

**Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Srovnání a zhodnocení koncepcí řešení
podpovrchové kolejové MHD v Praze**

Robert Mara

Bakalářská práce

2014

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Robert Mara**
Osobní číslo: **D11618**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**
Název tématu: **Srovnání a zhodnocení koncepcí řešení podpovrchové kolejové MHD v Praze**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

- 1 Historické projekty pražského metra
- 2 Analýza technických parametrů vybraných systémů
- 3 Srovnání technických parametrů vybraných systémů
- 4 Zhodnocení vybraných systémů

Závěr

Rozsah grafických prací: 3 - 4
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:


- (1) Generální projekt pražských podzemních drah - tratě A, B, C. [Projektová dokumentace]. Praha: Projekční kancelář podzemní dráhy v Praze, 1941.
- (2) Podrobný návrh pražských podzemních drah, trať Dejvice - Pankrác. Vybrané technické zprávy. [Projektová dokumentace]. Praha: Projekční kancelář podzemní dráhy v Praze, 1941.
- (3) Jirsák, Z. - Horešovský, J. - Thoř, V. - Streit, J.: Metro a doprava v Praze. Praha: Dopravní nakladatelství, 1958.
- (4) Projektová a písemná dokumentace k výstavbě podpovrchové tramvajové dopravy v Praze. [Projektová dokumentace]. Praha: Pražský projektový ústav/PUDIS, 1962-1967.
- (5) Studie cílového řešení MHD v Praze. Část stavebně-technická a provozně-technologická. [Projektová dokumentace]. Praha: SUDOP/UDI 1967-1969.
- (6) Technické podmínky pro projektování metra. Praha: DP-Metroprojekt, 1972.
- (7) Bolotov, V. A. - Škrdla, B. - Mráček, M. - Slepíčka, L.: Praktické poznatky z provozní technologie podzemních drah. [Skripta]. Žilina : Fakulta provozu a ekonomiky dopravy VŠDS v Žilině, 1975.
- (8) Pravidla technického provozu metra. Praha: NADAS, 1991.
- (9) Lacek, Mikuláš: Městská doprava - díly I, II, III. Praha: NADAS, 1983, 1984, 1986.
- (10) Kyllar, Evžen a kol.: Praha a metro. Praha: Gallery, 2004.
- (11) Statistické ročenky Dopravního podniku hl.m. Prahy, ročníky 1974-2012.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: 30. listopadu 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. května 2014


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2013

Prohlášení autora

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Praze dne 30. 5. 2014

Robert Mara

Anotace

Bakalářská práce se zabývá analýzou stavebně-technického a provozně-technologického řešení tří vybraných projektů podpovrchové kolejové dopravy v Praze. Teoretická část obsahuje historický úvod k projektování a významu podpovrchové dopravy v Praze a analýzu základních údajů o jednotlivých projektech. Praktická část je věnována kvalitativnímu a kvantitativnímu srovnání navrhovaných řešení, zhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých návrhů a zhodnocení výkonnostních možností navrhovaných subsystémů ve srovnání se současnými nároky na přepravní kapacitu metra. Závěrečná část hodnotí podmínky implementace, provozní a inovační potenciál subsystémů v případě jejich realizace. U současného systému metra je dále uvedena prognóza a návrhy možného vývoje do budoucna.

Klíčová slova

městská hromadná doprava, podzemní dráha, podpovrchová tramvaj, metro, Praha

Title

Comparison and assessment of three underground railway concepts in Prague mass urban transport

Anotation

Bachelor's thesis is devoted to analysis, comparison and assessment of structural engineering and operational technology in selected proposals of underground railway concepts in Prague mass urban transport. Theoretical part consists of historical introduction to the importance of rapid transit in Prague and its projection. It also contains basic analysis of selected three concepts. Practical part contains general comparison of selected concepts from the qualitative and quantitative aspects, evaluates the advantages and disadvantages of the proposals and evaluates possible capacity reserves in comparison with contemporary demands on metro mass urban transport subsystem carriage capacity. Final part contains realization conditions assessment, operational and innovation potential assessment and further perspectives and proposals of the Prague metro subsystem.

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Petru Nachtigalovi, PhD. za průběžné konzultace a přínosné rady. Dále děkuji pánům Mgr. Pavlu Fojtíkovi a Ing. Vladimíru Palečkovi za přečtení a recenzi textů. Na závěr bych rád poděkoval své ženě Ing. Marušce Kubešové, PhD. a nejbližší rodině za vzácnou trpělivost při přípravě této práce.

Obsah

Seznam vyobrazení	9
Seznam tabulek.....	10
Použité zkratky	11
Úvod.....	12
1. Vývoj a význam podpovrchové kolejové MHD v Praze.....	13
1.1 První návrhy podpovrchové kolejové MHD v Praze (1898–1930).....	13
1.2 Dopravní soutěž Velké Prahy (1930–31)	14
1.3 Projekt „D“ studijního oddělení Elektrických podniků (1937–39).....	14
1.4 Projekt Konsorcia sdružených firem (1939–42).....	15
1.5 Počátky územního plánování (1948–55).....	17
1.6 Ideový projekt metra Plánovacího referátu ÚNV (1952–53).....	18
1.7 Hledání vhodné koncepce podpovrchové MHD (1956–61).....	18
1.8 Projekt a stavba podpovrchové tramvaje (1962–67).....	19
1.9 Změna projektu podpovrchové tramvaje na metro (1967).....	20
2. Analýza základních parametrů vybraných subsystémů.....	21
2.1 Zdůvodnění výběru subsystémů	21
2.2 Podzemní dráha Konsorcium	22
2.3 Podpovrchová tramvaj	24
2.4 Metro dle skutečné realizace	26
3. Srovnání vybraných subsystémů.....	29
3.1 Srovnání projektů z urbanistického hlediska	29
3.2 Srovnání celkové koncepce sítě.....	33
3.3 Srovnání dopravní výkonnosti subsystémů	34
3.4 Srovnání řešení překryvné sítě povrchové dopravy.....	37
3.5 Srovnání koncepce vozidel a vlakovtorby.....	38

3.6	Srovnání koncepce tratí, stanic a technického zázemí provozu.....	48
3.6.1	Tratě.....	48
3.6.2	Stanice.....	51
3.6.3	Depa.....	59
3.6.4	Dílny.....	60
3.7	Srovnání zabezpečení jízdy vlaků a rychlostních poměrů.....	62
3.7.1	Zabezpečení jízdy vlaků.....	62
3.7.2	Rychlostní poměry.....	65
3.8	Celkové srovnání vybraných subsystémů.....	66
4.	Zhodnocení vybraných subsystémů.....	68
4.1	Metro Konsorcium.....	68
4.2	Podpovrchová tramvaj.....	71
4.3	Metro dle skutečné realizace.....	76
4.4	Potenciál budoucího rozvoje sítě metra.....	79
	Závěr.....	85
	Literatura a informační zdroje.....	86

Seznam vyobrazení

Obr. 1 Síť tří tratí podzemní dráhy dle návrhu Konsorcía	23
Obr. 2 Navrhovaná síť tramvajů a autobusů po dobudování všech etap subsystému PPT.....	26
Obr. 3 Výhled cílového stavu sítě pražského metra dle předpokladů z roku 1971	28
Obr. 4 Srovnání zátěžových proudů v nejzatíženějších úsecích skutečných tratí metra s projektovými maximálními hodnotami jednotlivých subsystémů	37
Obr. 5 Vůz metra dle návrhu Konsorcía	46
Obr. 6 Tramvaj typu T3	46
Obr. 7 Dvouvozová rychlodrážní jednotka R1	47
Obr. 8 Třívozová souprava vozů typu Ečs.....	47
Obr. 9 Podélný profil mělce založeného tunelu PPT pod historickým centrem Prahy	48
Obr. 10 Rampa podpovrchové tramvaje	50
Obr. 11 Zařízení tzv. automatických vrátek pro regulaci přístupu cestujících na nástupiště.....	53
Obr. 12 Ukázka uspořádání nejrozšířenějšího typu stanice dle Konsorcía	54
Obr. 13 Ukázka uspořádání nejrozšířenějšího typu stanice PPT	55
Obr. 14 Elegantní řešení křížení tratí A a B s přestupní stanicí Můstek dle projektu Konsorcía	57
Obr. 15 Řešení křižovatkové stanice Muzeum dle Investiční studie MHD v Praze.....	57
Obr. 16 Křižovatková stanice Florenc dle Studie cílového řešení MHD v Praze 1968.....	58
Obr. 17 Příklad křižovatkové stanice s ostrovními nástupišti v praxi.....	58
Obr. 18 Zabezpečení křižovatky na tratích podpovrchové tramvaje	64
Obr. 19 Přestavba tratě podpovrchové tramvaje na metro	75
Obr. 20 Opuštěná rampa podpovrchové tramvaje	75
Obr. 21 Dělbá přepravní práce městského dopravce na území hl. m. Prahy 1937–2013	78
Obr. 22 Vývoj provozní délky tramvajových tratí a tratí metra, srovnání s cílovým stavem PPT ...	78
Obr. 23 Metro do Porto – povrchové traťové úseky	82
Obr. 24 Metro do Porto – povrchové stanice	82
Obr. 25 Metro do Porto – koncové úvratěvé stanice	83
Obr. 26 Metro do Porto – podpovrchové stanice.....	83

Seznam tabulek

Tab. I Vývoj počtu obyvatel a domovního fondu.....	30
Tab. II Dynamika rozvoje domovního fondu 1946–2011.....	30
Tab. III Nejvyšší návrhová zatížení mezistaničních úseků v jednom směru – cílový stav	34
Tab. IV Srovnání teoretické maximální výkonnosti jednotlivých subsystémů.....	36
Tab. V Srovnání základních technických parametrů vozidel	45
Tab. VI Srovnání základních parametrů tratí a stanic jednotlivých subsystémů	61
Tab. VII Maximální traťové rychlosti dle návrhu Konsorcia (trať A).....	65
Tab. VIII Maximální traťové rychlosti na tratích PPT	65
Tab. IX Maximální traťové rychlosti na tratích Metra.....	65
Tab. X Celkové srovnání výhod a nevýhod jednotlivých subsystémů.....	66

Použité zkratky

CO	civilní ochrana
ČSD	Československé státní dráhy
ČSSR	Československá socialistická republika (do roku 1960 Československá republika – ČSR)
DC	stejnoseměrná napájecí soustava
DPP	Dopravní podnik hl. m. Prahy
EP	Elektrické podniky hl. m. Prahy
ED	tramvajový subsystém pražské MHD (elektrické dráhy)
IAD	individuální automobilová doprava
LVZ	liniový vlakový zabezpečovač
OSM	Ochranný systém metra
OZM	Opráveňská základna metra
PPT	podpovrchová tramvaj
RVHP	Rada vzájemné hospodářské pomoci
TK	temeno kolejnice

Úvod

K volbě tématu bakalářské práce mne vedla vlastní badatelská a publikační činnost v oblasti historie a současnosti provozu kolejových vozidel MHD a jejich technického zázemí. Technická historie je mnohdy považována za uzavřenou kapitolu, která je pouze otázkou nostalgického vzpomínání a nemá praktický přínos pro budoucí rozvoj dopravních oborů. Toto přesvědčení je bohužel velkým omylem. Jen s důkladným přehledem o důležitých historických souvislostech lze odpovědně přistupovat k plánování budoucnosti a ušetřit mnoho času i finančních prostředků. Propojení užitečných technických řešení běžně užívaných v minulosti s technickými možnostmi současné doby a relevantními zahraničními zkušenostmi se již řadu let s výhodou využívá např. v jednotce Dopravní cesta tramvaje Dopravního podniku hl. m. Prahy (DPP), kde bylo touto metodou docíleno výrazného zefektivnění některých procesů a zkrácení časových lhůt pro stavební akce na opravách a rekonstrukci tramvajových tratí. Také historie projektování podpovrchové dopravy v Praze je názorným příkladem skutečnosti, že mnoho slepých cest a neefektivních návrhů mohlo být eliminováno, pokud by jejich navrhovatelé podrobněji analyzovali práci svých předchůdců a navázali na jejich závěry. Zatímco až donedávna bylo možné s výhodou využívat personální kontinuity projektantů zúčastněných na projektování metra od samého počátku jeho výstavby, budoucí generace projektantů již tuto výhodu mít nebudou a z hlediska historického přehledu budou odkázány na archivní fondy, odbornou literaturu, případně vlastní opakování již dříve probádaných cest.

Cílem bakalářské práce je srovnání základních kvalitativních a kvantitativních parametrů a závěrečné zhodnocení podmínek pro implementaci a inovačního potenciálu vybraných subsystémů podpovrchové kolejové dopravy v Praze. Práce by měla přispět k doplnění základního poznání o třech nejvýznamnějších historických projektech podpovrchové kolejové dopravy v Praze.

1. Vývoj a význam podpovrchové kolejové MHD v Praze

Problematika projektování a výstavby pražské podzemní dráhy začala být seriózně řešena v období po první světové válce, kdy pokračoval válkou přerušovaný intenzivní stavební a populační rozvoj města. Nárůst počtu obyvatel a jejich hybnosti byl kompenzován především intenzivní výstavbou sítě pouličních elektrických drah (ED). Intenzita provozu elektrických drah se však již v průběhu 30. let začala v centrální části města přibližovat mezi propustnosti ulic a křižovatek, které ve většině případů nebyly výrazněji urbanizovány tak, jak tomu bylo v případě Vídně, Paříže či dalších evropských metropolí. Koncepčně zastaralé tramvajové vlaky s průměrnou cestovní rychlostí v centru jen kolem 6–8 km·h⁻¹, na okrajích 12,5 km·h⁻¹ ani infrastruktura odpovídající tomuto vozovému parku nebyla bez zásadní přestavby způsobilá k zajištění spolehlivého a rychlého přenosu hlavních zátěžových proudů. (1)

Návrhy perspektivního řešení rychlé kolejové dopravy se v Praze vyskytovaly prakticky výhradně v některé z následujících forem:

- **rychlá tramvajová doprava** – s podpovrchovými úseky v centrální části města, maximálně segregovanými povrchovými tratěmi na předměstích a s různými stupni využití stávající tramvajové infrastruktury;
- **podzemní dráha (metro)** – v centru vedená výhradně podpovrchově, na okrajích města poté na samostatných drážních tělesech, provozně ve většině případů zcela autonomní a nezávislá na jiných druzích dopravy;
- **městská rychlodráha typu S-bahn** – v centru vedená v tunelových úsecích a na okrajích města napojená na důležité železniční tratě Československých státních drah (ČSD) s možným sdílením železniční infrastruktury a vozidel.

1.1 První návrhy podpovrchové kolejové MHD v Praze (1898–1930)

Nejstarší dochovaný návrh na vybudování podpovrchové kolejové dopravy v Praze pochází z roku 1898, kdy pražský železář Ladislav Rott navrhoval městské radě zřízení podzemní dráhy v rámci asanace Starého Města a Josefova a budování nové kanalizační sítě. První seriózní návrh na řešení podzemní dráhy v Praze byl vypracován pod názvem *Studie rychlé městské dráhy „Metro“ v Praze* inženýry Vladimírem Listem a Bohumilem Beladou v roce 1926.

Navrhovali v něm čtyři trasy pokrývajících nejvýznamnější přepravní vztahy ve Velké Praze (A Palmovka – Národní divadlo – Anděl, B Dejvice – Můstek – Flora, C Výstaviště – Prašná brána – Žižkov, D Těšnov – Hlavní nádraží – Nuselský most – Pankrác). Celková délka sítě měla být 20,4 km. Poměrně detailně byla v projektu kromě trasování a stavební části řešena i technologická část. (2)

1.2 Dopravní soutěž Velké Prahy (1930–31)

Postupující růst města a růst hybnosti jeho obyvatelstva i přibývání motorových vozidel v poválečné konjunktuře vedly Elektrické podniky hl. m. Prahy (EP) k vypsání *Soutěže na vyřešení všeobecného dopravního ruchu Velké Prahy* v únoru 1930. Určitým spouštěcím bodem soutěže bylo uspořádání rozsáhlého dopravního průzkumu v síti veřejných dopravních prostředků EP v roce 1927. Tento průzkum, který byl rozsahem i kvalitou zpracování první akcí svého druhu v Praze, přinesl zásadní podklady pro další plánování a rozvoj veřejné dopravy.

Do soutěže bylo přihlášeno celkem 19 návrhů v různé úrovni zpracování, nicméně soutěž neměla vítěze. Oceněny byly tři návrhy – projekt *MMM* (Škodovy závody, tři tratě o celkové délce 23 km, přestupní trojúhelník v centru, přechodnost vozidel na ČSD na předměstích), projekt *Střední cestou* (ČKD, tři tratě o celkové délce 26,7 km, jedna přestupní stanice v centru, třetí trať formou větvení) a projekt *Studie 1930* (Ing. Dr. Alexander Voigts, technický úředník EP, v centru jeden peážní podpovrchový úsek s hlavním přestupním bodem u Wilsonova nádraží, na okraje paprsky formou větvení, povrchové vedení tratí na předměstích). Vyhodnocení soutěže bylo dokončeno v roce 1932 se závěrem, že bude do budoucna nezbytné řešit veřejnou dopravu *sítí rychlých městských drah vedených pod zemí*. (2)

1.3 Projekt „D“ studijního oddělení Elektrických podniků (1937–39)

Po vyhodnocení dopravní soutěže z let 1930 až 1931 nebyl žádný z projektů doporučen k realizaci bez vhodného přepracování. V polovině 30. let proto Elektrické podniky pověřily své Studijní oddělení vypracováním nového návrhu, který by slučoval přínosné prvky z jednotlivých návrhů podaných v soutěži. Projekt D, jak byl návrh Studijního oddělení EP později nazván, předpokládal vybudovat páteřní subsystém městské hromadné dopravy v Praze ve formě sítě tramvajových rychlodrah, v centrální části vedených v tunelových úsecích, mimo centrum poté

na vlastním tělese. Do nového subsystému kolejové dopravy měly být zapojeny některé stávající tramvajové tratě v okrajových částech města při zachování jejich nižších technických parametrů a souběhů (resp. úrovnovým křížením) s ostatními druhy dopravy. Zásadní pokrok měly do provozu přinést nové tramvajové vozy, které by v případě realizace projektu D začaly nahrazovat zastaralé dvounápravové soupravy. V této souvislosti začalo být již v letech 1938 až 1939 jednáno o možném zakoupení licence na komponenty amerických tramvají PCC, které byly ve své době patrně nejpřevratnější inovací v tramvajové dopravě a do komerčního provozu začaly zasahovat od roku 1936. Doplnkovou síť rychlodrah dle projektu D měly tvořit autobusy a trolejbusy. V případě projektu D stála Praha poprvé před rozhodováním, zdali upřednostnit podpovrchovou tramvaj či metro. (2), (3)

1.4 Projekt Konsorcia sdružených firem (1939–42)

Výstupy z dopravní soutěže 1930–31 a návrh Studijního oddělení EP z let 1937–39 se staly podkladem pro zadání konečného návrhu sítě podzemních drah. Dne 11. 5. 1939 zadaly EP jménem hlavního města Prahy sdružení Akciová společnost, dříve Škodovy závody v Plzni a Českomoravské Kolben-Daněk, a. s. vypracování návrhu podrobného projektu a prováděcí dokumentace první etapy celkového dopravního programu Velké Prahy. Zadání EP vycházelo z projektu D, vypracovaném Studijním oddělením Elektrických drah. Termín předložení návrhu byl stanoven na 15. 8. 1940 a celá záležitost byla natolik naléhavá, že již před koncem této lhůty mělo být započato se stavbou. Strojírenské podniky přibraly k vypracování projektu šest specializovaných stavebně-inženýrských firem a jednu firmu specializovanou na konstrukci kolejových vozidel. Toto uskupení společně vytvořilo *Konsorcium pro projekt podzemní dráhy* (dále jen *Konsorcium*), které jako výkonný orgán zřídilo *Projekční kancelář podzemní dráhy v Praze*. Jako kontrolní orgán byla ustavena dozorčí komise EP, která si ke své přibrala ještě tři externí odborníky. (4)

Prvním úkolem Konsorcia byla revize projektu D, jež vyústila v návrh náhrady tramvajových rychlodrah provozně autonomním subsystémem metra. Správní komise EP uznala přednosti tohoto návrhu a v září 1939 změnila zadání úkolu na vypracování generálního projektu celkové sítě podzemních drah a vypracování podrobného projektu a zadávacího elaborátu první tratě A. (1)

Ihned po obdržení zadání začala Projekční kancelář provádět sondy, rozbory zemin a podzemních vod, zatěžovací zkoušky základové půdy a začalo se s výpočty výhledových frekvencí cestujících v jednotlivých traťových úsecích, aby byly získány spolehlivé vstupní podklady. Současně probíhaly vyměřovací práce, rozkreslování plánů ulic a inženýrských sítí. Po této analýze byly navrženy základní parametry navrhovaného subsystému. (4)

Projekční kancelář pracovala nepřetržitě po dobu dvou let. Její činnost byla přerušena v důsledku událostí druhé světové války. Neutěšený stav hospodářství v Protektorátu a orientace na válečnou výrobu vedly k vydání zákazu staveb (vládní nařízení č. 166/1941 Neubauverbot), z něhož byly vyňaty pouze vybrané stavby válečné či státní důležitosti. (2), (5) Do té doby byl kompletně zpracován *Povšechný návrh sítě pražských podzemních drah – tratě A, B, C* a podrobný návrh tratě A odpovídající stupni prováděcího projektu. Celý projekt obsahoval soupravu matričních plánů, sbírku architektonických perspektiv a sbírku pomocných plánů. Dále bylo vypracováno 40 technických zpráv, podrobné výpočty a rozpočty staveb. (4)

Po druhé světové válce byla snaha pokračovat s realizací detailně rozpracovaného projektu, avšak v poválečném hospodářství byly zpočátku jiné priority, a tak se pokračování přípravy stavby omezilo spíše na administrativní záležitosti a dílčí prezentační akce. Ještě v roce 1949 byl projekt Konsorcía upraven na nové vedení tratí (Smíchov – Libeň, Dejvice – Vinohrady a Holešovice – Pankrác). Vzápětí však byla realizace tohoto perspektivního subsystému novou politickou garniturou zastavena. Odůvodněním byla nutnost velmi vysokých investic pro vybudování kompaktního, samostatně funkčního celku, bez jehož dokončení by nový dopravní prostředek neřešil nejzávažnější dopravní problémy města. (2)

Projekt Konsorcía byl po řadu let nejpodrobnějším a nejvíce domyšleným návrhem podzemní kolejové dopravy v Praze od počátečních úvah v polovině 20. let. Jako první ze všech předcházejících návrhů pojal síť metra jako provozně i technicky zcela autonomní subsystém, úplně oddělený od sítí jiných dopravních prostředků. Inspirace byla čerpána zejména v Německu a Spojených státech. V rámci projektu Konsorcía byly mj. provedeny i první podrobné geologické průzkumy v místech budoucích tras metra, jejichž výsledky byly využity i v poválečných projektech. Cenné poznatky z hlediska inženýrské geologie a technologie výstavby v pražském terénu přinesla rovněž dostavba a rekonstrukce Vinohradských tunelů prováděná v letech 1940–48. Tehdy dokončený II. vinohradský tunel měří 1149 m, souběžně rozestavěný III. tunel byl dokončen až o mnoho let později. (6) Uvedené stavby byly v moderním období na dlouhá léta

jedinou praktickou zkušeností s výstavbou dlouhých podpovrchových tratí pro kolejovou dopravu v Praze.

1.5 Počátky územního plánování (1948–55)

Po roce 1948 začaly první snahy směřující k řešení rozvoje MHD jako nedílné složky komplexního územního plánování (tedy i s návaznostmi na rozvoj a výstavbu města či budování silniční sítě a rozvoj individuální automobilové dopravy). Inspirace byla v této době čerpána především v Sovětském svazu. Koncepce MHD se od této doby stává součástí tzv. Směrných územních plánů hl. m. Prahy. V roce 1952 byla do návrhu směrného územního plánu hl. m. Prahy opět zařazena inovovaná síť metra v pojetí Konsorcía. Paralelně vznikaly i návrhy, které se opět vracely k myšlence podpovrchové tramvaje a zároveň bylo několikrát zvažováno úplné zrušení kolejové dopravy v centru města bez náhrady adekvátním dopravním prostředkem (1947, 1950). Nejkomplexnějším elaborátem na téma výstavby metra z období počátků územního plánování byl projekt Plánovacího referátu ÚNV hl. m. Prahy z let 1952–53, o němž je pojednáno v podkapitole 1.6. (7), (8)

Roku 1955 probíhalo zpracování návrhu třetí verze Směrného územního plánu hl. m. Prahy, jehož předcházející dva návrhy nebyly schváleny. Z hlediska páteřního subsystému kolejové MHD bylo opět revidováno trasování Konsorcía (zejména v předměstských oblastech) a navržena „odložená výstavba“ metra s přechodnou etapou podpovrchové tramvaje. Budování mělo začít od nejdůležitějších stavebních objektů, které měly být zpočátku samostatnými provozními celky využívanými tramvajovou dopravou a rychle pomoci ke zlepšení dopravních poměrů v Praze (např. Nuselský most, přemostění nádraží Praha střed a Praha-Bubny). (7), (8)

V této době začala myšlenka budování podpovrchové kolejové dopravy opět silně inklinovat ke koncepci podpovrchové tramvaje. Rozdíl proti roku 1939 byl ve skutečnosti, že se mělo jednat pouze o dočasný mezistupeň k výstavbě plnohodnotné a provozně autonomní podzemní dráhy. V roce 1939 bylo s podpovrchovou tramvají uvažováno jako s trvalým řešením. Základní koncepční rysy těchto úvah byly shrnuty ve sborníku *Metro a doprava v Praze*, vydaném v roce 1957 jako samostatný příspěvek k diskuzím o postupném budování podzemní dráhy v Praze. (9)

1.6 Ideový projekt metra Plánovacího referátu ÚNV (1952–53)

V roce 1953 byl k nové úpravě Směrného územního plánu hl. m. Prahy předložen *Ideový projekt metra* Plánovacího referátu Ústředního národního výboru hl. m. Prahy vypracovaný v režimu utajení z popudu Ministerstva vnitra ČSR v letech 1952–53. Návrh předpokládal budování hlubinného subsystému metra sovětského typu se třemi tratěmi (Pankrác – Holešovice, Smíchov – Libeň, Dejvice – Vinohrady). Metro mělo mít kromě dopravní funkce, předpokládající velmi intenzivní územní rozvoj města, též důležité sekundární využití jako kryt civilní ochrany, čemuž byla podřízena celá stavebně-technická koncepce i etapizace výstavby. Ta měla začít budováním stanic – krytů pod důležitými továrnami a objekty státních úřadů a teprve později měly tyto objekty propojit vlastní traťové tunely. Průjezdny průřez tratí měl umožnit přechodnost vybraných železničních vozidel ČSD do sítě metra. Jedna stanice tohoto subsystému (Klárov) byla s krycím označením K 111 v hrubé stavbě skutečně vybudována (1952–58), čímž byly získány cenné stavebně-technické poznatky z výstavby hlubinných podzemních objektů metra. Již v průběhu výstavby však byl celý projekt metra odložen. Objekt K 111 byl dobudován jako kryt CO a od roku 1978 začleněn do Ochranného systému metra. Nové poznatky přinesla v této době i výstavba automobilového Letenského tunelu od Švermova mostu na Letnou (délka 430 m, výstavba 1949–53) spojená s náročným podchycováním budovy dnešního Národního zemědělského muzea. Dodavatelem stavby byl n. p. Baraba, který zajišťoval i budování objektu K 111 a dalších speciálních podzemních staveb na území Prahy. (10), (11)

1.7 Hledání vhodné koncepce podpovrchové MHD (1956–61)

Podobně jako v době prvních smělých návrhů na řešení podpovrchové kolejové dopravy ve 20. letech, projevil se i v plánování 50. let nedostatek relevantních podkladů o aktuálních dopravních poměrech v hlavním městě. V letech 1956–57 byl proto uspořádán *Generální dopravní průzkum*, který se nově orientoval nejen na veřejnou dopravu na elektrických drahách, autobusech a trolejbusích, ale na veškerou dopravu na území hlavního města (tedy včetně železniční dopravy osobní i nákladní, linkové autobusové dopravy, nákladní automobilové a individuální automobilové dopravy).

V letech 1958 až 1961 došlo k opětovnému prověřování nejvhodnějšího páteřního subsystému MHD v Praze v rámci *Generálního řešení městské dopravy v Praze* zpracovávaného Ateliérem směrného územního plánu. Kromě již tradičních variant s kolejovými páteřními

subsystémy se v tomto období prověřovala i varianta obsluhy města výlučně autobusovou dopravou, v centru vedenou v podzemních automobilových tunelech. Autobusová doprava měla tehdy velkou podporu především kvůli levným pohonným hmotám, strategickému významu pro tehdejší branné a bezpečnostní složky státu i pro velké naděje vkládané do vývoje moderních autobusů s podpodlahovým motorem (M11 a odvozené typy). Z podrobných analýz a srovnání nakonec po příslušném projednání vzešel vítězně subsystém podpovrchové tramvaje (PPT) s překryvnou sítí autobusovou, což bylo zakotveno i do vládního usnesení č. 1035 z roku 1962. Inspirace pro zvolenou koncepci subsystému PPT přišla především z Bruselu, kde byly první dílčí stavby podpovrchové tramvajové dopravy byly otevřeny v roce 1957 (12) a Vídně, která prošla obdobnými vývojovými fázemi podpovrchové dopravy jako Praha. První dílčí stavby – podpovrchová stanice u Jižního nádraží a velkorysý dvojúrovňový terminál Schottentor s podzemními garážemi – zde byly otevřeny v letech 1959 a 1961. V letech 1966 a 1969 byly dále zprovozněny dva souvislé úseky podpovrchové tramvaje („Zweierlinie“ a Gürtel) s několika podpovrchovými stanicemi a v případě Gürtelu i se dvěma podzemními křižovatkami. Od roku 1969 se Vídeň orientuje již výhradně na výstavbu metra. (13)

1.8 Projekt a stavba podpovrchové tramvaje (1962–67)

Vládní usnesení č. 1035/62 přineslo zásadní obrat v dosavadním postupu, neboť ukládalo vypracování komplexní studie řešení koncepce pražské MHD včetně podrobných ekonomických a provozně-technologických závěrů. Komplexní studii zpracovávaly Útvar hlavního architekta hl. m. Prahy, Pražský projektový ústav a Dopravní podnik hl. m. Prahy. Dokončena byla v listopadu 1963. Výstupy studie potvrdily řešitelům tehdejší správnost koncepce podpovrchové tramvaje s překryvnou sítí autobusů. Výstupy se proto staly součástí návrhu výhledového řešení MHD v Praze a zároveň součástí nového návrhu Směrného územního plánu. Ten byl schválen vládním usnesením č. 223 z dubna 1964. Usnesením bylo zároveň uloženo vypracování *Investiční studie MHD v Praze*. Předmětná studie, která měla komplexně zhodnotit proveditelnost a ekonomickou stránku budování nového dopravního subsystému, byla dokončena do prosince 1964. Oponentuře byla podrobena v prvních třech měsících roku 1965. Následně byly vládním usnesením č. 239 z června 1965 schváleny obsáhlé závěry investiční studie včetně usnesení z oponentního řízení. Tím byly oficiálně připraveny podmínky pro výstavbu subsystému PPT v Praze. (7)

Projektový úkol a souhrnné projektové řešení byly pro tento úsek zpracovány v letech 1966–67 (tedy částečně již v době výstavby prvního provozního úseku). Dne 7. 1. 1966 byla přeložkami inženýrských sítí v oblasti Vrchlického sadů a Opletalovy ulice zahájena první fáze výstavby podpovrchové tramvaje (tzv. etapa I.a). V první polovině roku 1967 byla zahájena výstavba prvních dvou stanic – Hlavní nádraží a Muzeum a mezilehlého traťového tunelu.

1.9 Změna projektu podpovrchové tramvaje na metro (1967)

Ještě než se stačily plně rozvinout práce na výstavbě PPT, vyvrcholily v létě 1967 bouřlivé diskuze odborníků o tom, zdali budovat podpovrchovou tramvaj či zcela autonomní subsystém metra. Po provedených expertizách a revizi původního projektu byla nakonec vládním usnesením č. 288 ze srpna 1967 změněna výstavba podpovrchové tramvaje na výstavbu provozně i technicky odděleného subsystému metra s překryvnou sítí autobusovou. Hlavním zdůvodněním této zásadní změny bylo vyloučení přechodných etap v budování nového dopravního subsystému, kterým mělo být ve výhledu metro a dále zajištění potřebné přepravní kapacity, vysoké spolehlivosti a rychlosti. První provozní úsek metra využil již rozestavěných úseků PPT a revidovaných podkladů projektové dokumentace. Vedení tras a jejich základní parametry měla určit tzv. *Studie (cílového) řešení městské hromadné dopravy v Praze*, jež byla zpracovávána od roku 1967 a v následujících letech postupně upřesňována.

Trasování základní sítě metra v centru města bylo v základních rysech stabilizováno v roce 1972. Provoz na prvním úseku tratě C v relaci Kačerov – Sokolovská byl zahájen v květnu 1974. Na trati A z Dejvic na Vinohrady vyjely první vlaky v srpnu 1978. Výstavba metra v centrální části Prahy byla dovršena zprovozněním třetí linky B v listopadu 1985. Od této doby probíhá rozšiřování sítě metra prakticky výhradně v širším centru a na předměstích.

V současné době tvoří pražské metro základní kostru sítě městské hromadné dopravy v Praze. V roce 2013 činila provozní délka sítě 59,1 km se třemi linkami A, B, C a 57 obsluhovanými stanicemi. Inventární stav vozidel pro osobní dopravu činil 730 kusů, z čehož bylo 465 modernizovaných vozů řady 81-71M a 265 nových vozů řady M1. V roce 2013 vykonalo metro 45 % přepravní práce v MHD na území hl. m. Prahy. Překryvná síť povrchové dopravy si rozdělila zbývající výkony v poměru 25,6 % tramvaje a 27,8 % autobusy. (14)

2. Analýza základních parametrů vybraných subsystémů

Druhá kapitola je zaměřena na zdůvodnění výběru subsystémů ke srovnání a přehled základních údajů o těchto subsystémech – především vedení tras, stavební délky a počtu stanic. Podrobnější technické parametry jsou pro lepší přehlednost zahrnuty u jednotlivých srovnávaných oblastí v kapitole 3.

2.1 Zdůvodnění výběru subsystémů

Pro výběr koncepčně rozdílných řešení podpovrchové kolejové dopravy a překryvného subsystému povrchové MHD v Praze vhodných k analýze, srovnání a zhodnocení byla zvolena následující kritéria:

- a) existuje komplexní návrh sítě podpovrchové dopravy a jejích základních technických parametrů,
- b) byla řešena etapizace výstavby a cílové řešení MHD po dokončení stavby,
- c) byla vypracována realizační dokumentace pro vybraný provozní úsek či stavební oddíl,
- d) byly zahájeny stavební nebo přípravné práce na výstavbě vybraného provozního úseku či stavebního oddílu.

Těmito kritérii byly vyloučeny studie typu „čára v mapě“, jež nebyly řešeny v potřebné hloubce. Zvolená kritéria splňují následující čtyři projekty:

- 1) Projekt podzemní dráhy Konsorcia sdružených firem, zpracovaný Projekční kanceláří podzemní dráhy v Praze dle zadání Elektrických podniků hl. m. Prahy v letech 1939 až 1942.
- 2) Ideový projekt metra zpracovaný Plánovacím referátem Ústředního národního výboru hl. m. Prahy v letech 1952 až 1953.
- 3) Projekt PPT s překryvnou sítí autobusovou připravovaný k realizaci od roku 1962 a budovaný od roku 1966.
- 4) Projekt metra dle skutečné realizace s překryvnou sítí tramvajovou a autobusovou. Projektování a výstavba od roku 1967, do první tratě integrovány i rozestavěné úseky PPT, první provozní úsek zahájil provoz v květnu 1974.

Pro srovnání a zhodnocení v rámci bakalářské práce byly z tohoto předvýběru zvoleny subsystemy č. 1, 3 a 4, aby bylo dosaženo žádoucí různosti koncepčních přístupů k řešení téhož problému. Projekt č. 2 se v mnohých otázkách překrýval s projekty č. 1 a 4. Jeho projednávání a přípravy k realizaci byly navíc během velmi krátké doby zastaveny. Jediná rozestavěná stanice tohoto subsystemu dobudována jako kryt CO.

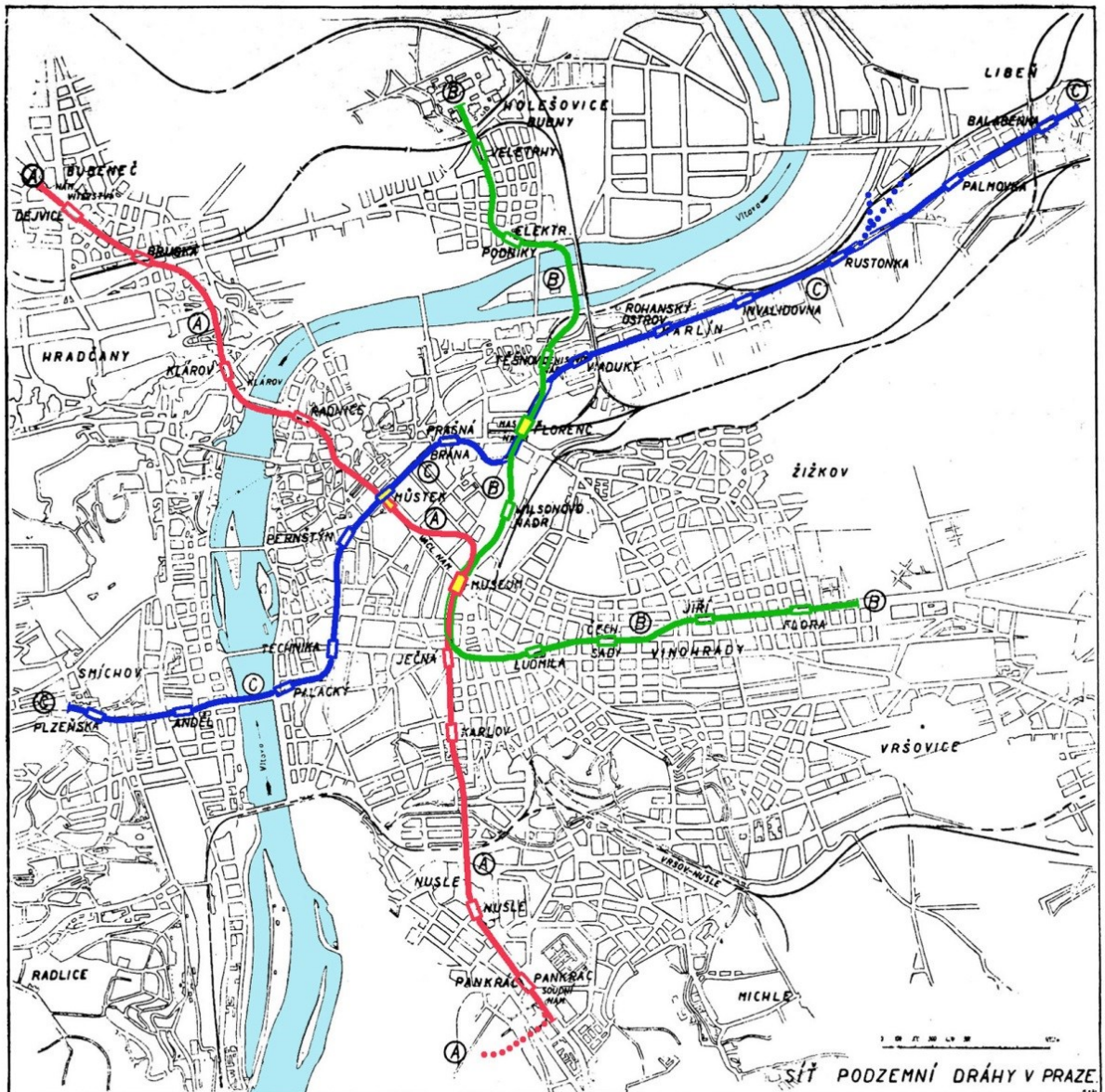
2.2 Podzemní dráha Konsorcium

Projekt metra Konsorcia sdružených firem představil autonomní dopravní subsystém provozně oddělený od ostatních dopravních prostředků, avšak se sdílením části technického zázemí s tehdy provozovanou sítí elektrických pouličních drah, což se týkalo zejména deponovacích kapacit a ústředních dílen. Překryvná síť byla uvažována tramvajová, autobusová a trolejbusová. Poslední dva jmenované dopravní subsystémy byly v tehdejších statistikách vykazovány souhrnně jako autobusy. Konkrétní uplatnění trolejbusů by bylo především na sklonově náročných a dopravně silně zatížených ramenech, kde trolejbusy vykazovaly lepší jízdní vlastnosti a vyšší zatížitelnost než tehdejší autobusy.

Páteřní síť metra měly tvořit tři samostatné tratě (obr. 1) v následujících trasách (dle dnešních místních názvů):

- **A** (Dejvice – Klárov – Můstek – Muzeum – Nuselský most – Pankrác),
stavební délka 6,9 km, počet stanic 10
- **B** (Výstaviště – Bubny – Těšnov – Florenc – Hlavní nádraží – Muzeum – Náměstí Míru – nám. Jiřího z Poděbrad – Flora),
stavební délka 6,3 km, počet stanic 10
- **C** (Balabenka – Karlín – Florenc – Prašná brána – Můstek – Perštýn – Karlovo náměstí – Anděl – Smíchov), stavební délka 8,1 km, počet stanic 14

Podrobný prováděcí projekt byl zpracováván pro trať A, která měla být uvedena do provozu v roce 1945. Výstavba tratí B a C měla být rozložena až do roku 1970 (doba výstavby 28 let, uvažujeme-li zahájení v roce 1942). (1)



Obr. 1

Sít' tří tratí metra dle návrhu Konsorcia sdružených firem z let 1939–42. Po druhé světové válce byla trať A přeměřována do osy Dejvice – Vinohrady a trať B do osy Holešovice – Pankrác, což odpovídalo směřování, jež bylo později zvoleno i u skutečné realizace sítě metra. (4), (barevný zákres Mgr. Pavel Fojtík)

2.3 Podpovrchová tramvaj

V subsystému PPT měly být tramvajovou dopravou obsluhovány nejzatíženější radiální směry, které by se v centru sbíhaly do podpovrchových úseků. Podpovrchové úseky měly zcela nahradit povrchové tramvajové tratě v převážné části historického centra, do ulic s odstraněnou povrchovou tramvajovou dopravou měly být zavedeny překryvné autobusové linky – např. trasy Jindřišská – Vodičkova, Smíchov – Újezd – Klárov atd. Některé tratě měly být ponechány pro manipulační a objízdné trasy.

Subsystém PPT představoval nadstavbu stávající sítě pouličních elektrických drah a měl být pouze přechodnou etapou do doby vybudování plnohodnotného metra. Ačkoliv proti povrchové síti měl obsahovat některé nové technologie (např. zabezpečovací zařízení, vzduchotechniku, osvětlení, dopravní zařízení atd.), provozně i technicky byl s povrchovou sítí zcela provázán. Páteřní dopravní síť PPT měla být tvořena třemi podpovrchovými trasami (7):

Trasa A

- Centrální podpovrchový úsek navržen v ose Špejchar – Klárov – Kaprova ulice – Myslbek – Jindřišská ulice – Hlavní nádraží – Museum – Náměstí Míru;
- Ve stanici Špejchar se měly spojovat povrchové radiály břevnovská, střešovická a dejvická, a dále odtud odbočovala tangenciální povrchová větev přes Letnou do Libně;
- Ve stanici Náměstí Míru se trať měla větvit na vršovickou radiálu s jednou podpovrchovou stanicí ve Francouzské ulici (větev vedena v tunelu přibližně za dnešní zastávku Jana Masaryka) a vinohradsko-malešickou radiálu s jednou podpovrchovou stanicí na nám. Jiřího z Poděbrad (větev vedena v tunelu pod Vinohradskou třídou až k ulici Jičínské);
- Z Náměstí Míru měl být dále krátký tunelový úsek do Žitné ulice, který navazoval na tangenciální propojení Vinohrady – Smíchov (Ječnou ulicí na Karlovo nám.), na této větvi byla uvažována jedna podpovrchová stanice na nám. I. P. Pavlova;
- Stavební délka navržených podpovrchových úseků trasy A činila 8,5 km, počet podpovrchových stanic 11.

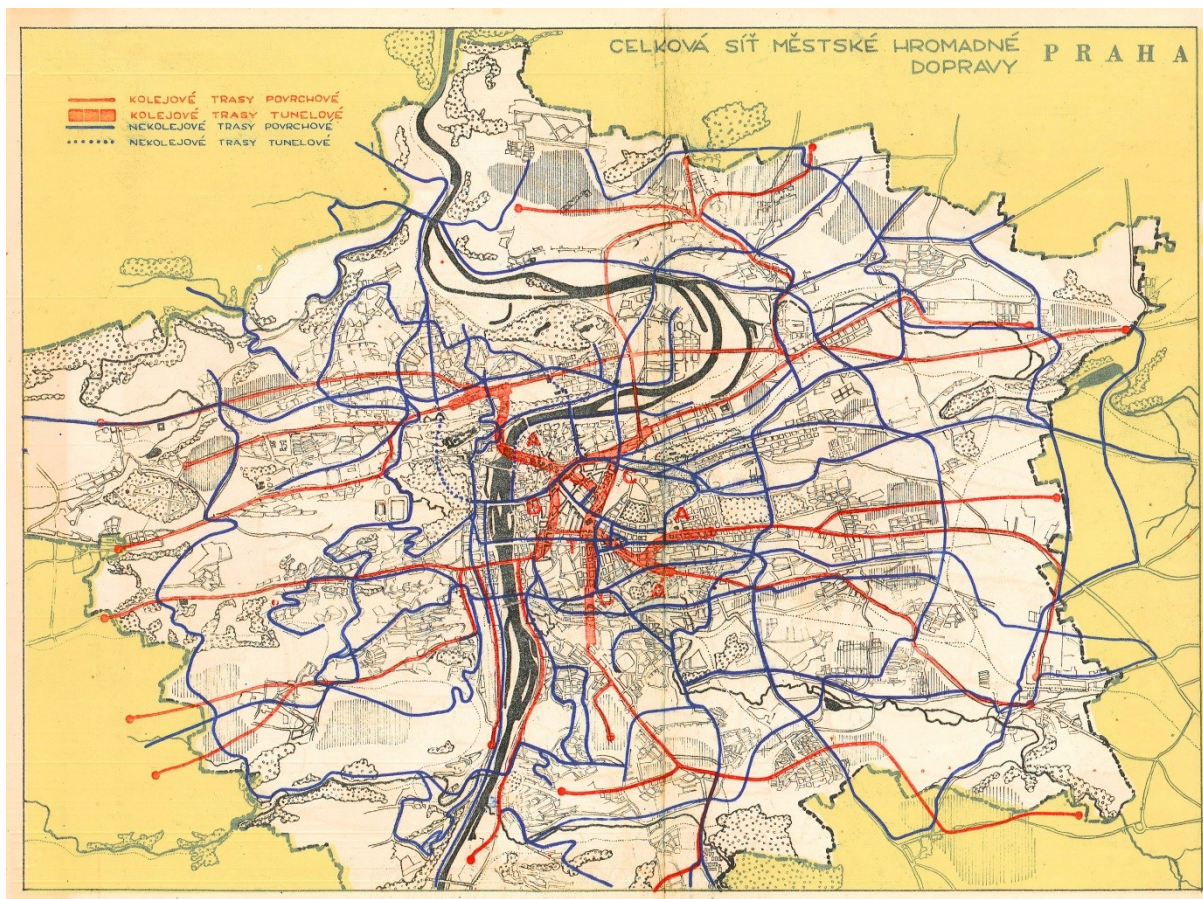
Trasa B

- Centrální podpovrchový úsek navržen od výchozí rampy na Palackého náměstí, se dvěma variantami trasování v okolí Můstku v ose stanic Karlovo náměstí – Lazarská – Jungmannovo náměstí (alternativně Můstek) – Ovocný trh (alternativně Myslbek) – Náměstí Republiky – Nádraží Střed – Florenc;
- Ve stanici Palackého náměstí se měly spojovat radiály smíchovsko-motolská a branická;
- Ve stanici Florenc se trať měla rampou napojit na stávající tramvajovou trať v ulici Sokolovské;
- Stavební délka podpovrchových úseků trasy B ve variantě vedení pod Ovocným trhem činila 3,1 km, počet podpovrchových stanic 7.

Trasa C

- Centrální podpovrchový úsek navržen v ose Florenc – Hybernská (alternativou tunelu pod nádražím Praha střed bylo přemostění) – Hlavní nádraží – Muzeum – Legerova – Fügnerovo náměstí – stanice v pankrácké opěře Nuselského mostu.
- Ve stanici Florenc se napojoval povrchový úsek z Negrelliho viaduktu a Holešovic
- Za stanicí Nuselský most měla trať rampou vyjíždět na povrch a po nové tramvajové trati v ulici Na Pankráci se napojit do stávající sítě ED (náměstí Hrdinů).
- Stavební délka podpovrchových úseků trasy C měla činit 2,8 km, počet podpovrchových stanic 7.
- Převážná část trasy C měla být budována souběžně s II. severojižní magistrálou, s níž byla výstavba koordinována. Také proto byla její první etapa (Nuselský most – provizorní rampa Bolzanova ul.) vybrána k realizaci jako první s předpokladem dokončení v roce 1970.

V cílovém stavu byl předpoklad provozování 119,1 km tramvajové sítě (měřeno dvojkolejně v ose ulic), z čehož měly 14,3 km tvořit podpovrchové úseky (obr. 2). Výstavba byla rozdělena do 5 etap v letech 1966 až 1980 (doba realizace 14 let). Celý subsystém měl v budoucnu umožňovat konverzi na autonomní podzemní dráhu provozně i technicky oddělenou od povrchové dopravy. (7)



Obr. 2

Navrhovaná síť tramvajů a autobusů po dobudování všech etap subsystému podpovrchové tramvaje. Tučnými červenými čarami vyznačeny tři podpovrchové tratě A, B, C a částečně podpovrchová jižní tangenta T. Tenkými červenými čarami jsou znázorněny povrchové úseky tramvajů, modře překryvná autobusová síť. (15)

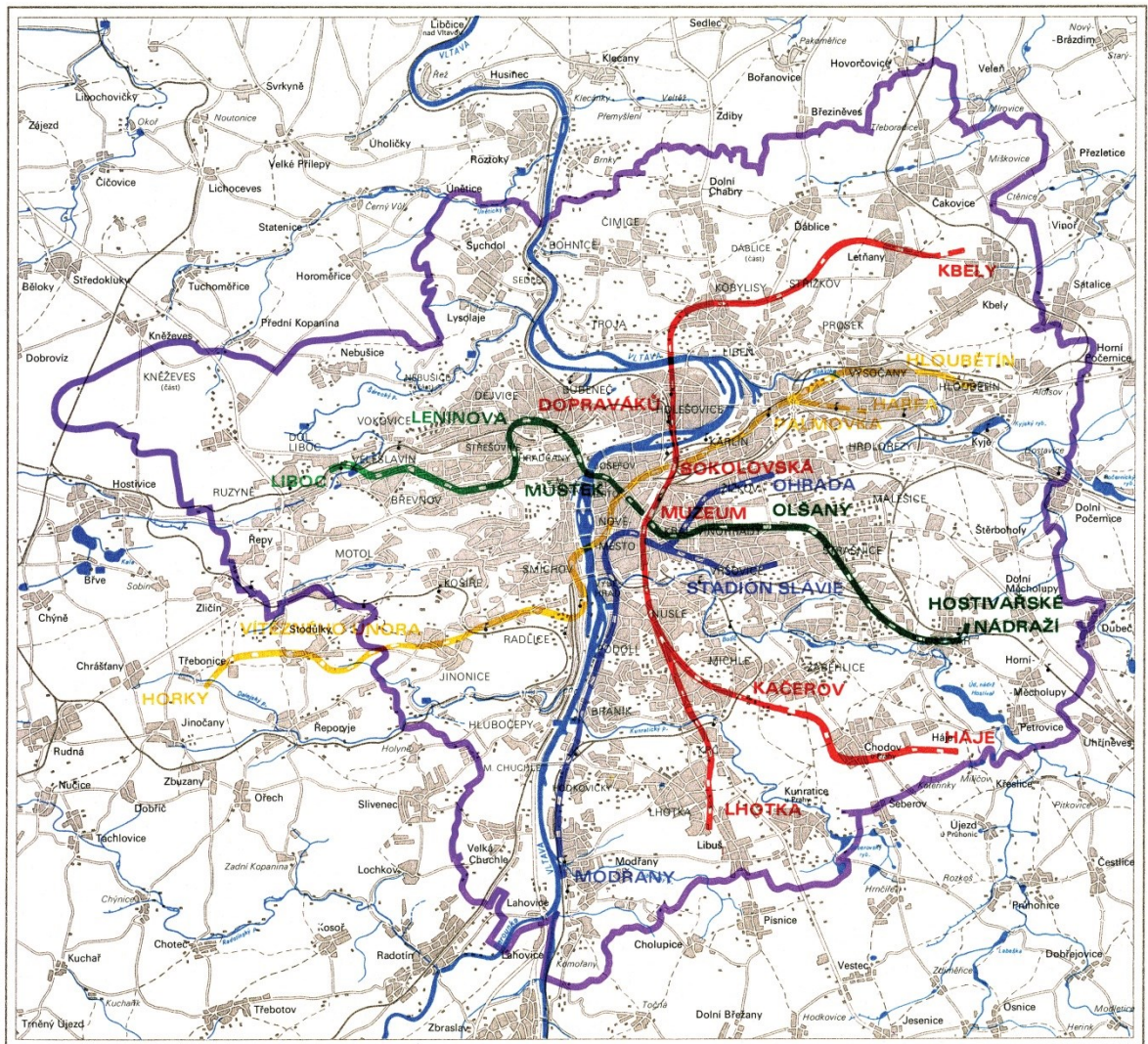
2.4 Metro dle skutečné realizace

Základními rysy přijaté koncepce provozně a technicky autonomního dopravního subsystému metra se staly čtyři samostatné tratě metra A až D s překryvnou sítí tramvajovou (v centrální části města značně redukovanou) a autobusovou. Výstavba metra byla etapizována tak, aby byly přednostně zprovožňovány úseky v centru města. Tento postup měl umožnit zlepšení dopravní situace a postupné rušení povrchové tramvajové dopravy ve středu města. První provozní úsek Kačerov – Sokolovská byl vybrán kvůli vysoké rozestavěnosti objektů v ose bývalé první tratě PPT (Nuselský most, stanice Hlavní nádraží a Muzeum s částmi přilehlých tunelů). Aby byl první provozní úsek schopen samostatně plnit smysluplný přepravní vztah, byl na jihu prodloužen do oblasti Kačerova, kde bylo umístěno depo, na severu pak do oblasti Florence, odkud bylo možné pokračovat dále severním směrem.

V letech 1967–72 byla v rámci *Studie (cílového) řešení MHD* navržena celá řada variant trasování sítě metra a jejích návazností na ostatní dopravu a Základní komunikační systém ZAKOS. Své návrhy k posouzení předkládali Státní ústav dopravního projektování, Ústav dopravního inženýrství a DPP. Pracovalo se s koncepcí tří, čtyř nebo pěti tratí metra, s nimiž mělo být dosaženo optimálního pokrytí území města kapacitní a rychlou podpovrchovou kolejovou dopravou. Z hlediska provozní autonomie tratí se pracovalo jak s konceptem provozně zcela oddělených tratí, který byl prosazován především sovětskými poradci, tak i s konceptem provozního propojení tratí a přejížděním linek mezi tratěmi. Každá varianta byla velmi podrobně vyhodnocována a posuzována z dopravně-inženýrského, stavebně-technického i ekonomického hlediska. Výsledná podoba sítě vzešla z průniku několika navrhovaných variant. Řada sporných úseků a staveb byla definitivně stabilizována až pozdějšími studii. Za výchozí pro tuto práci přijmeme podobu sítě, která vzešla ze studijních prací uskutečněných v letech 1967 až 1972 (obr. 3). Navržená síť zahrnovala čtyři tratě metra (v odrážkách pod základním směřováním tratí jsou stručně uvedeny hlavní změny provedené do roku 2014):

- **Trať A** (osa Liboc – Leninova – Můstek – Muzeum – Olšany – Nádraží Hostivař).
 - o Upřesněno vedení v oblasti Strašnic a Hostivaře (dnešní úseky III.A, SH).
 - o Upřesněno vedení za stanicí Leninova (dnešní úsek V.A).
- **Trať B** (osa Horky – Stodůlky – Radlice – Anděl – Můstek – Sokolovská – Palmovka – větve Hloubětín a Libeň).
 - o Upřesněno vedení v oblasti Jihozápadního města (dnešní úseky III.B, V.B).
 - o Zrušeno větvení a upřesněno vedení v oblasti za stanicí Palmovka (dnešní úseky II.B, IV.B).
- **Trať C** (osa Kbely – Kobylisy – Holešovice – Florenc – Muzeum – Pankrác – větve Kačerov – Háje a Krč – Lhotka).
 - o Upřesněno vedení v oblasti Severního města (dnešní úseky IV.C1 a IV.C2).
 - o Dosud nerozhodnuto o větvení ve stanici Pankrác (aktuální v souvislosti s přípravou tratě D).
- **Trať D** (osa Modřany – Braník – Palackého náměstí – Náměstí Míru – větve Žižkov a Vršovice).
 - o Změněno vedení tratě do osy Písnice – Lhotka – Krč – Pankrác – Nusle – Náměstí Míru.
 - o Jedna z variant pro konečné rozhodnutí uvažuje pro první fázi větvení z tratě C ve stanici Pankrác.

Centrální část sítě metra měla být dokončena do roku 1985 (18 let výstavby), celá síť navržená v roce 1968 poté do roku 2000 (33 let výstavby).



Obr. 3

Výhled cílového stavu sítě pražského metra v roce 2000 dle předpokladů z roku 1971. Zeleně trať A, žlutě trať B, červeně trať C, modře trať D. (16)

3. Srovnání vybraných subsystémů

Následující kapitola je zaměřena na kvalitativní a kvantitativní srovnání jednotlivých subsystémů podpovrchové dopravy dle vybraných hledisek.

3.1 Srovnání projektů z urbanistického hlediska

Stanovení výchozích urbanistických a demografických podkladů je jednou ze základních otázek, řešených při návrhu podpovrchového kolejového subsystému MHD. Tyto podklady sestávají především z rozložení obyvatelstva v zájmových oblastech navrhovaných tratí a prognózy jeho vývoje, dislokace pracovních příležitostí a kapacit zařízení občanské vybavenosti, zdrojů a cílů cest týkajících se dotčeného území a v neposlední řadě z cílového urbanistického řešení nejbližšího okolí tratě kolejové dopravy. Za zájmovou oblast tratě se obvykle požaduje plocha vymezená pěší dostupností stanic z nejbližšího okolí za 5–10 minut, což odpovídá vzdálenosti přibližně 300–600 m. Toto území se na mapách vymezuje tzv. izochronami dostupnosti znázorňujícími v měřítku příslušné zájmové oblasti jednotlivých stanic.

Projekt Konsorcía počítal pro území hlavního města s výhledovým počtem 1,5 mil., jehož mělo být dosaženo kolem roku 1970. Předpoklad vycházel jednak z tehdejších statistik vývoje počtu obyvatel na území hl. m. Prahy (uvažován přírůstek cca. 100 000 obyvatel v průběhu každého desetiletí), dále byly analyzovány statistiky ze srovnatelných světových metropolí a zohledněny obvyklé kapacitní rezervy. (1)

Projekt PPT vycházel při svém dimenzování z předpokladů centrálního územního plánování, jehož výstupy byly pro projektanty závazné. Prognózy z počátku 60. let nepočítaly ve výhledu 20 let s růstem počtu obyvatel hlavního města přes 1,05 mil. (17) Dalším mylným předpokladem ve výchozích podmínkách projektu PPT byla teze, že s postupnou přestavbou města (výstavba nových sídlišť s potřebnou občanskou vybaveností na vysoké úrovni, nové rozložení průmyslových oblastí atd.) dojde k celkovému snížení počtu cestujících v MHD. Skutečný efekt byl ve skutečnosti právě opačný. Výstavba občanské vybavenosti na nových sídlištích zpravidla zaostávala za dynamikou předávání dokončovaných bytů, přidělování nových bytů navíc mnohdy nerespektovalo lokace, do nichž obyvatelé budou dojíždět do

zaměstnání (např. zaměstnancům vysočanských závodů ČKD Praha byly přidělovány byty na Jižním městě).

Projekt metra se ve vstupních předpokladech již opět vrátil do reality. Subsystem byl opět dimenzován pro cílový stav 1,5 mil. obyvatel na území hlavního města a až 1,7 mil. při započítání příměstských satelitních oblastí. (18) Dynamický růst automobilové dopravy měla vyřešit úplná nezávislost páteřního kolejového subsystému na povrchové dopravě. Dopravně přetíženým komunikacím mělo po dobudování metra pomoci úplné odstranění tramvajové dopravy a tím získání dalších jízdních pruhů. Později byl tento přístup zásadně přehodnocen.

Skutečný vývoj počtu obyvatel a domovního fondu na území hlavního města Prahy jsou zaznamenány v tabulkách I a II.

Tab. I
Vývoj počtu obyvatel a domovního fondu (bytové domy, rodinné domy a ostatní obytné budovy) hlavního města Prahy 1930–2011. (19), (20)

Rok	1930	1950	1961	1970	1980	1991	2001	2011
Počet obyvatel	950 465	1 057 570	1 133 056	1 140 794	1 182 186	1 214 174	1 169 106	1 214 106
Obydlených domů	46 654	68 423	69 999	72 646	75 794	83 267	88 200	92 776

Tab. II
Dynamika rozvoje domovního fondu 1946–2011 (vychází ze struktury bytového fondu dle stáří v roce 2011). (20)

Rok	1946–1960	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	2001–2011
Přírůstek obydlých domů	6 879	6 296	10 124	8 498	10 181	10 709
Přírůstek bytových jednotek	35 199	58 603	84 736	80 600	41 066	43 363

Projekt Konsorcia předpokládal mělké založení tunelů a stanic, od něhož byly očekávány přiměřené stavební náklady a především provozní výhody (rychlá dostupnost stanic z povrchu, minimalizace přestupových časů či minimalizace nároků na speciální technologická zařízení – eskalátory, výtahy, vzduchotechnika, vodní hospodářství atd.). Mezistaniční vzdálenosti byly s ohledem na místní podmínky krátké (v centru přibližně 400–600 m, na okrajích sítě až 1100 m). (1) S ohledem na tehdejší majetkoprávní vztahy pozemků a na nich stojících objektů nebylo reálné počítat se zásadnější urbanizací a přestavbou okolí navrhovaných tratí v centru města. Veškeré demolice a zásahy do stávajících objektů v centru města musely být velmi pečlivě promyšleny a ekonomicky zdůvodňovány. Toto se týkalo i umístování dalších staveb dráhy, volby stavebních postupů, rozmístění zařízení stavenišť a časových harmonogramů výstavby

tak, aby byl co nejméně narušen život ve městě. V době příprav projektu Konsorcia (od roku 1940) sice již v Praze působila Němci ovládaná Plánovací komise pro hlavní město Prahu a okolí, která pracovala na velkorysých urbanistických projektech a územně-plánovací dokumentaci navrhuující směry dalšího rozvoje Prahy jako součásti Říše. Realizace těchto plánů, obnášejících mj. i zásadní přestavbu části městského centra (zejména severojižní Transverzála s výraznou urbanizací nejbližšího okolí), by však patrně nebyla možná bez zásadnějších legislativních zásahů do majetkoprávních vztahů stávajících objektů. Výběr tratě A k přednostní realizaci předpokládal největší koncentraci nové výstavby do oblasti pankrácké pláně, která byla již v předválečných letech předmětem četných urbanistických a architektonických soutěží a soustředily se na ni i aktivity protektorátní Plánovací komise. Teprve v dalších letech se předpokládalo budování nových sídelních celků v oblasti dnešního Severního a Jihozápadního města. Dalším kritériem přednostního výběru tratě A k realizaci byla dlouholetá snaha o vytvoření kapacitního spojení v ose Klárov – Rudolfinum – Můstek – Muzeum. Řešení tohoto problému bylo již řadu let předmětem studijních prací (kromě podpovrchové dopravy navrhuje např. i průlom pro tramvajovou dopravu přes Staré Město). V poválečných letech začalo být zřejmé, že souvislejší zástavba pankrácké pláně a jižního sektoru Prahy bude záležitostí delšího horizontu, a proto byla dána přednost již zastavěným a hustě osídleným oblastem. Tím se zrodilo dnes již klasické směřování tratí podpovrchové dopravy v centrální části města Dejvice – Vinohrady, Smíchov – Libeň a Pankrác – Holešovice, které převzalo i realizované metro. Za klasický se rovněž označuje trojúhelník přestupních stanic, který byl stabilizován již před II. světovou válkou a často označován zkratkou MMM (Můstek – Muzeum – Masarykovo nádraží).

Projekt PPT přebíral stavebně-technickou koncepci Konsorcia spočívající v mělkém založení tunelů a stanic, zachovány byly i krátké mezistaniční vzdálenosti. Oba projekty však měly několik zásadních rozdílů ve výchozích podmínkách ovlivňujících přístup k urbanistické koncepci okolí tratí. Projekt Konsorcia byl iniciován, řízen a financován Elektrickými podniky hl. m. Prahy, které sledovaly především dopravní funkce a ekonomickou návratnost subsystému bez širší vazby na předpokládaný územní a urbanistický rozvoj města. PPT byl projekt iniciovaný a řízený Národním výborem hl. m. Prahy v době, kdy bylo plánování územního rozvoje již řízené centrálně (od roku 1961 spadalo do gesce Útvaru hlavního architekta hl. m. Prahy) a většina budov v okolí tratí PPT vlastněna kolektivními organizacemi (město – prostřednictvím Obvodních podniků bytového hospodářství, bytová družstva, státní instituce a podniky). Tyto předpoklady dávaly podstatně širší možnosti přestavby území v okolí tratí PPT.

Všechny varianty řešení subsystému PPT proto obnášely poměrně zásadní zásahy do stávající zástavby. V případě přistoupení k budování tratě A pod Starým Městem technologií výstavby z povrchu by si PPT vyžádala nevratné ztráty a poškození cenných historických objektů. Souběžně s projektem PPT byla připravována rozsáhlá přestavba centra Prahy, která by se v případě realizace dotkla především Nového Města a prostoru mezi Hlavním nádražím a Náměstím Republiky. Z původních záměrů byla naštěstí realizována jen nepatrná část. Významnou a z dnešního pohledu silně kontroverzní dopravní stavbou, koordinovanou s projektem PPT a obnášející velmi zásadní urbanistické zásahy do centra Prahy, byla II. severojižní magistrála. Ta v centrální části kopírovala prakticky celou trať C podpovrchové tramvaje z Holešovic na Pankrác. Rozhodující stavbou ovlivňující koncepci obou projektů (PPT i II. SJM) byl most přes Nuselské údolí, budovaný od roku 1965. Na předměstích se při projektování PPT již počítalo s rozsáhlou bytovou výstavbou a modernizací a transformací průmyslu (zejména nové sídelní celky Severní, Jižní a Jihozápadní město a rozvojové průmyslové oblasti hostivařsko-malešickou, libeňsko-vysočanskou či v jihozápadním sektoru Prahy). Nová zástavba měla částečně převzít původní funkce historických městských čtvrtí (zastaralý bytový fond, tovární areály v centru města – např. Smíchov, Karlín). Lokalitám koncentrované nové výstavby mělo být podřízeno trasování nových úseků povrchové tramvajové dopravy.

Výsledná koncepce metra v městském centru zcela opustila ideu mělce založených tras a přešla na hlubinné uspořádání tratí i stanic. Výjimku tvořil první provozní úsek tratě C, který zčásti převzal již vyprojektované a rozestavěné traťové úseky a dvě stanice, jež musely být bez přerušování stavby upraveny pro metro. Metro zachovávalo z projektu PPT provázanost s novou bytovou a průmyslovou výstavbou na předměstích, jimž byla průběžně přizpůsobována etapizace výstavby (např. oblast Jihozápadního města měla být dle původních předpokladů z roku 1968 osídlena již o 10 let dříve, než tomu bylo ve skutečnosti). Souběžně s metrem byly v řadě případů realizovány i významné dopravní stavby (zejména II. severojižní magistrála), kulturně-společenská zařízení (předmostí Nuselského mostu) či obchodní vybavenost (např. DBK Budějovická). Stejně jako projekt PPT obsahovalo i metro velký rozsah pasážové úrovně v podobě vestibulů a podchodů u jednotlivých stanic. Ve čtyřech případech (I. P. Pavlova, Dejvická, Vltavská, Smíchovské nádraží) byla výstavba metra v centrální části města využita k vybudování velkokapacitních podzemních garáží. U nových provozních úseků se již budují záchytná parkoviště P+R.

3.2 Srovnání celkové koncepce sítě

Síť Konsorcia měla sestávat ze tří tratí A, B, C, které byly provozně zcela oddělené od ostatních prostředků městské dopravy. To zaručovalo rychlý a plynulý provoz nezávislý na kongescích a nepravidelnostech v povrchové dopravě. Koncepce křižovatkových stanic Muzeum a Florenc umožňovala provozní propojitelnost tratí mezi sebou. Toto řešení bylo velmi výhodné z hlediska tvorby linkového vedení, minimalizace počtu přestupů a zvýšení možností přímých spojení mezi koncovými stanicemi. Z Dejvic bylo možné proložit střídavě dvě linky na Pankrác a na Vinohrady, z Holešovic tři linky na Smíchov, Pankrác a Vinohrady a z Libně tři linky na Smíchov, Pankrác a Vinohrady. Toto řešení bylo výhodné i z hlediska dostatku operativních možností pro odklony vlaků v případě lokálních přerušování provozu metra a dále z hlediska rozsahu a lokace deponovacího a dílenského zázemí. Operativní možnosti v případě výlukových prací dále rozšiřovalo plánované kolejové rozvětvení a mimoúrovňové křížení na trati C u depa a ústředních dílen Rustonka, což by se projevilo zejména při pozdějším prodloužení tratě dále za Balabenku. Řešení dvojkolejných tunelů navíc na řadě míst umožňovalo dodatečné vložení jednoduché či dvojitě kolejové spojky pro možnost obracení vlaků. To u koncepce jednokolejných ražených traťových tunelů není možné.

Tunely PPT byly provozně i technicky zcela propojeny s povrchovou sítí ED. Toto řešení bylo ze všech subsystémů nejvýhodnější z hlediska minimalizace počtu přestupů a nejvyššího počtu přímých spojení v poměrně rozsáhlé síti. Výhody přinášely i dostatečné kombinační možnosti objízdných tras, pro které měly zůstat i některé tramvajové tratě v centru, zrušené pro pravidelnou dopravu. Zásadní nevýhodou tohoto řešení bylo propojení dvou páteřních subsystémů (povrchové a podpovrchové kolejové dopravy) a tím větší zranitelnost celého systému MHD v Praze. Udržitelnost pravidelnosti a spolehlivosti provozu v centrálních podpovrchových úsecích byla zcela závislá na míře preference a oddělení tramvajové dopravy v návazných povrchových úsecích.

Realizovaná síť metra se opět vrátila ke konceptu autonomního dopravního subsystému se všemi výhodami i nevýhodami. Dle sovětského modelu byly zamítnuty uvažované varianty provozního propojení tratí (1969) s přejezděním linek mezi tratěmi a byla dána přednost provozně zcela samostatným tratím. Pro rozšíření pokrytí území města tratěmi metra bylo od počátku projekce na některých tratích projektováno větvení. Dnes jsou v síti metra na možné větvení připraveny celkem tři místa – stanice Pankrác, Strašnická a Stodůlky. Zatímco na

Pankráci a ve Stodůlkách byla provedena pouze stavební příprava, ve stanici Strašnická bylo pro větvení připraveno i kolejové rozvětvení.

3.3 Srovnání dopravní výkonnosti subsystémů

Výchozím podkladem pro výpočet rozsahu vlakové dopravy jsou přepravní (zátěžové) proudy, které se stanovují na základě dat z přepravních průzkumů stávající dopravní sítě, rozborů závislosti zjištěných hodnot a jejich časových nerovnoměrností a následných přepočtů pro výhledové etapy budování nového dopravního subsystému. Pro konkrétní projekty jsou zpravidla nejdůležitější odhadované hodnoty maximálních přepravních proudů v jednotlivých mezistaničních úsecích a dále obraty cestujících v jednotlivých stanicích. S ohledem na časové nerovnoměrnosti jsou rozhodující hodnoty tzv. maximální čtvrthodiny, které určují maximální špičkové zatížení ve všední den. Na základě zadání intenzit přepravních proudů se poté dimenzují tratě, stanice i technologická zařízení nového subsystému. Návrhové hodnoty maximálních přepravních proudů v mezistaničních úsecích jsou pro jednotlivé subsystémy uvedeny v tabulce III.

Tab. III
Nejvyšší návrhové zatížení mezistaničních úseků v jednom směru – cílový stav. (1), (21), (16)

<i>Subsystém</i>	<i>Nejvyšší návrhové zatížení [osoby·h⁻¹]</i>
Konsorcium	28 000
PPT	13 520
Metro	27 400

Dopravní výkonnost tratě je závislá na její propustné výkonnosti. Tímto pojmem charakterizujeme takový rozsah vlakové dopravy, který za daného stavu a technického vybavení tratě a při zachování řádu, platného pro její využívání, může být na zjišťované trati v určitém časovém období trvale a pravidelně zvládnut. (22) Propustnou výkonnost traťové koleje je možné určit z obecného vztahu (1).

$$N_{max} = \frac{T}{i_{min}} \quad (1)$$

N_{max} propustná výkonnost tratě [vlaky · časová jednotka⁻¹]

T časové období [s]

i_{min} minimální interval následné jízdy vlaků [s]

Minimální interval následné jízdy v podpovrchových kolejových systémech MHD nejvíce závisí na staničních zdrženích, způsobu zabezpečení jízdy vlaků (staniční, traťové a vlakové zabezpečovací zařízení), dále pak na dynamických parametrech a délce vlaků, délce stanic a počtu a délce prostorových oddílů v mezistaničních úsecích.

V projektu Konsorcia byl minimální interval následné jízdy stanoven na 90 s, což byla hodnota, která byla dosahována v tehdejších podzemních drahách se srovnatelným technickým vybavením. Staniční zdržení bylo uvažováno 25–30 s, což odpovídalo délce vlaků (5 vozů) a nástupu ze zvýšených nástupišť bez překonávání schodů.

V projektu PPT byl minimální interval následné jízdy stanoven na 58 s. Tato hodnota byla dána především kratšími soupravami a možností jízdy „na dohled“ (odpadají časové prodlevy pro uvolnění prostorového oddílu traťového zabezpečovacího zařízení předcházejícím vlakem). Reálnost dosažení této hodnoty byla prověřena praktickými zkouškami v roce 1963, avšak bez vlivu IAD. V praxi by dosažitelnost této hodnoty zásadním způsobem závisela na pravidelnosti provozu v povrchových úsecích. Staniční zdržení bylo uvažováno 30–35 s (23), tato hodnota byla dána především uspořádáním nástupních prostorů tramvajových vlaků T3 (úzký profil dveří a schodů – obtížný průchod dvou proudů cestujících vedle sebe).

Finální projekt metra převzal do projektového řešení opět hodnotu 90 s, tehdy vycházející z praxe sovětských podzemních drah. Tato hodnota byla však pouze teoretická, využívaná k výpočtům maximálního výhledového zatížení tratí metra. Praktické hodnoty dosažitelné v provozu byly vyšší. V prvních měsících provozu linky C (Kačerov – Sokolovská) byl provozován minimální interval 180 s, teprve postupnými úpravami zabezpečovacího zařízení, vozidel a stanice Sokolovská byly hodnoty postupně snižovány. Projektovému intervalu 90 s se

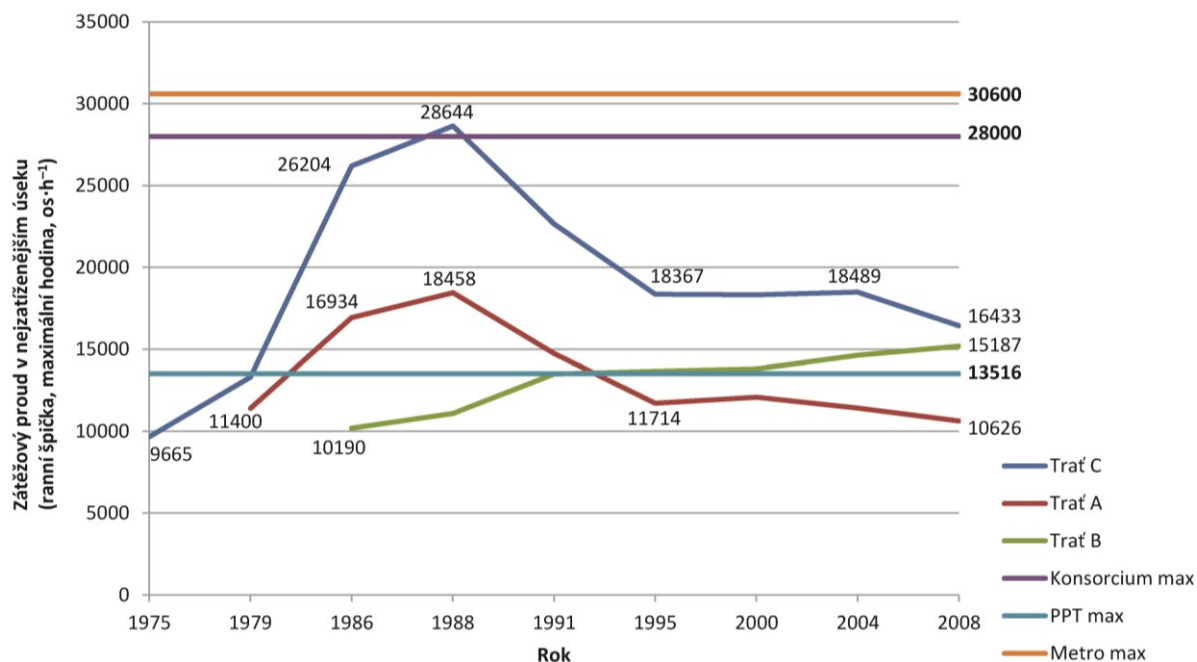
provoz linky C nejvíce přiblížil až po 14 letech od zprovoznění po modernizaci zabezpečovacího zařízení a dozbrojení napájecích stanic. Ve špičkových hodinách byl v letech 1988 až 1993 provozován minimální interval následné jízdy 105 s. Na ostatních tratích činil dosud nejkratší provozovaný interval 120 s. Ani při dnešním stavu technického vybavení není možné na žádné trati metra provozovat při tzv. smíšeném provozním režimu (jízda podle vlakového zabezpečovače se současně rozsvícenými návěstidly staničního a traťového zabezpečovacího zařízení) interval 90 s. Staniční zdržení je u metra počítáno 25–30 s.

Souhrnný přehled teoretických maximálních výkonností jednotlivých subsystémů je zpracován v tabulce IV. Zde vypočítané hodnoty se mohou odlišovat od hodnot uváděných v literatuře s ohledem na různost metodik určování maximální obsaditelnosti vlakových souprav. Skutečné průběhy maximálních zátěží v mezistaničních úsecích ve srovnání s projektovými hodnotami jsou dokumentovány v grafu (obr. 4).

Tab. IV

Srovnání teoretické maximální výkonnosti jednotlivých subsystémů podpovrchové dopravy a praktické maximální výkonnosti subsystému metra. (1), (7), (16)

<i>Parametr / subsystém</i>	Konsorcium²	PPT (vůz T3)³	Metro (vůz Ečs)⁴
Minimální interval i_{min} [s]	90	45 / 58	90 / 105
Propustná výkonnost tratě v jednom směru N_{max} [vlak·h ⁻¹]	40	80 / 62	40 / 34
Obsaditelnost soupravy [os] ¹	700 (5·140)	218 (2·109)	900 (5·180)
Maximální nabídka míst v jednom směru [obsaditelnost·propustná výkonnost]	28 000	17 440 / 13 516	36 000 / 30 600
<p>1) Hodnoty míst k stání vycházejí z tzv. normální obsaditelnosti 5 os·m⁻². (24)</p> <p>2) Hodnoty jsou teoretickou maximální výkonností subsystému</p> <p>3) Hodnoty před lomítkem jsou teoretickou maximální výkonností subsystému, za lomítkem teoretickou maximální výkonností uvažovanou v reálném provozu a prověřenou praktickými zkouškami</p> <p>4) Hodnoty před lomítkem jsou teoretickou maximální výkonností subsystému, za lomítkem praktickou, nejvyšší reálně dosaženou na trati C v letech 1988–93.</p>			



Obr. 4

Srovnání zátěžových proudů v nejzatíženějších úsecích skutečných tratí metra s projektovými maximálními hodnotami jednotlivých subsystémů. Nejzatíženější mezistaniční úseky jsou – trat' C Vyšehrad – I. P. Pavlova, trat' A Muzeum – Můstek, trat' B Anděl – Karlovo nám. Hodnoty odpovídají normálnímu obsazení (5 os·m⁻¹) a následujícím intervalům – Konsorcium 90 s (projektové – teoretické minimum), PPT 58 s (projektové – teoretické minimum) a metro 105 s (praktické – reálně dosažené minimum). (21), (24), (25), (26), (27), (28)

3.4 Srovnání řešení překryvné sítě povrchové dopravy

V rámci projektu Konsorcium byl řešen i výhled řešení překryvné sítě povrchové dopravy po zprovoznění všech tří navrhovaných linek metra. Pro dovršení cílového stavu byl tehdy uvažován rok 1970. V rámci návrhu bylo velmi účelně počítáno se zachováním tramvajové dopravy především pro zabezpečení tangenciálních vztahů, pro napájení stanic metra radiálními tratěmi na předměstích a pro obsluhu hustě osídlených částí centra, které nebyly obslouženy metrem (např. vztah Smíchov – Malá Strana či pravobřežní komunikace). Vybrané tramvajové tratě v historickém jádru města měly být zrušeny, zároveň však bylo navrhováno doplnění sítě novými tratěmi (v centru i na předměstích) tak, aby mohla síť dobře plnit svoji novou funkci. Autobusy a trolejbusy měly zajišťovat především návaznou dopravu k tramvajovým tratím na předměstích a vhodně doplňovat dopravní síť v centru města. Zatímco potřeba zachování tramvajové dopravy i po zprovoznění metra byla v projektu Konsorcium odhadnuta velmi přesně,

budoucí role autobusů byla velmi podceněna. Pro cílový stav v roce 1970 měla překryvná síť tří linek metra sestávat z 26 linek tramvajů a jen 23 linek autobusů a trolejbusů.

Projekt PPT počítal s významnou redukcí povrchové tramvajové sítě v centru města i v některých okrajových částech, kde nebyly uvažovány silnější přepravní proudy. Současně měly být budovány nové tramvajové tratě, především do oblastí nově budovaných sídlišť. Zásadním rozdílem proti Konsorciu bylo významné posílení role autobusové dopravy, která měla být jediným překryvným dopravním subsystémem. Autobusy měly nahradit a rozšířit síť po zrušených tramvajových tratích a na předměstích zajišťovat kromě místní obsluhy i potřebná tangenciální a okružní spojení pro odlehčení středu města. Trolejbusový subsystém byl z koncepce překryvné dopravy vyřazen na počátku 60. let, kdy bylo rozhodnuto o postupné likvidaci trolejbusové sítě (dokončena 1972).

Projekt metra počítal stejně jako PPT se zásadním posílením role autobusové dopravy. Proti projektu PPT však zpočátku počítal s úplnou likvidací tramvajové dopravy, neboť bylo počítáno s tím, že veškeré zátěže z povrchové kolejové dopravy bude přepravovat metro. Teprve kolem roku 1975, kdy již bylo zřejmé, že náklady na výstavbu metra jsou velmi vysoké a není reálné ani hospodárné jím nahradit veškeré výkony tramvajové dopravy, byla původní koncepce přehodnocena. Svůj vliv na tento koncepční obrat měla i první vlna tzv. ropné krize (1973). Tramvajové tratě měly být zachovány pro potřebná tangenciální spojení (na severu Špejchar – Letná – Libeň, na jihu Vršovice – Vinohrady – Nové Město – Smíchov) a dále radiální vazby okrajových čtvrtí na stanice metra. Do budoucna měly být realizovány další stavby, které by dále posílily tuto novou roli tramvajové dopravy (např. tramvajová trať Ohrada – Palmovka). Autobusová doprava měla sloužit především jako napáječ tratí metra na předměstích i v centru města a dále pro potřebná tangenciální a okružní spojení, jež nebylo možno obsloužit kolejovou dopravou.

3.5 Srovnání koncepce vozidel a vlakovorby

Součástí generálního projektu Konsorcia byl podrobný projekt vozidla metra (obr. 5), jehož základní technické parametry jsou uvedeny, společně s ostatními vozidly, v tabulce V. Projekt vozidla zpracovávaly závody Ringhoffer-Tatra, Českomoravská-Kolben-Daněk a Akciová společnost dříve Škodovy závody v Plzni. Zvolena byla koncepce kratších vozů (14,5 m přes spřáhla) se šířkou skříně 2,6 m. Vozy byly navrženy jako plně průchozí, se třemi dveřmi v obou

bočnicích a prostorově úspornými stanovišti řidiče na obou stranách každého vozu. Uvažoval se jednoslužný provoz a spřahování vozidel do pětivozových vlaků. V mimošpičkových obdobích bylo možno provozovat i kratší vlaky (teoreticky byl schopen samostatné jízdy i jediný vůz). Spřahování a rozpojování se uvažovalo i na trati, pro usnadnění manipulace byla navrhována poloautomatická spřáhla typu Scharfenberg. Vozidla Konsorcía vycházela z osvědčených předloh své doby (zejména Berlín a Paříž), jejich projektanti měli do doby vypuknutí II. světové války a v období bezprostředně po jejím skončení možnost plného využití zahraničních zkušeností a licencí. Projekt vozidla Konsorcía tak měl podstatně lepší výchozí podmínky než pozdější projekt rychlodrážních jednotek R1.

Vozidla a vlakotvorba v subsystému PPT byly postaveny na moderních čtyřnápravových tramvajích typu T3 (obr. 6), které DPP začal odebírat ve velkých počtech počínaje rokem 1962. Toto řešení bylo výhodné z ekonomických důvodů, neboť pracovalo s možností využití rozsáhlých investic, jež byly v uplynulých letech uskutečněny v souvislosti s přechodem na tramvajové vozy koncepce PCC. Tyto investice nebyly tvořeny jen vlastní pořizovací cenou vozidel, ale i rozsáhlou a velmi nákladnou modernizací infrastruktury. Ve výhledu bylo plánováno přejít na vozidla rychlodrážní koncepce s vyššími technickými parametry. Tramvaje T3 bylo možno spřahovat až do třívozových vlaků (délka 43,5 m), v praxi by však v prvních etapách bylo možné provozovat maximálně dvouvozové soupravy. Omezujícími prvky byly především délka zastávek v povrchové síti, blokování elektromagneticky ovládaných výhybek a stále nevyhovující stav napájecích stanic a kabelových sítí. V původní konfiguraci byla T3 uzpůsobena pro dvojslužný provoz (řidič, průvodčí), který by byl patrně zachován i v první fázi provozu subsystému PPT. Vozidla T3 vynikají řadou velmi dobrých užitných vlastností. Zejména to jsou vysoké dynamické parametry, vynikající jízdní vlastnosti (mnohastupňová regulace dle systému PCC – firma Westinghouse), snadná obsluha a velmi vysoký komfort pro cestující i jízdní personál. Zásadními technickými problémy T3 ve vztahu k provozu v tunelových úsecích podpovrchové tramvaje byly především:

- nevyhovující konstrukční řešení dveří, jejich pohonu a ovládání (absence spolehlivé kontroly zavření dveří, možnost sevření a vlečení osoby, nemožnost souběžného průchodu dvou proudů cestujících, decentralizované ovládání – provoz s průvodčími, nemožnost ovládání v celé soupravě z jednoho stanoviště),
- nedostatečný výhled řidiče podél soupravy (možno řešit průmyslovou televizí),

- decentralizované ovládání osvětlení (v podpovrchových úsecích PPT tramvajové vlaky obvykle přecházejí na režim nočního osvětlení),
- problematika pantografových sběračů (dáno více faktory, zejména mimořádně obtížným přechodem celé sítě ED od provozu tyčových sběračů na pantografy počínaje rokem 1961),
- absence poloautomatických spřáhel pro operativnější spojování vozidel a možnost vedení vyššího počtu průběžných vlakových vodičů stejně jako přenosu trakčního napětí mezi jednotlivými vozy soupravy.

Zatímco technické problémy by bylo možné řešit dodatečnými úpravami vozidel, resp. přizpůsobením vybavení tratí a stanic PPT, koncepční nedostatky vozů T3 pro podpovrchový provoz prakticky neměly řešení a znamenaly by zhoršení technických parametrů provozu PPT. Jednalo se zejména o:

- nevýhodné půdorysné rozměry skříně – zúžené čelní partie jsou uzpůsobeny pro průjezdný průřez stávajících tramvajových tratí (míjení v obloucích), avšak v provozu PPT nevýhodné z hlediska výhledu řidiče podél soupravy, nevyužitého půdorysného prostoru a nevhodného uspořádání prvního stupně schodů v 1. a 3. dveřích (vzniká mezera mezi schodem a nástupní hranou – zvláště markantní při postavení skříně v oblouku),
- velký nevyužitý prostor v oblasti mezivozového spojení a nevyužitých řidičských stanovišť (moderní vozy metra mívaly již v této době rovná vnitřní čela a začínal trend souprav s čelními a vloženými vozy bez řídicích stanovišť), v PPT existoval záměr na řešení tohoto problému aplikací článkových tramvají (typ K1), jejich uplatnění v Praze však nebylo doporučeno s ohledem na horší trakční vlastnosti (pohon jen 2/3 náprav), nevhodné pro náročné sklonové poměry v síti ED,
- omezené zástavbové možnosti pro doplňková zařízení podpovrchového provozu, zejména liniový vlakový zabezpečovač (LVZ),
- nižší konstrukční rychlost,
- jednosměrné provedení.

Po změně projektu PPT na výstavbu metra bylo ihned přistoupeno k definování základních technických parametrů vozidla pro metro, které jsou zásadním způsobem provázány s řešením stavební části a technologických celků. Podobně jako u řady dalších technologických

zařízení (např. eskalátory, elektrické stanice, ventilátory) bylo zpočátku počítáno s vlastním vývojem, kterým byly pověřeny závody ČKD Tatra, ČKD Trakce a Výzkumný ústav kolejových vozidel. Technické parametry vozidla byly zásadním způsobem ovlivněny již rozestavěným objektem Nuselského mostu, jehož spodní deska byla dimenzována pro zatížení tramvajovými vlaky. Dále byly po vozidlu požadovány vysoké dynamické parametry s ohledem na náročné sklonové profily projektovaných tratí. Tyto dva požadavky zpočátku znemožňovaly použití sovětských vozů metra, které nevyhovovaly hmotností ani výkonem. V letech 1967–71 byla vyvinuta lehká dvouvozová rychlodrážní jednotka typu R1 (obr. 7). Pro provoz v metru se uvažovalo s jednoslužným provozem a spřahováním do dvou-, čtyř- nebo šestivozových souprav (1, 2 nebo 3 technické jednotky). Dvouvozové technické jednotky byly v provozu nedělitelné a mezivozové spojení bylo řešeno pevnými spřáhly. Spřahování jednotek bylo možné prostřednictvím poloautomatických spřáhel ESW na krajních čelech každé jednotky. Spřahování by se dělo výhradně v depu, s rozpojováním na trati se nepočítalo. Hlavní výhody rychlodrážních jednotek R1 byly:

- konstrukce na míru specifickým podmínkám pražského metra, inspirace tehdy nejmodernějšími vozidly podzemních drah (zejména metro v Mnichově),
- koncepce dvouvozové technické jednotky se sdílenými agregáty jednotlivých vozů – úspora hmotnosti, nižší nároky na údržbu, výhodou snadná tvorba dopravních jednotek o různé kapacitě (2, 4 a 6vozové), výhledově uvažována i výroba vložených jednotek bez řidičských stanovišť, nevýhodou kratších vozů byl větší počet podvozků (při využití plné délky nástupišť o 2 podvozky více než delší vozy) – vyšší nároky na údržbu, shodným problémem by trpěly i vozy Konsorcia,
- šířka vozové skříně 2,9 m, prizmatický tvar vozové skříně pro optimální využití průjezdného průřezu tunelu,
- přehledně a účelně řešené stanoviště strojvedoucího koncipované pro jednoslužnou obsluhu a automatické vedení vlaku,
- velmi moderně řešené podvozky s kyvnými rameny a pneumatickým sekundárním vypružením,
- velmi zdařilý design vozové skříně, prostorný interiér se zářivkovým osvětlením a příčně umístěnými sedadly,
- plynulá regulace rozjezdu a brzdění, elektropneumatická brzda, vysoké dynamické parametry.

Jednotky však zároveň vykazovaly řadu nedořešených otázek:

- Nejzásadnější byla problematika nedostatečného vyzkoušení jednotlivých komponent v podmínkách provozu podzemních drah a nemožnost širšího využití zahraničních zkušeností a technologií (vyjma Ruských), které by tyto problémy pomohly spolehlivě eliminovat, což byl zásadní rozdíl proti výchozí pozici projektu vozidla pro metro Konsorcía sdružených firem, kde bylo možné vhodně využít zahraničních zkušeností a technologií (zejména Berlín a USA).
- Konstrukce vozové skříně byla zcela podřízena minimalizaci hmotnosti (použití laminátů, hliníku, plastických hmot), použité materiály zejména na vozové skříně a její výstroji však často nebyly vhodné pro navrhované řešení a v provozu by patrně vykazovaly nižší životnost (např. nekvalitní oceli známé z tramvají T3) nebo potenciální nebezpečí vývinu jedovatých zplodin v případě požáru (laminátová čela, dveře a střecha, přepážky a vystrojení interiéru).
- Zcela nevyhovující byl systém bočních předsvuných dveří, kde bylo nutné hledat alternativu k vyzkoušeným a spolehlivým, ale patenty chráněným řešením, nákup již hotových zahraničních systémů nepřicházel v úvahu, kvůli náročnosti na devizové prostředky.
- Šířka vozidla 2,9 m byla v kolizi s dodatečnými požadavky na umístění některých inženýrských sítí v tunelech.
- Kapacita výrobního závodu ČKD Tatra Smíchov, jenž byl vázán tuzemskými i mezinárodními smlouvami na dodávky tramvají (zejména Sovětský svaz, Německá demokratická republika), neumožňovala bez zásadních investic (výstavba nového závodu) nebo zásahu do stávajících smluvních závazků zavedení sériové výroby jednotek R1 v potřebných termínech, množstvích a kvalitě.

Jednotky R1 tedy ve své době nepochybně nabídly moderní koncepci vozidla pro metro, která však vyžadovala ještě řadu let vývoje pro možnost spolehlivého provozu. S ohledem na vývojové problémy těchto jednotek byla opět prověřována možnost použití sovětských vozidel. V této souvislosti byla opět prověřována možnost zvýšení únosnosti Nuselského mostu. Úprava mostu by byla nezbytná i pro jednotky R1, které by po provedení požadovaných konstrukčních úprav (protipožární odolnost) nebyly schopny splnit extrémně nízký hmotnostní limit zatížení 10 tun na nápravu pro plně obsazenou jednotku. Na přelomu let 1970–71 bylo vyřešeno dodatečné zvýšení únosnosti mostu vložím ocelového roznášecího roštu a tím byla otevřena

cesta k použití sovětských vozidel. Zajímavostí je, že parametry Nuselského mostu ovlivnily stejným způsobem jako jednotky R1 i projekt Konsorcía. Zátěžový diagram mostu určoval vozidlu Konsorcía rovněž maximální zatížení 10 tun na nápravu. (1) Proto je možné vysledovat mezi vozidlem Konsorcía a jednotkou R1 určitou podobnost (zejména délka skříně – nutnost rozložení hmotnosti soupravy do více podvozků, lehké konstrukční provedení), ačkoliv se koncepčně jednalo o zcela rozdílná vozidla.

V roce 1971 bylo učiněno zásadní rozhodnutí o dovozu vozidel metra ze Sovětského svazu. Jednalo se o modifikaci Ečs (obr. 8) odvozenou od typu Ež vyráběného pro provozovatele v SSSR. Vozidla byla konstruována pro dvojslužný provoz, stanoviště strojvedoucího bylo umístěno v každém voze. Proti jednotkám R1 a projektu Konsorcía se jednalo o vozy vyšší délkové kategorie – 19,2 m přes spřáhla. Nevýhody těchto vozidel jsou všeobecně známy:

- zastaralé konstrukční provedení, nekvalitní výrobní zpracování,
- vysoká hmotnost,
- nízký měrný výkon, nízké hodnoty zrychlení a brzdného zpoždění,
- nutnost dodatečných úprav již rozestavěné tratě C.

Proti těmto nevýhodám stály i některé výhody:

- vyzkoušená technologie, pro niž bylo možné převzít kompletní systém provozní technologie, údržby, oprav i tzv. havarijních her pro nácvik odstraňování závad a řešení mimořádných situací,
- schopnost výrobce dodat potřebné množství vozidel v požadovaném čase (politický tlak daný mezinárodními smlouvami a politickým významem stavby metra jako symbolu československo-sovětské spolupráce).

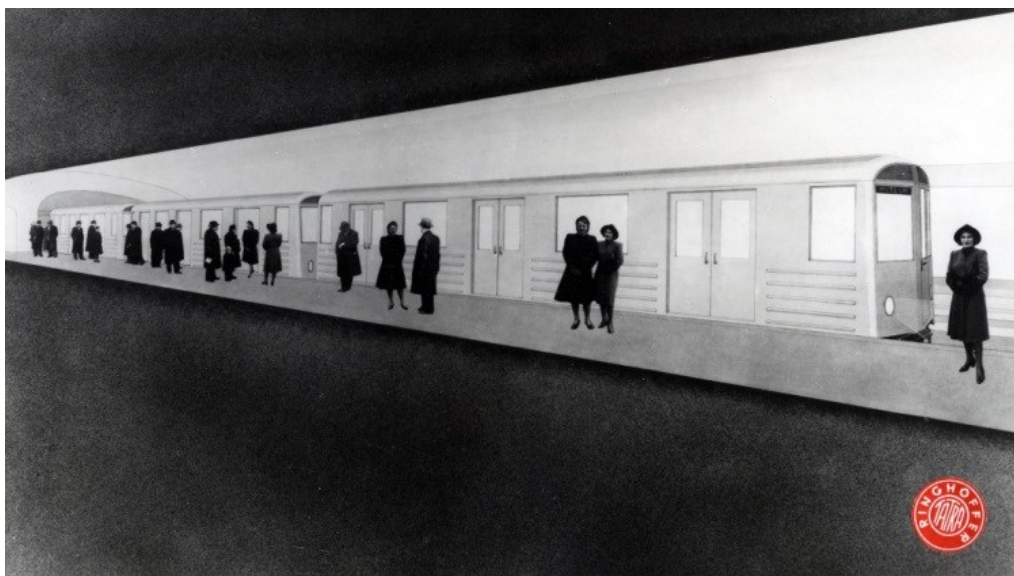
Pražské metro tedy v roce 1974 zahájilo provoz s vozidly sovětské výroby typu Ečs, které byly dodávány do roku 1976, celkový počet dosáhl 85 kusů. Od roku 1978 byly dodávány typy 81-717.1 a 81-714.1 s řadou vylepšení (výrazně výkonnější trakční motory, statické měniče pro zářivkové osvětlení a dobíjení akumulátorů, zářivkové osvětlení, koncepce čelních a vložených vozidel). Dodávky skončily v roce 1990 s celkovým počtem 507 dodaných vozů.

Organizace vozového hospodářství u sovětských vozů se příliš nelišila od koncepce, kterou by využívaly jednotky R1, resp. vozidla Konsorcía. Deponování vozidel je zajištěno v autonomních depech oddělených od ostatních dopravních prostředků, část vozidel je v období

nočních přepravních výluk deponována na obratových a odstavných kolejích vybraných stanic. Těžká údržba je zpočátku prováděna v jednom z dep (v případě metra depo Kačerov) do doby výstavby centrální opravny vozů metra. Ta měla být u Konsorcia integrována do ústředních dílen všech dopravních prostředků, v případě metra byla zvolena zcela autonomní Opravárenská základna metra (OZM) s poněkud předimenzovanými parametry. Udržovací řád vozidel byl u metra rozdělen do 6 stupňů – provozní ošetření (P0), periodickou údržbu (P1, P2), střední opravy (P4, P5) a generální opravy (P6). Udržovací řád vozidel Konsorcia by vypadal podobně, patrně by se však lišil rozsah proběhů mezi jednotlivými stupni. V souvislosti se sovětskými vozy bývá často poukazováno na hendikep, že nejnižší stupně oprav na nich musely být prováděny po osmi hodinách provozu. Tato skutečnost však nebyla jen příznakem sovětských vozů, ale obecně vozidel s odporovou kontaktní regulací, která pro zajištění potřebné úrovně bezpečnosti a spolehlivosti v tunelovém provozu vyžadovala pravidelné kontroly funkce a čistoty vybraných agregátů. Vozy Konsorcia nebo jednotky R1 by tyto revize měly v udržovacím řádu předepsány také, byť rozsah prací by u nich byl pravděpodobně rozdílný.

Tab. V
Srovnání základních technických parametrů vozidel. (1), (29), (30), (31)

<i>Parametr</i>	Konsorcium 1942	PPT (T3) 1962	Metro (R1) 1970	Metro (Ečs) 1973
Šířka vozové skříně [mm]	2 600	2 500	2 900	2 700
Délka vozové skříně [mm]	14 000	14 000	15 840	18 810
Délka vozu přes spřáhla [mm]	14 500	15 200	32 480*	19 206
Počet náprav	4	4	4 / 8*	4
Míst k sedění [osob]	30	23	44 / 88*	42
Normální obsaditelnost [místa k sedění + místa k stání 5 os·m ⁻²]	140	109	144 / 288*	180
Napájecí soustava	750 V DC	600 V DC	750 V DC	750 V DC
Přívod proudu na vozidlo	třetí kolejnice	trolejové vedení	třetí kolejnice	třetí kolejnice
Hodinový výkon trakčních motorů [kW]	340	176	336 / 672*	280
Maximální rozjezdové zrychlení [m·s ⁻²]	1,2	1,8	1,1	1,2/0,7
Maximální brzdné zpoždění [m·s ⁻²]				
- středně obsazený vůz	1,5	1,8	1,1	1,2/0,7
- nouzové brzdění	1,7	2,3	1,8	1,2
Maximální provozní rychlost [km·h ⁻¹]	60	65	80	80
Hmotnost prázdného vozu nebo technické jednotky [t]	21,5	16,5	46,1 *	32,5
Hmotnost stř. obsazeného vozu [t] - hmot. cestujícího uvažována 75 kg	32,0	24,7	67,7*	46,0
Hmotnost na nápravu [t] - hmotnost cestujícího uvažována 75 kg	8,00	6,18	8,46	11,5
Měrný hodinový výkon [kW·t ⁻¹] - hmotnost cestujícího uvažována 75 kg	10,63	7,13	9,93	6,09
Minimální/maximální počet vozů v soupravě	1/5	1/3	2/6	2/5
Technická koncepce	samostatný vůz	samostatný vůz	dvouvozová technická jednotka	samostatný vůz
*) údaje platí pro celou technickou jednotku				



Obr. 5
*Vůz metra dle návrhu Konsorcia, projekt 1940–42.
(foto Archiv DPP)*



Obr. 6
*Tramvaj typu T3, projekt a prototyp 1959–60, sériová výroba 1962–89.
(foto Jaroslav Kovář)*



Obr. 7

*Dvouvozová rychlodrážní jednotka R1, projekt 1967–71, vyrobeny pouze dva prototypy 1970–71.
(tovární foto ČKD Praha)*



Obr. 8

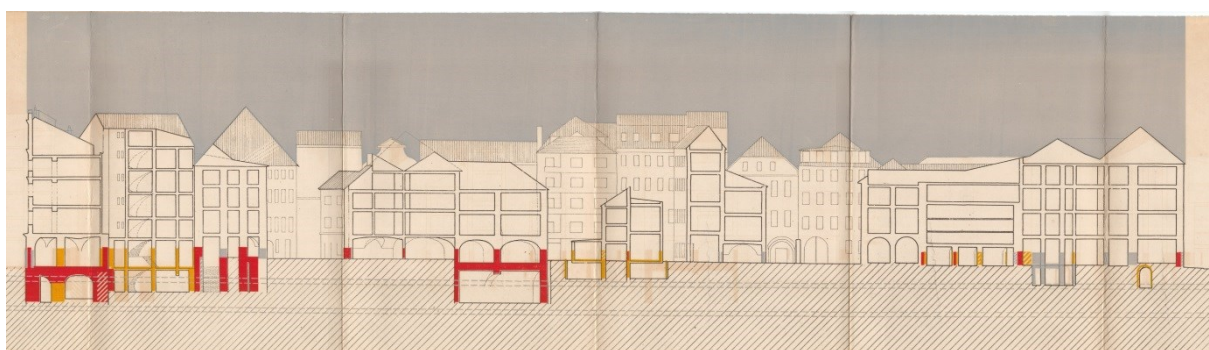
*Třívozová souprava vozů typu Ečs, projekt základního typu E 1959–60,
zdrojová modifikace Ečz 1972, sériová výroba 1973–77.
(foto David Prosický)*

3.6 Srovnání koncepce tratí, stanic a technického zázemí provozu

Zásadním rozdílem tří srovnávaných subsystémů byla hloubka založení tratí a stanic a s tím související volba stavebních technologií a vybavenosti stanic. Hloubka založení tratí je všeobecně určena především možnostmi situování stanic, rozsahem a možnostmi umístění jejich pasážových úrovní a technologických částí, situací podzemních inženýrských sítí v navržené trase a možnostmi jejich přeložek a v neposlední řadě i hladinou podzemních vod. Dalšími omezujícími faktory jsou maximální dovolené sklony tratí a stanic a možnosti podchodu pod hladinou řeky Vltavy. V případě, že jsou podzemní prostory metra koncipovány i jako potenciální kryt CO, vstupuje do rozhodování i tlaková odolnost konstrukcí, vyžadující zpravidla určitou hloubku založení a vhodnou volbu konstrukce objektů.

3.6.1 Tratě

V projektu Konsorcia byly tratě v převážné většině mělce založené a koncipované pro možnost výstavby z povrchu v otevřených jámách v osách stávajících ulic a proluk mezi stavbami. Ražené úseky byly v síti navrhovány jen zcela výjimečně, při nemožnosti výstavby z povrchu (např. úsek Bruska – Klárov) nebo ve zvláště obtížných geologických podmínkách. Tunely byly navrhovány převážně dvojkolejné se světlou šířkou 7 m, minimální výškou stropu 3,5 m nad temenem kolejnice a průjezdným průřezem umožňující nasazení vozidel se šířkou skříně až 2,9 m. Jednokolejné tunely se uvažovaly jen v místech složitějších podchodů pod stávající zástavbou. Překonání řeky bylo v případě Konsorcia řešeno ve dvou případech po mostních objektech a jen v jednom případě podzemním tunelem (oblast Rudolfinum – Klárov).



Obr. 9

Podélný profil mělce založeného tunelu PPT pod historickým centrem Prahy (tzv. blok Karolina). Ze studie z roku 1963 je patrné, jak zásadní zásahy do historických objektů by přineslo mělké založení tratí pod Starým Městem.

(Archiv DPP)

Projekt PPT se stejně jako Konsorcium orientoval na mělké založení tratí a stanic a výstavbu z povrchu (obr. 9). Ve stavebních postupech byla proti Konsorciu zásadní novinkou tzv. milánská metoda, která při výstavbě z povrchu umožňovala vyšší efektivitu prací a zásadní zkrácení záborů v centru města. Metoda spočívala v postupném vyhloubení rýh pro podzemní stěny, kde pažení výkopu nahrazovala bentonitová suspenze. Po vytvoření bočních stěn byl sejmut povrch nad budoucím tunelem, vybudován definitivní strop a následně proběhlo opětovné zakrytí a obnovení všech původních funkcí povrchů nad tunelem. Ve vytvořené dutině mezi bočními stěnami a stropem následně již bez vlivu na městský provoz probíhalo hloubení a dokončování tunelu. Samostatné milánské stěny bylo možno využít i při výstavbě v otevřených jámách, kde bylo proti Konsorciu novinkou též tzv. záporové pažení (nebylo nutné zajišťování výkopu proti sesuvu uvnitř vlastní jámy). Milánská metoda byla poprvé použita při výstavbě podzemní dráhy v Miláně v letech 1956–57. (32) Důležité je zmínit, že projekt PPT se orientoval prakticky výhradně na technologie výstavby z povrchu a zpočátku velmi důsledně odmítal rozsáhlejší použití hlouběji založených ražených úseků. Tunely PPT byly navrhovány převážně dvojkolejné s obdélníkovým průřezem. Světlá šířka typického tunelu měla činit 7,5 m, minimální výška stropu 4,3 m nad TK, odstupové chodníčky měly být široké 100 cm. Výška trolejového vedení byla projektována v úrovni 4 m nad temenem kolejnice. Ve vybraných obloucích bylo uvažováno rozšíření tunelu pro zlepšení rozhledových poměrů, přibližně na 10 % oblouků v síti PPT bylo s ohledem na rozhledové poměry nezbytné signální zařízení lokálního charakteru. (17) Průjezdny průřez tunelů PPT měl umožňovat budoucí nasazení širších vozů metra – až 2,8 m. Zcela specifickou součástí tratí PPT byly rampy (obr. 10) sloužící k propojení tunelových úseků s povrchovou sítí ED. Jednalo se o místa s největším dovoleným sklonem 65–80 ‰ a vyžadující trvalý zábor ploch v dopravně exponovaných lokalitách centra města.



Obr. 10

*Rampa podpovrchové tramvaje (Wien, Matzleinsdorfer Platz, 2013). Spojnice podpovrchových a povrchových úseků, která by se v Praze v případě realizace subsystému PPT nacházela minimálně na 7 místech. Souvislé osvětlení na vjezdu do tunelu tvoří tzv. adaptační pásmo pro zmírnění prudkých změn světelných podmínek pro řidiče tramvají.
(foto Robert Mara)*

Konečné trasování metra v centru města zcela opustilo ideu mělce založených tratí a stanic. Výjimku tvořil pouze první provozní úsek tratě C, který z převážné části přebíral koncepci dříve rozestavěné PPT. Motivací k tomuto kroku byla především optimalizace směrového a výškového vedení tras (maximální sklony do 40 promile, příznivější minimální poloměry oblouků, délky stanic 100 m), minimalizace dopadů výstavby na městské centrum (výstavba se centralizuje do několika rozsáhlejších stavenišť nejčastěji v okolí budoucích stanic) a v neposlední řadě využití metra pro druhotnou funkci rozsáhlého krytu civilní ochrany (komplex OSM, budovaný původně jako rozsáhlé zařízení umožňující ochranu před zbraněmi hromadného ničení). Konstrukce tunelů pražského metra obsahuje výčet řady stavebních konstrukcí, od jedno- a dvojkolejných tunelů obdélníkového průřezu budovaných milánskou metodou (převážně pozůstatky projektu PPT) či výstavbou v otevřených jámách, přes nejrozšířenější ražené jednokolejné tunely kruhového průřezu (používány různé technologie ražby) s litinovým či betonovým ostěním až po nejmodernější dvojkolejné ražené traťové tunely. (18) Na provozních tratích metra se dále nacházejí 4 mostní objekty – nejvýznamnější z nich je Nuselský most, následují estakády na Jihozápadním městě a na Černém mostě a přemostění tratě Českých drah a vlečky na Kačerově. Podchod pod hladinou řeky Vltavy byl ve všech případech řešen podúrovňově. Ve třech případech byly použity ražené tunely (úseky I.A, III.C,

I.B), v jednom případě byla využita technologie vysouvání již hotových betonových tubusů ze suchých doků (úsek IV.C1). V provozní síti metra nebylo doposud nikde plánovitě použito nezakryté povrchové těleso dráhy. Otevřené povrchové úseky tvoří kolejiště dep a zkušební tratě. Jediný otevřený povrchový úsek s pravidelnou osobní dopravou se nachází mezi ústím traťových tunelů spojky SH a stanicí Depo Hostivař, kde osobní vlaky projíždějí za stanovených podmínek po určených kolejích zhlaví depa. Úsek vznikl dodatečnou rekonstrukcí zhlaví a vestavbou stanice metra do halového komplexu depa. V původních studiích z let 1967–68 však byly povrchové úseky navrhovány. Např. trať II.C měla být dle vítězného návrhu zástavby Jižního města řešena povrchovým souběhem s dálnicí D1. Na opuštění koncepce nezakrytých povrchových úseků měla ve své době patrně největší vliv koncepce zařízení OSM.

3.6.2 Stanice

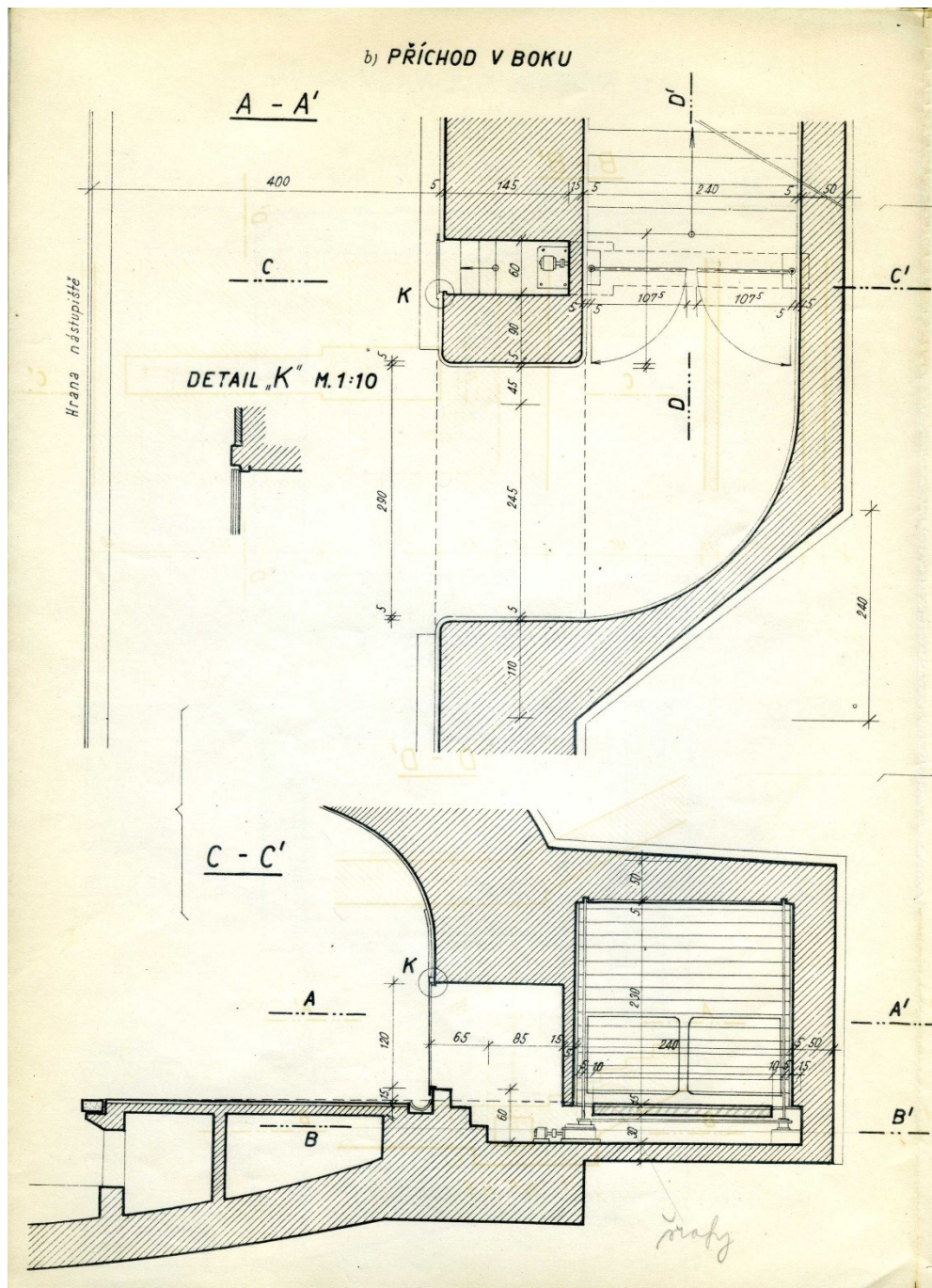
Stanice Konsorcia byly v převážné většině řešeny s bočními nástupišti (obr. 12), což odpovídalo i filozofii dvojkolejných traťových tunelů a úsporného řešení investičně náročných podzemních prostor. Pouze přestupní (křížovatkové) stanice byly navrženy s ostrovními nástupišti pro optimalizaci délky přestupních tras. Klady a zápory koncepce bočních nástupišť je možné shrnout v následujících bodech:

- Zásadní nevýhodou bočních nástupišť je oddělení nástupních ploch pro jednotlivé směry jízdy a tím nutnost samostatného přístupu ke každému nástupišti. V dobách Konsorcia tento problém nevadil, stanice byly až na několik výjimek v malé hloubce a počítalo se jen s pevnými schodišti a co nejkratšími přístupy k uličnímu povrchu a návazné povrchové dopravě. Oddělení nástupních ploch bylo tehdy preferováno i z hlediska tarifního (nebylo možné změnit směr jízdy bez opuštění placeného prostoru). V případě rozsáhlejšího použití eskalátorů (projekt PPT) by však toto řešení bylo méně ekonomické než ostrovní nástupiště.
- Další nevýhodou, kterou není možné vždy eliminovat, jsou zdvojené odbavovací zóny a stanoviště staničního personálu (např. dnešní stanice Vyšehrad).
- Mezi přednosti bočních nástupišť patří jednoznačné rozřazování proudů cestujících již před příchodem na nástupiště – z toho plyne především rychlejší odbavení vlaků a dobrá orientace ve stanicích. Projekt Konsorcia počítal s použitím systému tzv. *automatických vrátek* (obr. 11), jenž byl v této době používán např. v Paříži. Jeho funkce spočívala v automatickém uzavření nástupiště dvoukřídlými vrátky při vjezdu vlaku do stanice (na základě obsazení příslušného kolejového obvodu). Vrátko bylo

možno uzavřít také při plném obsazení stanice. Tímto opatřením by bylo zamezeno dobíhání vlaků či přeplňování stanic ve špičkových hodinách a umožněno i při tehdejších technických prostředcích provozovat interval 90 s. U klasických ostrovních nástupišť toto zařízení nebylo možné používat.

- Ze stavebního hlediska umožňují boční nástupiště v případě vhodného návrhu snazší prodlužování, což bylo u řady starších podzemních drah reálně využito, v případě použití dvojkolejných tunelů není nutné zhoršovat směrové poměry tratě na vjezdech do stanic a tím omezovat vjezdové rychlosti do stanic

Délka nástupišť Konsorcia umožňovala odbavování až pětivozových vlaků a pozdější prodloužení pro šestivozové vlaky. Křížovatkové stanice byly od počátku řešeny pro možnost odbavování šestivozových vlaků. Založení stanic bylo v převážné většině mělké, pouze u 5 stanic se počítalo s hlubinným založením. Prostory vzniklé při výstavbě těchto stanic měly být využity pro další veřejně prospěšné stavby (garáže, veřejné sklady). Ve stanicích se počítalo s nezbytným technologickým vybavením pro provoz tratě i stanic (zářivkové osvětlení, vzduchotechnika, vodní hospodářství, elektrické stanice s dálkovým ovládním, služební místnosti atd.). Vstupní prostory měly být řešeny účelnými vestibuly s příslušnou vybaveností pro cestující, plnicími zároveň funkcí podchodů pod rušnými ulicemi. Jejich rozsah byl výrazně menší než u skutečně realizovaného metra. Eskalátory byly uvažovány pouze v 5 hlubinných stanicích a pouze pro směr nahoru, chod eskalátorů měl být řízen poptávkově – fotobuňkou. Z hlediska využití stavby k účelům CO bylo uvažováno pouze o možném využití vybraných traťových tunelů jako protiletceckých krytů. Využití stanic jako krytů CO by bez konstrukčních úprav nebylo možné.



Obr. 11
 Zařízení tzv. automatických vrátek pro regulaci přístupu cestujících na nástupiště dle návrhu Konsorcia.
 Podobné zařízení bylo ve své době používáno např. v Paříži. (Archiv DPP)



Obr. 12

Ukázka uspořádání nejrozšířenějšího typu stanice dle Konsorcia (Paříž, Place D'Italie, 2009). Takto by v současném provozu vypadaly jednolodní stanice s bočními nástupišti. Na profilu tunelu v horní části je patrné pozdější prodlužování stanice. (foto Robert Mara)

Podpovrchové stanice PPT byly stejně jako u Konsorcia řešeny téměř výhradně s bočními nástupišti (obr. 13). Na rozdíl od projektu Konsorcia však byla hlavním určujícím faktorem koncepce použitých tramvajových vozidel, které měly po tratích PPT jezdit v prvních provozních etapách. Pro případná ostrovní nástupiště by bylo nutné před stanicemi zřizovat křížení traťových kolejí tak, aby vozy přijížděly k nástupní hraně vždy zleva ve směru jízdy (použito např. u podpovrchové tramvajové rychlodráhy ve Volgogradě). Tramvaje T3 byla jednosměrná vozidla s dveřmi jen na jedné straně skříně. Rekonstrukce stovek již provozovaných vozů T3 na oboustranné provedení (jedno stanoviště řidiče, dveře na obou stranách skříně) nebyla možná bez vynaložení nepřiměřených finančních prostředků. V podstatě by tato úprava znamenala nutnost dosazení nové vozové skříně s nepříznivým rozmístěním původních agregátů. I v případě realizace by navíc bylo uspořádání dveřních prostorů velmi nevýhodné, jako např. u obousměrné článkové tramvaje K5 AR stejného výrobce. Dalším specifíkem PPT byly nízké nástupní hrany, které by v případě pozdější konverze na metro bylo možné u bočních nástupišť po etapách rekonstruovat na standardní zvýšená nástupiště (využito např. ve Vídni – centrální část linky U2). U ostrovních stanic by se obdobná konverze neobešla bez dlouhodobých kompletních uzavírek. Založení stanic bylo řešeno obdobně jako u Konsorcia,

výjimku tvořily stanice v úsecích, kde bylo nutné na krátké vzdálenosti zvládat vysoká převýšení (typicky Muzeum – Legerova či Muzeum – Nám. Míru, kde bylo nutné zároveň umístit rozplet kolejíště přestupní stanice). Výrazněji byla proti Konsorciu rozšířena úroveň vestibulů, což korespondovalo s tehdejším fenoménem tzv. *velkokapacitních halových podchodů* (v Praze poprvé na Václavském náměstí, výstavba 1964–69) a snahou řešit v rámci podpovrchové MHD i lokální problémy velkých křižovatek a dopravních uzlů (zvýšená frekvence automobilové dopravy a nutnost budování podchodů pro pěší). Ve většině podpovrchových stanic PPT již bylo počítáno s uplatněním eskalátorů pro oba směry pohybu cestujících. Koncepte stanic PPT neumožňovala bez zásadních úprav využití pro potřeby CO, což snižovalo ekonomickou náročnost stavby.



Obr. 13

Ukázka uspořádání nejrozšířenějšího typu stanice PPT (Viedeň, Laurenzgasse, 2013). Na první lince C by obdobně vypadaly např. stanice Fügnerovo náměstí a Legerova ulice. (foto Robert Mara)

Koncepte stanic realizovaného metra se orientovala na ostrovní uspořádání nástupišť. Boční nástupiště zůstaly jen ve dvou stanicích, původně budovaných pro subsystem PPT, a dále byly použity v atypických stanicích novějších provozních úseků. Ostrovní uspořádání většiny stanic umožnilo sloučit ramena eskalátorů i odbavovací zóny do 1–2 spojitých proudů v závislosti na počtu vestibulů. U ražených stanic byla ostrovní koncepce podpořena možností

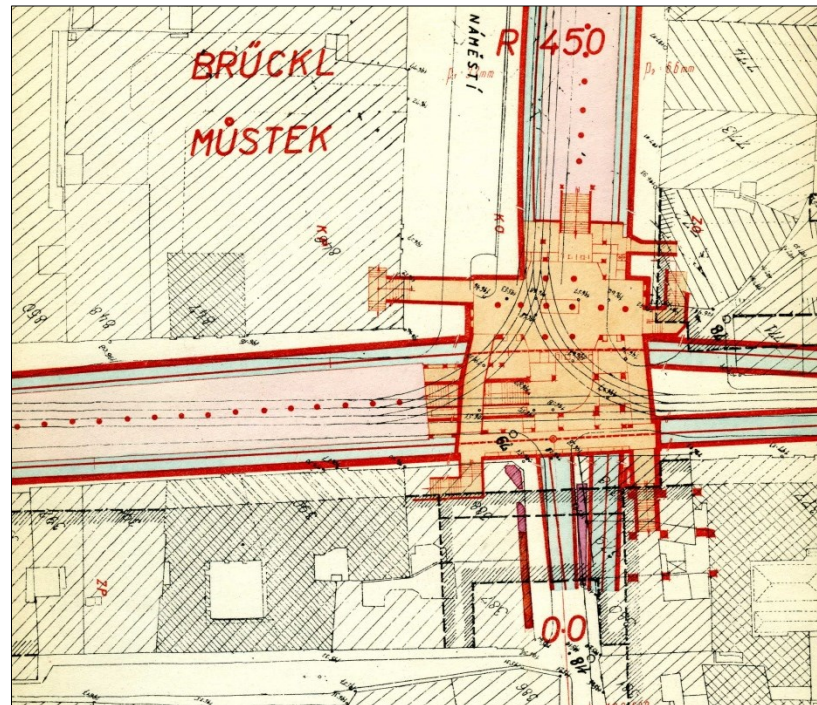
kompaktního umístění potřebného technologického vybavení do prodloužených sekcí staničních tunelů. Konstrukční uspořádání bylo u nejstarších stanic tratě C s ohledem na využití již rozestavěných částí převzato z projektu PPT a pro jednotné architektonické pojetí celé linky uplatněno i na prodloužených úsecích této tratě realizovaných do roku 1984. Počínaje tratí A byly využity sovětské předlohy trojlodních pilířových a sloupových stanic, jejichž konstrukční uspořádání bylo již na této trati postupně vylepšováno (např. zužování pilířů, větší počet prostupů). Zkušenosti z úseků I.A a II.A byly zúročeny na trati B, kde se již vyskytují tuzemské konstrukce trojlodních stanic, označované jako tzv. pražský typ.

Pilířové a sloupové stanice s ostrovními nástupišti jsou nevýhodné členitým a zpravidla méně přehledným nástupištním prostorem, kde dochází k nežádoucímu prolínání a zpomalování proudů cestujících z obou traťových směrů – zejména ve frekventovaných stanicích (dobře patrné např. na Muzeu A či Kačerově). Nejvyšším stupněm inovace se staly až jednolodní ražené stanice (poprvé stanice Kobylisy na úseku IV.C1, otevřena 2004), které umožnily velkoryse otevřít podzemní prostor a uvolnit nástupiště od pilířů resp. sloupů mezi staničními tunely. Jednolodní ražené stanice však byly pro pražské metro navrhovány již v letech 1967–68 (např. část linky B). Na odmítnutí této koncepce měl patrně největší vliv opět systém OSM, pro nějž bylo nejvýhodnější převzít již vyzkoušené předlohy ze SSSR a ty následně modifikovat. Jednolodní ražené stanice nebyly v této době v Sovětském svazu příliš obvyklé.

Negativní vlastností hlubinného uspořádání stanic je podstatné zhoršení jejich dostupnosti (zejména dlouhá ramena eskalátorů), vyšší provozní náklady (kromě energeticky náročných eskalátorů i osvětlení, vzduchotechnika či vodní hospodářství) i nevýhodné řešení přestupních uzlů z důvodu požadované autonomie tratí. U nových provozních úseků byl tento jev částečně potlačen možností využití modernějších technologií a důsledného uplatňování bezbariérových přístupů. Na nových provozních úsecích se kromě již zmíněných ražených jednolodních stanic objevují stanice hloubené z povrchu či atypické povrchové stanice (např. Rajská zahrada, Černý most, Střížkov).

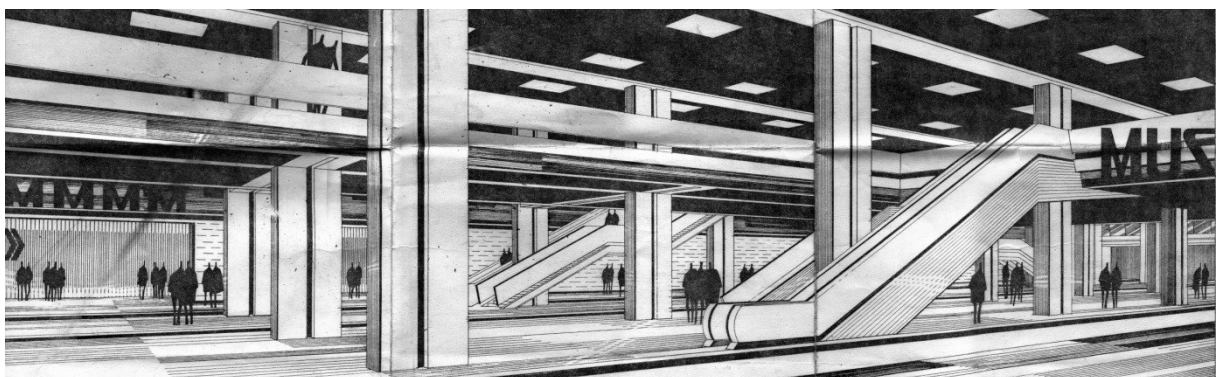
Projekty Konsorcía a PPT využívaly velmi podobný přístup k řešení přestupních (křižovatkových) stanic. Oba subsystémy počítaly se třemi přestupními stanicemi tvořícími tzv. klasický či přestupní trojúhelník v centru města. Stanice Muzeum (obr. 15) a Florenc byly řešeny jako jednoúrovňové se společnými ostrovními nástupišti umožňujícími přestupy ve směru nejvyšších zátěžových proudů v rámci jednoho nástupiště. Stanice Můstek (obr. 14) byla řešena

jako dvojúrovňová, kde se mimoúrovňově křižovaly dvě linky. Přestup mezi tratěmi byl řešen prostřednictvím jednoho krátkého pevného schodiště resp. eskalátoru (PPT).



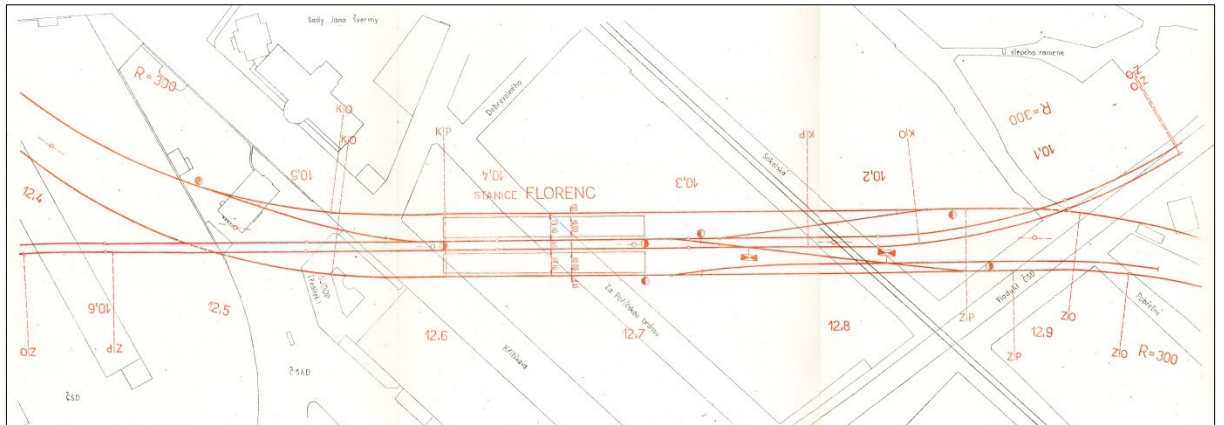
Obr. 14

Elegantní řešení křížení tratí A a B s přestupní stanicí Můstek dle projektu Konsorcia. Podobné uspořádání bylo převzato i v projektu PPT, kde byly pro křížení tratí zvažovány lokality Můstek nebo Myslbek. (Archiv DPP)



Obr. 15

Řešení křižovatkové stanice Muzeum dle Investiční studie MHD v Praze (podpovrchová tramvaj) z roku 1964. (Archiv DPP)



Obr. 16

Křižovatková stanice Florenc dle Studie cílového řešení MHD v Praze 1968. Koncepte stanice v této době zachovávala ideu společných nástupišť pro tratě C a B stejně jako projekty Konsorcia a PPT. Kolejové uspořádání se zde několikrát změnilo. (Archiv DPP)



Obr. 17

Příklad křižovatkové stanice s ostrovními nástupišti v praxi (Londýn, Earl's Court, 2011). Směry s nejsilnějšími přestupními vazbami jsou sloučeny vždy k jednomu ostrovnímu nástupišti. (foto Robert Mara)

Projekt Metra v konečném řešení zachoval koncepci klasického trojúhelníku Muzeum – Můstek – Florenc. Kvůli autonomnímu uspořádání tratí, jejich převážně hlubinnému založení a koncepci OSM však muselo být zvoleno podstatně méně příznivé řešení přestupních stanic, než

bylo původně uvažováno v prvních Studiích cílového řešení MHD (obr. 16, 17). Ve všech případech jsou přestupní trasy pro cestující výrazně delší než u variant Konsorcia a PPT. Nejlépe z trojice přestupních stanic vychází stanice Muzeum, kde je provedeno relativně přehledné propojení tratí C a A se dvěma eskalátorovými stupni doplněné přímým, odlehčovacím výstupem ze stanice tratě A do společného vestibulu. Stanice Florenc má přestupní trasy nejdelší, zčásti vybavené jen pevným schodištěm. Nejslabším článkem přestupních stanic je Můstek, kde jsou dlouhé přestupní trasy nepřehledné, vybavené zčásti jen pevnými schodišti.

3.6.3 Depa

V síti Konsorcia bylo uvažováno s umístěním dvou dep (tzv. *provozních nádraží*) zcela nezávislých na provozním zázemí ostatních dopravních prostředků. Navrhované využití tramvajových vozoven bylo po provedené analýze zamítnuto s ohledem na tehdejší stavebně-technické uspořádání a vzdálenost od sítě metra. Dvě depa měla společně s kapacitními možnostmi v obrátových stanicích obsloužit celou výhledovou síť metra. Pro umístění dep se uvažovaly lokality na Pankráci (oblast Děkanka) a na pozemcích v sousedství tehdejších ústředních dílen ED v Rústonce v Karlíně, kde bylo i napojení na železniční síť. Díky uspořádání křižovatkových stanic Muzeum a Florenc by při plánované dislokaci dep nebyly nutné nákladné manipulační spojky mezi tratěmi, což by byla zásadní výhoda proti dnešnímu subsystému metra.

Projekt PPT uvažoval s využitím stávajícího zázemí tramvajového provozu. Tomu sloužilo v roce 1966 celkem 8 vozoven. Některé méně kapacitní a zastaralé vozovny měly být s postupným zprovozněním subsystému PPT nahrazeny modernějším objektem v hostivařsko-malešické průmyslové oblasti. V jižní části města, kde by se síť povrchové tramvajové dopravy značně rozrostla, bylo počítáno s umístěním větší vozovny, která by kapacitně nahradila i jednu ze dvou největších pražských vozoven na Pankráci (23), která měla původně ustoupit stavbě II. severojižní magistrály. Územní rezervy v oblasti Kačerova se později využilo pro umístění depa metra.

Po stabilizaci základního vedení tras metra a rozhodnutí o jejich úplné autonomii se počítalo s cílovým modelem samostatného depa pro každou trať metra, což byla provozně výhodná, ale ekonomicky nejnákladnější varianta. Pro první trať C nebylo vyhledávání vhodné lokality pro depo složité – bylo využito území, s nímž se již v projektu PPT uvažovalo pro možné umístění nové tramvajové vozovny. Pro trať A bylo od počátku uvažováno s lokací depa v malešicko-hostivařské průmyslové oblasti, výsledná poloha se však stabilizovala až na základě

podrobných studií a vyjasnění celkové koncepce areálu opraven MHD. Nejvíce proměn zaznamenal výběr lokality pro třetí, dnes nejmladší depo tratě B. Zpočátku uvažovalo s adaptací tramvajové vozovny Hloubětín, zprovozněné v roce 1951 a situované ve výhodné lokalitě poblíž libeňsko-vysočanské průmyslové oblasti. Zde byly ve špičkách očekávány jedny z nejsilnějších zátěžových proudů v síti metra (úsek Florenc – Palmovka – Vysočany byl díky tisícům dojíždějících zaměstnanců do mnoha průmyslových závodů jedním z nejvytíženějších v celé síti ED). Již v roce 1970 však byla určena nová lokalita v jihozápadním sektoru města, která se v cílovém stavu stabilizovala v oblasti Zličína. Uspořádání tří dep metra částečně vychází ze sovětských předloh a do značné míry je unifikováno – neprůjezdné halové komplexy s potřebnými technologiemi a povrchovým zhlavím, oddělená depa pomocných prostředků, zkušební tratě a vlečky.

3.6.4 Dílny

Provizorní dílny těžké údržby Konsorcia měly být již v rámci první etapy výstavby zřízeny v depu na Pankráci. Výhledově se uvažovalo s vybudováním nových ústředních dílen v oblasti Hostivaře a Štěrbohol. Jednalo se o část území, kde dnes stojí skutečné provozy ústředních dílen DPP. Rozlehlý pozemek byl pro budoucí rozvojové plány zakoupen EP již v předválečném období. Nosnou myšlenkou bylo i v poválečných investičních plánech tzv. čtyřkvadrantové uspořádání ústředních dílen, kde měly být centralizovány dílenské provozy všech čtyř trakcí pražské MHD – metra, tramvajů, trolejbusů a autobusů. Z hlediska zásobování i unifikace komponent (zejména ve vazbě metro – tramvaje – trolejbusy, kde se na výrobě předpokládala účast shodných tuzemských firem) to byla nepochybně velmi pokroková myšlenka, která bohužel vzala za své s přechodem na sovětská vozidla a technologii údržby.

Projekt PPT měl dílenské zázemí pro střední a těžkou údržbu vozidel vyřešeno výstavbou nové opravny tramvajů v rámci ústředních dílen DP Praha. Její výstavba byla zahájena v roce 1962 a v první fázi dokončena již na počátku roku 1968. Kapacitně byla schopna zcela pokrýt i výhledové potřeby subsystému PPT. Subsystém PPT mohl dále využít již zavedené technologie údržby a oprav tramvajů T3. Tyto skutečnosti byly silnými stránkami koncepce PPT a znamenaly úspory investičních prostředků ve srovnání s koncepcí realizovaného metra.

Střední a těžká údržba vozů metra byla pro první provozní etapy metra dislokována do depa Kačerov, kde později (s růstem rozsahu provozu) způsobovala značné kapacitní problémy. V počátečních fázích projektování metra se počítalo s uplatněním vozů R1 tuzemské výroby.

Jejich výhodou by kromě moderního konstrukčního pojetí byla i možná unifikace dílů s tramvajovými vozidly a tím možnost využití rozšířené opravny tramvají jako společného dílenského zázemí vozů metra a tramvají (podobně, jako je tomu např. v řadě amerických a kanadských měst). S ohledem na implementaci sovětských vozidel metra však byla kompletně převzata i příslušná technologie údržby a koncepce kapacitně předimenzovaného samostatného opravárenského závodu, který však byl s ohledem na pracnost údržby vozidel a nulovou unifikaci s tramvajovými vozidly ve své době opodstatněný. Opravárenský závod byl vybudován pod označením OZM (Opravárenská základna metra) v letech 1988–1994.

*Tab. VI
Srovnání základních parametrů tratí a stanic jednotlivých subsystémů. (1), (7), (33)*

	Konsorcium	PPT	Metro
Převládající technologie výstavby	z povrchu v otevřených jámách, převážně v osách stávajících ulic a prolukách mezi domy, v menší míře na prostranstvích po demolovaných objektech	z povrchu Milánskou metodou a v otevřených jámách v osách stávajících ulic, prolukách mezi domy a na prostranstvích po demolovaných objektech	ražba různými technologickými postupy, staveniště centralizována především do okolí stanic a lokálních stavebních dvorů
Maximální sklony [‰] - traťový - staniční	45 1,7	45, na rampách 60–80 10	40 3
Minimální poloměry traťových oblouků [m]	100	150, výjimečně 100	300
Maximální traťová rychlost [km·h ⁻¹]	50, možnost zvýšit na 60	60	80
Převažující uspořádání traťových tunelů	dvojkolejné, obdélníkového průřezu, s betonovým ostěním	dvojkolejné, obdélníkového průřezu s betonovým ostěním	jednokolejné, kruhového průřezu, s litinovým nebo betonovým ostěním
Převažující uspořádání stanic	s bočními nástupišti	s bočními nástupišti	s ostrovními nástupišti
Nástupiště [rozměry v m] - základní délka - možnost prodloužení na	85 95	90 -	100 -
Nástupiště v oblouku	ano	ano	Ne
Převažující soustava kolejového svršku	bezžlábkové kolejnice na dřevěných pražcích	kolejnice NP3 (žlábkové) na dřevěných pražcích	kolejnice 49E1 bezpražcové upevnění

3.7 Srovnání zabezpečení jízdy vlaků a rychlostních poměrů

3.7.1 Zabezpečení jízdy vlaků

Konsorcium počítalo se zabezpečením tratí a stanic systémem automatického bloku. Trať měla být rozdělena do pevných prostorových oddílů délky 140–200 m. Návěstění mělo být čtyřznakové (stůj, volno, předvesti očekávej stůj a očekávej volno). Staniční oddíly měly mít délku 85 m (délka nástupiště) a jejich zabezpečení bylo navrženo vjezdovými návěstidly před každou stanicí, předsunutými o zábrzdnu vzdálenost. Všechna návěstidla byla navržena jako tzv. absolutní (se signálem zakazujícím jízdu). Jejich ovládání mělo být automatické, na základě průjezdů vlaků příslušnými prostorovými oddíly. Pro případy zhoršených rozhledových poměrů byla navržena předvestní signalizace. (34) Projetí absolutních návěstidel bylo jistěno pohyblivou skobou tzv. autostopu. Tento jednoduchý a účinný způsob zabezpečení se dodnes používá v řadě podzemních drah. Pokud návěstidlo povoluje další jízdu, je skoba ve sklopené poloze. V případě signálu zakazujícího další jízdu se skoba automaticky přestaví do pracovní polohy. Čelní vozy každé vlakové soupravy mají aktivován pneumatický ventil autostopu, což je ventil se speciálním třmenem, který při přejezdu pohyblivé skoby v pracovní poloze zajistí vypuštění vzduchu z průběžného potrubí a tím i okamžité zastavení vlaku. Kromě pohyblivých skob se využívají i skoby pevné (zajištění kusých kolejí nebo vybraných traťových úseků – např. při provádění měření zábrzdných drah) a skoby inerční (nastavitelné na konkrétní rychlost průjezdu vlaku). Stanice s kolejovými rozvětvenými měla být vybavena elektrodynamickým zabezpečovacím zařízením s ústředními stavědly a elektrickým ovládáním výměn. Vlakové zabezpečovací zařízení pro průběžnou kontrolu a regulaci rychlosti nebylo uvažováno.

V subsystému podpovrchové tramvaje byla zpočátku uvažována jízda na rozhled. Vybrané traťové oblouky či vjezdy do stanic se zhoršenými rozhledovými poměry měly být zabezpečeny jednoduchou místní permisivní dvouznakovou světelnou signalizací. Později bylo plánováno doplnění automatického bloku bez přenosu návěstních znaků na vozidlo a bez kontroly a regulace rychlosti či možnosti zastavení vlaku v případě jízdy na zakazující signál. Trať měla být rozdělena do pevných prostorových oddílů délky 90 m, pro návěstění využita čtyřznaková návěstidla (Č-Ž-M-Z) následovně:

- červená = stůj
- zelená = volno

- žlutá = rychlost do 40 km·h⁻¹, očekávej stůj (předcházející vlak je vzdálen méně než dva prostorové oddíly)
- modrá = jízda maximální traťovou rychlostí – očekávej rychlost 40 km/h (předcházející vlak je vzdálen méně než 3 prostorové oddíly).

Staniční oddíly měly mít délku 90 m (délka nástupiště) a měly být rozděleny na 2 úseky po 45 m. Na vjezd do stanic byla plánována návěstidla „vjezd do 45 m dlouhého úseku“ (červená s pruhem = vjezd možný rychlostí do 25 km·h⁻¹). Návěstidla měla svítit v případě stanicování vlaku na první staniční pozici a měla dalšímu vlaku umožnit bezpečný a rychlý dojezd a stanicování na druhé pozici za předcházejícím vlakem. (32)

Síť metra je vybavena traťovým, staničním a vlakovým zabezpečovacím zařízením. Na trati je instalován automatický blok, jehož prostorové oddíly jsou kryty permisivními návěstidly (volno, výstraha). Ve stanicích a v depech je instalováno reléové zabezpečovací zařízení s ústředními stavědly, dálkovým ovládáním výměn a automatizací rutinních operací. Kolejová rozvětvení jsou kryta absolutními návěstidly s návěstí „Stůj“. Zabezpečovací zařízení je dále doplněno liniovým vlakovým zabezpečovačem s kontrolou a regulací rychlosti. Ten byl zpočátku sovětské výroby, typu ARS. Tímto zařízením je zajištěn přenos rychlostních kódů na vozidlo (zobrazovány na lokomotivním návěstidle). Na základě informací ze stacionární části je po vyhodnocení mobilní částí ARS zabezpečeno, aby vlak automaticky zastavil před porouchaným či obsazeným kolejovým obvodem, před návěstidlem s návěstí „Stůj“, zároveň je porovnávána rychlost vlaku s aktuálně dovoleným rychlostním stupněm. V případě překročení rychlostního stupně zařízení ARS samočinně snižuje rychlost vlaku do dovoleného intervalu. Zařízení ARS pracuje na principu vysílání frekvenčních kódů v rozsahu 75–275 Hz do kolejových obvodů. Každá z 5 frekvencí je přiřazena jednomu návěstnímu znaku (rychlosti 80, 60, 40, 20 a kód 0). Zpočátku bylo zařízení ARS pouze čtyřznakové a bez předvěstní signalizace. (35)

Srovnáme-li úroveň zabezpečení jednotlivých subsystémů, pak nejvyšší stupeň byl dosažen u realizovaného metra, kde bylo kromě traťového a staničního zabezpečovacího zařízení využito liniového vlakového zabezpečovače s kontrolou a regulací rychlosti. Tím byla zajištěna aktivní kontrola dodržování předepsaných rychlostních stupňů a jízdy podle návěstních znaků na absolutních i permisivních návěstidlech. U projektu Konsorcia bylo použito bodového zabezpečovacího systému, který nebyl vybaven pro liniovou kontrolu rychlosti a aktivně hlídal pouze dodržování jízdy podle návěstních znaků na absolutních návěstidlech.

Nejnižší úroveň zabezpečení byla u subsystému PPT, kde byla zpočátku uvažována tzv. jízda na rozhled (dle povrchové sítě tramvají) a později uvažované zabezpečovací zařízení mělo mít pouze informativní charakter bez možnosti zasahovat do ovládání vozidla. Absolutní návěstidla u kolejových rozvětvení by v reálném provozu byla pravděpodobně doplněna jednoduchou ochranou – odpojením trakčního napájení v případě projetí návěstidla se signálem „Stůj“. I přesto by však byl tento systém méně účinný než např. zabezpečení Konsorcia. Tramvaj T3 při výpadku napájení nebrzdí automaticky, pouze rozezne trakci a předává akustický signál řidiči, zatímco vozidlo metra reaguje na skobu autostopu v pracovní poloze nejen rozepnutím trakce, ale i okamžitým nástupem plného brzdícího účinku nouzové brzdy bez zásahu strojvedoucího.



Obr. 18

Zabezpečení křižovatky na tratích podpovrchové tramvaje (Viedeň, 2013). Kromě permissivních návěstidel automatického bloku slouží řidičům v místech zhoršených rozhledových poměrů také velká panoramatická zrcadla.

(foto Robert Mara)

3.7.2 Rychlostní poměry

Maximální traťové rychlosti a rychlostní omezení byly pro jednotlivé subsystémy stanoveny dle následujících tabulek.

Tab. VII
Maximální traťové rychlosti Konsorcium trať A. (34)

50 km·h⁻¹	traťová rychlost základní (do spádu 25 ‰, v oblouku R ≥ 118 m)
45 km·h⁻¹	traťová rychlost snižená (do spádu 37,5 ‰, v oblouku R ≥ 125 m)
40 km·h⁻¹	traťová rychlost snižená (do spádu 40 ‰ v oblouku R ≥ 125 m)
	vjezdy do všech stanic, manipulační průjezdy stanicemi
35 km·h⁻¹	traťová rychlost snižená (do spádu 45 ‰, v oblouku R ≥ 118 m)
Omezení pod 50 km·h ⁻¹ se nacházelo jen na 4 úsecích tratě	

Tab. VIII
Maximální traťové rychlosti na tratích PPT. (7)

60 km·h⁻¹	Maximální rychlost na povrchu v přímé a v obloucích R ≥ 200 m
50 km·h⁻¹	maximální rychlost v tunelových úsecích na povrchu v obloucích R ≤ 200 m
40 km·h⁻¹	v obloucích 150 ≥ R ≥ 125 m manipulační průjezdy stanicemi
35 km·h⁻¹	vjezd do stanic se zhoršenými rozhledovými poměry

Tab. IX
Maximální traťové rychlosti na tratích metra. (35)

80 km·h⁻¹	maximální traťová rychlost – základní a smíšený provozní režim
60 km·h⁻¹	maximální traťová rychlost – náhradní provozní režim nebo jízda bez vlakového zabezpečovače
40 km·h⁻¹	vjezdy do všech stanic, průjezdy stanicemi, omezené rychlosti přes výhybky, traťové spojky, obraty
Základní provozní režim = zapnutý LVZ, zhasnutá návěstidla, v praxi se dosud nepoužívá Smíšený provozní režim = zapnutý LVZ, rozsvícená návěstidla Náhradní provozní režim = telefonické dorozumívání	

3.8 Celkové srovnání vybraných subsystémů

V následující podkapitole jsou tabelární formou shrnuty základní výhody a nevýhody jednotlivých subsystémů.

*Tab. X
Celkové srovnání výhod a nevýhod jednotlivých subsystémů.*

Subsystém	Výhody	Nevýhody
Konsorcium	<p>Dobrá přístupnost stanic</p> <ul style="list-style-type: none"> - mělké založení – malé výškové rozdíly - účelné řešení přestupních stanic <p>Respektování stávající zástavby a uliční sítě</p> <p>Nižší stavební i provozní náklady ve srovnání s metrem</p> <ul style="list-style-type: none"> - minimum eskalátorů - méně rozsáhlé objekty stanic - rozsah vzduchotechniky - rozsah čerpacích stanic - účelně navržená vozidla - účelný rozsah provozního zázemí - není druhotná funkce krytů CO <p>Provozní propojenost tratí</p> <ul style="list-style-type: none"> - odklonové trasy - variabilita linkového vedení - nejsou potřeba manipulační spojky 	<p><i>Významnější zásah do funkcí městského centra po dobu výstavby</i></p> <p><i>Větší rozsah nákladného podchycování budov</i></p> <p><i>Horší trasovací parametry dané nutností respektovat stávající objekty a uliční síť</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - není možno změnit pozdější rekonstrukcí bez vynaložení nepřiměřených nákladů <p><i>Nebyla řešena přístupnost stanic pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace</i></p>
PPT	<p><i>Dobrá přístupnost stanic</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - mělké založení – malé výškové rozdíly - účelné řešení přestupních stanic <p><i>Možnost zprovoznění po dílčích etapách</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - není potřeba budovat ucelené dlouhé traťové úseky - možno po etapách zapojovat i lokální stavby (mimoúrovňová křížení atd.) <p><i>Nižší stavební náklady</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - jen v prvních fázích - celkové náklady v případě pozdější konverze na metro stejné nebo vyšší 	<p><i>Rozsah demolic, výrazný zásah do historického centra města</i></p> <p><i>Větší rozsah nákladného podchycování budov</i></p> <p><i>Horší trasovací parametry dané nutností respektovat stávající objekty a uliční síť</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - v případě pozdější konverze na metro přenos těchto parametrů do sítě metra <p><i>Nutnost umístění ramp k zapojení podpovrchových úseků do povrchové sítě tramvajové dopravy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - trvalé zábery ploch v centru města - nevýhodné sklonové poměry - v případě konverze na metro jen dočasná investice

	<p><i>Možnost využití rozsáhlých investic do modernizace tramvajové dopravy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - nová tramvajová vozidla - tratě a napájecí systém - vozovny a nové ústřední dílny <p><i>Nebyla nutnost integrovat funkce CO obyvatelstva do dopravního systému</i></p>	<p><i>Nedostatečné kapacitní rezervy pro budoucí rozšiřování provozu</i></p> <p><i>Zabezpečení jízdy vlaků v podpovrchových úsecích</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - absence liniového či bodového vlakového zabezpečovače <p><i>Nebyla řešena přístupnost stanic pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace</i></p>
Metro	<p><i>Minimalizace dopadů výstavby na funkce městského centra</i></p> <p><i>Výrazně lepší trasovací parametry dané nezávislostí na povrchové zástavbě a uliční síti</i></p> <p><i>Výrazné kapacitní rezervy pro budoucí rozšiřování subsystému</i></p> <p><i>Zabezpečení jízdy vlaků liniovým vlakovým zabezpečovačem s kontrolou a regulací rychlosti</i></p>	<p><i>Horší přístupnost stanic</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - hlubinné založení – nutnost překonat velké výškové rozdíly - řešení přestupních stanic <p><i>Vysoké stavební a provozní náklady</i></p> <p><i>Nutnost integrovat funkce CO do staveb metra a následně tento subsystém (OSM) provozovat</i></p> <p><i>Nákladné jednoúčelové manipulační spojky mezi tratěmi</i></p> <p><i>Přednostní orientace na sovětské technologie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - omezená možnost využití zahraničních zkušeností z jiných zemí (jako např. v případě Konsorcia) - omezená dostupnost modernějších ekvivalentů některých zařízení - nemožnost sdílení technického zázemí s vozidly tramvajové dopravy (jiní výrobci, není unifikace dílů) <p><i>Do roku 1990 nebyla řešena přístupnost stanic pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace</i></p>

4. Zhodnocení vybraných subsystémů

V předcházející kapitole bylo provedeno srovnání vybraných subsystémů z různých hledisek. V následujícím textu bude provedeno zhodnocení vybraných subsystémů z hlediska podmínek implementace navrženého řešení, z hlediska inovačního potenciálu, jak by bylo možné navržená řešení modifikovat v návaznosti na reálný rozvoj města a jeho požadavků na celý systém MHD. Poslední podkapitola se věnuje zhodnocení budoucího rozvojového potenciálu pražského metra.

4.1 Metro Konsorcium

Projekt Konsorcia vznikl za velmi pohnutých okolností počátku německé okupace Čech a Moravy a začátku II. světové války. Výhodou zpočátku bylo, že navázal na rozsáhlé studijní a projekční práce z dřívějších let, a proto mohl být v poměrně krátké době dopracován až do stádia prováděcího projektu. Další výhodou byla přetrvávající možnost využití vhodných zahraničních zkušeností a technologií (Německo, USA). Válečné události však i přesto velmi rychle změnil priority národního hospodářství, což v roce 1942 vedlo k zákazu vybraných nových staveb, mezi něž spadala i výstavba podzemní dráhy. Na odkladu zahájení stavebních prací se projevila i názorová pře s Němci ovládanou Plánovací komisí pro hlavní město Prahu a okolí. Ta zpočátku počítala s realizací podzemní dráhy dle projektu Konsorcia, ale v pozdějším období začala preferovat vlastní projekt městské tramvajové rychlodráhy. Tato skutečnost přispěla k určitému zdvojkolejnění vývoje, kdy Konsorcium pokračovalo na projektu podzemní dráhy a snažilo se získat potřebnou podporu alespoň pro vybudování první linky A (Dejvice – Pankrác), zatímco Plánovací komise paralelně připravovala koncepci subsystému městské rychlodráhy, která příliš nereflektovala aktuální dopravní potřeby města, ale měla být součástí zamýšlené rozsáhlé přestavby města. Realizace těchto navrhovaných velikášských projektů však byla – na rozdíl od projektu Konsorcia – mimo reálné ekonomické možnosti Prahy. Příznivé podmínky pro realizaci nenastaly ani po skončení války. Pokud se podíváme na možné scénáře realizace projektu Konsorcia, pak se dostáváme k následujícím dvěma modelům:

1) Nezahájení výstavby do doby zákazu staveb v roce 1942 – skutečný scénář – přes snahu o navázání v poválečném období byl celý projekt v roce 1949 zastaven. Na koncepci projektu se již nikdy nepodařilo navázat.

2) Zahájení výstavby do doby zákazu staveb v roce 1942 – druhý nejpravděpodobnější scénář možného vývoje:

- Do doby zákazu staveb by se podařilo zahájit výstavbu první tratě A dle prováděcího projektu, došlo by k souběžnému otevření několika stavenišť v místech budoucích stanic a traťových tunelů.
- Do stavby by byly proinvestovány výrazně vyšší prostředky než v případě samotného zpracování prováděcího projektu.
- Za výstavbou podzemní dráhy by byla výrazně opožděna výstavba Nuselského mostu, jehož projektová příprava nebyla v této době provedena do takové hloubky, jako příprava podzemní dráhy – tato skutečnost by byla za válečných i poválečných okolností kritickým bodem celé stavby (lokace koncové stanice i depa v prostoru Pankráce).
- Očekávaný termín výstavby (3 roky) by pravděpodobně nebylo možné dodržet – s ohledem na absenci zkušeností s výstavbou v pražských geologických podmínkách a již zmíněnou stavbu Nuselského mostu (jeho skutečná výstavba probíhala v letech 1965 až 1973, tedy plných 8 let!, další roky je nutno připočítat i na projektovou přípravu). Svoji roli by sehrály i výpadky ve financování, přísunu stavebního materiálu a technologií či personálního zabezpečení rozsáhlé stavby.
- S ohledem na stupeň rozestavěnosti tratě by při poválečném rozhodování přicházelo v úvahu ještě přesměrování do relace Dejvice – Vinohrady. V rámci územního plánování byla tato změna v roce 1949 skutečně provedena, neboť oblast hustě osídlených Vinohrad slibovala vyšší zátěžové proudy než oblast Pankrácké pláně, jejíž zástavba silně zaostávala proti dřívějším očekáváním. Tímto by stavba zároveň mohla obejít stavebně náročný objekt Nuselského mostu. Musela by se však potýkat s nutností alternativního umístění depa a opravárenského zázemí pro první etapy. Místně přicházely v úvahu tramvajová vozovna Vokovice nebo tradiční oblast Hostivař – Štěrboholy, kde byla Elektrickými podniky vlastněna územní rezerva. K těmto lokalitám by se trať metra musela přiblížit alespoň manipulační spojkou – nutnost dalších investic.
- S prioritami poválečného Československa – orientace na těžký průmysl a zbrojení při silně podceněných investicích do dopravní infrastruktury – je pravděpodobné, že i vývoj podle scénáře č. 2 by skončil zakonzervováním stavby, podobně jako rozestavěné stavby podzemních drah v Budapešti či Varšavě z 50. let. Příkladem

může být i osud dálnice Praha – Brno, která v mnohém kopírovala osud podzemní dráhy Konsorcía (zahájení výstavby 1939, zastavení stavby v roce 1942 v důsledku vydaného nařízení, poválečné obnovení prací, definitivní zakonzervování staveb v roce 1950), a to i přesto, že byl realizován značný rozsah těles vozovek a především řada nákladných mostních objektů. (36)

- V pozdější době by bylo reálné vybrané rozestavěné objekty využít jak pro podpovrchovou tramvaj, tak i pro metro (podobně jako v Budapešti ve druhé polovině 60. let). Záleželo by na stupni rozestavěnosti, technickém stavu příslušných objektů a období, v němž by se k realizaci přistupovalo (preferenze mělkého či hlubinného založení).

Z hlediska celkového hodnocení a inovačního potenciálu projektu Konsorcía v pojetí Generálního návrhu pražských podzemních drah a Podrobného návrhu tratě Dejvice – Pankrác (prováděcí projekt) bez zohlednění pozdějších úprav, k nimž by zajisté došlo, je možné konstatovat následující:

- Dnešním nárokům by vyhovělo vhodně zvolené trasování v centru města a patrně i pozdější prodlužování provozních úseků na předměstích, které by sledovaly skutečný rozvoj příslušných městských čtvrtí, v mnoha ohledech by byla koncepce sítě příznivější pro lepší pokrytí přímými spoji (možnost vedení linek nezávisle na tratích), v okrajových částech města by se pravděpodobně velmi brzy přešlo na dosud nepoužívané nezakryté povrchové úseky.
- Maximální výkonnost jedné traťové koleje až 32 000 míst za hodinu by rovněž vyhověla dnešním nárokům s dostatečnou rezervou.
- Cestovní rychlost v síti Konsorcía byla vypočítána na 26,5 km·h⁻¹. (34) Její nižší hodnota vůči současnému subsystému metra byla dána směrovým vedením tratí (menší dovolené poloměry oblouků) a maximální traťovou rychlostí do 50 km·h⁻¹. Tyto omezující parametry byly dány stavebně-technickým řešením, které odpovídalo tehdejšímu technickým a ekonomickým možnostem v trasování podzemních drah. Omezující parametry by bylo možné zlepšovat jen dílčím způsobem – např. technologie lehkého metra na pneumatikách zaváděná v obdobných vstupních podmínkách v Paříži od konce 50. let – s ohledem na odlišné adhezni poměry mohou vozy docílovat mírně vyšších zrychlení a brzdných zpoždění, ovšem za cenu řady jiných negativních vlastností. Nízké cestovní rychlosti a krátké mezistaniční

vzdálenosti na starších systémech metra se v nejzatíženějších úsecích v řadě větších měst řešily paralelním vedením linek kolejových subsystémů s vyšší cestovní rychlostí a kapacitou (metropolitní železnice, metro).

- Koncepce stanic by ve většině případů vyhověla dnešním obrátům cestujících, avšak s ohledem na úsporné řešení podzemních prostor by bylo velmi problematické jejich zpřístupňování pro cestující se sníženou pohyblivostí. Např. v Paříži není na původních linkách metra, parametricky velmi podobných projektu Konsorcía, řešení bezbariérový přístup nákladnými stavebními úpravami. Paralelně s tratěmi metra jsou ve vyhrazených pružích provozovány autobusové linky obsluhované nízkopodlažními autobusy, které kromě místní obsluhy nabízejí potřebný komfort i rychlost také pro osoby se sníženou pohyblivostí.
- Celková koncepce sítě MHD dle návrhu projektu Konsorcía velmi dobře pracovala s novou rolí tramvajové dopravy jako překryvného subsystému páteřní sítě metra, zásadně však podcenila roli autobusové dopravy, což bylo pochopitelně ovlivněno dobou vzniku daného projektu.

4.2 Podpovrchová tramvaj

Projekt sítě MHD s páteřním subsystémem podpovrchové tramvaje se začal rozpracovávat v roce 1962 po mnoha letech teoretických úvah, jež následovaly po zastavení realizace projektu Konsorcía v roce 1949. V této době se tramvajová doprava nacházela ve velmi neutěšeném stavu. Ačkoliv na ni spočíval zásadní podíl výkonů MHD v Praze, byly v období 50. a počátku 60. let byly realizovány jen minimální investice do její infrastruktury. Z větších projektů se podařilo dobudovat polovinu vozovny Motol a novou vozovnu Hloubětín a dále byly realizovány některé nové traťové úseky. Řada stěžejních projektů však byla neustále odkládána (nové ústřední dílny, zásadní modernizace napájecího systému, implementace nových konstrukčních uspořádání tratí, uzpůsobených pro vyšší nápravová zatížení nových vozů, plný rozběh obnovy zastaralého vozového parku včetně jejich provozního zázemí). V roce 1951 sice byla zahájena obnova vozového parku velmi progresivními vozy koncepce PCC, avšak bez potřebné opory v infrastruktuře (nedostatečné dimenzování měníren, nevyhovující konstrukce a technický stav většiny tramvajových tratí, nedostatečné zázemí vozoven a dílen atd.). Nové vozy tak v prvních letech nepřinášely očekávané zkvalitnění a zrychlení provozu, ale jejich efekt byl spíše opačný. Přetěžovaná a zastaralá síť musela nově čelit poruchám, které se staly výsadou

nových vozů (výpadky a havárie vybavení měníren a napájecí sítě, rychlejší opotřebení již tak nevyhovujících tratí, relativně časté poruchy na vlastních vozidlech, trpících řadou dětských nemocí). Jejich provozní nasazení bylo omezeno na několik málo linek.

Za výše nastíněné situace přinášel projekt PPT kromě relativně rychlého řešení nejpálčivějších problémů MHD významný sekundární efekt – alokaci potřebných investičních prostředků do zásadní modernizace tramvajové infrastruktury. Tento efekt se začal projevovat již od počátku 60. let – vývoj perspektivních tramvajových vozidel T3 a K1, dlouhodobé závazky na dodávky 100 nových tramvají T3 každý rok, přechod na pantografové sběrače, nesmělé začátky komplexních rekonstrukcí tramvajových tratí či počátek výstavby moderních ústředních dílen. Modernizační trend nabral na intenzitě s nástupem podnikového ředitele DPP Ing. Mikuláše Lacka počínaje rokem 1964. Za jeho éry byly prosazeny a plně rozvinuty zásadní investice do tramvajového subsystému MHD, který se tímto připravoval na roli moderního páteřního dopravního prostředku v rámci projektu PPT. Již od počátku budování subsystému PPT bylo deklarováno, že se jedná o přechodnou etapu do doby vybudování kapacitnějšího, avšak všestranně nákladnějšího subsystému metra, jehož realizace byla dle tehdejších předpokladů možná a žádoucí až v delším časovém horizontu. Tomuto byly přizpůsobeny i některé návrhové prvky, byť ne zcela důsledně. Prostřednictvím subsystému PPT měly být odstraněny tehdejší nejpálčivější problémy kolejové MHD. Těmi byly především:

- centrum přetížené tramvajovou dopravou (požadavek na soustředění kolejové dopravy do podpovrchových úseků a uvolnění povrchu pro automobilovou dopravu),
- nevyhovující napojení soustředěné bytové výstavby v jižním sektoru Prahy na centrum města (Nuselský most),
- kolejistiště nádraží Praha střed (přemostění),
- nedostatečné napojení dalších nově budovaných sídelních celků (např. oblast Severního města, Malešic atd.), které bylo možno řešit výstavbou nových tramvajových tratí již bez nákladných speciálních staveb.

Z hlediska celkového hodnocení a inovačního potenciálu projektu PPT v pojetí Investiční studie MHD z let 1964–65 a souhrnného projektového řešení stavby I.a a I.b prvního provozního úseku PPT, je možné shrnout následující závěry:

- Realizace subsystému PPT by ve své době znamenala optimální využití rozsáhlých investic do tramvajové dopravy a jejího technického zázemí (zejména nový vozový park, nové ústřední dílny, rekonstruované tratě a napájecí systém).
- Investice do podpovrchových úseků by bylo možné rozložit do období 14 let (1966–1980), jednotlivé stavby bylo možné zprovožňovat průběžně po dílčích etapách a tím rychle řešit aktuální kritická místa sítě.
- Výstavbou subsystému PPT bylo možné vyřešit hlavní tehdejší požadavek na odstranění kolejové dopravy z centra města a obsluhu města kapacitním subsystémem kolejové dopravy s minimálním počtem přestupů.
- Cestovní rychlost v subsystému PPT byla vypočítána na $23,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (7), což znamenalo významné zrychlení proti původní tramvajové síti obsluhované dvounápravovými vozy staré stavby a blížilo se projektu Konsorcia.
- Výkonnost subsystému PPT měla pokrýt nároky kladené na páteří subsystém MHD přibližně do roku 1985. Teprve v této době se očekávalo zahájení postupné konverze vybraných úseků na autonomní podzemní rychlodráhu – metro. Právě tento předpoklad se ale ukázal nejslabším článkem celého projektu. Původní dimenzování subsystému PPT vycházelo především z dat Generálního dopravního průzkumu 1956–57 a prognóz odvozených z těchto dat. Již z dopravních průzkumů uskutečněných v letech 1966–67 však vyplývalo, že růst zatížení kolejové dopravy je strmější, než se předpokládalo. Další zvyšování přepravní poptávky – zejména plánovanou výstavba dalších velkokapacitních a související stěhování nových obyvatel do Prahy – by tyto úseky ve výhledu nebyly schopny uspokojit. Tato skutečnost je markantní zejména na dodnes nejzatíženějším mezistaničním úseku metra mezi stanicemi Vyšehrad a I. P. Pavlova. Další kritickým místem projektu PPT (resp. jeho vstupních předpokladů) byl značně podhodnocený vzestup individuální automobilové dopravy, která by měla ve výsledku podstatný vliv na udržení pravidelnosti a spolehlivosti provozu PPT. Zatímco v roce 1961 připadalo na území Prahy 22,4 obyvatel na 1 osobní automobil, v roce 1971 to bylo již jen 8,1 a v roce 1981 dokonce 4,2 obyvatele. Absolutní počet osobních automobilů se zvýšil ze 44 891 v roce 1961 na 284 756 v roce 1981. (14) S nárůstem počtu osobních

automobilů úměrně rostlo i zatížení městských komunikací. Na tento skokový nárůst IAD nebyla koncepce PPT dimenzována.

- Na základě těchto skutečností bylo velmi diskutabilní, zdali přistupovat k realizaci přechodové etapy PPT, která by po mnoha letech náročné výstavby a výrazného omezení funkcí městského centra vedla k další, neméně náročné etapě přestavby na metro. Dopravní systém by tak výstavbou podpovrchové dopravy nebyl narušen jen v jedné vlně, ale ve dvou krátce po sobě následujících vlnách.
- Budoucí konverze subsystému PPT na metro by byla velmi problematičká – zejména s ohledem na nedostatečnou projektovou připravenost stanic pro tuto změnu i nutností zachování nevýhodných mezistaničních vzdáleností a nevýhodných trasovacích prvků, což možné dokumentovat např. na vídeňské lince metra U2. Zanedbatelné by nebyly ani náklady na tuto konverzi, kdy řada prvků budovaných speciálně pro PPT by byla likvidována po krátké době provozu (obr. 19, 20).
- Samostatnou problematikou, která nebyla v projektu PPT prakticky vůbec řešena, bylo zajištění potřebné pravidelnosti a spolehlivosti provozu v povrchových úsecích. Zajištění potřebné míry preference a segregace povrchových tramvajových tratí by při dynamickém nárůstu intenzity automobilové dopravy bylo naprosto stěžejním úkolem pro udržení spolehlivosti celého subsystému. Pro aktivní i pasivní preferenci tramvajů však nebyly v době vzniku projektu PPT (a ani v následujících dvaceti letech) v Československu dostupné vhodné technické prostředky. Neexistovaly dnes běžné stavební prefabrikáty pro oddělení tramvajového pásu a zastávek od ostatní dopravy a systémy světelného řízení křižovatek s možností preference tramvajů či spolehlivé metody detekce projíždějících vozidel byly známy jen ze zahraniční literatury. Tyto systémy by bylo nutné řešit dovozem ze zahraničí mimo země RVHP, což bylo v tehdejších podmínkách velmi obtížné.



Obr. 19

Přestavba tratě podpovrchové tramvaje (Wien, „zweierlinie“) na linku metra U2 za plného provozu v roce 1980. Na trati je již instalována přívodní kolejnice a zabezpečovací zařízení, probíhá postupná úprava stanic. (foto www.tramwayforum.at)



Obr. 20

Opuštěná rampa podpovrchové tramvaje (Wien, „Zweierlinie“) – v provozu 1966 až 1980. (foto Dr. Ludwig Ekl)

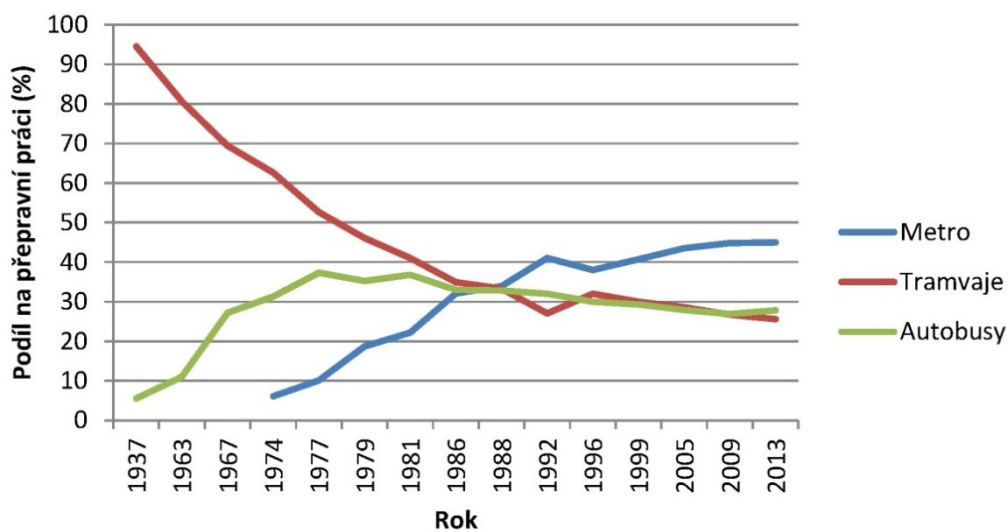
4.3 Metro dle skutečné realizace

Subsystem metra začal vznikat v době, kdy byla již plně rozvinuta projekce a výstavba prvního úseku podpovrchové tramvaje, na niž musel plně navázat. Došlo tak k ojedinělé situaci, kdy bylo nutné při maximálním využití již rozestavěných úseků, bez přerušení probíhajících staveb PPT a Nuselského mostu a v rekordně krátkých termínech připravit novou koncepci cílového řešení MHD v Praze a prováděcí dokumentaci prvního provozního úseku tratě C metra a následně pokračovat s projektovou přípravou dalších úseků a tratí. Počátky projektování metra spadají do období politického uvolnění a tzv. Pražského jara 1968.

V této době se počítalo, že bude možné vhodně využít spolupráce se Sovětským svazem, která byla zahájena již při budování subsystemu PPT podepsáním společné dohody o spolupráci při výstavbě podpovrchových úseků MHD v Praze v únoru 1966 a v mnoha ohledech přinášela nesporné výhody. Zároveň však bylo zamýšleno při projektování a stavbě uplatnit tuzemské technologie a využít i tehdejší možnosti čerpání zkušeností z měst západní Evropy, odkud bylo plánováno též dovézt zařízení, která nebyla v rámci zemí RVHP dostupná na potřebné technické úrovni. Dopravní i stavební odborníci tak mohli kromě studia podzemních drah v Sovětském svazu (zejména Moskvy) uskutečnit i studijní cesty do Vídně, Mnichova, Frankfurtu, Stockholmu či Milána, kde byly získávány cenné poznatky o různých přístupech k řešení podzemních drah a jejich technického vybavení. Této koncepci odpovídají i první výstupy Studie (cílového) řešení MHD v Praze, kde jsou mj. navrhovány vlastní konstrukce stanic (včetně jednolodních ražených), tuzemská vozidla moderní koncepce a další. Bohužel po roce 1968 se z těchto záměrů podařila realizovat jen nepatrná část. Stavba metra se stala předním symbolem československo-sovětské spolupráce, a jakákoliv další spolupráce se Západem se omezovala jen na dovoz některých specializovaných zařízení. V nových podmínkách období tzv. normalizace, vzniklých po roce 1968, byla orientace na širší uplatnění sovětských technologií a koncepčního přístupu v zásadě jedinou možnou cestou, jak náročnou výstavbu metra v Praze úspěšně zvládnout. I přes řadu negativních dopadů těchto změn je nutné konstatovat, že na spolupráci se sovětskými specialisty, z nichž řada byla uznávanými odborníky ve svém oboru, postupně vyrostla celá generace zkušených tuzemských projektantů, kteří získali cenné praktické zkušenosti s do té doby neznámým budováním rozsáhlých podzemních staveb a byli dobře připraveni i na nástup zcela nových technologických a architektonických možností po roce 1990. (18)

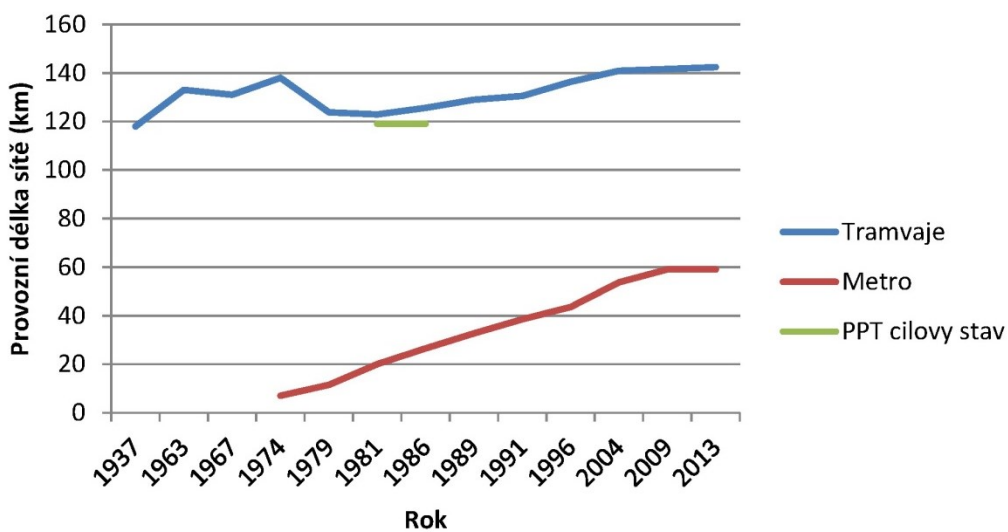
Z hlediska celkového hodnocení a inovačního potenciálu projektu metra v pojetí skutečné realizace, je možné shrnout následující závěry:

- Přistoupení k realizaci výstavby metra v Praze znamenalo volbu nejkvalitnější a nejvýkonnější formy podpovrchové kolejové dopravy, zcela nezávislé na jakýchkoliv dalších dopravních subsystémech a s dostatečnými kapacitními rezervami pro výhledové etapy provozu. Postupem času převzalo metro rozhodující podíl na přepravních výkonech na území hlavního města Prahy (obr. 21).
- Výstavba metra byla také zároveň nejdražší z možných variant – nebylo možné využít prakticky nic ze stávající infrastruktury MHD, etapizace výstavby musela být řešena po delších ucelených provozních úsecích a v horizontu 18 let bylo nutné vybudovat celou základní síť v centru města včetně základního technického zázemí.
- Při projektování nového dopravního systému s páteřní sítí metra bylo zpočátku počítáno se zásadnější redukcí tramvajové dopravy. Roli napáječe metra měla převzít především autobusová doprava, tramvaje měly zůstat zachovány zejména pro obsluhu silně zatížených radiálních větví na předměstí a vybraná tangenciální spojení. S příchodem dvou vln tzv. ropných krizí v letech 1973 a 1979 (37) začalo ve světě docházet k postupnému zásadnímu přehodnocení role elektrické trakce v MHD. Tento trend se postupně začal promítat i do vývoje v tehdejší ČSSR. Začaly se zpracovávat studie perspektivních dopravních subsystémů na bázi tzv. rychlé tramvaje, objevily se nové projekty konvenčních tramvajových tratí a byla snaha o zacelení mezery ve vývoji moderních tramvajových vozidel (v ČSSR období let 1967–1981), analogický vývoj zaznamenává i trolejbusová doprava. V Praze je pozastavena likvidace řady tramvajových tratí a i přes dokončení likvidace někdejší páteřní osy Perštýn – Můstek – Náměstí Republiky / Hybernská (1985) dochází k obratu a opětovnému zahájení systematického rozšiřování sítě (1988 tramvajová trať Motol – Řepy, 1990 důležitá tangenciální spojnice Ohrada – Palmovka, ve stejné době též výstavba tramvajové tratě Braník – Modřany, původně koncipované pro možnost rychlodrážního provozu). Tramvaje se tak v průběhu prvních 30 let výstavby metra postupně transformovaly do nové role kapacitního dopravního prostředku doplňujícího síť metra (obr. 22). V poslední době však tento proces značně stagnuje a není dostatečně využíván potenciál možného rozvoje sítě tramvajové dopravy pro kapacitní náhradu vybraných nejzatíženějších profilů autobusové dopravy.



Obr. 21

Dělna přepravní práce městského dopravce na území hl. m. Prahy metro – tramvaje – autobusy 1937–2013 (do roku 1995 odvozeno ze statistik počtu přepravených osob, od roku 1996 odvozeno od nabídky místových kilometrů). (14), (38)



Obr. 22

Vývoj provozní délky tratí tramvajové dopravy a metra a srovnání s očekávaným cílovým stavem tramvajových tratí u projektu PPT. (7), (38)

- Průměrná cestovní rychlost v subsystému metra činila v roce 1975 30,5 km·h⁻¹, v roce 2012 poté 35,6 km·h⁻¹. (14), (24)
- Výkonnost subsystému metro je dimenzována s dostatečnou rezervou a v nejbližších letech není reálné dosažení mezních hodnot.
- Z hlediska provozovatele byla nepochybně nevýhodná implementace systému OSM do stavební a technologické části metra, které se provozovatel zpočátku (1969) usilovně bránil. Tímto rozhodnutím byla prodražena výstavba i provoz celého subsystému. Požadavky na systém OSM navíc v řadě případů degradovaly dopravní funkce stanic a návazných objektů (např. koncepce přestupních stanic, preference hlubinného založení stanic i v úsecích, kde by bylo přípustné vhodnější řešení).

4.4 Potenciál budoucího rozvoje sítě metra

Území hlavního města Prahy je v současné době dostatečně saturováno sítí tří tratí metra s trojicí přestupních bodů v centru. Záměry dalšího rozvoje sítě můžeme shrnout v následujících bodech:

- ve výstavbě se nachází prodloužení tratě A (úsek V.A) Dejvická – Motol, zprovoznění se předpokládá v I. pololetí roku 2015,
- v projektové přípravě (aktuálně ve stádiu vydaného územního rozhodnutí) se nachází první úsek tratě D Pankrác – Nové Dvory, s jehož realizací se počítá přibližně pro léta 2016–2020 (39).

Další informace lze získat z aktuálně platného Územního plánu hlavního města Prahy, kde jsou zapracovány územní rezervy pro následující provozní úseky metra (40):

- Motol – Letiště Ruzyně (prodloužení tratě A na západním konci)
- Strašnická – Nádraží Hostivař (prodloužení tratě A na východním konci, pro něž je stavebně připraveno větvení ve stanici Strašnická – úsek IV.A)
- Skalka – Dolní Měcholupy – Dubeč (alternativní varianta prodloužení tratě A na východním konci)
- Pankrác – Náměstí Míru (prodloužení tratě D, částečně již v projektové přípravě)

- Náměstí Míru – Žižkov – Ohrada – Vysočanská (prodloužení tratě D za stanicí Náměstí Míru), zakreslena i možnost manipulačního propojení na trať A přes kusou kolej ve stanici Želivského

Trendem posledních let se bohužel stalo potlačování páteřního charakteru sítě metra a výstavba tratí do míst, která nedisponují potřebným potenciálem k plnohodnotnému využití kapacity metra. Dochází tak k velmi spornému směřování vysokých investic do nových tratí metra a následně financování jejich nákladného provozu. Přitom paralelně zůstává nedostatečně využit potenciál rozvinuté a moderně vybavené sítě tramvajové dopravy či železničních tratí. Příkladem může být trasování prodloužení tratě A v oblasti Prahy 6 (V.A), kde byl ignorován značný potenciál tří kapacitních tramvajových tratí na vlastním tělese (kvalita jejich obsluhy bude po zprovoznění metra výrazně zhoršena) a možností jejich dalšího rozšiřování. Zcela přehlížen byl v této oblasti i potenciál budoucí rychlodráhy Praha – Kladno, která by v případě své realizace nabídla podstatně rychlejší a efektivnější spojení do centra města (41). Lokality pro umístění stanic mají dále nedostatečné prostorové rezervy pro budování přestupních terminálů MHD a příměstské dopravy i pro umístování záchytných parkovišť. Tato vybavenost měla být definitivně řešena až u návazného úseku k Letišti Václava Havla, jehož realizace je však čím dál méně pravděpodobná – upřednostnění tramvajové dopravy a ve výhledu rychlodráhy.

Jelikož maximální zatížení tratí metra je po propadech počtu přepravovaných cestujících v MHD v 90. letech v některých úsecích sítě značně pod optimálními hodnotami využití (27), (28) a území hlavního města je v současné době dostatečně pokryto sítí metra jako páteřního dopravního prostředku, měl by se budoucí rozvoj sítě kolejové dopravy více soustředit na využití potenciálu moderní tramvajové dopravy, jejíž výkonnost je pro frekvence, s nimiž je možné na většině potenciálních nových provozních úseků metra počítat, plně vyhovující. Moderním tramvajovým provozem může být v řadě případů docíleno lepšího efektu pokrytí území sítí rychlé a spolehlivé kolejové dopravy při vynaložení podstatně nižších nákladů na výstavbu i provoz. Při vhodné vazbě rychlé tramvajové dopravy na páteřní tratě metra by kapacitní napáječ mohl významně prospět i vytížení okrajových úseků tratí metra. Částečným příkladem může být např. trasování tratě Hlubočepy – Barrandov, vhodně spolupracující s linkou metra B. Tato stavba se bohužel stala na dlouhá léta poslední svého druhu a rozsahu.

Současná literatura (42) uvádí maximální výkonnost jedné traťové koleje moderní povrchové tramvaje v rozmezí 15 000 až 18 000 os·h⁻¹., při podpovrchovém řešení jde toto

rozpětí zvýšit až na 20 000 os·h⁻¹. Z těchto čísel se dostáváme k teoretické denní kapacitě 360 000–480 000 přepravených osob v jedné traťové koleji (v praxi samozřejmě velmi záleží na místních podmínkách, typech použitých vozidel atd.). Průměrná cestovní rychlost se při soudobých možnostech preference a segregace tramvajových tratí může pohybovat v rozpětí 25–30 km·h⁻¹. Dosud nejnovější provozní úsek metra IV.C2 (Ládví – Letňany, zprovozněn 2008) vykazoval ve všední den 05.00–0.00 hod. dle posledního Komplexního přepravního průzkumu metra v roce 2008 rozpětí 14 699–30 282 přepravených osob v jedné traťové koleji. Zátěže v maximální čtvrt hodině zde činily 439–1 193 osob. Nedostatečné vytížení některých úseků metra je řešeno pásmovým provozem, který zhoršuje kvalitu obsluhy území. Cestující jsou uspořádáním povrchové dopravy nuceni přestupovat na metro, kromě časových ztrát přestupem, vstupem a výstupem do/ze stanic metra se tak přidává ještě čekání na nejbližší spoj metra. Těmito časovými ztrátami se v okrajových částech sítě zcela vytrácí jediný kvalitativní náskok metra proti modernímu tramvajovému provozu, kterým je vysoká cestovní rychlost. Provoz veškerých technologických zařízení tunelů i stanic však musí být zajišťován nepřetržitě, stejně tak vozový park musí být dimenzován na maximální špičková zatížení celé tratě.

Proti těmto sporným úsekům metra se v síti MHD stále vyskytují vysoce zatížené profily povrchové dopravy, které jsou stále obsluhovány výhradně autobusovou dopravou (např. jižní sektor města mezi stanicemi metra Budějovická a Kačerov a přilehlými sídlišti, nemocnicí Krč a vzdálenějšími satelitními oblastmi napojenými příměstskou dopravou). Zde by při vhodném trasování a řešení návazné dopravy mohla dobře obstát nová trať metra D. Význam jejího pokračování do centra města (Pankrác – Náměstí Míru, případně dále) je však opět sporný. Trať C má i přes značné zatížení centrální části dosud velké rezervy vůči projektovým hodnotám i výkonu, který zde byl dosahován před rokem 1993. Argumentace nutností vybudování paralelního spojení k Nuselskému mostu, který bude vyžadovat zásadní rekonstrukci, není z dlouhodobého hlediska přesvědčivá. Rekonstrukce mostu je krátkodobou záležitostí v řádu let, zatímco životnost tratě metra se počítá v řádech desítek let (nejstarší úseky podzemní dráhy v Londýně jsou v nepřetržitém provozu již více než 150 let). Organizace dopravy po povodních v roce 2002, kdy bylo nutné za mimořádné situace nahradit hned několik vyloučených úseků metra, prokázala, že povrchová doprava je při vhodných dopravních opatřeních schopna zvládnout dočasnou náhradu kapacity metra. Z tohoto pohledu se tedy jeví výhodnější koncipovat trať D jako větev tratě C ze stanice Pankrác, což by umožňovalo snížit investiční náklady na budování samostatné stanice a manipulační spojky C–D a zároveň by byly rovnoměrněji rozloženy zátěžové proudy v jižní části sítě metra mezi obě tratě.



Obr. 23

Metro do Porto – ukázka perspektivního tramvajového subsystému schopného na vhodných úsecích kvalitativně i kvantitativně nahradit klasické pojetí podzemní dráhy. Povrchové traťové úseky tohoto systému jsou koncipovány jako tradiční městská tramvaj. (foto Robert Mara)



Obr. 24

Metro do Porto – povrchové stanice jsou řešeny jako placený přepravní prostor, mají mírně zvýšené nástupní hrany a vybavenost obvyklou ve stanicích metra. (foto Robert Mara)



Obr. 25

Metro do Porto – koncové stanice jsou řešeny jako ostrovní, úvratňové s velmi snadnou možností budoucího prodloužení. Zásadním rozdílem proti koncepci nových provozních úseků pražského metra je, že pro stejnou úroveň služeb není nutné budovat nákladné a rozsáhlé podzemní prostory s velmi vysokými provozními náklady. (foto Robert Mara)



Obr. 26

Metro do Porto – v centrální části města je tramvaj vedena podpovrchově, stanice odpovídají plnohodnotnému mělce založenému metru, světlé profily tunelů a stanic musejí být větší s ohledem na použití trolejového vedení. V roce 2011 obsluhovalo Metro do Porto 81 stanic, z toho 14 podpovrchových. Jednotlivé provozní úseky byly zprovoznovány od roku 2003 (opět zajímavá paralela s Prahou, kde bylo ve stejné době zprovozněno jen 6 stanic metra). Maximální traťová rychlost činí 80 km·h⁻¹, na vybraných úsecích v centru města (souběh s pěší zónou) je rychlost omezena. Průměrná cestovní rychlost se přesto pohybuje okolo 26 km·h⁻¹. Při minimálním intervalu 90 s a užití dvou spřažených vozidel typu Eurotram (80 sedících, 134 stojících osob) může subsystém nabídnout maximální hodinovou kapacitu v jedné traťové koleji až 17 120 cestujících. (foto Robert Mara), (43), (44)

Inovační potenciál již provozované sítě metra spočívá především v modernizaci její technologické části, kde jsou hlavní priority v oblasti zvyšování spolehlivosti a především snižování energetické náročnosti a nároků na počty zaměstnanců. Stěžejní část opatření byla v této oblasti již realizována. Dalším důležitým bodem je zvyšování přístupnosti stanic pro osoby se sníženou pohyblivostí, které je u starších stanic velmi problematické a v neposlední řadě i přestavba povrchů některých stanic a jejich integrování do nové zástavby. Ve vzdálenějším výhledu přichází do úvahy možnost postupného přechodu na automatický provoz jednotlivých linek, který je v současnosti trendem u nově budovaných tratí metra. U nově projektované linky metra však byl automatický provoz zamítnut a preferováno konvenční řešení kompatibilní s ostatními provozními úseky.

Kapacitní rezervy je možné nalézt v úpravě zabezpečovacího zařízení a provozní technologie pro provoz v projektovém intervalu 90 s (zvýšení stávající reálné maximální propustnosti tratí). Některé stanice jsou stavebně připraveny pro dobudování druhých vestibulů, instalací modernějších ramen eskalátorů je na řadě míst možné zvýšit jejich počet proti původnímu uspořádání (viz stanice I. P. Pavlova).

Značné rezervy dosud skýtá využití potenciálu záchytných parkovišť a směrování IAD ze satelitních oblastí na tato parkoviště. V řadě zahraničních měst je tento potenciál lépe využit i ve vazbě na méně kapacitní dopravní subsystemy (tramvajová doprava). V Praze prozatím schází důsledná a srozumitelná propagační kampaň spojená s prezentací výhod, které tento systém cestujícím přináší. K dalšímu zvýšení atraktivity P+R dále může přispět především proces zpoplatnění vjezdů IAD do centra města.

Kvalitu cestování by dále bylo možné výrazně zlepšit změnou odbavovacího systému a uzavřením metra systémem turniketů. Mezi přednostmi tohoto systému jmenujme poměrně spolehlivou segregaci neplatičů a problémových cestujících, obtěžujících ostatní účastníky přepravy a devastujících zařízení metra či výrazně lepší bilanci výběru jízdného. V kombinaci s elektronickým odbavovacím systémem poté systém turniketů nabízí možnost průběžné tvorby kvalitních statistik o využití metra a směrování jízd. Zásadní nevýhodou instalace turniketů jsou vysoké investiční náklady, které v současnosti brání celoplošnému zavedení.

Závěr

Bakalářská práce splnila vytýčený cíl základního srovnání a zhodnocení vybraných subsystémů podpovrchové dopravy v Praze.

Kapitola 1 obsahuje stručný přehled významných událostí z historie projektování a výstavby podpovrchové kolejové dopravy v Praze. V kapitole 2 byla zdůvodněna volba subsystémů pro srovnání a shrnuty základní údaje o těchto subsystémech. Největší důraz byl kladen na srovnávací část (kapitola 3), kam byla s ohledem na přehlednost umístěna i část dat získaných při analýze. Důraz byl kladen především na vybrané základní charakteristiky, mající bezprostřední vliv na kvalitativní a kvantitativní ukazatele jednotlivých subsystémů. Závěrečné zhodnocení vytváří model možného vývoje daného subsystému v kontextu známých historických skutečností, hodnotí silné a slabé stránky projektu, jeho inovační potenciál a míru uspokojení dopravních potřeb hl. m. Prahy z kvalitativního i kvantitativního hlediska. Pro zachování kompaktnosti a požadovaného rozsahu práce bylo nutné v řadě oblastí analytické, srovnávací i hodnotící části přijmout určitá zobecnění jinak velmi rozsáhlé a složité problematiky.

Z výstupů práce je možné zjistit charakteristické vlastnosti jednotlivých návrhů, jejich kvalitativní a kvantitativní možnosti a zároveň odvodit, jak dlouho by tato řešení byla schopna vyhovět nárokům na rychlou a spolehlivou podpovrchovou kolejovou dopravu na území hlavního města Prahy. Uvedeny jsou i vlastní náměty autora k budoucímu rozvoji podpovrchové kolejové dopravy v Praze. Ta by se od klasického pojetí metra měla ubírat spíše směrem k moderním tramvajovým tratím, dnes obvykle označovaným jako Light Rail Transit. Tyto subsystémy jsou schopny metro ve středně zatížených profilech (kolem 15 000 os·h⁻¹) plnohodnotně nahradit a mohou být přitom kompatibilní se stávajícím subsystémem. Tramvajové vozy Škoda 14T a 15T jsou pro provoz na tramvajových tratích vyšších technických parametrů uzpůsobeny a po odstranění rychlostního omezení mohou být provozovány i na úsecích s maximální traťovou rychlostí 80 km·h⁻¹. Budování systémů Light Rail Transit obvykle vyžaduje nižší investiční i provozní náklady než je potřeba pro klasické metro.

Literatura a informační zdroje

1. Generální projekt pražských podzemních drah – trati A, B, C. *Povšechný návrh sítě podzemních drah, technická zpráva č. 11*. [Průvodní zpráva projektu]. Praha : Projekční kancelář podzemní dráhy v Praze, 1941.
2. **Fojtík, Pavel**. *30 let pražského metra*. Praha : Dopravní podnik hl.m. Prahy, 2004.
3. **Mölzer, Eustach**. Nynější stav projektu městské rychlodráhy v Praze. *Technický obzor*. 1939, Sv. Zvláštní otisk z čísel 10 a 11.
4. **Pícha, Václav**. Pražské metro – stručná zpráva k projektu. *Technický obzor*. 1946, Zvláštní otisk z čísel 1–10.
5. **Hořejš, Miloš**. *Protektorátní Praha jako německé město*. Praha : Mladá Fronta, 2013.
6. *Sborník z konference Řešení podpovrchových úseků městské hromadné dopravy v Praze – Diskusní příspěvky*. Praha : Závodní pobočky ČSVTS Pražského projektového ústavu a DP hl.m. Prahy, 1963.
7. *Zpráva o přípravě a řešení městské hromadné dopravy v Praze*. Praha : Národní výbor hlavního města Prahy, 1966.
8. **Fojtík, Pavel – Mara, Robert**. *Encyklopedie pražské MHD – svazek 40 let pražského metra*. Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, 2014.
9. **Jirsák, Z. – Horešovský, J. – Thoř, V. – Streit, J.** *Metro a doprava v Praze*. Praha : Dopravní nakladatelství, 1958.
10. *Ideový projekt metra*. Praha : Městská plánovací komise ÚNV hl. m. Prahy – Projekční skupina Metra, 1953.
11. **Fischer, Jan – Fischer, Ondřej**. *Pražské mosty*. Praha : Academia, 1985.
12. Wikipedia.org. *Brussels Metro*. [Online] [Citace: 15. 04 2014.]
http://en.wikipedia.org/wiki/Brussels_Metro.

13. Wiener Untergrund. *Ustrab-Strecken*. [Online] [Citace: 15. 04 2014.]
<http://wiener-untergrund.at/ustrab.shtml>.
14. *Ročenky dopravy*. Praha : Ústav dopravního inženýrství, Technická správa komunikací, Praha, 1988–2013.
15. **Kobr, Svatopluk**. *Městská hromadná doprava v Praze*. Praha : Pražský projektový ústav, 1965.
16. *Metro Praha – trasa C, I. provozní úsek Sokolovská – Kačerov, výtah z projektu*. Praha : Metroprojekt Praha, 1973.
17. Studie podpovrchové hromadné dopravy v Praze. *Studie provozně-technického zabezpečení tunelových tras*. Praha : Pražský projektový ústav, 1963.
18. **Kyllar, Evžen a kol.** *Praha a metro*. Praha : Gallery, 2004.
19. *Historický lexikon obcí České republiky 1869–2005*. Praha : Český statistický úřad, 2006.
20. Český statistický úřad. *Obyvatelstvo, domy, byty a domácnosti podle Sčítání lidu, domů a bytů 2011*. [Online] [Citace: 09. 05 2014.] www.scitani.cz/csu/2013edicniplan.nsf/p/20000-13.
21. Souhrnné projektové řešení stavby b I. useku MHD . *Souhrnná technická zpráva*. Praha : Projektový ústav dopravních a inženýrských staveb, 1967.
22. **Bulíček, Josef**. Propustnost železniční dopravy - Studijní opora. Pardubice : Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2011.
23. Studie městské hromadné dopravy - Dopravní část. Praha : Útvar hlavního architekta hlavního města Prahy, 1963.
24. **Bolotov, V. A. – Škrdla, B. – Mráček, M. – Slepíčka, L.** Praktické poznatky z provozní technologie podzemních drah. [Skriptá]. Žilina : Fakulta provozu a ekonomiky dopravy Vysoké školy dopravy a spojů v Žilině, 1975.
25. Zpráva o technickém stavu metra a zajištění jeho údržby po pětiletém provozu. Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, 1979.

26. Rozvoj systémů městské hromadné dopravy. *Provoz a údržba metra*. Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, závodní pobočka ČSVTS, 1989. Sv. Sekce A – svazek 1.
27. *Vyhodnocení komplexního přepravního průzkumu metra 1995*.
Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy a. s., 1995.
28. Komplexní přepravní průzkum metra 2008 – Stručný přehled výsledků.
Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy a. s., 2008.
29. Tramvajnoje vagony T-3. Moskva : Transport, 1977.
30. **Mara, Robert**. *Projekt R1, aneb vozidlo, které nedostalo šanci*. Praha : Dopravní vydavatelství Malkus, 2008.
31. **Mara, Robert – Prosický, David**. *Elektrické vozy Ečs, aneb průkopníci v pražském metru*.
Praha : Dopravní vydavatelství Malkus, 2009.
32. *Sborník z konference Řešení podpovrchových úseků městské hromadné dopravy v Praze. Referáty*. Praha : Závodní pobočky ČSVTS Pražského projektového ústavu a DP hl.m. Prahy, 1963.
33. *Technické podmínky pro projektování metra*. Praha : Federální ministerstvo dopravy, 1972.
34. Podrobný návrh pražských podzemních drah, trať Dejvice – Pankrác. *Průběh trati A, TZ č. 12*. [Technická zpráva k projektu]. Praha : Projekční kancelář podzemní dráhy v Praze, 1941.
35. **Provazník, Zdeněk**. *Provozní příručka pro pracovníky metra*. Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, Výchovné a vzdělávací zařízení, k. ú. o., 1982.
36. **Lídl, Václav – Janda, Tomáš**. *Stavby, kterým doba nepřála*. Praha : Ředitelství silnic a dálnic, 2006.
37. Investiční web. *Ropná krize v 70. letech*. [Online] [Citace: 20. 05 2014.]
<http://www.investicniweb.cz/univerzita/zajimavosti/2011/1/27/ropna-krize-v-70-letech-jak-rust-cen-ropy-vysoka-inflace-daly-vzniknout-stagflaci/>.
38. *Statistické ročenky Dopravního podniku hl.m. Prahy*. Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, ročníky 1974 až 2012.

39. Trasa metra D – aktuality a vývoj projektu. *Novemetro.cz*. [Online] [Citace: 20. 05 2014.]
<http://www.novemetro.cz/>.
40. Výkresy územního plánu hl. m. Prahy. *Praha.eu*. [Online] [Citace: 20. 05 2014.]
<http://mpp.praha.eu/app/map/VykresyUP/>.
41. Modernizace trati Praha – Kladno s připojením na letiště. *Praha-Kladno.cz*. [Online] SŽDC.
[Citace: 20. 05 2014.] <http://www.praha-kladno.cz/>.
42. **Kubát, B. - Pejša, J. - Jacura, M. - Trešl, O.** *Městská a příměstská kolejová doprava*.
Praha : Wolters Kluwer ČR, 2010. 978-80-7357-539-7.
43. Metro do Porto – Annual Report 2011. Porto : Metro do Porto, S.A., 2012. ISSN: 1645-1694.
44. Metro do Porto – Life in a Motion. [Online] [Citace: 20. 05 2014.]
<http://www.metroporto.pt/en>.