu zpoždění. Proto opět navrhli koncepci metra, podpovrchová tramvaj nevyhovovala „významu města Prahy jako hlavního města socialistického státu“. [1]

9. srpna 1967 přijala vláda ČSSR usnesení, ve kterém se bezprostředně přechází k vybudování metra a úpravám již vybudovaných úseků PPT na metro. Dodavatelem stavební části metra se stal národní podnik Vodní stavby, který pro tuto příležitost zřídil závod Metrostav.

Stavělo se na více místech současně. 20. ledna 1969 se začal razit pravý traťový tunel pražského metra. Celková stavba byla zahájena již o dva roky dříve, v roce 1967, jednalo se o hloubený úsek mezi stanicí Hlavní nádraží a Muzeum. [1]

V roce 1970 se ustálilo trasování linek pražského metra. Vidět to můžeme v tabulce 2.

Tabulky 2: Trasování linek pražského metra [1]

<b>Trat' A</b>	Liboc – Nádraží Hostivař	20,4 km	27 stanic
<b>Trat' A1</b>	Náměstí Míru – Strašnice	4,3 km	5 stanic
<b>Trat' B</b>	Stodůlky – Hloubětín	19,8 km	25 stanic
<b>Trat' B1</b>	Palmovka – Harfa	2,9 km	3 stanice
<b>Trat' C</b>	Letňany – Háje	24,6 km	24 stanic
<b>Trat' C1</b>	Pankrác – Lhotka	4,6 km	6 stanic
<b>Trat' D</b>	Modřany – Žižkov	16,1 km	14 stanic

Z tabulky 2 je znát, že se původní trasování do dnešní podoby ještě změnilo.

Přechod z podpovrchové tramvaje na metro byl problém hlavně pro Nuselský most, při jehož výstavbě se počítalo s koncepcí PPT, což měly být lehčí vozy než vozy metra, které byly nakoupeny ze SSSR. Ty měly větší nápravový tlak, proto se musela zesílit spodní deska mostu.

Po různých dokončovacích úpravách byl automobilový provoz na Nuselském mostě zahájen 22. února 1973. První ověřovací jízda metra v tubusu Nuselského mostu proběhla 29. prosince 1973. [1]

Zkušební provoz na postavené lince C byl zahájen 1. ledna 1974. Zahájení pravidelného provozu bylo naplánováno na 9. května 1974, což bylo zároveň výročí dne osvobození Československa sovětskou armádou. Propagaci metra měl na starost Dopravní podnik. Byly například uskutečněny Dny otevřených dveří, o kteréjevila veřejnost velký zájem.

9. května 1974 proběhlo slavnostní zahájení provozu a první jízdy s cestujícími, kterými byli pouze lidé s pozvánkou, nebo zaměstnanci Dopravního podniku. Metro bylo otevřeno pro všechny cestující 12. května 1974. [1]

V druhé polovině 70. let se stavělo na mnoha místech, v roce 1977 byla zahájena výstavba linky B, kterou provázelo několik problémů, linka vede hluboko, a také podjíždí řeku Vltavu. 12. srpna byl otevřen první úsek linky A, byl dlouhý 4,7 kilometru a měl 7 stanic. 31. prosince stejného roku se začal stavět další úsek linky C, na sever od Florence.

V roce 1980 byl kompletně zprovozněn centrální dispečink. Pomalu byly prodlužovány úseky trasy A i C, začal se instalovat vlakový zabezpečovač ACB, jehož zkušební provoz začal roku 1989. Byly snižovány počty obsluhujícího personálu při řízení metra, v řídicí kabině byl zapotřebí již jen jeden člověk. [3]

Roku 1985 se zprovoznila linka B, také zmizely turnikety ve stanicích kvůli častým potížím. Začala stagnovat ekonomika ČSSR, takže výhledy na další stavbu metra z roku 1987 byly nereálné.

Po Sametové revoluce a pádu komunistického režimu se 21. února 1990 přejmenovaly stanice, např. původní stanice Leninova se stala stanicí Dejvická. Dále probíhala výměna eskalátorů, což bylo v některých stanicích velmi problematické, kvůli jedinému východu musely být během této výměny uzavřeny postupně stanice Hradčanská, Staroměstská, Náměstí Míru a Malostranská. Výměna eskalátorů byla dokončena v roce 2000.

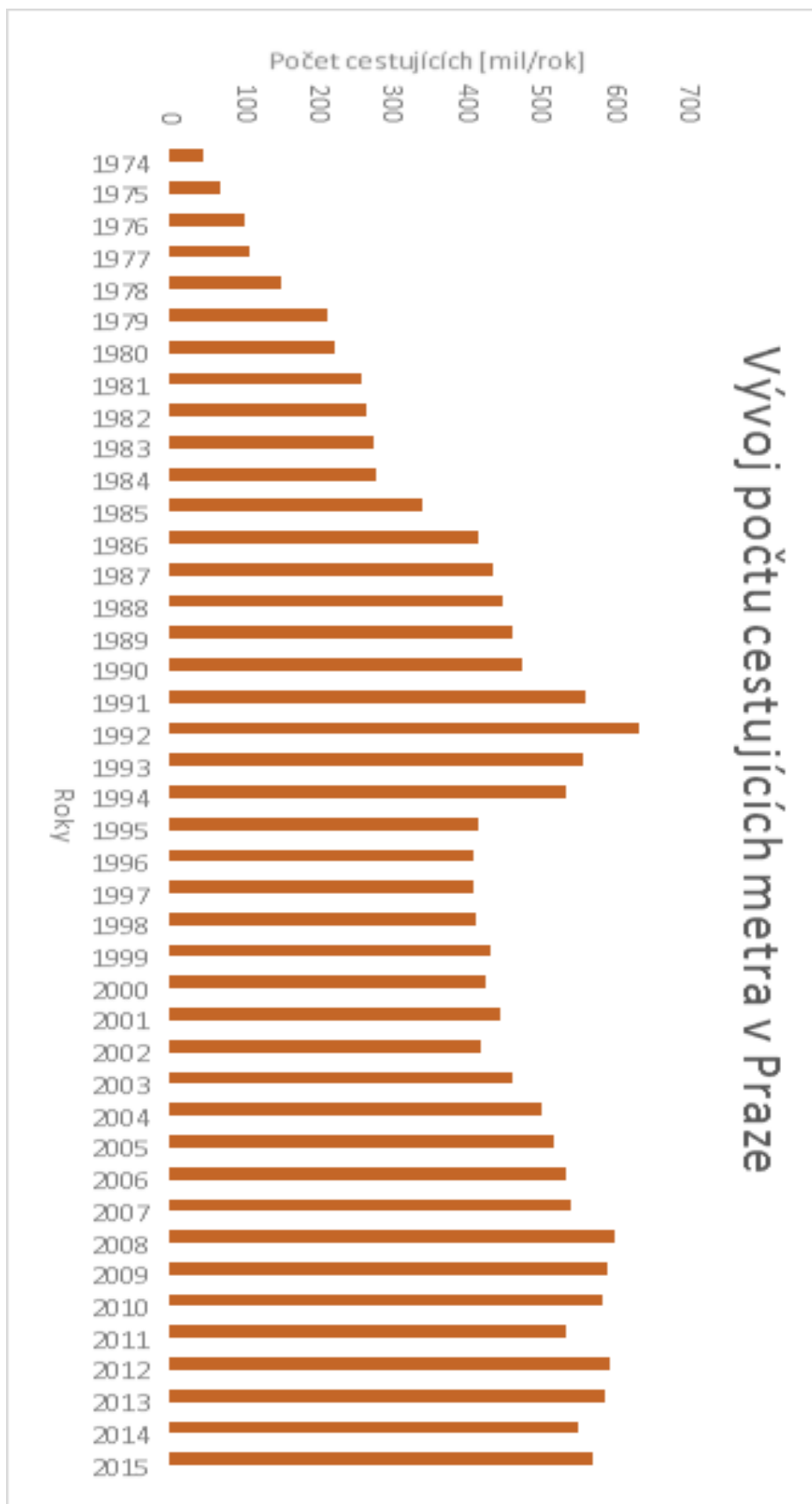
Začala také výměna vozového parku.

V roce 1995 začala výstavba vlakového dispečinku a elektrodispečinku na Centrálním dispečinku v ulici Na Bojišti. Probíhala také kompletní výměna zabezpečovacích a řídicích zařízení. [3]

V srpnu 2002 nastaly pro metro velké problémy, povodně. Nejvíce záplavy postihly linky B, 2 soupravy byly dokonce zaplaveny ve stanici Florenc. Voda musela být odčerpávána s pomocí hasičů, dokonce zde pomáhali také hasiči z Německa. Ke kompletnímu obnovení provozu došlo až v březnu 2003. Celkové náklady na rekonstrukci se vyšplhaly na částku 6,9 miliard Kč. [4]

V květnu 2006 byla otevřena na dlouho poslední stanice metra na lince A, Depo Hostivař. Prodloužení linky A do Motola se začalo realizovat v lednu 2010. Ke slavnostnímu otevření došlo 6. dubna 2015.

Vývoj počtu cestujících pražského metra můžeme vidět v grafu 1. Z grafu je patrné, kdy byly zprovozněny nové linky, také ekonomický úpadek a povodně.



Graf 1: Vývoj počtu cestujících metra v Praze

Zdroj: Archiv DPP

### 3. SOUČASNÉ SYSTÉMY BEZOBSLUŽNÉHO METRA VE SVĚTĚ

Bezobslužné metro se stalo novým trendem ve světě městské hromadné dopravy. Postupně se přestavují staré, popřípadě budují nové linky. Tento nový druh metra je bezpečnější díky absenci lidského faktoru v řízení.

Jen v Evropě se bezobslužné metro již objevilo ve velkých a významných městech, jako je například Paříž, Lausanne, Barcelona nebo Budapešť.

#### 3.1 DUBAJ

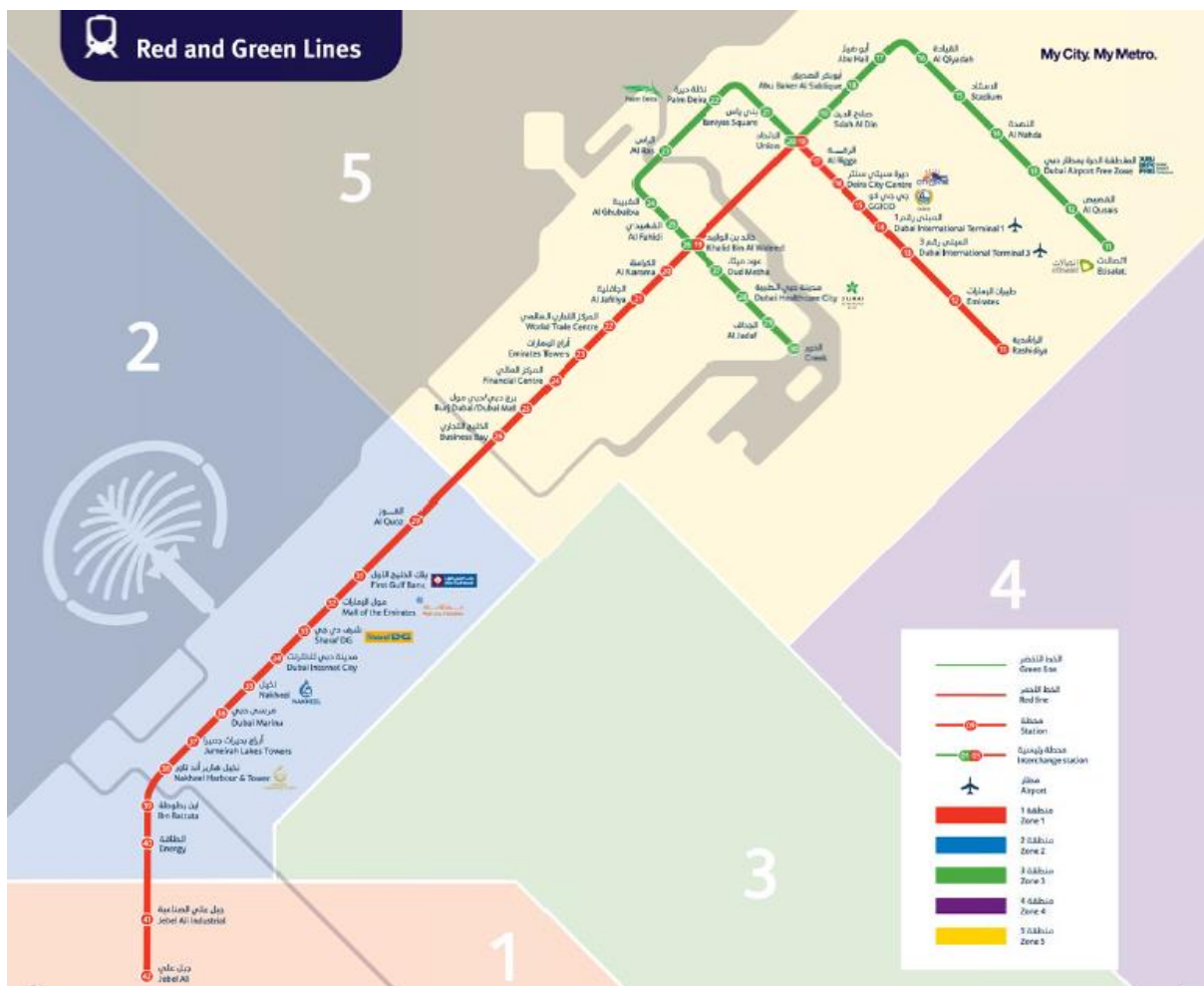
Nejdelší, plně automatizované metro na světě, se nachází na území Spojených arabských emirátů, konkrétně v Dubaji. Pro svou délku 75 kilometrů je zapsáno v Guinnessově knize rekordů.

Na počátcích 3. tisíciletí se město Dubaj snažilo stát centrem financí, logistiky a turismu na Blízkém východě. Během tohoto procesu se staly závažným tématem velké dopravní kongesce, které mimo jiné také vyplývaly z navýšení populace, jež následovalo po rapidním ekonomickém růstu. Aby se dopravní kongesce snížily, město se rozhodlo postavit městskou železnici. [5]

V roce 2004 vypsala dubajská vláda soutěž na projekt s názvem Dubai Metro Project. Této šance na jednodušší cestování po městě se chopilo Dubai Rapid Link Consortium (DURL), skládající se z 5 společností, v čele s Mitsubishi Heavy Industries (MHI).

DURL zajistilo plně automatizovaný železniční systém, včetně veškeré související techniky. Konstrukce tunelů, mostů a stanic navrhly společnosti Obayashi Corporation, Kajima Corporation a turecká firma Yapi Merkezi. Za design a železniční systémy, obsahující železniční vozy, automatický bezobslužný kontrolní systém, komunikaci a operační systém, bylo zodpovědné MHI spolu s Mitsubishi Corporation. [5]

Dubajské metro se skládá ze dvou linek, Red Line a Green Line. Jejich rozložení je vidět na obrázku 5.



Obrázek 5: Linky Dubajského metra

Zdroj: [http://dubaimetro.eu/files/metro\\_pocket\\_brochure.pdf](http://dubaimetro.eu/files/metro_pocket_brochure.pdf)

V celém systému metra se nachází 47 stanic. Pouze 9 z těchto stanic je podzemních. 2 stanice jsou přestupní, konkrétně Union Square a Khalid Bin Waled. Každá stanice je napojena na další dopravní módy – autobusy a taxi. V každé stanici jsou vyhrazena místa pro úschovu kol. Ve stanicích jsou umístěny eskalátory a výtahy všude, kde jsou potřebné. Stanice jsou umístěny na trase pravidelně, po 1,5 kilometru. [6]

Red Line je delší ze dvou linek metra. Začíná ve stanici Rashidya, pokračuje přes terminály letiště a centrum města, a končí ve stanici Jebel Ali. Tato linka je dlouhá 52,1 kilometrů, z toho 4,7 kilometru v podzemí. Obsahuje 29 stanic. Metro jezdí každých 3:45 minut ve špičce, každých 7 minut v sedle. Možná přepravní kapacita linky v jednom směru je 11 695 cestujících za hodinu. Celou trasu je možné projet za 1 hodinu a 12 minut. [6]

Jakými vlaky se jezdí na Red Line můžeme vidět na obrázku 6.





Obrázek 6: Vlaky metra na Red Line

Zdroj: <http://dubaimetro.eu/tag/red-line>

Kratší linka dubajského metra má název Green Line. Tato linka obsahuje 20 stanic, z toho 8 podzemních. Linka začíná v stanici Etisalat, pokračuje přes centrum města, kde se ve dvou již zmíněných stanicích křížuje s Red Line. Končí ve stanici Creek. Frekvence je stejná jako u Red Line. Převážná kapacita v jednom směru 6 394 cestujících za hodinu. Celou trasu linky je možné projet za 1 hodinu a 23 minut. [6]

V celém prostoru dubajského metra jezdí 87 automatizovaných vlaků. Každý obsahuje 5 vozů. Vozy jsou rozděleny do 3 tříd – jeden vůz naplňuje Gold class pro VIP pasažéry, jeden vůz je pro ženy s dětmi a 3 vozy Silver class pro ostatní cestující. Ve vlacích se pohybuje vyškolený personál, který zajišťuje potřeby cestujících. Ve vlacích po celé trase linek funguje Wi-Fi a telefonní signál. Vozy jsou plně klimatizovány na 20°C. [6]

Interiér třídy Silver class spolu s výhledem čelním sklem za jízdy je vidět na obrázku 7.



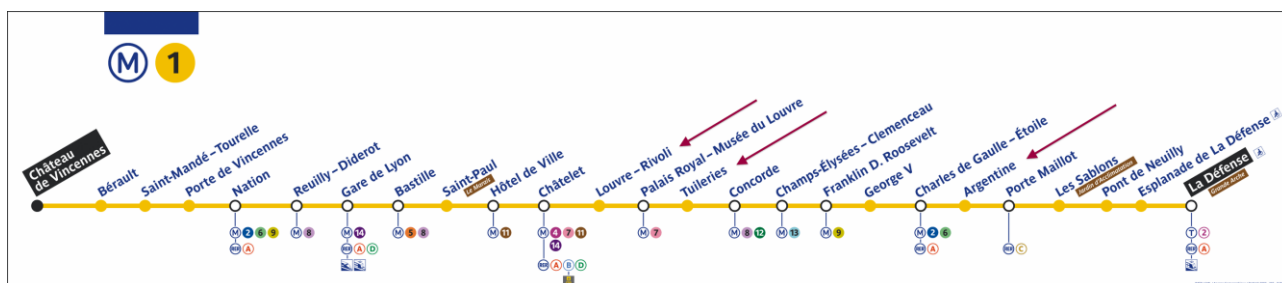
Obrázek 7: Interiér vozu třídy Silver Class

Zdroj: [www.urbanrail.net](http://www.urbanrail.net)

## 3.2 PAŘÍŽ

Pařížská Linka 1, na níž byl provoz zahájen v červenci 1900, je nejen nejstarší v Paříži, ale také nejvíce frekventovaná. Tato linka vede od Chateau de Vincennes do La Defense, spojuje tedy východ a západ města téměř 17 kilometrů trati. Každý den přepraví přibližně 725 000 cestujících. [7]

Linka obsahuje 25 stanic, mezi nimi například Hotel de Ville, Louvre, Place de la Concorde, Champs-Élysée, Vítězný oblouk a známou městskou obchodní čtvrť La Défense. Všechny stanice Linky 1, spolu s přestupy na ostatní linky metra, popřípadě autobusy, můžeme vidět na obrázku 8.



Obrázek 8: Stanice pařížské Linky 1

Zdroj: [www.parisrental.com](http://www.parisrental.com)

Než se přešlo k plné automatizaci, na Lince 1 jezdilo 52 vlaků, skládajících se ze 6 vozů na gumových pneumatikách. Po automatizaci je zapotřebí pouze 49 souprav.

Pařížský přepravní operátor, RATP (Régie Autonome des Transports Parisiens), plánuje a provádí přechod z konvenčního provozu na plně automatizovaný, bez strojvedoucího. Naplánoval tuto konverzi také pro Linku 1 pařížského metra. Je odpovědný také za bezpečnost kolejíště a nástupišť, počítačem řízenou signalizaci a automatické operace v řízení vlaků. [7]

Právě RATP, poté, co padlo rozhodnutí o automatizaci Linky 1, zadal tento úkol přepravnímu oddělení společnosti Siemens. Stalo se tak v listopadu 2005. V rozsahu požadovaných služeb bylo zahrnuto vybavení pro řídicí operace centra, traťové kontrolní zařízení, vybavení všech vozidel, která budou používána na Lince 1, a kompletní telekomunikační systém.

Po všech důležitých studiích začaly stavební práce v roce 2008. Zajímavé na těchto pracích je, že byly prováděny pouze v noci mezi 1:30 a 5:30, neboli v době, kdy je provoz metra

obvykle zastaven. V plánu bylo provádět automatizaci tak, aby nebyl nikterak narušen pravidelný provoz. Tudíž bylo možné provádět práce pouhé 3,5 hodiny denně. [7]

Prvních 8 bezobslužných vlaků se zařadilo do provozu 3. listopadu 2012, jezdily zároveň se starými soupravami. Zbývajících 41 souprav bylo integrováno jedna po druhé do konce roku 2012. [7]

Jedna souprava ve stanici, spolu s bezpečnostními stěnami mezi nástupištěm a kolejemi, je vidět na obrázku 9.



Obrázek 9: Souprava bezobslužného metra na Lince 1

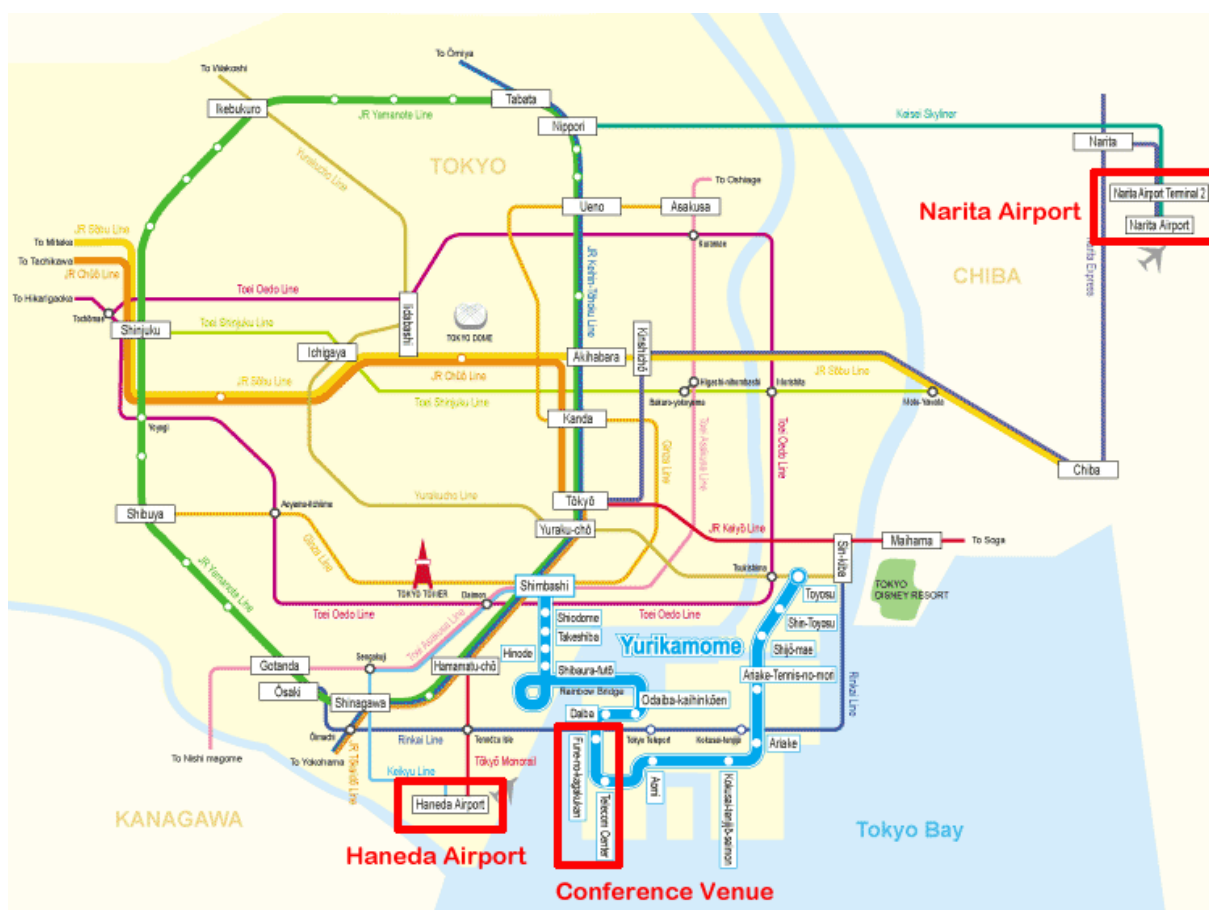
Zdroj: w5.siemens.com

### 3.3 TOKIO

Také Japonsko má na svém území několik automatizovaných linek metra. Nikoliv nejstarší, ale pravděpodobně nejdůležitější, se nachází v Tokiu.

Tato bezobslužná linka se nazývá Yurikamome, což v japonštině znamená černohlavý racek. Spojuje centrum města s nábřežím Rinkai, obsahuje 16 stanic, počátek linky je ve stanici Shimbashi, koncová stanice potom Toyosu. Celková délka linky je 14,7 kilometrů, vlaky se mohou pohybovat rychlostí 60 km/hod. [8]

Městský dopravní systém, kde je linka Yurikamome tučně modře zvýrazněná, můžeme vidět na obrázku 10.



Obrázek 10: Městský hromadný dopravní systém v Tokiu

Zdroj: [www.jcar.org](http://www.jcar.org)

Trat' se otevřela roku 1995. Zpočátku byly obavy, že bude velmi ztrátová, denně přepravila pouhých 27 000 cestujících, jen o trochu méně, než předpokládaných 29 000, ale o mnoho méně, než 80 000, což je počet, na kterém by linka začala profitovat.

Nicméně, v roce 1996, se město rozhodlo začít stavět na umělém ostrově Odaiba zábavní zóny, stavěly se například nákupní střediska, nové restaurace, otevírala se muzea, což lidi táhlo na ostrov. Proto se přepravní poptávka zvýšila na 60 000, s pozitivním výhledem do budoucna. [8]

Populárnějším se nestával jen ostrov Odaiba, ale také Yurikamome samotný. Díky „Duhovému mostu“, ze kterého je nádherný panoramatický výhled jak na Tokio, tak na ostrov Odaiba, volila většina cestujících spíše tuto bezobslužnou trať, než obyčejné metro, přestože je dvakrát dražší.

Rainbow Bridge, neboli Duhový most, můžeme vidět na obrázku 11.



Obrázek 11: Rainbow Bridge Tokio

Zdroj: [www.bitrebels.com](http://www.bitrebels.com)

Bohužel ani takový systém, jako je automatizované metro, nezaručuje stoprocentní bezpečnost. Kvůli opotřebení materiálu praskla náprava jednoho ze 6 vozů, což způsobilo odpadávání pneumatik. Tato nehoda se stala 14. dubna 2006, zrovna v průběhu akce na Odaibě. Kompletní provoz byl po všech testech znovu obnoven 19. dubna. [8]

Na lince Yurikamome jezdí dva typy vlaků společnosti Mitsubishi Heavy Industries, vidět je můžeme na obrázku 12 a 13.



Obrázek 12: Yurikamome 7000

Zdroj: en.wikipedia.org

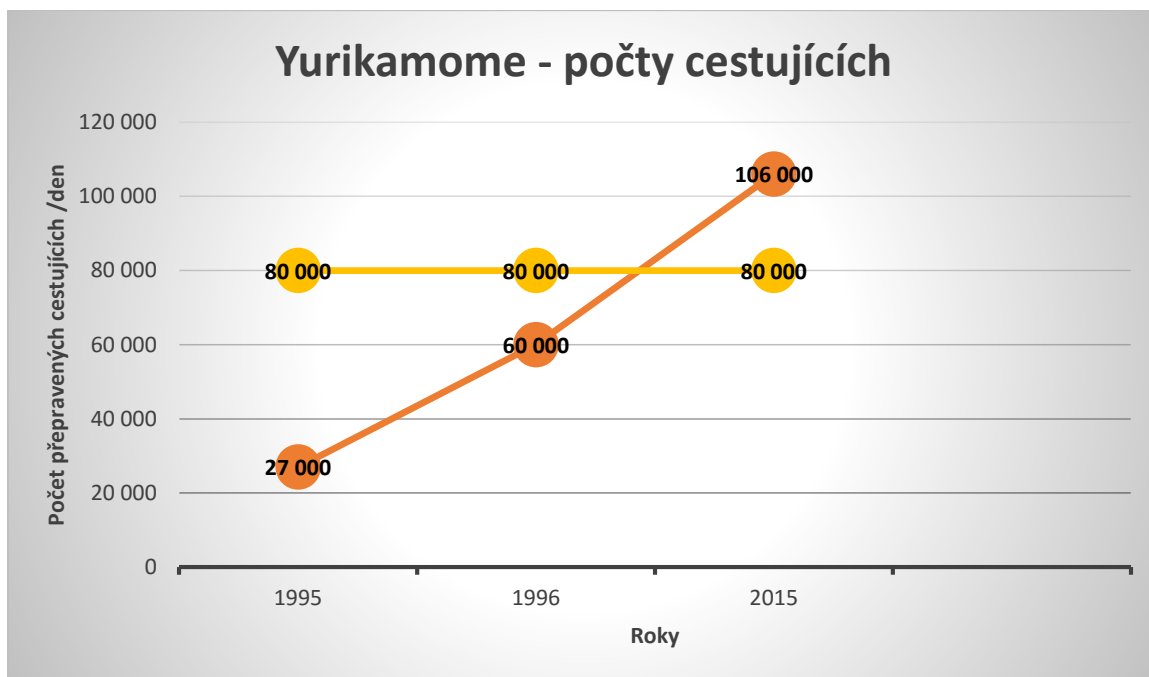


Obrázek 13: Yurikamome 7300

Zdroj: en.wikipedia.org

V dnešní době přepraví Yurikamome 106 000 pasažerů denně, takže se nakonec zpočátku podceňovaný způsob dopravy v Tokiu začal vyplácet. [8]

Vývoj počtu cestujících přepravených Yurikamome vzhledem k počtu cestujících, od kterého začíná linka profitovat, můžeme vidět v grafu 2.



Graf 2: Yurikamome – počty cestujících [8]



## 4. BEZOBSLUŽNÉ METRO V PRAZE

### 4.1 LEGISLATIVA

Vše, co se týká jakékoliv formy kolejové dopravy, musí být jasně stanoveno v zákoně č. 266/1994 Sb. o drahách. Zákon o drahách upravuje podmínky pro stavbu železničních, trolejbusových, tramvajových a lanových drah a stavby na těchto drahách. Dále upravuje podmínky při provozování dráhy a provozování drážní dopravy, také práva a povinnosti právnických a fyzických osob s tím spojené. Současně upravuje podmínky státního dozoru a státní správy ve věcech železničních, trolejbusových, tramvajových a lanových drah. Nevztahuje se ale na dráhy průmyslové a důlní.

Zákon o drahách oddělil funkci provozovatele dráhy od provozovatele drážní dopravy, zavedl rozlišení regionálních a celostátních drah. [9]

Pražské metro patřilo do kategorie městských rychlodrah, v rámci rekatégorizace byla ale tato kategorie zrušena a nahrazena kategorií speciálních drah. Ty spadají mezi dráhy železniční. V kategorii speciálních drah ale zatím není nijak zakotveno metro bezobslužné. O zařazení do zákona se začalo jednat, zatím ale není jisté, zda se do zákona bezobslužné metro dostane, nebo zda nepůjde jen o vyhlášku.

Dokud nebude bezobslužné metro zařazeno v zákonu o drahách, není jisté, jak budou vypadat vlaky nebo stanice, popřípadě kolik bude potřeba pracovního personálu na bezproblémové zajišťování chodu plánovaných turniketů nebo bezpečnostních stěn, nebo kdo všechno bude sedět v řídicím centru. [10]

## 4.2 VÝVOJ PROJEKTU

Bezobslužné metro by mělo v Praze jezdit na nové trase, v pořadí již čtvrté. Označuje se podle vzoru předchozích tras A, B a C, jako linka D. Tato nová linka pražského metra bude radiálně spojovat oblast Krč, Lhotka a Libuš a další rozvojová území na jihu Prahy s centrem města.

Historie trasy metra D má počátky v 90. letech 20. století. První studie začaly v roce 1991. Ve výchozích studiích bylo s trasou D počítáno jako s klasickým metrem, stejným jako stávající pražské linky metra. Původně se zvažovalo, že bude nový úsek jen větvením trasy C na Pankráci, v dopravních studiích bylo ale doporučeno, aby byla trasa D samostatná, s dalším pokračováním na sever města. Tato koncepce byla přijata a s větvením trasy C se nadále nepočítalo. [11]

Podrobné zadání stavby pro 1. úsek nové trasy D zpracovala organizace Metroprojekt pro rozsah Zálesí – Náměstí Míru. Kvůli zvýšení dopravní účinnosti se tento úsek rozšířil o Nové Dvory. Dále byly zpracovány také rámcové studie úseků metra II. D Nové Dvory – Písnice (včetně depa ve stanici Písnice) a III. D Náměstí Míru – Basilejské náměstí. [11]

V roce 1993 se začalo uvažovat o použití automatických vlaků na pneumatikách na úseku I.D. Tento nápad byl podpořen srovnávací studií z roku 2006, která byla svěřena Inženýrské akademii ČR, společnosti GRE (Gauß Rail Engineering GmbH & Company KG) a společnosti CWE, a.s. V této studii se srovnávalo klasické metro a podzemní lehké metro. Jako optimální vyšla varianta s použitím lehkého automatického metra na pneumatikách. Možnost využití tohoto alternativního dopravního systému by měla podle studie přinést úspory v investičních nákladech, a to v rozmezí 3,7–13,3 %. I proto Rada hlavního města Prahy preferovala parametry lehkého metra pro trasu metra D v programovém prohlášení k volebnímu období 2006-2010. [11]

V dalších letech se podrobněji řešil způsob financování. V roce 2007 byla zpracována „Studie možností financování projektu trasy D pražského metra“. Ta upřesňuje strategické cíle projektu a specifikuje možnosti financování, včetně financování metodou PPP (Public–Private Partnership), která u nás nebyla doposud úspěšně realizována. [11]

V roce 2010 organizace Metroprojekt odstartovala zpracování dokumentace pro územní rozhodnutí a dokumentaci EIA pro úsek Depo Písnice – Náměstí Míru. Koncepce trasy D se zaměřila na dopravní systém s automatickým provozem bez řidiče, s horním napájením,

s bezpečnostními stěnami mezi kolejí a nástupištěm a s moderním řídicím a zabezpečovacím systémem CBTC. [11]

Roku 2012 ale vedení města oznámilo, že projekt tak, jak se o něm mluvilo doposud, je nad jeho investiční možnosti. Proto se začalo promýšlet jiné, úspornější řešení, například použití kompatibilního systému se stávajícími trasami metra v Praze. To bylo i následně přijato v usnesení č. 2241 o stavbě první etapy trasy D v dopravním systému kompatibilním s trasami A, B, C, aby byly optimalizovány provozní náklady i možné budoucí investice. [11]

Roku 2013 bylo odsouhlaseno zahrnutí stavby prvního úseku trasy metra D do Operačního programu Doprava 2014+, což bylo rok poté uskutečněno. V roce 2014 se pokračovalo ve zpracování projektové dokumentace dokončením dokumentace pro stavební povolení, které bylo vydáno v září 2014. V DSP bylo již jasně rozhodnuto, že bude vybudována stanice Pankrác D, která bude přestupní stanicí na trasu C, tím bude celá trasa D provozně samostatná. Do úspornějšího řešení se vrátí bezpečnostní stěny mezi kolejí a nástupištěm, tudíž bude možný rychlejší přechod na automatický provoz. Územní rozhodnutí pro trasu mezi stanicemi Depo Písnice – Náměstí Míru nabylo právní moci v červenci 2014. [11]

V roce 2015 byla zpracována zatím poslední studie, která ukazuje možnost provozu bezobslužného metra, ve Studii proveditelnosti je prokázána efektivnost investice. Proto také Rada hl. m. Prahy přijala usnesení, potvrzující návrh bezobslužného metra.

Ve stejném roce začal výkup nemovitostí na úseku Depo Písnice – Pankrác. Ukázalo se ale, že výkupy začaly pozdě, protože v dnešní době ještě nejsou dokončeny, a kvůli tomu bude muset být začátek stavby trasy metra D pražského metra posunut. [11]

## 4.3 PRVNÍ PROVOZNÍ ÚSEK TRASY D PRAŽSKÉHO METRA

První úsek nové trasy metra D prošel dlouhým obdobím debat a následných úprav. V současné době se názor na stavbu postupně stabilizuje. Nová trasa je viděna jako kompletně nový prvek dopravní soustavy, je obsluhována moderním, plně automatizovaným systémem metra, včetně provozu bez řidiče nebo bezpečnostních stěn podél nástupišť.

Hlavními důvody pro stavbu trasy I. D jsou tyto:

- „Zajistit kvalitní dopravní obslužnost rozsáhlých sídlištních celků v oblasti Krče, Lhotky, Libuše, Nových Dvorů a Písnice a dalších spádových území jižního okraje Prahy a přilehlé části regionu;
- Zamezit rostoucímu podílu individuální automobilové dopravy a snížit přetížení pozemních komunikací v zájmové oblasti;
- Zlepšit kvalitu a úroveň veřejné dopravy v zájmové oblasti;
- Snížit současné vysoké kapacitní nároky na linku C metra;
- Zajistit kapacitní dopravní alternativu k Nuselskému mostu v případě jeho havárie nebo rekonstrukce;
- Zlepšit kvalitu životního prostředí v zájmové oblasti.“ [12]

V platném Územním plánu hl. m. Prahy je trasa D uvažována jako Písnice – Vysočany. V konceptu nového Územního plánu hl. m. Prahy je nově uvažována v rozsahu Depo Písnice – Náměstí Míru tak, že se počítá s dalším rozvinutím trasy směrem do centra, buď do stanice Náměstí Republiky, kde by byl realizován přestup na linku B, nebo směrem do oblasti Žižkova.

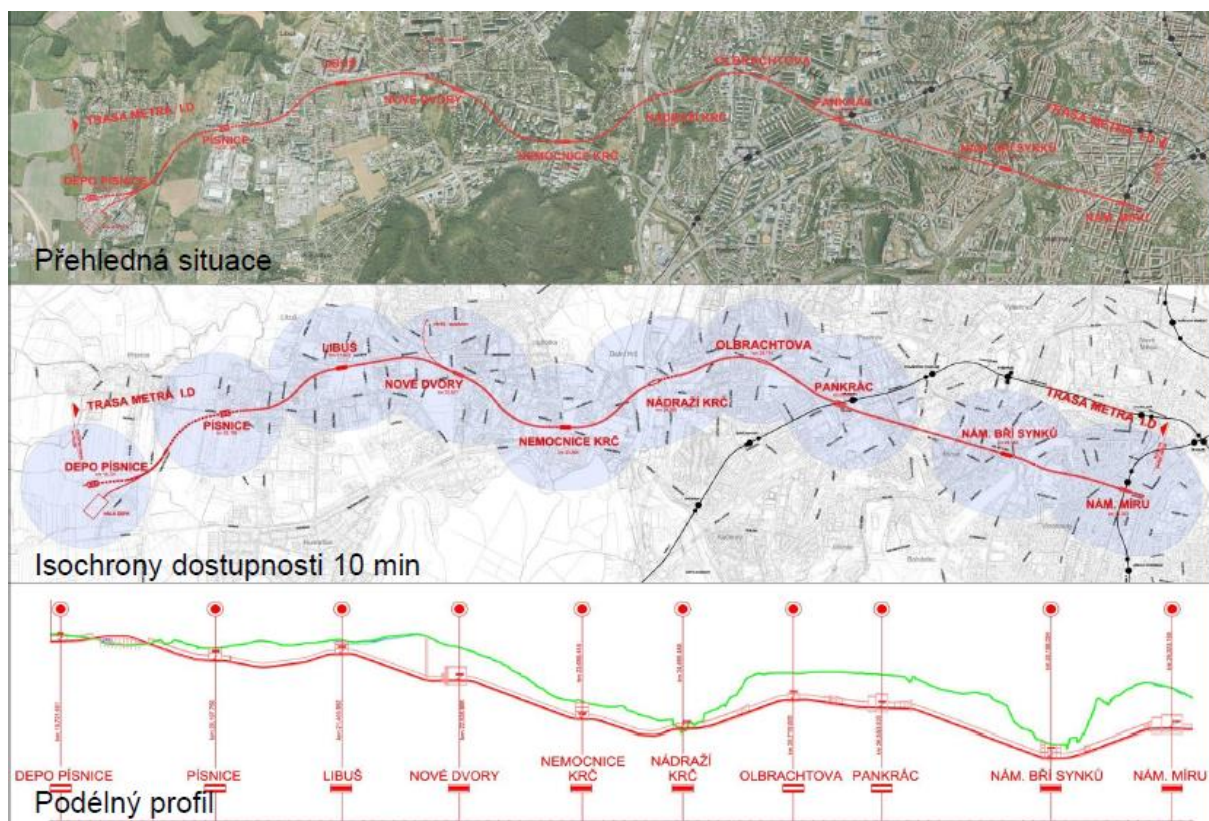
První provozní úsek obsahuje 10 stanic. Jsou to: Náměstí Míru, Náměstí bratří Synků, Pankrác, Olbrachtova, Nádraží Krč, Nemocnice Krč, Nové Dvory, Libuš, Písnice a Depo Písnice. Délka trasy je 10,6 kilometrů. [12]

Stanice Nemocnice Krč se dostala do blízké vzdálenosti k Thomayerově nemocnici, nahradila stanici Zálesí, která byla uvažována dříve. Nynější koncepce je otevřená pro možnost

pokračování trasy směrem na sever za stanicí Náměstí Míru, tak na jih za stanicí Depo Písnice, pokud by se dále rozvíjel region. Je uvažováno také větvení trasy ve stanici Nové Dvory směrem do Modřan. [12]

Z podélného profilu vyplývá výškové vedení trasy. Celá trasa bude vedena jako podzemní, až na krátké úseky. Hloubka stanic je ovlivněna členěním povrchu, trasa příčně prochází krčské údolí (údolí Kunratického potoka) a nuselské údolí (údolí Botiče). [12]

Přehlednou situaci, isochrony dostupnosti a podélný profil můžeme vidět na obrázku 14.



Obrázek 14: Situace trasy D

Zdroj: MetroD\_2011\_12.pdf

První úsek trasy D bude stavěn na tři etapy, jako princip tří samostatných provozních úseků, v pořadí:

I. D1: Pankrác – Nové Dvory, bude mít délku 4,1 kilometru a bude obsahovat 5 stanic. Plánované zahájení výstavby je v prvním pololetí roku 2017 a plánované zahájení provozu v roce 2022.

I. D2: Nové Dvory – Depo Písnice, s délkou 3,8 km a 3 stanicemi. Zahájení výstavby je v plánu, stejně jako u úseku I. D1, v roce 2017 a zahájení provozu v roce 2022.

I D3: Pankrác – Náměstí Míru, úsek dlouhý 2,7 kilometru, 2 stanice. Výstavba bude zahájena podle investičních možností hlavního města Prahy. [12]

Vedení trasy linky D můžeme vidět modře na obrázku 15. Černě jsou vyznačeny ostatní linky pražského metra. V dnešní době je již dostaven i úsek, který je na obrázku červeně.



Obrázek 15: Síť linek pražského metra

Zdroj: Metro\_D\_11\_03\_17

## 4.4 ROZDÍLY OPROTI KLASICKÉMU METRU

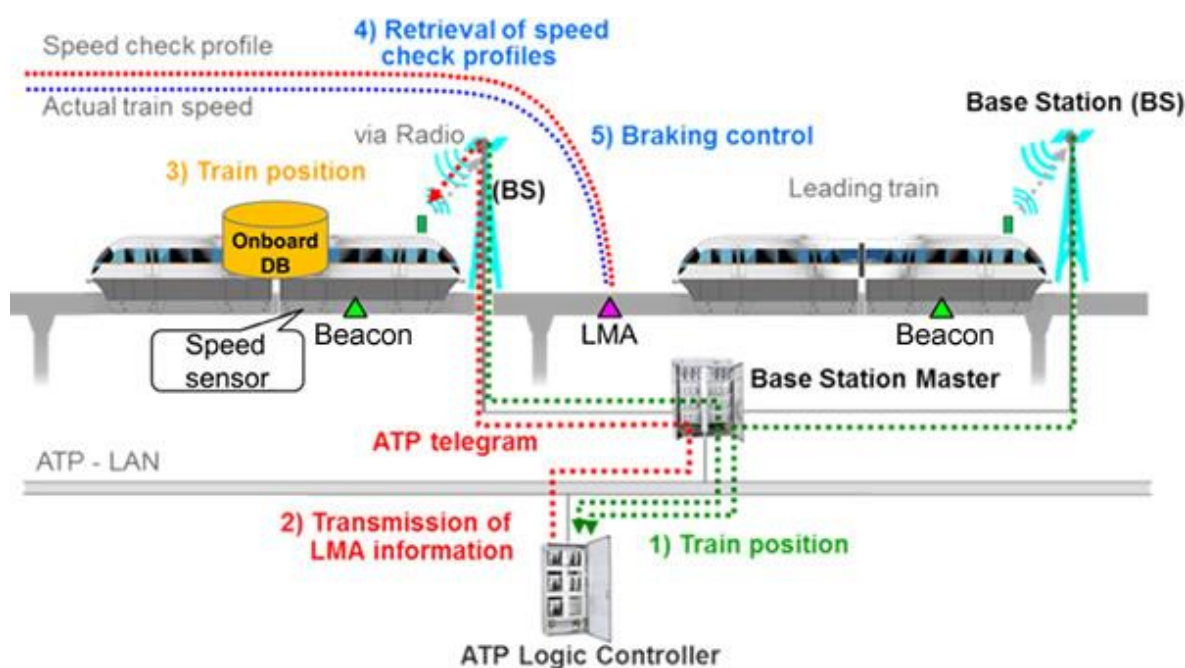
Bezobslužné metro bude v mnohém odlišné od dnešního systému metra v Praze. Bude se měnit vše od rozložení řídicího centra, přes systém zabezpečení, provozu, technologické vybavení, až po údržbu. [13]

Z hlediska komfortu pro cestující bude bezobslužné metro nabízet větší plynulost jízdy. Bude moci přizpůsobovat interval poptávce po přepravě, tím se bude minimalizovat přeplněnost vlaků ve špičkách. Vlakové vozy budou průchozí, cestující se budou moci lépe pohybovat a celkově budou mít více prostoru. [13]

Z bezpečnostního hlediska přibudou bezpečnostní stěny mezi kolejištěm a nástupištěm, tím se zabrání pádům cestujících pod vlak. Na každém nástupišti a v každém voze budou nainstalovány kamery pro větší bezpečnost. Podle nynějších plánů by měly být instalovány také turnikety, které budou zabraňovat ve vstupu bez zaplacené jízdenky. [13]

### 4.4.1 Technologie CBTC

Technologie CBTC, neboli Communication - Based Train Control, je moderní automatický řídicí a zabezpečovací systém. Komunikace mezi vlaky, traťovým zařízením a centrálním dispečinkem probíhá rádiově. Princip fungování systému CBTC je vidět na obrázku 16.



Obrázek 16: Princip fungování systému CBTC

Zdroj: [www.hitachi-rail.com](http://www.hitachi-rail.com)

Základními prvky systému CBTC jsou „systém řízení vlakového provozu založený na procesorech, nepřetržitý obousměrný přenos dat mezi vlakovými a traťovými systémy, přesná lokalizace vlaků na základě výpočtů prováděných všemi vlakovými jednotkami s aktualizací v krátkých intervalech a technická architektura vybudovaná nad základním datovým komunikačním systémem, která propojuje všechny prvky systému dohromady.“ [14]

Souprava neustále hlásí řídicímu centru svojí momentální polohu. Zpět se vrací informace o vzdálenosti k chráněnému bodu. To je místo, na které může vlak dojet a nenarazit na překážku. Palubní počítač zpracovává informace o poměrech na trati, rychlosti vlaku, grafikonu, zpoždění, atd. Z toho spočítá možnou rychlost soupravy, kdy zrychlovat, brzdit nebo zastavit. Jde o princip pohyblivého bloku, to znamená, že se chráněný bod posouvá spolu s jízdou vlaku, souprava ho vlastně „táhne“ neustále za sebou. Proto za sebou mohou vlaky jezdit pouze s rezervou na zábrzdou vzdálenost konkrétního vlaku. Aby systém správně fungoval, musí probíhat neustálá obousměrná komunikace mezi vlaky a centrem, kterým vlaky posílají informace o momentální poloze a získávají informace o vzdálenosti chráněného bodu. [14]

CBTC se většinou používá ve dvou nejvyšších stupních automatizace, může zajišťovat provoz bez řidiče, ale s personálem na palubě, který dokáže při chybě vlak řídit, nebo je možné provozovat dopravu kompletně bez posádky. Pro tuto možnost řízení je potřeba zajistit volnost kolejíště, což dokáží zajistit bezpečnostní stěny. [14]

System CBTC má méně fyzických součástí než současné systémy, což také snižuje nároky na údržbu. Je mnohem spolehlivější a efektivnější, díky nepřetržitému přenosu dat mezi traťovou a vozovou částí se okamžitě reaguje na nebezpečí. Díky „pohyblivému“ bloku se dá lépe reagovat na poptávku, může pružněji prodlužovat nebo zkracovat interval. [14]



## 4.5 TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY

Veškeré provozně technologické podmínky a údaje jsou shrnuty v tabulce 3. Údaje o provozu metra D v úseku Depo Písnice – Náměstí Míru pak v tabulce 4.

Tabulka 3: Provozně technologické podmínky [13]

Max. traťová rychlost	80	km/h
Min. provozní interval	90	s
Min. technický interval trati	75	s
Délka vlakové soupravy	100	m
Standard obsazení vozu	2,6	os/m <sup>2</sup>
Výška podlahy vozu	900	mm

Tabulka 4: Údaje o provozu metra D [13]

Provozní délka	10,6	km
Provozní interval	180	s
Přepravní zatížení	9 500	os/h
Dopravní nabídka	10 500	os/h
Cestovní rychlost	38	km/h
Jízdní doba	16	min
Počet souprav	15	souprav
Přepravené osoby	45 mil.	osob/rok

## 5. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ INVESTICE

### 5.1 SWOT ANALÝZA

SWOT analýza je jednou z nejvyužívanějších analytických technik, zaměřuje se na hodnocení vnějších a vnitřních faktorů, které ovlivňují úspěšnost konkrétního záměru. Je velmi univerzální, proto je její použití v praxi značně široké.

Autorem SWOT analýzy je Albert Humphrey, navrhl ji v 60. letech 20. století. [15]

SWOT je slovo složené z počátečních písmen ovlivňujících faktorů:

Strengths – silné stránky

Weaknesses – slabé stránky

Opportunities – příležitosti

Threats – hrozby. [15]

Podstatou této analýzy je identifikovat klíčové silné a slabé stránky uvnitř projektu, tedy v čem je projekt dobrý a v čem špatný. Stejně důležité jsou klíčové hrozby a příležitosti, které se nacházejí ve vnějším prostředí.

Cílem SWOT analýzy je podporovat silné stránky, identifikovat a omezit slabé stránky, hledat nové příležitosti a znát hrozby. [15]

Klíčová fakta se ve SWOT analýze píší do matice. Jak taková matice vypadá, můžeme vidět na obrázku 17.

	POMOCNÉ dosažení cíle	ŠKODLIVÉ dosažení cíle
VNITŘNÍ PŮVOD atributy organizace	<p><b>S</b></p> <p><b>SILNÉ STRÁNKY</b></p> <p>strenghts</p>	<p><b>W</b></p> <p><b>SLABÉ STRÁNKY</b></p> <p>weaknesses</p>
VNĚJŠÍ PŮVOD atributy prostředí	<p><b>O</b></p> <p><b>PŘÍLEŽITOSTI</b></p> <p>opportunities</p>	<p><b>T</b></p> <p><b>HROZBY</b></p> <p>threats</p>

Obrázek 17: SWOT matice

Zdroj: [www.sunmarketing.cz](http://www.sunmarketing.cz)

### 5.1.1 Klasické metro

SWOT analýzu ke klasickému metru můžeme vidět v tabulce 5.

Tabulka 5: SWOT analýza – klasické metro

<b>SILNÉ STRÁNKY</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ zkušenosti se stavbou ze stávajících linek – není nutné zvat odborníky ze zahraničí na pomoc</li><li>○ možnost automatizace v budoucnu</li></ul>	<b>SLABÉ STRÁNKY</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ menší bezpečnost</li><li>○ selhání obslužného personálu</li></ul>
<b>PŘÍLEŽITOSTI</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ napojení jižního sektoru města ke stávající síti pražského metra</li></ul>	<b>HROZBY</b> <ul style="list-style-type: none"><li>○ zastavení výstavby kvůli nedostatku financí</li><li>○ zadlužení města (reálná hrozba po velkém zadlužení při stavbě tunelu Blanka)</li></ul>

Mezi silné stránky klasického metra patří především zkušenosti s výstavbou klasického metra. Zkušenosti byly načerpány během stavby stávajících linek metra. Ke stavbě bezobslužného metra, respektive k instalaci zabezpečovacího systému a stavbě bezpečnostních prvků, ke kterým patří například bezpečnostní stěny, by byla potřeba konzultace s odborníky z ciziny. Co se týče zabezpečovacího a řídicího systému CBTC, je také možnost zakoupit systém jako komplet a nechat si ho rovnou experty nainstalovat. Tyto možnosti jsou ale dražší.

K slabým stránkám patří menší bezpečnost, která je způsobena absencí bezpečnostních stěn mezi kolejíštěm a nástupištěm, také zapojením lidského faktoru do řízení.

K příležitostem v u obou variant metra patří napojení jižní části města k síti metra. Oblast okolo Thomayerovy nemocnice a Libuše čekala na lepší spojení s centrem města dlouho, zatím je napojena pouze autobusy, které jsou ve špičkách přeplněny.

Hrozby jsou také u obou staveb podobné. Nedostatek financí je hrozba pro každou stavbu. Zadlužení města kvůli tak rozsáhlé stavbě je velmi reálnou hrozbou, jako jsme mohli pozorovat například při výstavbě tunelu Blanka.

### 5.1.2 Bezobslužné metro

SWOT analýzu k bezobslužnému metru můžeme vidět v tabulce 6.

Tabulka 6: SWOT analýza – bezobslužné metro

<b>SILNÉ STRÁNKY</b> <ul style="list-style-type: none"><li>o větší bezpečnost</li><li>o menší nároky na údržbu</li></ul>	<b>SLABÉ STRÁNKY</b> <ul style="list-style-type: none"><li>o možnost selhání systému</li><li>o psychologie lidí</li></ul>
<b>PŘÍLEŽITOSTI</b> <ul style="list-style-type: none"><li>o napojení jižního sektoru města k síti pražského metra</li><li>o vyrovnání se velkým evropským i světovým městům</li><li>o úspory personálních nákladů</li></ul>	<b>HROZBY</b> <ul style="list-style-type: none"><li>o vyšší nároky na investice</li><li>o nezahájení výstavby včas</li><li>o dokončení po termínu</li><li>o vyčerpání finančních zdrojů</li></ul>

K silným stránkám oproti klasickému metru je větší bezpečnost díky bezpečnostním stěnám oddělujícím nástupiště a koleje, také systém pohyblivého bloku, který je popsán v kapitole 4.4.1. Do silných stránek patří i jednodušší údržba, na trati bude méně pevných zařízení, které by údržbu potřebovaly.

U slabých stránek je třeba zmínit možnost selhání systému. Spousta prvků u bezobslužného metra může přestat fungovat, což bude muset řešit buď pohyblivá jednotka lidí, kteří se budou pohybovat různě na trati a budou okamžitě reagovat právě na tyto problémy, nebo bude v každé stanici a vlaku přítomen člen personálu, který bude umět problémy operativně řešit. Další slabou stránkou se může ukázat psychologie lidí. Většina cestujících se cítí v dopravním prostředku bezpečněji, když je přítomen uniformovaný člověk, který řídí vlak. S tímto problémem se potýkali například v Norimberku, kde nakonec v bezobslužných vlacích jezdí uniformovaný personál připravený plnit přání cestujících a v případě poruchy sám řídit vlak.

O příležitostech a hrozbách bylo psáno v kapitole 5.1.1., u bezobslužného metra je ale u příležitostí třeba zmínit ještě možnost vyrovnat se kvalitou dopravního systému vyspělým evropským i světovým městům. V důležitých městech už bezobslužná metra jezdí a Praha by se ráda, i v tomto ohledu, řadila mezi ně.

## 5.2 ČISTÁ SOUČASNÁ HODNOTA INVESTICE

### 5.2.1 Uvedení do problematiky

Pro zjištění, která varianta metra bude z hlediska nákladů výhodnější, jsem vybrala metodu čisté současné hodnoty investice. Tato metoda respektuje časovou hodnotu peněz, náklady a výnosy z jednotlivých let se přepočtou ke stejnému časovému okamžiku, většinou jde o začátek realizace projektu. Ta varianta projektu, která má vyšší čistou současnou hodnotu, je považována za výhodnější. Jakákoliv varianta, která má ČSH vyšší než nula, je přípustná. [16]

Pro čistou současnou hodnotu investice platí:

$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^T \frac{V_n}{(1+i)^n},$$

kde:

ČSH – čistá současná hodnota,

$P_n$  – příjem (kladný tok) v roce  $n$ ,

$V_n$  – výdaj (záporný tok) v roce  $n$ ,

$T$  – doba životnosti,

$i$  – úroková míra,

$n$  – jednotlivé roky. [16]

Pro svůj vlastní výpočet využijí tento vzorec lehce upravený.

$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^T \frac{ú_n}{(1+k)^n} - IN$$

kde:

ČSH – čistá současná hodnota [Kč],

$IN = IN_B - IN_O$  [Kč]

$IN$  – investice,

$IN_B$  – investice do bezobslužného metra,

$IN_O$  – investice do obslužného metra,

$T$  – doba životnosti [roky],

$k$  – diskontní sazba,

$ú_n$  – úspora [Kč/rok]

$n$  – jednotlivé roky.

### 5.2.2 Hodnoty potřebné k výpočtu

Pro novou linku D pražského metra se uvažují dvě možné varianty, bezobslužné metro nebo metro klasické. Varianta s lehkými vozy na pneumatikách byla zavrhnuta kvůli tomu, že by nebyla kompatibilní se stávajícími linkami metra.

Pokud by byla zvolena varianta klasické metro s řidičem, byly by stejně instalovány bezpečnostní stěny a do vozů instalován moderní zabezpečovací systém CBTC, tudíž by byla náklady stejné, pouze by při variantě klasického metra bylo možné používat pro vozy depo v Kačerově. Uvažuje se také o tom, že by pro tento případ byly použity některé vozy M1, které jezdí na stávající lince C, jen by byly opatřeny zabezpečovacím systémem CBTC, plus by se dokoupilo několik nových souprav. Náklady by byly nižší o 1,5 miliardy Kč, ale již používané soupravy z linky C by vydržely provoz dalších maximálně 10 let, takže tato varianta nejspíš nebude realizována kvůli následným problémům s výměnou starších vozů. Proto s touto variantou nebudu ve své práci počítat. [17]

Pokud se zvolí varianta bezobslužné metro, budou náklady na výstavbu **vyšší o 160 milionů Kč**, protože se bude muset postavit vlastní depo (lokalizované ve stanici Depo Písnice). Vozy bezobslužného metra potřebují jinou formu ošetření, kterou by v depu na Kačerově nebylo možné uskutečnit. [17]

Co se týče vlakových souprav, budou se nakupovat nové, ať bude linka D bezobslužná nebo obslužná. Když budou vlaky bezobslužné, budou pořizovací náklady **vyšší o 32 milionů Kč** na jednu soupravu. Souprav bude potřeba 17. [17]

Provozní náklady budou po zahájení provozu nižší u bezobslužného metra. Na bezobslužné lince D nebude potřeba tolik údržbářů, bude jich **méně o 20**. Strojvedoucí nebudou potřeba žádní, těch bude tedy **méně o 40**. Srovnání údržbářů a strojvedoucích je provedeno se stávající linkou A pražského metra. [17]

Doba životnosti projektu byla zvolena na 30 let, diskontní sazba pro dopravní stavby je 5%. Můj výpočet je zjednodušený, investice je brána jako jednorázová. Srovnávám ji pouze s úsporou, nepočítám s odpisy a dále není zahrnuta inflace, tedy výpočet vychází z cenové a mzdové hladiny roku 2016.

Pro výpočet je dále potřeba znát mzdu údržbářů a strojvedoucích metra. Můžeme je vidět v tabulce 7.

Tabulka 7: Průměrné platy [16]

<b>Průměrný hrubý měsíční plat</b>	
Strojvedoucí	27 482 Kč
Údržbář	18 604 Kč

### 5.2.3 Výpočet

Úspory při použití varianty bezobslužné metro jsou vidět v tabulce 8.

Tabulka 8: Úspora při použití bezobslužného metra

	Počet osob	Plat [Kč/rok]	Úspora [Kč/rok]
Údržbář	20	18 604*12=223 248	223 248*20=4 464 960
Strojvedoucí	40	27 482*12=329 784	329 784*40=13 191 360
Celková úspora			17 656 320

Veškeré hodnoty pro výpočet čisté současné hodnoty investice můžeme vidět v tabulce 9.

Tabulka 9: Hodnoty pro výpočet

Označení	Hodnota	Jednotka
IN	160 000 000+(32*17 000 000) = <b>704 000 000</b>	Kč
ú <sub>n</sub>	17 656 320	Kč
T	30	roky
k	0,05	-

Hodnoty z tabulky 9 dosazujeme do vzorce z kapitoly 5.2.1.

$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^T \frac{\acute{u}_n}{(1+k)^n} - IN$$



$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^{30} \frac{17\,656\,320}{(1 + 0,05)^n} - 704\,000\,000$$

$$\check{C}SH = -411\,980\,081 \text{ Kč}$$

Čistá současná hodnota investice je tedy záporná, proto by mělo být bezobslužné metro z tohoto hlediska nepřípustné.

Aby vyšla čistá současná hodnota investice kladná, roční úspory by musely být minimálně 45 796 250 Kč.

$$\sum_{n=1}^{30} \frac{45\,796\,250}{(1 + 0,05)^n} - 704\,000\,000 = 581 \text{ Kč}$$

## 6. ZÁVĚR

Linka D pražského metra je v dnešní době velmi diskutované téma. Již přes dvě desetiletí se spekuluje o tom, které varianta, obslužné metro nebo bezobslužné, bude pro novou linku lepší, výhodnější a levnější. Cílem mojí práce bylo podpořit na základě vlastních výpočtů jednu ze zvažovaných možností.

Již z dřívějších studií bylo jasné, že nejlevnější by byla stavba linky D pro lehké vozy metra na gumových pneumatikách. Tato varianta ale mnoho nepočítala s možným zvyšujícím se přepravním zatížením, dále by také nebyla kompatibilní se stávajícími linkami metra v Praze, což by přineslo potíže v podobě nemožnosti využít nynější depa, hlavně na lince C v Kačerově. Proto byla z uvažovaných řešení později úplně vyloučena. A volba zůstala pouze mezi variantami bezobslužné metro a metro takové, jaké ho známe z linek A, B a C, tedy obslužné, s řidičem.

Klasické metro s řidičem by byla pravděpodobně volba jednodušší, protože s touto stavbou již má Dopravní podnik jisté zkušenosti ze staveb předchozích linek metra v Praze. Pro tuto variantu hovoří také nižší investiční náklady. Stavba by byla levnější díky tomu, že by se nemuselo nutně stavět depo ve stanici Depo Písnice a vozy by mohly být ošetřovány v depu na lince C, ve stanici Kačerov. Díky absenci depa by se ušetřilo 160 000 000 Kč. Levnější by byl také nákup vlakových souprav. Na jedné soupravě by se ušetřilo 32 000 000 Kč, na linku D je zapotřebí 17 souprav, takže by pořizovací náklady klesly dohromady o 544 000 000 Kč. Vyšší by ale byly provozní náklady. Klasické metro by potřebovalo mnohem více obslužného personálu, samozřejmě hlavně strojvedoucích.

Bezobslužné metro je varianta, která by byla pro Prahu exkluzivnější. Bezobslužné systémy jsou již k vidění v mnohých velkých a úspěšných městech, jako je například Paříž, Barcelona, Lausanne nebo Copenhagen. Tuto možnost ale moje vlastní výpočty nepotvrzují. Záporná čistá současná hodnota investice není považována za přípustnou, velikost ČSH je velmi negativní. Úspora z provozních nákladů není tak velká, aby za dobu životnosti projektu vyrovnala původní investiční náklady. Roční úspora z platů zaměstnanců, tedy strojvedoucích a údržbářů, je 17 656 320 Kč, což není dostačující. Dle mých výpočtů by byla potřeba roční úspora minimálně 45 796 250 Kč, což je více než 2,5 krát více, než je předpokládaná úspora.

Přestože je dle mých vstupních dat a výpočtů projekt bezobslužného metra ekonomicky neefektivní, může mít celou řadu jiných, peněžně obtížně kvantifikovatelných přínosů. Mezi ně lze řadit prestiž města, které používá moderní technologie, zároveň jsou tímto způsobem

moderní technologie zkoušeny i pro jiné odvětví dopravy, kde se též uvažuje o dopravních prostředcích, které k řízení nepotřebují řidiče. V neposlední řadě potom dochází k vytvoření generace odborníků na danou technologii bezobslužného metra, kterou lze využít i v dalších obdobích.

## POUŽITÉ ZDROJE

### Literatura

[1] DOPRAVNÍ PODNIK HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, *Encyklopedie pražské MHD – Pražské metro*, 2014

[10] ČABELKA Lubomír, *Dopravní podnik hlavního města Prahy*

[15] ŠTĚDRŮ Bohumír – přednášky z ČVUT v Praze Fakulty dopravní, 2. ročník

[16] DUCHOŇ Bedřich, *Inženýrská ekonomika*, C.H.Beck, 2007

[17] Ing. Jan Vodička – METROPROJEKT Praha, a.s.

### Internetové zdroje

[2] tfl.gov.uk, *Transport for London*, [online], dostupné z: <https://tfl.gov.uk>

[3] metroweb.cz, *Web nejen o pražském metru*, [online], dostupné z: [www.metroweb.cz](http://www.metroweb.cz)

[4] metroweb.cz, *Web nejen o pražském metru*, [online], dostupné z: [www.metroweb.cz](http://www.metroweb.cz)

[5] godubai.com, *My city. My metro.*, [online], dostupné z: [http://www.godubai.com/dubaimetro/images/metro\\_pocket\\_brochure.pdf](http://www.godubai.com/dubaimetro/images/metro_pocket_brochure.pdf)

[6] dubaimetro.eu, *The Dubai Metro, the World's Longest Fully Automated Metro Network*, [online], dostupné z: [https://dubaimetro.eu/files/metro\\_pocket\\_brochure.pdf](https://dubaimetro.eu/files/metro_pocket_brochure.pdf)

[7] siemens.com, *Driverless metro Paris*, [online], dostupné z: <http://www.siemens.com/press/pool/de/feature/2012/infrastructure-cities/mobility-logistics/2012-04-metro-paris/factsheet-driverless-metro-paris-en>

[8] yurikamome.tokyo, *About Yurikamome*, [online], dostupné z: [www.yurikamome.tokyo](http://www.yurikamome.tokyo)

[9] zakonyprolidi.cz, *Zákon č. 266/1994.*, [online], 1994-2016, dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-266>

[11] novemetro.cz, *Trasa metra D*, [online], dostupné z: <http://www.novemetro.cz/>

[12] strategickeprojekty.dpp.cz, *Lepší doprava v Praze*, [online], dostupné z: <http://strategickeprojekty.dpp.cz/metro/trasa-d>

[13] strategickeprojekty.dpp.cz, *Automatický systém metra pro Prahu 3. tisíciletí*, [online], dostupné z: [http://strategickeprojekty.dpp.cz/images/stories/Metro\\_D\\_11\\_03\\_17.pdf](http://strategickeprojekty.dpp.cz/images/stories/Metro_D_11_03_17.pdf)

[14] dpp.cz, *DP kontakt*, [online], dostupné z: <http://www.dpp.cz/dp-kontakt/>

[18] platy.cz, *Skutečné platy*, [online], dostupné z: <http://www.platy.cz/>

## Zdroje obrázků

- Archiv DPP
- Jan Groh
- [http://dubaimetro.eu/files/metro\\_pocket\\_brochure.pdf](http://dubaimetro.eu/files/metro_pocket_brochure.pdf)
- <http://dubaimetro.eu/tag/red-line>
- [www.urbanrail.net](http://www.urbanrail.net)
- [www.parisrental.com](http://www.parisrental.com)
- [w5.siemens.com](http://w5.siemens.com)
- [www.jcar.org](http://www.jcar.org)
- [www.bitrebels.com](http://www.bitrebels.com)
- [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)
- MetroD\_2011\_12.pdf
- Metro\_D\_11\_03\_17
- [www.hitachi-rail.com](http://www.hitachi-rail.com)
- [www.sunmarketing.cz](http://www.sunmarketing.cz)

## Seznam obrázků

Číslo obrázku	Název obrázku
Obrázek 1	Zahájení provozu londýnské podzemní dráhy
Obrázek 2	Podzemní dráha v Karlových Varech
Obrázek 3	Tratě navržené Vladimírem Listem a Bohumilem Beladou
Obrázek 4	Tramvaj T3
Obrázek 5	Linky dubajského metra
Obrázek 6	Vlaky metra na Red Line
Obrázek 7	Interiér vozu třídy Silver Class
Obrázek 8	Stanice pařížské Linky 1
Obrázek 9	Souprava bezobslužného metra na Lince 1
Obrázek 10	Městský hromadný dopravní systém v Tokiu
Obrázek 11	Rainbow Bridge Tokio
Obrázek 12	Yurikamome 7000
Obrázek 13	Yurikamome 7300
Obrázek 14	Situace trasy D
Obrázek 15	Síť linek pražského metra
Obrázek 16	Princip fungování systému CBTC
Obrázek 17	SWOT matice

## Seznam tabulek

Číslo tabulky	Název tabulky
Tabulka 1	Technické parametry tunelů pro PPT
Tabulka 2	Trasování linek pražského metra
Tabulka 3	Provozně technologické podmínky
Tabulka 4	Údaje o provozu metra D
Tabulka 5	SWOT analýza – klasické metro
Tabulka 6	SWOT analýza – bezobslužné metro
Tabulka 7	Průměrné platy
Tabulka 8	Úspora při použití bezobslužného metra
Tabulka 9	Hodnoty pro výpočet

## Seznam grafů

Číslo grafu	Název grafu
Graf 1	Vývoj počtu cestujících metra v Praze
Graf 2	Yurikamome – počty cestujících