

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie



**PRAŽSKÉ METRO – ANALÝZA HISTORICKÉ
AKCESIBILITY OBYVATEL PŘI VYUŽITÍ GIS**

PRAGUE'S METRO – ANALYSIS OF HISTORICAL
DEVELOPMENT OF ACCESSIBILITY WITH THE USE OF GIS

Bakalářská práce

Lukáš Píro

srpen 2008

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Tomáš Hudeček

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem všechny použité prameny řádně citoval.

Jsem si vědom toho, že případné použití výsledků této práce mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze dne 20. srpna 2008

.....

Lukáš Píro

Pražské metro

- analýza historické akcesibility obyvatelstva při využití GIS

Abstrakt

Cílem této práce bylo vytvoření modelů akcesibility centra Prahy pomocí linek metra a tramvají. Modely byly sestrojeny k letům 1980, 2000 a 2020. Na základě těchto modelů byly vytvořeny v GIS software mapy časové dostupnosti centra Prahy. Dále byla věnována pozornost změnám v akcesibilitě ve sledovaném období.

klíčová slova: akcesibilita, GIS, Praha, metro, síťová analýza

Prague's metro – Analysis of Historical Development of Accessibility with the Use of GIS

Abstract

This bachelor thesis deals with creating the models of accessibility of the centre of Prag with use of lines of metro and tram. The models are constructed to years 1980, 2000 and 2020. Using this models and network analyst are constructed the maps of accessibility in the GIS software. There are watched changes in the accessibility between years 1980 - 2020.

keywords: accesibility, metro, GIS, Prague, network analyst

OBSAH

Seznam obrázků, grafů a tabulek	5
1 Úvod	6
2 Současný stav sledované problematiky	7
2.1 Akcesibilita	8
2.2 Síť, síťová analýza	8
2.3 Další dopravní terminologie	9
2.4 Historie systému pražského metra a tramvají	11
3 Tvorba modelu dopravní dostupnosti	16
3.1 Všeobecné zásady	16
3.2 Systém metra	17
3.3 Systém sítě tramvajových tratí	19
3.4 Silniční síť	25
3.5 Komplexní model	26
3.6 Výpočet akcesibility	27
3.7 Přepočtení souřadnic GPS (WGS-84) do S-JTSK	28
4 Zóny dostupnosti centra Prahy	29
4.1 Akcesibilita obyvatelstva	30
4.2 Územní dostupnost	35
5 Diskuse a závěr	37
Seznam zdrojů informací	39
Seznam příloh	42

SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Obr. 1	Změny sítě metra vzhledem k sledovaným rokům	13
Tab. 1	Ztráta vyplývající z přemístění	17
Tab. 2	Linkové intervaly metra	18
Tab. 3	Stanovení jízdních dob na lince A	19
Tab. 4	Stanovení jízdních dob na lince D	19
Obr. 2	Příklad rozdělení tramvajové sítě na úseky	21
Obr. 3	Příklad řešení přestupu tramvaj - tramvaj	25
Tab. 5	Přehled vytvořených datových souborů	26
Tab. 6	Akcesibilita obyvatelstva	30
Graf 1	Vývoj akcesibility obyvatelstva	30
Obr. 4	Akcesibilita centra Prahy roku 1980	31
Obr. 5	Akcesibilita centra Prahy roku 2000	33
Obr. 6	Akcesibilita centra Prahy roku 2020	34
Graf 2	Vývoj akcesibility území	35
Tab. 7	Dostupnost území	36

KAPITOLA 1

Úvod

Tématem této práce je akcesibilita centra Prahy Pražany pomocí páteřního systému pražské MHD. Zejména se zaměřuje na vývoj systému pražského metra a srovnává změny v akcesibilitě spolu se změnami ve vývoji systému metra. Věnuje pozornost i pravděpodobné podobě systému MHD v blízké budoucnosti.

Nejdůležitějším a nejnáročnějším úkolem bylo vytvoření modelů sítě páteřního systému pražské MHD v odpovídající kvalitě a přesnosti. Modely byly vytvořeny v GIS prostředí ArcGIS 9.2 firmy ESRI. Vzhledem k náročnosti konstrukce těchto modelů bylo navzdory smělým plánům přistoupeno k sestavení tří modelů - a to k letům 1980, 2000 a 2020. Na základě těchto modelů pak byly pomocí síťové analýzy konstruovány mapy zachycující akcesibilitu. Tyto mapy byly podrobeny dalším analýzám - je sledován vývoj podílu obyvatelstva a velikosti území Prahy dostupného do daného časového okamžiku.

Akcesibilita centra Prahy v pojetí této práce vyjadřuje, jak snadno může být centrum Prahy dosaženo jeho obyvateli z ostatních míst na území města, přičemž sledovaným měřítkem náročnosti je čas potřebný pro dosažení centra. V práci je tedy akcesibilita chápána čistě jako časová dostupnost.

Hlavním výstupem této práce jsou mapy akcesibility a modely dopravní dostupnosti uložené v digitální podobě na příloženém CD-ROM.

KAPITOLA 2

Současný stav sledované problematiky

Tématu akcesibility se věnuje ve svých pracích množství autorů, velmi časté jsou prognózy změn v akcesibilitě regionů po vybudování nové dopravní infrastruktury ve srovnání se současnou situací (např. GUTIÉRREZ a URBANO (1996), HILBERT a ARENDT (2002)). KNOWLES (1996) popisuje na příkladu manchesterské aglomerace změnu ve výběru dopravního prostředku obyvatelstvem k dopravě do centra města, z osobních aut a autobusů na metro, po vybudování systému lehkého metra - a tedy zvýšení akcesibility centra. GOLIAS (2002) ve svém článku zdůrazňuje nejen nosnou úlohu systému metra po jeho vybudování v Athénách, ale i generativní efekt v okolí stanic nového způsobu dopravy, kdy až 25 % cestujících v oblasti pochází z nových bytů nebo pracovních míst vybudovaných v okolí stanic metra.

Blízká tématu této práce je např. práce HILBERTa a ARENDTa (2002), kteří se mimo jiné také věnují akcesibilitě obyvatelstva pomocí veřejné dopravy, i když nikoli na úrovni města ale státu.

2.1 Akcesibilita

„Není důležité, co lidé dělají, ale co mohou dělat.“ (HODGE, 1997)

„Mobilita a akcesibilita jsou hlavními determinantami životního stylu a prosperity.“

(BELL, IIDA, 1997)

„Akcesibilita je základním prvkem vyjadřujícím vztah mezi územím a dopravním systémem.“

(HANSON, 1986)

Akcesibilita, tedy dopravní dostupnost, vyjadřuje v náročnost pohybu mezi dvěma místy. Čím více se tato náročnost pohybu zmenšuje, tím se místa stávají vzájemně dostupnější a akcesibilita roste. Tendence k interakci dvou míst se zvyšují současně s růstem akcesibility. Akcesibilita tedy významně ovlivňuje vzájemnou atraktivitu různých lokalit. Akcesibilita v dané oblasti je ovlivněna především strukturou a kapacitou dopravní sítě (BELL, 1997).

Suzan HANSON (1986) definuje akcesibilitu v užším slova smyslu dvěma způsoby: jako dostupnost z daného místa (bydliště, zaměstnání), tedy, jak je obtížné dostat se z této lokality do všech ostatních destinací; a jako dostupnost daného místa, tedy jak obtížná je cesta z ostatních destinací do dané lokality.

Pomocí změn akcesibility v čase lze dospět k jistým geografickým zdůvodněním. Např. dle HANSON (1986) je socioekonomický rozvoj území přímo spojen s mírou akcesibility. Čím se území stává rozvinutější, roste populace, zaměstnanost a tím zpětně narůstají nároky na dopravní infrastrukturu. Pokud dopravní infrastruktura zvýšenou zátěž neunes, stává se lokalita hůře dostupnou, což může předznamenávat omezení jejího rozvoje a možný přesun aktivit do jiné (dostupnější) oblasti. HILBER a ARENDT (2002) považují dobrou akcesibilitu za důležitou lokalizační výhodu regionu.

2.2 Síť, síťová analýza

Dopravní síť se rozumí sítí, ve které může být zachycen pohyb obyvatel, vozidel nebo zboží (BELL, IIDA 1997). Každá dopravní síť je v matematickém pojetí reprezentována grafem, sestávajícího se ze souboru hran a uzlů. Hrany zastupují pohyb mezi uzly, které vyjadřují reálné body v prostoru (BELL, IIDA 1997). Hrany spojují vždy dva uzly, uzly mohou spojovat dvě a více hran. Hrany mohou být směrovány, tedy v nich může být specifikován směr pohybu, každý směr může nabývat jiné hodnoty, nebo nemusí být směrovány. Dvě hrany se nazývají paralelní, spojují-li dva stejné body a jsou směrovány stejným směrem. Hrany mohou být

charakterizovány různým způsobem, např. délkou (v metrech), cenou (časem stráveným na cestě, kombinací času a vzdálenosti), nebo kapacitou hrany.

Pohybem v dopravní síti se rozumí přesun mezi počátečním a cílovým bodem. Počátečním a cílovým bodem mohou být specifické budovy, např. domov nebo zaměstnání, případně i jednotlivé oblasti - záleží na stupni generalizace. Počáteční a cílový bod v síti jsou reprezentovány zvláštním typem uzlu, z kterého může (ale nemusí) vycházet pouze jedna hrana. (BELL, IIDA 1997).

Cestovní chování v dopravní síti je řízeno cenou, primárně je tedy sledována cena cesty v síti. Nejdůležitější komponentou ceny cesty je čas strávený na cestě, lze do ní započítat také další přímé náklady, jako jízdné, spotřebu paliva, parkovací poplatky ad. V případě, že se kombinuje cena času a přímé náklady, je třeba čas ocenit, tj. přepočítat na peněžní hodnotu. Tato práce se zabývá časovou dostupností, cena cesty v síti je tedy hodnocena pouze podle času.

Sítě lze dle způsobu dopravy rozdělit na dva základní druhy - sloužící individuální (silnice, cyklostezky, cesty) a hromadné dopravě (silnice, železnice, tratě MHD). Dochází-li v analýze k volbě způsobu dopravy, je třeba oba způsoby vhodně zkombinovat a mimořádně dbát na správné ocenění hran v obou typech sítí. Každý způsob dopravy má své jedinečné charakteristiky. Je třeba umožnit změnu způsobu dopravy, toto změnu náležitě ocenit, stejně tak je třeba počítat s pěší docházkou na a ze zastávek.

Je zřejmé, že na vyjádření dopravní sítě ve městě je potřebné enormní množství informací. Jak tvrdí BELL a IIDA (1997): „Návrh dopravní sítě je umění kompromisu“. Vzhledem k náročnosti vyjádření všech vztahů v síti jsou i pro potřeby této práce zkonstruované modely sítě velkým kompromisem pokoušejícím se co nejvhodněji zachytit reálnou situaci.

2.3 Další dopravní terminologie

Časová dostupnost centra Prahy

„Časovou dostupností centra Prahy se rozumí spotřeba času cestujících při cestách prostředky hromadné dopravy k dosažení těžiště centra města. Za těžiště se považuje chodníková úroveň u výstupů ze stanice metra Můstek. Do této doby se započítává doba čekání na první dopravní prostředek, souhrn všech cestovních dob, časové čekání při přestupech včetně čekání na další dopravní prostředek. U metra se započítává i doba potřebná k překonání vzdálenosti mezi chodníkovou úrovní u vstupu do metra a středem nástupiště stanice metra, a to jak při nástupu, tak při výstupu.“ (DRDLA, 2005).

Pro účely této práce byla pro výpočet celkové dostupnosti navíc uvažována časová dostupnost stanic hromadné dopravy, kterou je dle DRDLA (2005) „spotřeba času pro dosažení

nejbližší stanice hromadné dopravy od bydliště nebo pracoviště po veřejné komunikaci“. Součtem časové dostupnosti centra Prahy ve smyslu Drdlovy definice a časové dostupnosti stanic hromadné dopravy byla získána celková akcesibilita centra Prahy.

Centrum města

Centrum města je uvažováno podle definice DRDLY (2005) - tedy jako chodníkové úrovně u výstupů ze stanice metra Můstek (viz dříve). Takto pojatá definice centra Prahy jistě není bez problémů. Její velkou nevýhodou je jistá „diskriminace“ linky metra C, která daným centrem (na rozdíl od linek A, B) neprochází. Výhodou je naopak její jednoznačnost a snadná použitelnost v modelu.

Bylo uvažováno i o jiných vymezeních centra – jako historického jádra (Pražské památkové rezervace) (SÝKORA, 1996) – takto pojaté centrum však zaujímá příliš velkou oblast, navíc jistě není jako centrum chápáno Pražany denně do centra dojíždějícími.

Dále bylo o centru uvažována jako o území vymezené přestupními stanicemi metra – Můstek, Muzeum, Florenc – i toto vymezení však bylo příliš obsáhlé a často centrum nedefinující (je Florenc více v centru než Karlovo náměstí ?).

Páteřní linky MHD

Linky MHD lze dělit na dvě základní skupiny: kmenové (páteřní), tj. základní síť MHD pro pokrytí základních dopravních potřeb města, jde např. o linky městských kolejových či tramvajových rychlodrah či tramvají, přičemž rychlodráhou se rozumí „kolejový subsystém hromadné dopravy, jehož jednou ze základních charakteristik je důsledná segregace od ostatní dopravy ve městě a okolí“ (DRDLA, 2005). Tuto podmínku plně splňuje pražské metro, ale už ne železniční příměstské linky (linky „S“), které tedy nelze považovat za linky MHD. Akcesibilitu hodnotím právě pomocí takto definovaných páteřních linek MHD.

Druhou skupinou se rozumí linky doplňující (doplňkové), které zajišťují plošné pokrytí ve vztahu k linkám páteřním - tvořená především autobusy.

2.4 Historie systému pražského metra a tramvají

Do roku 1974

Úzké ulice Starého Města pražského byly pro městskou dopravu překážkou prakticky už od jejího počátku. Křivolaké, často jednokolejné tratě nespĺňovaly nároky na rychlou a kvalitní přepravu cestujících, a proto není divu, že první návrh na vybudování pražské podzemní dráhy Ladislava Rotta pochází již z konce 19. století. V té době však byla idea podzemní dráhy dopravními podniky ještě zavržena jako naprosto nepotřebná.

První reálný projekt na výstavbu pražského metra má své kořeny v meziválečném období, konečný projekt byl konsorciem Škodových závodů a šesti dalších velkých inženýrských firem předložen v roce 1941. Vlivem válečných událostí však připravená stavba nakonec zahájena nebyla.

Po válce byl tento projekt oprášen, ale přes počáteční optimistické vyhlídky bylo z ekonomických důvodů od výstavby upuštěno a Výhledový plán dopravního podniku z roku 1949 už s podzemní dráhou v reálném výhledu nepočítal. V poválečném období byla celkově zanedbávána údržba i výstavba nových tramvajových tratí, což bylo dáno jak neujasněným výhledem na další rozvoj pražské městské dopravy, tak jistou naddimenzovaností sítě z doby 1. republiky a tedy dostačujícím stávajícím stavu tramvajové sítě (FOJTÍK, 2002).

Stále oddalované řešení dopravní situace mělo za následek velké zhoršení dopravní situace v především v centru Prahy. Roku 1962 bylo rozhodnuto o základní funkci tramvají v systému pražské MHD a o převedení tramvajové sítě pod zem v nejzatíženějších úsecích. Vznikla tak tzv. „Investiční studie“, v které byla definována výstavba tří podzemních tunelů vedoucích pod centrem města, zpravidla kopírující trasu současných linek metra. Na začátku roku 1966 začala výstavba první části tratě C v úseku Hlavní nádraží - Pankrác, který měl být zprovozněn v roce 1971. V úseku byla započítána i výstavba Nuselského mostu.

Zahájení provozu metra

Roku 1967 však došlo usnesením vlády na základě zahraničních expertiz ke změně již probíhajících prací na výstavbu metra. Vlivem nutných technologických změn tak nebyl termín zprovoznění tratě dodržen a první souprava podzemní dráhy vyjela v pravidelném provozu pro veřejnost až 9. května 1974. Trať v provozní délce 6,6 km měla v úseku Florenc¹ - Kačerov 9 stanic a znamenala začátek velkých změn v systému MHD v Praze.

1 Některé dřívější názvy stanic měly politický podtext a neměly nic společného s lokalitou, kam byly umístěny.

V práci není toto historické značení respektováno, v celém jejím rozsahu jsou použity pouze jejich současná pojmenování.

Zejména se změnil pohled na tramvajovou dopravu jako nosnou část systému MHD, z nových projektů došlo k realizaci jen minima z nich. Období let 1974 - 1985 je význačné rušením tramvajových tratí podle zásady neslučitelnosti souběhu tramvajových tratí s linkami metra. Počítalo se s vyloučením tramvajové dopravy z celého centra města do roku 1990. Ovšem nerušilo se jen v centru a zvažovalo se i rušení tratí v Michli, do Hostivaře, na Spořilov (FOJTÍK, 1995). K těmto extrémním zásahům do tramvajové sítě nedošlo, i tak Praha cítí důsledky těchto změn dodnes a dochází k obnovám zrušených traťových úseků (Laurová - Radlická, Václavské náměstí) za nemalé finanční prostředky.

Do roku 1980, tedy do doby, kterou zachycuje první model akcesibility, byla síť metra rozšířena již jen o první a druhý úsek linky A (Dejvická - Želivského) a druhý úsek linky C (Kačerov - Háje).

Do roku 2000

Po roce 1980 byl zprovozněn třetí a na delší dobu poslední úsek linky C z Holešovic na Florenc, začalo se s výstavbou linky B, trať A postupně získávala dnešní podobu, kdy na úseku s manipulačním provozem Želivského - hostivařské depo byly vystavěny nové stanice Strašnická a Skalka.

Po letech úpadku byla tramvajová síť významněji rozšířena až roku 1988 novostavbou tramvajové trati z Motola na Řepské sídliště, na opačné straně Prahy pak byla vystavěna trať Ohrada - Palmovka (1990), posledním významným rozšířením do roku 2000 byla trať Braník - Sídliště Modřany.

Současnost

Poslední stanice na lince B byla díky nedostatku finančních prostředků veřejnosti otevřena až téměř 3 roky po zprovoznění úseku metra až na Černý Most. Tím byla tato trať dokončena, s jejími dalšími úpravami se prozatím nepočítá. K roku 2004 byla prodloužena linka C do Ládví, v květnu 2008 byl zprovozněn zatím poslední úsek této linky s konečnou stanicí Letňany. Roku 2006 byla otevřena stanice v hostivařském depu, do této stanice zajíždí pouze každá druhá souprava na lince A.

Od roku 2000 nastala v tramvajové síti pouze jedna významější změna - novostavba tratě na Barrandov.

Budoucnost

Metro

Vymezení úseků metra, které by měly být v provozu do roku 2020, bylo značně problematické, neboť neexistuje jednotný plán postupu výstavby po dokončení úseku Ládví -

Letňany. V práci se vychází ze záznamu z jednání výboru dopravy ZHMP ze dne 8.2.2007 (nejaktuálnější jednání věnující se komplexně dalšímu vývoji sítě metra a tramvají v Praze). Nejpravděpodobnější je zahájení výstavby prodloužení trasy A z Dejvické ve směru Letiště Ruzyně. Projekt metra na letiště však ještě není zanesen v územním plánu HMP, aktuálně teprve probíhá proces změny územního plánu. I v případě, že se podaří změnu územního plánu ještě letos prosadit a výstavba prodloužení metra A bude příští rok zahájena, není zdaleka jisté, zda povede až na letiště, zvláště bude-li letiště na centrum napojeno rychlodráhou. Je tedy těžké říci, v jaké podobě bude síť metra rozšířena. Např. podle zdrojů z roku 1995 (FOJTÍK, 1995) měla předcházet výstavba prvního úseku linky D poslednímu úseku linky C, který byl dokončen letos...

Po dostavbě linky C měla být na řadě výstavba linky D, která je již v územním plánu zanesena. Po změně priorit HMP na výstavbu metra na letiště je však termín zahájení realizace projektu nejistý a je silně závislý na čerpání finančních prostředků z evropských fondů. V modelu z roku 2020 je uvažováno s velmi optimistickou variantou zprovoznění obou uvažovaných úseků v plné délce.

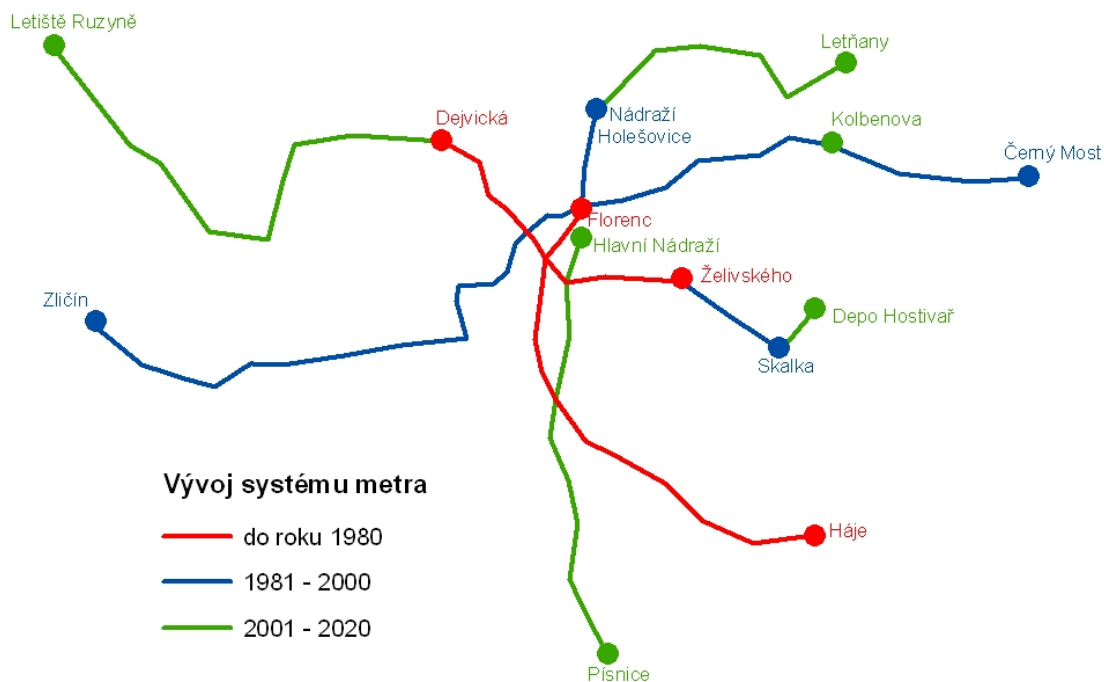
Vývoj sítě metra je vzhledem ke sledovaným letům graficky znázorněn na Obr. 1.

Tramvaje

Model k roku 2020 se snaží zachytit také změny v síti tramvajových tratí. Uvažovány jsou nové tratě, jejichž projekty byly projednávány opět na jednání výboru dopravy ZHMP dne 8.2.2007. Mimo tyto projekty samozřejmě existuje množství dalších návrhů, do modelu však zahrnuty nebyly. Je tedy zřejmé, že tento model je nutné brát s patřičnou rezervou, jednotná koncepce budování dalších tratí bohužel neexistuje, použitá tramvajová síť bude mít s velkou pravděpodobností jinou podobu.

Většinou se jedná o prodloužení stávajících tratí, je zahrnuto i částečné obnovení trati na Václavském náměstí. Umístění zastávek vychází z informací dostupných u jednotlivých projektů a v územního plánu HMP.

Obr. 1: Změny v síti metra vzhledem ke sledovaným letům



zdroj: FOJTÍK (2005), MHMP, URMHMP

Jednotlivé uvažované budoucí úseky:

Laurová - Radlická: úsek ve výstavbě, zprovoznění plánováno na září 2008. Na 1,1 km nové tratě vzniknou nové zastávky Radlická škola a konečná Radlická (vazba na metro B). Od trati se slibuje jednak zlepšení dopravní dostupnosti Radlic, jednak vybudování plnohodnotného zakončení trati smyčkou místo nevyhovujícího provizorního tramvajového trojúhelníku, kde byla nutná úvrať.

Počernická - Sídliště Malešice - Černokostelecká

Nahrazení nevyhovující (nekapacitní, neekologické) autobusové dopravy v oblasti malešického sídliště kapacitní kolejovou dopravou. Trať bude realizována v rámci stávajícího uličního prostoru, zastávky situovány přibližně v umístění dnešních zastávek autobusů MHD.

Barrandov - Holyně - Slivenec

Prodloužení stávající trati Hlubočepy - Sídliště Barrandov o délce cca 1,5 km. Bude zahrnovat 3 nové zastávky (pracovní název Kaskády, Holyně, Slivenec). Navrhovaná trať vede sice mimo současnou zástavbu, je však předpoklad rozvoje území a nové zástavby, trať bude tvořit páteř dopravní obsluhy MHD, na ní bude navázána autobusová doprava.

Předpokládaná realizace: konec roku 2009.

Podbaba - Podbaba ČD - Suchdol

Účelem je napojit rozvíjející se městskou část Suchdol na páteřní síť MHD. Celková délka trasy bude cca 4,9 km. V první etapě se počítá s prodloužením stávající tratě o cca 300 m přímo na nástupiště železniční zastávky Praha - Podbaba (uvažované s optimalizací žel. tratě 090 v úseku Praha Bubeneč - Praha Holešovice). V další fázi je navrhováno prodloužení do centra Suchdola (tím mj. i dopravní obsluha ČZU), zakončení u Suchdolského zámku, vybudování terminálu Suchdol (přestup na regionální autobusy, P+R parkoviště).

Modřany - Nové Dvory

Výstavba tratě úzce vázána na výstavbu linky metra D (přestupní bod Nové Dvory), propojení Modřan s Libuší, napojení Modřan na metro, náhrada autobusové dopravy, termín realizace nejasný, nicméně v ÚP zanesena.

Václavské náměstí

Uvažována pesimističtější varianta (prosazovaná radnicí Prahy 1) návratu tramvají pouze do horní části Václavského náměstí (po Jindřišskou - Vodičkovu ulici), předpoklad zlepšení spojení Vinohrad s centrem Prahy. S výstavbou se uvažuje v souvislosti s rekonstrukcí Václavského náměstí a přeložení magistrály za Národní muzeum.

Městský most Zlíchov - Dvorce

Propojení tratí na opačných březích Vltavy. Pro model dostupnosti centra nemá význam, proto v modelu neuvažován.

KAPITOLA 3

Tvorba modelu dopravní dostupnosti

Model je tvořen sítí systému metra, tramvají a sítí veřejných komunikací na území Prahy. Sít' veřejných komunikací byla převzata z kolekce map ČR Města (CEDA, a.s.), sít' systému metra a tramvají byla pro tuto práci vytvořena nově. Komplexní sít' MHD v Praze byla navržena podle zásad definovaných dále v této kapitole. Modely dopravní sítě i výsledné mapy jsou vytvořeny v souřadném systému S-JTSK.

3.1 Všeobecné zásady

Uzly síťového grafu tvoří stanice metra, zastávky tramvají, konce linií silnic a množství dalších pomocných uzlů využitých k vyjádření fungování systému MHD. Hrany pak tvoří spojnice těchto uzlů vyjadřující průběh linek metra a tramvají, jednotlivé uliční úseky a pomocné hrany vyjadřující vztahy (čekání na spoj, přestup) v systému MHD.

Každá hrana je oceněna časem, který je spotřebován na přesun z počátečního do cílového bodu (v minutách), vybrané hrany byly oceněny v každém směru jinou cenou. Jiné ocenění hran v obou směrech slouží k vyjádření různé časové náročnosti pohybu v každém směru - např. k nástupu do dopravního prostředku je nutné započítat dobu čekání na spoj, při výstupu je tato složka nulová. Spotřeba času v souvislosti s dopravou byla hodnocena na základě údajů zjištěných z oficiálních jízdních řádů pro ranní dopravní špičku běžného (neprázdninového) pracovního dne. Pro všechny tři modely je použit aktuální jízdní řád, změny v jízdních dobách jsou zanedbávány.

Ranní dopravní špička je období mezi 6:00 - 9:00, kdy se vytvářejí koncentrované

proudy cestujících do škol a zaměstnání. Během ranní špičky se přepraví kolem 30 % celkového denního množství přepravených cestujících, přitom nejkoncentrovanější jsou proudy mezi 6:30 a 7:30 hod. (KUBÁT a PENC, 2000). Pro všechna tři průřezová období byla cena zjištěna z aktuálního (platného v roce 2008, bezvýlukový stav) jízdního řádu (umístěného on-line na webu dopravního podniku) a to jako interval platný v 7:00 hod. ráno. Nebyl-li pro daný úsek údaj dostupný, byl odvozen (viz dále).

Pro hodnocení časových ztrát v přestupních uzlech bylo využito směrného ukazatele definovaného ve skriptech DRDLY (2006) - průměrná ztráta vyplývající z přemístění při přestupu ve všech přestupních uzlech (tpc) - nominální hodnoty ukazatele jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 1: Ztráta vyplývající z přemístění

start	cíl	tpc (min.)
chodníková úroveň výstupu z metra	střed nástupiště stanice metra	1,5
metro	povrchová MHD	2,6
metro	metro	2,2

zdroj: DRDLA (2006)

3.2 Systém metra

Stanice pražského metra (situace k roku 2005) byly získány z kolekce map ČR Města - soubor mapových podkladů ČR Praha, CEDA a.s.. Umístění stanic zprovozněných po roce 2006 (Depo Hostivař, Střížkov, Prosek, Letňany a předpokládané stanice vybudované do roku 2020) bylo získáno zjištěním jejich GPS souřadnic ze serveru mapy.cz a následným přepočtem do souřadného systému S-JTSK.

Předpokládané umístění stanic linky metra D a stanic Střížkov, Prosek, Letňany bylo zjištěno z územního plánu hl. m. Prahy (www.praha-mesto.cz). Zdrojem pro umístění stanic úseku Dejvická - Letiště Ruzyně byla studie firmy Metroprojekt uveřejněná taktéž na Informačním serveru pražské radnice.

V síti bylo třeba vyjádřit základní parametry akcesibility, tedy dobu nutnou k přemístění se z povrchu na nástupiště metra a dobu čekání na metro. Tento časový interval je vyjádřen v pomocných hranách propojující síť metra se silniční (tramvajovou) sítí. V těchto hranách je vyjádřen také čas nutný k výstupu ze stanice podzemní dráhy (potřebný zejména v cílové stanici Můstek, ale užitečný třeba i ve stanicích na lince C blízko centra - např. Muzeum - kde lze

uvažovat výhodnost případného pěšího přesunu do centra nad přestupem). Bylo tedy využito možnosti zadat pro každý směr hrany (pod zem, na povrch) jiné ocenění.

Vzhledem k tomu, že do centra ve smyslu této práce, směřují pouze linky A a B, bylo nutno zajistit také možnost přestupu z linek C a D. Tento problém byl vyřešen nespojitostí linek v přestupních uzlech (Florenc, Muzeum a Náměstí Míru; Můstek - není nutno řešit, je centrem). Pro přestupní stanice bylo tedy nutné vytvořit pomocný bod, který se stal uzlem (zastupujícím stanicí) na jedné z linek, na druhé lince zastupoval stanicí původní uzel. Tyto body pak byly propojeny pomocnou hranou vyjadřující časovou náročnost přestupu, tj. součet časové náročnosti přesunu z jednoho nástupiště na druhé (2,2 min.) a poloviny intervalu linky metra (1,25 min. na obě linky), na kterou je přestupováno. Přesnost modelu tím nijak neutrpěla, neboť oba body vyjadřující přestupní stanici, mají vyveden výstup na stejném místě. Obejití přestupu v analýze také není možné, neboť cesta po pomocných hranách vyjadřujících přestup je nejvýhodnější možná spojnice obou bodů. Pro stanici Florenc nebylo třeba žádný pomocný bod vytvářet, neboť ve zdrojové vrstvě (CEDA) je již vyjádřen výstup pro každou stanici jiným bodem.

Linkové intervaly metra v období dopravní špičky pro jednotlivá období jsou uvedeny v Tab. 2. V modelu k roku 2020 není uvažováno případné krácení intervalů a jsou použity současné hodnoty, interval linky D byl odvozen od intervalu linky C.

Tab. 2: Linkové intervaly metra

rok	linka A	linka B	linka C	linka D
1980	2,5 min.	-	2,5 min.	-
2000	2,5 min.	2,5 min.	1,75 min.	-
2020	2,5 min.	2,5 min.	1,75 min.	1,75 min.

zdroj: www.dpp.cz, FOJTÍK (1986)

Projekty na výstavbu nových tratí metra bohužel neobsahují předpokládané jízdní doby vlaků metra. V projektu prodloužení linky A je pouze uvažována dostupnost stanice Můstek (tj. stanice v centru města i v našem pojetí) z předpokládaných stanic Motol (14 min.) a Letiště Ruzyně (24 min.). Tyto údaje byly uvažovány při stanovení jízdních dob v mezilehlých úsecích. Tyto jízdní doby byly určeny rozdělením známých jízdních dob v poměru blízkém poměru délek mezilehlých úseků - viz Tab. 3.

Tab. 3: Stanovení jízdních dob na lince A

úsek se známou časovou náročností			mezilehlé úseky		
vymezení	délka (km)	jízdní doba (min.)	vymezení	délka (km)	jízdní doba (min.)
Motol - Dejvická	5,7	8	Červený Vrch - Dejvická	2,1	3
			Veleslavín - Červený Vrch	1,3	2
			Petřiny - Veleslavín	0,9	1
			Motol - Petřiny	1,4	2
Letiště Ruzyně - Motol	6,8	10	Bílá Hora - Motol	1,3	2
			Dědina - Bílá Hora	1,9	3
			Dlouhá Míle - Dědina	0,8	1
			Letiště Ruzyně - Bílá Hora	2,8	4
Letiště Ruzyně - Dejvická	12,5	18	Letiště Ruzyně - Dejvická	12,5	18

zdroj: www.praha-mesto.cz, vlastní výpočet

Poznámka: délka úseků byla zjištěna z vytvořeného modelu linek, vzhledem k téměř přímkovým vedením tunelů metra byl celkový rozdíl oproti projektu přijatelný - 0,3 km

Problematictější bylo stanovení jízdních dob úseků linky metra D. Zde jsem bylo předpokládáno, že jízdní doby metra D budou podobné jízdním dobám linky C v úseku Hlavní nádraží - Háje (tratě mají podobné charakteristiky - rozdíl jejich délek nepřesahuje 1 km, na 1 zastávku vychází v úseku linky C cca 1 km, na lince D cca 1,1 km, oproti tomu by bylo srovnávání např. s novostavbou linky A nevhodné (průměrná vzdálenost zastávek větší než 1,5 km).

Tab. 4: Stanovení jízdních dob na lince D

úsek	délka (km)	jízdní doba (min.)
Písnice - Libuš	1,4	2
Libuš - Nové Dvory	0,6	1
Nové Dvory - Zálesí	1,3	2
Zálesí - Nádraží Krč	1,0	2
Nádraží Krč - Olbrachtova	1,0	2
Olbrachtova - Pankrác	0,9	1
Pankrác - Náměstí Bratří Synků	1,5	2
Náměstí Bratří Synků - Náměstí Míru	1,2	2
Náměstí Míru - Hlavní nádraží	1,0	2
Písnice - Hlavní nádraží	9,9	16

zdroj: vlastní výpočet

3.3 Systém sítě tramvajových tratí

Aktuální síť tramvajových zastávek byla získána nalezením jejich GPS souřadnic na serveru mapy.cz a následným přepočtem těchto souřadnic do systému S-JTSK. Z těchto údajů pak byl vytvořen datový soubor. Historické umístění zastávek (k roku 1980) bylo získáno odečtem z plánu Prahy z roku 1980 a podle historických schémat systému tramvají. Umístění projektovaných zastávek vychází z dříve uvedených dostupných zdrojů.

Jízdní doby nových úseků byly získány podobně jako jízdní doby linky metra D, pro

srovnání byla použita trať podobných parametrů (předcházející úsek trati, popř. hodnoty obvyklé pro jízdu v centru města - Václavské náměstí). Interval a počet linek na nových tratích byl stanoven podle navazujících úseků (předpoklad, že na trati pojedou všechny linky, které končí v navazujícím bodě).

Prvotně byla vytvořena síť systému tramvajových linek jako spojnice zastávek, a to tak, že bylo vyjádřeno vedení všech linek. Velikost hrany byla opět určena podle jízdního řádu. Tento jednoduchý model ovšem nebyl pro projekt vhodný právě pro svoji jednoduchost, z parametrů akcesibility zachycoval pouze souhrn cestovních dob, nikoli však dobu čekání na první dopravní prostředek nebo dokonce dobu čekání na další dopravní prostředek (tj. přestup). Doba čekání na první dopravní prostředek by šla zachytit obdobně jako u systému metra - čili jako polovina intervalu tramvaje směřující požadovaným směrem. V případě, že by daným směrem jely 2 tramvaje, jednalo by se o polovinu poloviny průměrného intervalu, obecně:

$$T = \frac{(I_1 + I_2 + \dots + I_n)}{2n}$$

kde T je průměrná doba čekání na soupravu, I_1, \dots, I_n je velikost intervalu linek jedoucích daným směrem, n je počet linek jedoucích daným směrem

Poslední parametr akcesibility, doba strávená přestupem však v tomto modelu snadno vyjádřit nejde. Analogie způsobu vyjádření přestupu v systému metra není použitelná, neboť vzhledem k možnosti souběžného vedení linek, jejich všemožnému větvení (a případně naopak opětovnému sbíhání), nelze jednoznačně určit přestupní body. Pokud bychom definovali přestupní bod v každém místě větvení tramvajové linky, docházelo by k narušení modelu v důsledku neúměrného narůstání jízdních dob (čas na přestup by byl načítán i v případě cesty přímou linkou), naopak úplné vypuštění této problematiky také není možné - při nerespektování vedení linek by vedlo k opačnému problému - vyjádření mnohých oblastí dostupnějšími, než skutečně jsou.

Bylo tedy přistoupeno k úpravě sítě systému tramvají následujícím způsobem:

Celistvá tramvajová síť byla rozdělena na množství menších „podsítí“ - tj. izolovaných úseků, které nebyly napojeny na zbytek tramvajové sítě. Každý tento úsek spádoval k určité stanici metra. Předpoklad v modelu tedy je, že je pro cestujícího časově výhodnější využít tramvaj k nejbližší vhodné stanici metra a odtud pokračovat v cestě do centra vlakem metra. Toto chování cestujícího je naprosto logické, na výpočet akcesibility v síti nemá tato úprava tramvajové sítě žádný znepřesňující vliv. Je-li nejrychlejším dopravním prostředkem metro, je zřejmé, že je výhodnější tohoto prostředku využít a v nejbližším místě na metro přestoupit. Směrem k centru bylo třeba provádět kontrolu, není-li rychlejší použít k dopravě pouze tramvaj bez přestupu na metro. Až na několik vyjímek v nejbližší blízkosti centra (Karlovo náměstí, Národní třída, Hlavní nádraží, Náměstí Republiky) bylo metro vždy výhodnější. Tam, kde bylo výhodnější nepřestupovat z tramvaje na metro, nebyla tramvajová síť přerušena.

Tím došlo k rozdělení tramvajové sítě na množství úseků, ve kterých je řešení situace mnohem jednodušší (častokrát se jedná o úseky vedoucí v jednom směru, se stejnými linkami, případně stejným počtem linek). Bylo-li určení stanice metra, ke které úsek tramvajové trati spadá, na první pohled nejasné, bylo nutné úsek vymežit na základě výpočtu hraničního bodu.

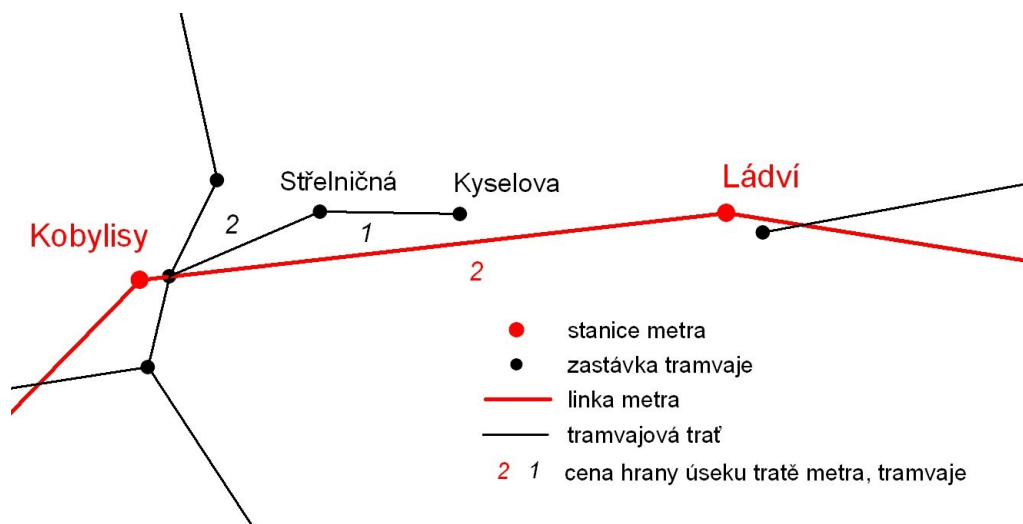
Pro určení hraničního bodu mezi sférami vlivu jednotlivých stanic metra bylo použito výrazu:

$$|AX| = \frac{|AB| - (|VA| - |VB|)}{2}$$

kde A,B jsou stanice metra, X je hraniční bod (v případě, že je zastávka umístěná přímo v hraničním bodě, je indiferentní, případně-li ke stanici A či B); VA, VB je časová dostupnost stanice Můstek ze zastávek A, B v min.; |AX| je vzdálenost stanice A od hraničního bodu tramvajů v min., |AB| je vzdálenost stanic A, B tramvajů v min.

Na Obr. 2 je na příkladu znázorněno rozdělení tramvajové sítě na jednotlivé úseky. Zde je situace poměrně jednoduchá, ve sledovaném úseku Ládví – Kobyličky se počet linek na tramvajové trati nemění. Stanice Kobyličky je centru o 2 minuty blíže než-li Ládví. Z vzorce pro určení hraničního bodu vyplývá, že hraniční bod je ve vzdálenosti 3 minut od stanice Kobyličky, tedy 1 minutu od stanice Ládví. Vychází tedy přesně do zastávky Kyselova, která byla přiřazena ke stanici Kobyličky. Stejně tak mohla být přiřazena ke stanici Ládví, na model by to nemělo vliv.

Obr. 2: Příklad rozdělení tramvajové sítě na úseky



Poznámka: vzdálenost Kyselova – Ládví je 1 minuta

Zejména v modelu k roku 1980 nebyl tento způsob určení hraničního bodu zcela použitelný. Vlivem malého rozsahu sítě metra narostly tyto úseky do velkých rozměrů. Potom byla výše uvedenou metodou zjištěna přibližná poloha hraničního bodu. Okolní body pak byly podrobeny analýze, kde se zjišťovala jejich dostupnost k daným stanicím metra, přičemž byly zohledněny změny v nástupních intervalech a vedení linek.

Vzhledem k složité situaci vedení linek v centru města byly některé nejbližší zastávky řešeny individuálně – pomocnou hranou, která je spojila přímo s centrem. Jednalo se o zastávky Náměstí Republiky, Národní třída, Štěpánská. Při určení velikosti této hrany byly zanedbány přestupy, na krátké časy jsou přestupy nevýhodné jednak časově (čekací interval pouze na přímou linku je menší než součet doby čekání na 1. linku v daném směru a přestupu v následné zastávce)², jednak co se pohodlí cestujícího týče. Nelze také opomenout, že cena jízdy byla roku 1980 úměrná počtu přestupů - tarif dopravního podniku nepřipouštěl jednorázové přestupní jízdenky v povrchové dopravě (zatímco v metru ano³) (FOJTÍK, 2004). Hrana je tedy oceněna časem, za který do centra dojde tramvaj na přímé lince, doba čekání na spoj je určena jako doba čekání na přímou linku, linky směřující mimo centrum jsou zanedbány.

V místě, kde je dosaženo přestupní zastávky na metro, je provedeno propojení tramvajové zastávky a stanice metra pomocnou hranou. Velikost této hrany odpovídá součtu doby nutné k přemístění na nástupiště metra (2,6 min.) a polovině intervalu linky metra. S možností přestupu z metra na tramvaj není v modelu všeobecně počítáno.

Propojení systémů sítě metra, tramvají a veřejných komunikací

Systém pomocných hran propojujících systémy metra a tramvají v místě stanic a zastávek byl vysvětlen již dříve. Zatím však nebylo objasněno, jak byly získány uzly umožňující napojení MHD na síť veřejných komunikací.

Ke každé stanici metra byly vytvořeny průsečíky silniční sítě a třicetimetřového okolí stanice (bufferu vyjádřeného kružnicí). Následně byly od původní vrstvy silnic oříznuty úseky silnic spadající do tohoto třicetimetřového okolí. Z úseků silnic spadajících do daných okolí byl vytvořen nový datový soubor, stejně jako ze zbylých úseků od nichž byly úseky spadající do okolí ořezány. Do modelu dostupnosti pak byla každá vrstva zařazena zvlášť, čímž došlo k vytvoření uzlů na dříve celistvé hraně a nebyla narušena spojitost hrany (silnice). Pomocné

-
- ² V modelu k roku 1980 byl tento princip použit u více zastávek, samozřejmě vlivem značně složitější sítě tramvají, zejména díky chybějící lince B. Tramvajové linky ve směru od Smíchova a Modřan byly ukončeny v zastávce Palackého náměstí, na opačné straně byly linky ze směru Palmovka a Vltavská ukončeny v zastávce Bílá labuť, ze směru Strossmayerovo náměstí pak v zastávce Náměstí republiky.
 - ³ V tramvajích bylo možné použít pouze jednorázové jízdenky pro daný spoj (technické omezení označovače). Na metro jízdenky neplatily, jízdné v ceně 1,- Kč se vybíralo při průchodu turniketem. Toto omezení samozřejmě neplatilo pro časové kupony.

hrany poté byly vedeny z bodů vyjadřujících stanici právě do těchto průsečíků (uzlů).

Napojující body k tramvajové síti byly získány podobným způsobem, jediným rozdílem bylo použité pouze poloviční, patnáctimetrové okolí. Menší okolí bylo použitelné díky bližšímu umístění tramvajových zastávek ke komunikaci (často přímo na silnici). Čas potřebný k cestě okolím je zanedbáván.

Nacházely-li se zastávky (stanice) mimo 15 m (30 m) dosah od komunikace, bylo použito pomocných hran směřujících do nejbližších uzlů na silniční síti, a to pokud možno v co nejvíce směrech. K této situaci docházelo zejména při napojování nových zastávek v modelu k roku 2020, ke kterým není v mnoha případech v současnosti zavedena dopravní komunikace. Velikost těchto hran je již uvažována, je s nimi zacházeno jako s běžnou komunikací. Delší hrany bylo nutno využívat především v místech předpokládaných zastávek k roku 2020.

Pomocí těchto hran byla opět vyjádřena časová náročnost čekání. Pro každou uvažovanou tramvajovou zastávku byla vypočtena průměrná doba čekání na soupravu - podle již výše zmíněného vzorce

$$T = \frac{(I_1 + I_2 + \dots + I_n)}{2n}$$

Nutno podotknout, že velikost špičkového intervalu naprosté většiny linek je 8 minut. Vyjímkou je linka číslo 9 jezdící v intervalu 4 minuty. Fojtík (1986) uvádí pro rok 1980 průměrný špičkový interval všech tramvajových linek 8,26 minuty, pro zjednodušení je v modelu roku 1980 přiřazen interval 8 minut plošně všem linkám.

Opět je využito možnosti udělit jedné hraně dvojí cenu podle jejího směru. Ve směru na nástupiště zastávky má hrana velikost odpovídající době čekání na spoj, v opačném směru pak nulovou hodnotu (výstup ze soupravy).

Řešení možnosti přestupu tramvaj - tramvaj

Ačkoli byla tramvajová síť rozdělena na úseky, které spadovaly k daným stanicím metra, v případě, že se i na tomto malém úseku linky vícekrát křížily, nebylo zachycení průjezdu sítí stále jednoduché. Složitost tohoto problému vzrůstala směrem do minulosti - čím starší pohled na systém MHD, tím menší byla síť metra a tedy rozlehlejší, komplexnější a složitější tramvajová síť (kterou nebylo možno přichytit na uzlový bod - stanici metra). Extrémně náročné řešení si vyžádala severní a severovýchodní část Prahy při zachycení situace k roku 1980 (absence linky metra B a linka metra C byla ukončena už na Florenci).

Bylo postupováno následovně:

Nechť K je křižovatkou tramvajových linek, A_1, \dots, A_n jsou poslední zastávky před K,

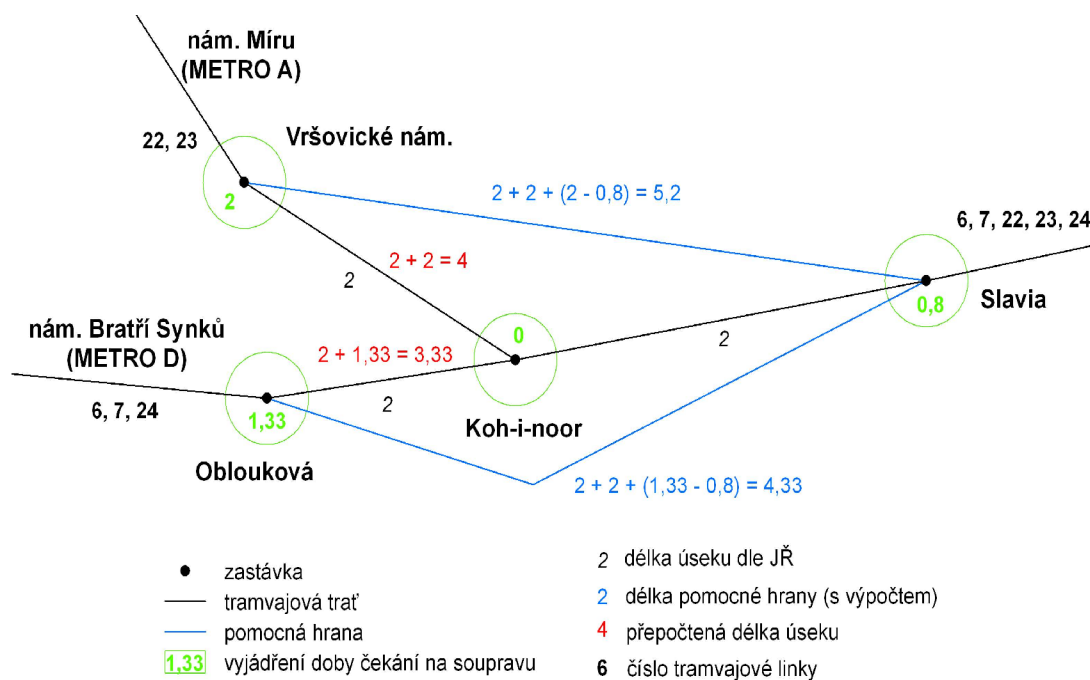
B_1, \dots, B_m jsou první zastávky za K (uvažujeme tedy o průchodu sítě v daném směru). Nechť I je doba čekání na spoj v daném bodě, I_{KB_m} je doba čekání na spoj ve směru B_m v místě K , $I_{A_n B_m}$ je doba čekání na přímý spoj z A_n do B_m . n nabývá hodnot $1 \dots n$, m nabývá hodnot $1 \dots m$. Potom lze přestup vyjádřit takto:

1. Spoj body A_n, B_m pomocnou linkou. Uvažuj pouze takové kombinace, pro které existuje relace v podobě přímé tramvajové linky.
2. Pomocná linka bude mít velikost (cenu) rovnou součtu $|A_n K| + |KB_m| + (I_{A_n B_m} - I_A)$
3. I_K polož rovné 0
4. Hrany KB_m pro budou mít novou přepočtenou velikost rovnou $|KB_m| + I_{KB_m}$

Vyřešený příklad je znázorněn na Obr. 3. Výhodou tohoto způsobu je jistě jeho přesnost. Pokud mají pomocné hrany spojující A_n, B_m menší velikost než je $|A_n K| + |KB_m|$, je časově nejvýhodnější využít přímou linku bez přestupu v K . Ve velikosti pomocné hrany je pak zohledněn i dopočet doby nutné na čekání na přímý spoj, oproti době čekání na první spoj v daném směru. Je-li naopak velikost pomocné hrany spojující A_n, B_m větší velikost než $|A_n K| + |KB_m|$, pak je časově výhodnější využít prvního spoje, dojet s ním do K , zde přestoupit a pokračovat ve směru B_m . Doba čekání na spoj v bodě K je pak vyjádřena ve velikosti hrany KB_m .

Velkou nevýhodou je jeho náročnost. Jedná se sice o základní aritmetiku, ale vzhledem k velkému množství početních operací není reálné řešit takto každou křižovatku. Při globální aplikaci této metody by bylo nutné sledovat průběh každé linky (resp. každého svazku paralelně vedoucích linek) a propojovat každý bod A_n patřící ke křižovatce K_x pro x z $1 \dots x$ s každým bodem B_m patřícím ke křižovatce K_x ve směru této linky (svazku linek). Jinak by v průběhu cesty sítě docházelo k nežádoucímu načítání času spotřebovaného na čekání na spoje. Proto je tato metoda v modelu použita jen ve vyjimečných situacích, kdy nebylo možné jednodušším způsobem rozhodnout o rozdělení tramvajové tratě na úseky náležející k daným stanicím metra nebo při vyjádření možnosti přestupu v takto rozdělených atomických úsecích nabývajících většího rozsahu.

Obr. 3: Příklad řešení přestupu tramvaj - tramvaj



3.4 Silniční síť

Síť veřejných komunikací byla převzata z kolekce map ČR Města (CEDA, a.s.). Jedná se o středové linie úseků uliční sítě, přičemž jsou zachyceny i středové úseky významných cest. Ze sítě byly vyřazeny úseky spadající do kategorie „silnice pro motorová vozidla“, které jsou dle definice vyhrazeny pouze motorovým vozidlům, a jsou tedy pro pěší docházku dle zákona nepoužitelné.

Tato síť již nebyla dále upravována. Zachycuje stav k roku 2005 a byla použita k analýze pro všechna tři průřezová období. Rozdíly v silniční síti jsou tedy v historické analýze vzhledem k nedostupnosti datového souboru ke sledovaným letům zanedbávány.

Jako délka hran v silniční síti je vyjádřena časová náročnost přesunu o vzdálenost odpovídající délce komunikace. Délky silnic jsou známy (vypočtené v ArcGISu). Počítáno je s rychlostí pohybu 1,25 m/s. Tato rychlost je definována jako rychlost pohybu průměrně zdatného jedince při docházce na zastávku MHD (DRDLA, 2005), je běžně používána i v jiných dopravních analýzách a studiích (např. ŠUBRT, 2003).

3.5 Komplexní model

Pro každý rok byly tedy vytvořeno 12 datových souborů (celkem tedy 36), komplexně vyjadřujících páteří systém MHD a možnou pěší dostupnost centra a zastávek MHD. Přehled souborů je uveden v Tab. 5.

Tab. 5: Přehled vytvořených datových souborů

název vrstvy	význam
Mxxxx_linky	vedení linek metra, velikost podle jízdního řádu
Mxxxx_pomocne	vyjádření přestupu v rámci sítě metra
Mxxxx_pomocne_prop	propojení sítě metra a uliční sítě, délkou vyjádřena doba čekání na spoj, přesun do stanice/ ze stanice na povrch
Mxxxx_pomocne_prop_dlouhe	propojení sítě metra a uliční sítě, délkou vyjádřena doba čekání na spoj, přesun do stanice/na povrch, doba přesunu ke stanici
M-T_xxxx_prop	propojení sítě metra a tramvají, délka = čas spotřebovaný na přesun do stanice a čekání na soupravu
TRAMxxxx_linky	vedení linek metra, délka dle jízdního řádu, případný přepočít za přestupní stanici
TRAMxxxx_pomocne	vyjádření přestupu v rámci sítě tramvají
TRAMxxxx_pomocne_prop	propojení sítě tramvají a ulic, délkou doba čekání na spoj
TRAMxxxx_pomocne_prop_dlouhe	propojení sítě tramvají a ulic, délkou doba čekání na spoj a doba potřebná k přesunu na zastávku
SILNICE_orezane	uliční síť oříznutá okolím zastávek a stanic, cena = délka (m)/ 1,25 (m/s)
SILNICE_umetra	silnice v okolí stanic metra, cena = délka (m)/ 1,25 (m/s)
SILNICE_utram	silnice v okolí zastávek tramvají, cena = délka (m)/ 1,25 (m/s)

Poznámka: za xxxx náleží dosadit rok (1980, 2000, 2020)

Pro každý průřezový rok byly soubory sloučeny v jednu geodatabázi. Dle definovaných pravidel by vytvořen Network dataset - tj. model akcesibility. V této komplexní síti pak byla prováděna síťová analýza.

Pro výpočet polygonů, které vyjadřují časovou dostupnost centra v daném časovém intervalu, byl použit nástroj „Finding a service area“ v rozšíření „Network analyst“ programu ArcGIS 9.2. Vypočtené service area je oblast (polygon), obklopující všechny dostupné objekty sítě, zde všechny ulice, popř. uliční úseky, dostupné do zadaného časového intervalu od zvoleného bodu (tj. zde centra města). Zadáním více různých hodnot omezujících tuto oblast lze získat více polygonů, a tak zachytit změnu dostupnosti v závislosti na čase.

Za centrum jsou tedy zvoleny chodníkové úrovně u výstupů ze stanice metra Můstek. V

modelu centrum tvoří 7 bodů (roku 1980 jen 3), které reprezentují napojení výstupů metra na uliční síť. Akcesibilita je tedy počítána vzhledem k těmto sedmi (třem) bodům. Počítáno je s dostupností centra, počítá se tedy s dostupností do těchto bodů, nikoli směrem od centra.

Akcesibilita je počítána do 40 minut dostupnosti centra, mapa rozlišuje intervaly po 10 minutách. Doba 40 minut byla zvolena vzhledem k dostupnosti centra z nejvzdálenější možné stanice metra, tj. Letiště Ruzyně. Z této stanice je centrum dostupné za cca 30 minut, dalších 10 minut vyjadřuje minimální docházkovou vzdálenost (VUKAN, 2000).

Z výpočtu polygonů vyjadřujících service area jsou opomenuty vrstvy zahrnující systém metra a tramvají (včetně veškerých pomocných propojovacích hran), polygony se tedy počítají pouze nad vrstvami vyjadřující silniční síť (síťová analýza však v sítích systému metra a tramvají samozřejmě probíhá). Je to nutné k tomu, aby model vyjadřoval dostupnost na povrchu, tedy opravdu od okamžiku, kdy se člověk ocitne na ulici, a nedocházelo ke zkreslení v situacích, kdy je sice dostupnost centra ze stanice/zastávky ve stanoveném limitu (polygon by byl protažen úzkým výběžkem až k zastávce), ale pro dostupnost obyvatelstva je nutno ještě započítat čas na čekání na soupravu či cestu do nitra stanice.

Model v současném provedení nelze použít pro vyjádření akcesibility směrem z centra, při výpočtu délek pomocných hran jsem o modelu bylo uvažováno z důvodu časové náročnosti výpočtů jen jako o jednosměrném, proto by bylo nutné pro případné zobousměrnění modelu pomocné hrany přepočítat, případně i upravit jejich vedení a znovu analyzovat spádovost úseků tramvajových tratí ke stanicím metra.

3.6 Výpočet akcesibility

Kromě získání map vyjadřujících časovou dostupnost centra Prahy z daného místa bylo cílem práce určit, pro jak velkou část obyvatel bylo centrum dostupné do daného časového intervalu. Vzhledem k tomu, že jsem neměl k dispozici data za obyvatelstvo roku 1980 a především za rok 2020, a k (drobným) změnám administrativních hranic Prahy r. 1986, jejichž zachycení není náplní této práce, byla tato analýza zpracována pouze nad daty ze SLDB 2001 a nad statistickými jednotkami z téhož roku.

Celkem 903 ZSJ bylo vyjádřeno jako polygony, které byly pro potřeby analýzy převedeny na body, přičemž každý bod byl umístěn ve středu polygonu. ZSJ pak byla reprezentována tímto bodem. Počet obyvatel, kterým je centrum dostupné do daného časového intervalu, pak byl určen jako součet počtu obyvatel v bodech, které byly umístěny uvnitř polygonů vyjadřujících dostupnost v daném časovém úseku.

Pro výpočet velikosti dostupného území byla použita stejná metodika jako pro výpočet podílu akcesibilního obyvatelstva.

3.7 Přepoččet souřadnic GPS (WGS-84) do S-JTSK

Jak již bylo zmíněno, pro umístění zastávek tramvají a novějších stanic metra byly zjištěny jejich GPS souřadnice ze serveru mapy.cz. Tyto souřadnice jsou vyjádřeny v souřadném systému WGS-84, pro jejich správné zobrazení v souřadném systému mapy (S-JTSK) je bylo nutné vhodným způsobem přepočítat.

Pro přepoččet existuje několik freewarových programů, např.:

- WGS84toSJTSK (autor doc. Zdeněk Hrdina, FEL ČVUT)

(<http://www.geospeleos.com/Mapovani/WGS84toSJTSK/WGS84toSJTSK.exe>)

- Matkart (autor Bohuslav Veverka)

(http://www.kartografie.ic.cz/matkart/g/program/vb105_sjtsk_wgs84_tam_a_zpet.exe)

- WGS84 (autor Jakub Kerhart)

<http://www.geospeleos.com/Mapovani/WGS84toSJTSK/Wgs84.exe>

- DoKrovi (autor Jan Wild)

<http://www.ibot.cas.cz/personal/wild/data/DoKrovi.exe>

Tyto programy srovnává ve své práci KUBÁTOVÁ (2007). Při přepočtu z WGS-84 do S-JTSK měly všechny programy podobné výsledky - střední souřadnicová chyba byla podle Kubátové 0,24 - 0,27 cm. Použil jsem program DoKrovi Jana Wilda, který jako jediný umožňoval dávkové zpracování celého souboru souřadnic. Odchylka polohy při převodu nepřesahuje dle autora programu 1 m na celém území ČR. Přepočtené souřadnice pak již nebyl problém lokalizovat v programu ArcGIS a vytvořit z nich datovou vrstvu.

KAPITOLA 4

Zóny dostupnosti centra Prahy

SÝKORA (2001) dělí Prahu na pět základních geneticko-morfologických zón - městské centrum (historické jádro, případně MČ Praha 1 a 2), vnitřní město, vilové čtvrtě a zahradní města, sídliště postavená za komunismu a příměstská zóna. Zóny tvoří více či méně souvislé prstence okolo centra města. Co se týče počtu obyvatel, je nejvýznamnější zóna sídlišť, kde žije více jak 40 % obyvatel Prahy a zóna vnitřního města tvořená kompaktní zástavbou činžovních domů a starých průmyslových oblastí, kde žije téměř 30 % obyvatel. Ve 2 zónách s největší koncentrací obyvatel žije tedy 70% podíl pražského obyvatelstva, tyto zóny přitom zabírají necelých 35 % území města Prahy. Naopak centrum Prahy podlelo komercializaci a je osídlené nejméně.

Lze tedy předpokládat, že k výraznému zlepšení akcesibility obyvatelstva vzhledem k centru Prahy dojde zejména při zavedení nové dopravní infrastruktury, zejména tedy tratí podzemní dráhy, právě do oblastí s největší hustotou zalidnění.

Naproti tomu změny v dostupnosti území nelze očekávat výrazné změny, právě pro soustředění výstavby systému páteřní kolejové dopravy do míst s největší hustotou zalidnění.

4.1 Akcesibilita obyvatelstva

Podíly obyvatelstva dostupného v daných časových intervalech jsou uvedeny v Tab. 6. V tabulce jsou uvedeny kumulativní četnosti.

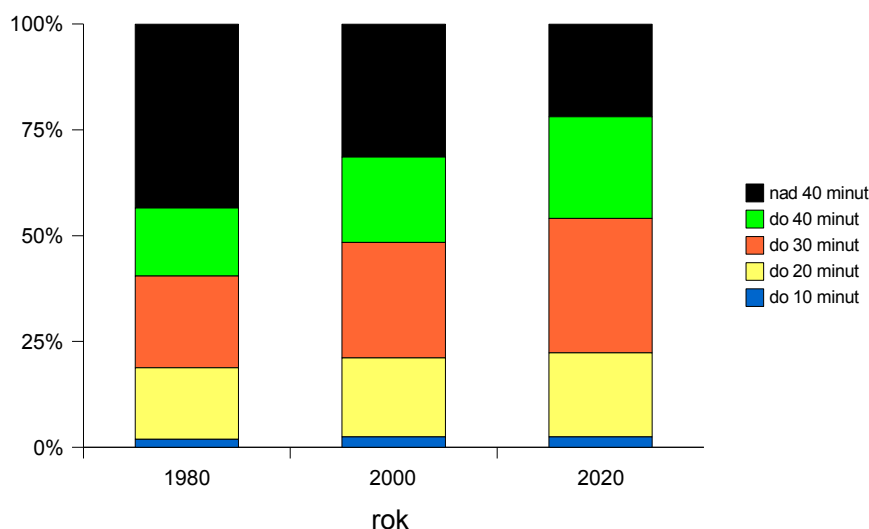
Tab. 6: Akcesibilita obyvatelstva

	1980		2000		2020	
	obyvatel	%	obyvatel	%	obyvatel	%
do 10 min.	21 986	1,88	29 097	2,49	29 093	2,49
do 20 min.	219 394	18,77	247 036	21,13	260 865	22,31
do 30 min.	473 425	40,49	566 098	48,42	632 079	54,07
do 40 min.	660 993	56,54	802 153	68,61	912 727	78,07
nad 40 min.	508 113	43,46	366 953	31,39	256 379	21,93

zdroj: SLDB 2001

Z grafu 1 je jasně zřetelné zlepšení akcesibility mezi lety 1980 a 2000 i mezi rokem 2000 a výhledem do roku 2020. Nejvíce je zřetelný posun v „makrokategoriích“ obyvatelstvo dostupné MHD a nedostupné MHD (poměr v roce 1980 6:4, roku 2000 7:3 a výhled předpokládá poměr až 8:2), přičemž největší přírůstek zaznamenává dostupnost centra v intervalu 20 - 30 minut, kdy s pokračující výstavbou linek metra se stávají v této kategorii dostupná i některá sídliště. Malý podíl obyvatel dostupných do 10 minut je způsoben jistě jak nevhodným charakterem centra města pro bydlení tak i metodikou - největší roli zde ve způsobu dopravy zaujímá pěší docházka.

Graf 1: Vývoj akcesibility obyvatelstva

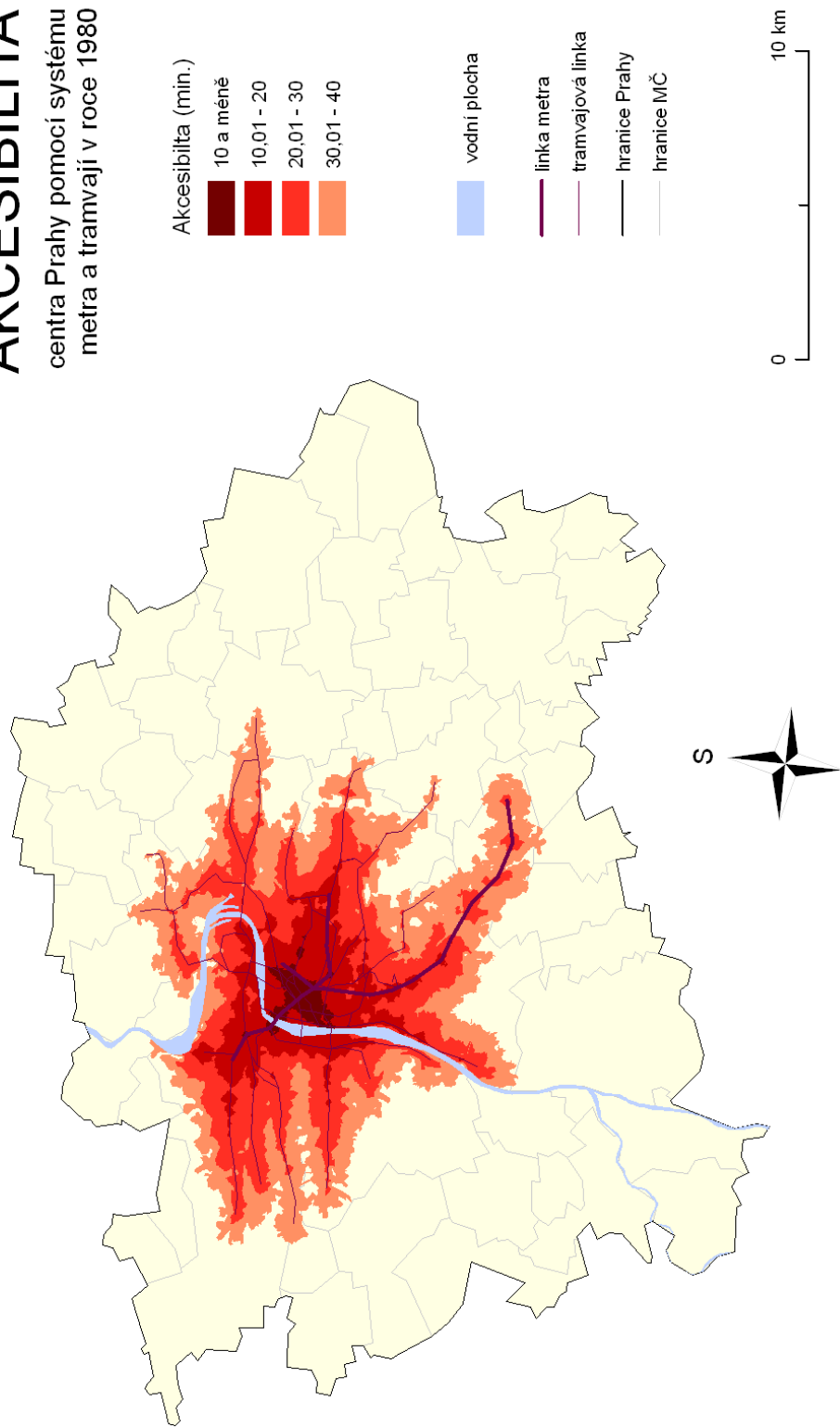


zdroj: SLDB 2001

Obr. 4: Akcesibilita centra Prahy roku 1980

AKCESIBILITA

centra Prahy pomocí systému
metra a tramvají v roce 1980



Model z roku 1980 zachycuje vedení linek k 19.12. tohoto roku. Z tohoto modelu vychází mapa na Obr. 4. V té době byla v provozu stanice Můstek pouze na lince A, proto je centrum pojato odlišně od dalších dvou modelů, zahrnuje tedy výstupy stanice Můstek na lince A a zastávku Václavské náměstí. Tento fakt se projevuje v mapě zachycující stav k roku 1980 tím, že je území vymezené desetiminutovou akcesibilitou centra znatelně meší než v dalších modelech, i když se dopravní situace v centru téměř nezměnila. Je to dáno menší pěší dostupností centra právě vlivem neexistence stanice Můstek na lince B. Roku 1980 mimo zónu vnitřního města zasahovala pouze linka C, z velkých sídlišť bylo metrem dostupné pouze Jižní Město. Díky lince A a navazující tramvajové dopravě však již byla velmi dobře dostupná oblast Veleslavína a Petřín (do 30 minut), naopak nedostupné byly Řepy a Praha 13, stejně jako velká část Prahy 9..

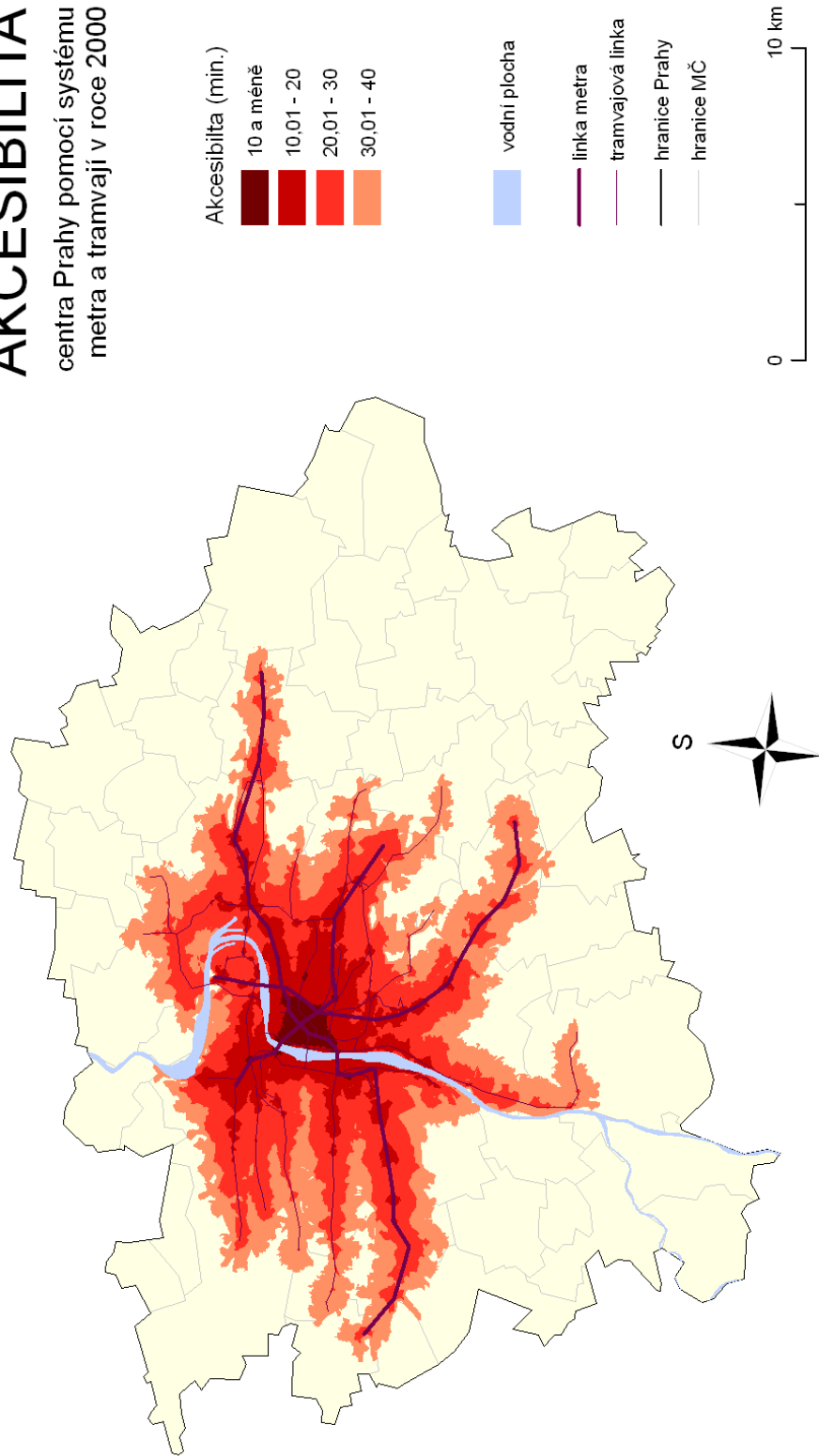
Model k roku 2000 (konkrétně stav linek v květnu t.r.), na jehož základě je vytvořena mapa na Obr. 5, však naznačuje velké zlepšení akcesibility jak na západě tak na východě města. V tomto roce je centrum dostupné do 40 minut již dvěma třetinám obyvatel Prahy. Dochází k pokročilejší výstavbě metra mimo centrum a vnitřní město, linkou B jsou napojeny silně zalidněná území jako právě Praha 11 (Stodůlky, Butovice), západ Prahy 5 (Jinonice) a na druhé straně východ Prahy 9 a Praha 14 (Hloubětín, Černý Most). Zajímavý je také dopad nové tramvajové strati do Řep a Modřan. Na Mapě 2 je vhodné si všimnout právě vývoje dostupnosti - kontrastu v dostupnosti pomocí 2 různých dopravních prostředků - podél linky B na Zličín a tramvajové trati do Řep směřující stejným směrem o necelé 2 km severněji.

Obr. 6 zobrazuje stav plánovaný k roku 2020. největší zlepšení akcesibility je jednoznačně v oblasti Libuše a Písnice v souvislosti s výstavbou linky D, Proseka po zprovoznění posledního úseku linky C. Naopak méně výrazný je vliv nového úseku linky A, kdy např. pro Petřiny se akcesibilita prakticky nezměnila - centrum je pro obyvatele sídliště dostupné stejně rychle jako dnes s použitím tramvají (zřejmě vliv vedení metra přes Veleslavín a nyníjší rychlý linkový interval tramvají). Naopak nezanedbatelný je vliv nových tramvajových linek na Suchdol a do Malešic.

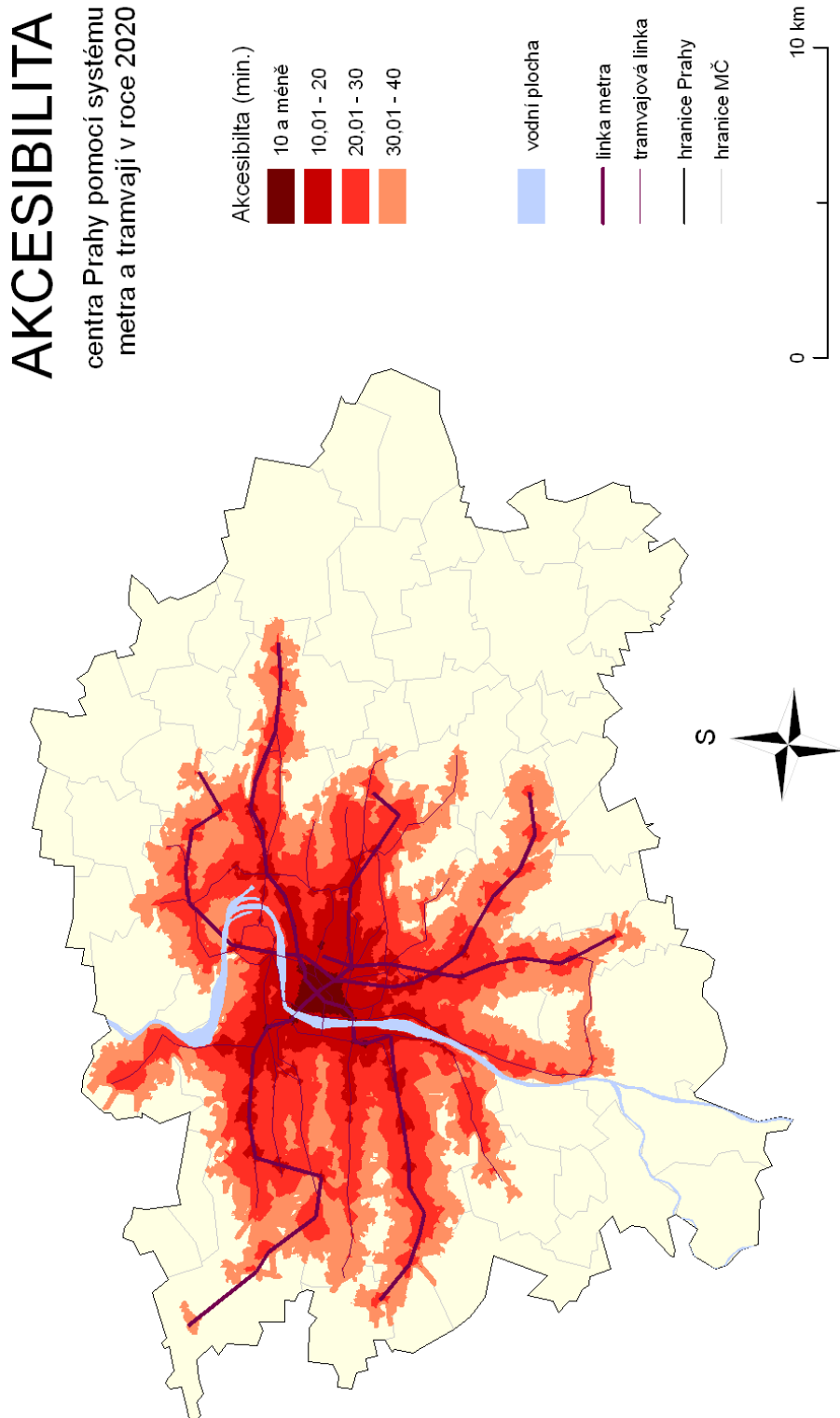
Obr. 5: Akcesibilita centra Prahy roku 2000

AKCESIBILITA

centra Prahy pomocí systému
metra a tramvají v roce 2000



Obr. 6: Akcesibilita centra Prahy roku 2020

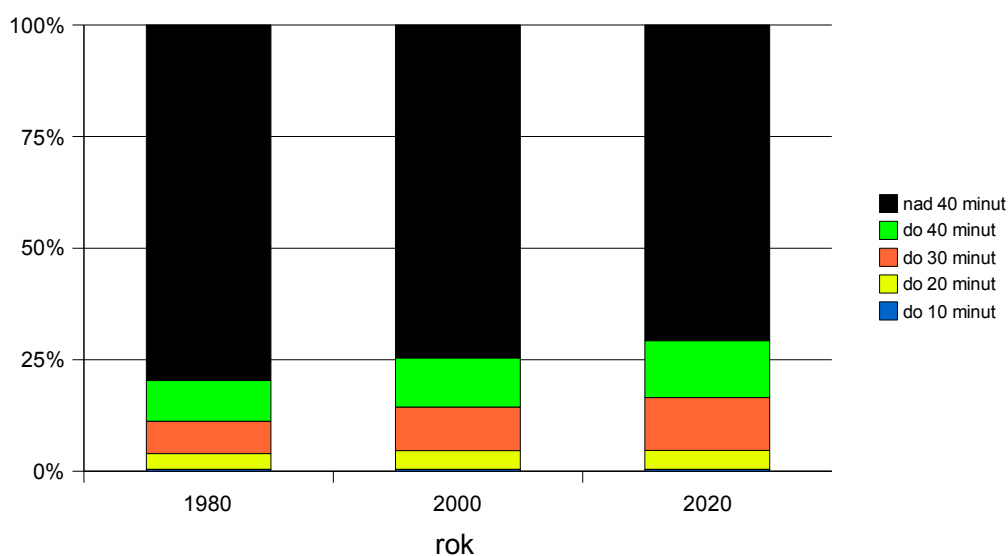


4.2 Územní dostupnost

Modely dopravní dostupnosti byly aplikovány také na zjištění, z jak velké části plochy města je centrum dostupné ve stejných intervalech, se kterými bylo počítáno při dostupnosti obyvatelstva. Výsledky jsou uvedeny v tabulce, graficky jsou znázorněny v Grafu 2.

Na první pohled je zřejmá nerovnoměrnost v akcesibilitě obyvatelstva a území. Zajímavé ovšem je sledovat index změny podílů akcesibilního obyvatelstva a území - zatímco se podíl dostupného obyvatelstva (do 40 min.) zvýšil o 38 %, podíl dostupného území se zvýšil dokonce o 49 %. Lze tedy usuzovat, že se páteční linky MHD postupně budou zavádět do oblastí s menší koncentrací obyvatel. Je však třeba vzít v úvahu fakt, že model je aplikován pouze na stav obyvatelstva k roku 2000 a některé uvažované tratě jsou vedeny do oblastí, kde je nová výstavba teprve plánována (Slivenec, Letňany)

Graf 2: Vývoj akcesibility území



zdroj: SLDB 2001

Tab. 7: Dostupnost území

	1980		2000		2020	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
do 10 min.	2,62	0,53	2,70	0,54	2,68	0,54
do 20 min.	19,51	4,46	24,13	5,41	25,06	5,59
do 30 min.	40,58	12,64	56,30	16,75	70,35	19,77
do 40 min.	50,93	22,9	63,69	29,59	75,77	35,04
nad 40 min.	445,30	77,1	432,54	70,41	420,46	64,96

zdroj: SLDB 2001

KAPITOLA 5

Závěr

Pomocí síťové analýzy se podařilo vytvořit mapy akcesibility centra Prahy obyvatelstvem ve třech průřezových obdobích. Tyto mapy zachycují stav k letem 1980, 2000 a 2020. Je ovšem otázkou, je-li síťová analýza nejvhodnějším nástrojem pro řešení tak komplexního problému, jakým je výpočet akcesibility pomocí veřejné dopravy. V modelu nebylo možné přistupovat k síti jako k celistvému systému, bylo nutné klást bariéry a případně i přerušování, neboť je do modelu třeba zahrnout více předpokladů (spojených s přestupy, čekáním na spoj atd.) než např. pro výpočet akcesibility v jednom druhu sítě - např. v silniční síti pomocí automobilů (např. HUDEČEK, 2008). De facto bylo nutné vytvořit 1 model propojením tří různých systémů sítí.

Ve snaze o maximální dodržení zadání byly vytvořeny co možná nejkompaktnější modely dopravní sítě. Původní snaha byla vytvořit model, který by mohl sloužit více účelům (např. nejen k výpočtu akcesibility centra, ale libovolného místa/uzlu v síti), vzhledem k narůstající složitosti sítě však bylo od tohoto záměru upuštěno. Výsledné modely jsou tedy plně aplikovatelné pouze na primární cíl této práce, a to dostupnost centra Prahy. Modely nejsou lehce zaměnitelné, každé analyzované období si vyžádalo prakticky zcela novou konstrukci modelu sítě. Univerzálnost modelu se tak stala daní za jeho přesnost. I přes veškerou snahu je zde však mnoho faktorů, které model zneprůhledňují, např. síť silničních komunikací použitá pro modelaci pěší docházky, která zdaleka neobsahuje všechny cesty použitelné chodci.

Práci lze chápat pouze jako úvod do rozboru problematiky dostupnosti veřejnou dopravou v Praze. Možností rozšíření je mnoho: od vytvoření dalších průřezových modelů (situace před výstavbou metra, vliv každého dalšího rozšíření systému metra), zahrnutí ostatních prostředků MHD (autobusových linek, (pří)městských vlaků), po vytvoření univerzálního

interaktivního modelu umožňujícího výpočet vzájemné akcesibility kterýchkoli míst v Praze.

Ovšem použití síťové analýzy je v případě dalšího rozšíření ke zvážení, spíše by bylo vhodné částečně se přiklonit k metodě použité např. HILBERTEM a ARENDTEM (2002), používající pro výpočet akcesibility „travel time matrix“ - matici obsahující přímo časovou dostupnost všech uzlů v modelu. Pokud by byla známá dostupnost centra z každé zastávky, byla by síťová analýza mnohem jednodušší - probíhala by pouze v systému silniční sítě (sloužila by tedy pouze k modelaci pěší docházky).

Práce se soustředí spíše na samotnou konstrukci modelů a map dostupnosti, analytická část je brána spíše jako doplňková.

SEZNAM ZDROJŮ INFORMACÍ:

BELL, M. ; IIDA, Y. 1997. *Transportation network analysis*. Chichester : Wiley, 1997. 216 s. ISBN: 0-471-96493-X

ČECH, J. ; FOJTÍK, P. ; PROŠEK, F. 1992. *Pražská městská doprava 1986 - 1990*. Praha : Společnost městské dopravy, 1992. 99 s. ISBN: 80-901-067-2-2

ČR MĚSTA. 2005. [databáze]. Praha: Central European Data Agency, 2006

DRDLA, P. 2005. *Technologie a řízení dopravy - městská hromadná doprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. 136 s. ISBN: 80-7194-804-7

FOJTÍK, P. ; PROŠEK F. 1986. *Pražská městská doprava 1974-1985*. Praha : Kulturní dům Dopr. podniku hl. m. Prahy, 1986. 180 s.

FOJTÍK, P. 2004. *30 let pražského metra. 2. rozšířené vydání*. Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, 2004. 136 s. ISBN: 80-239-2704-3.

GUTIÉRREZ, J. ; URBANO, P. 1996. Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network. *Journal of Transport Geography*, 4, č.1 . Elsevier, The Netherlands, s. 15-25.

FOJTÍK, P. ; LINERT S. ; PROŠEK F. 1995. *Historie městské hromadné dopravy v Praze*. Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, 1995. 271 s. ISBN: 80-900065-6-6

FOJTÍK, P. ; LINERT S. ; PROŠEK F. 2005. *Historie městské hromadné dopravy v Praze*.

Praha : Dopravní podnik hl. m. Prahy, 2005. 368 s. ISBN: 80-239-5013-4

GOLIAS, J.C. 2002. Analysis of traffic corridor impacts from the introduction of the new Athéna Metro systém. *Journal of Transport Geography*, 10, č.1 . Elsevier, The Netherlands, s. 91-97.

HANSON, S. 1986. *The Geography of Urban Transport*. New York : Guilford Press, 1986. 424 s. ISBN: 0-89862-775-3.

HILBER, R. ; ARENDT, M. 2004. *Development of accessibility in Switzerland between 2000 and 2020: first results*. [elektronický zdroj] [cit. 2008-06-01]. Dostupné jako soubor pdf z URL: <www.strc.ch/pdf_2004>

HODGE, D.C. 1997. Accessibility – related issues. *Journal of Transport Geography*, 5, č.1. Elsevier, The Netherlands, s. 33-34.

HUDEČEK, T. 2008: *Akcesibilita a dopady její změny v Česku v transformačním období: vztah k systému osídlení*. [rukopis] Praha: UK, Přírodovědecká fakulta. 119 s.

KNOWLES, R.D. 1996. Transport impacts of Greater Manchester's Metrolink light rail system. *Journal of Transport Geography*, 4, č.1. Elsevier, The Netherlands, s. 1-14.

KUBÁT, B. ; PENC M. 2000. *Městská kolejová doprava*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. 121 s. ISBN: 80-01-02117-3.

KUBÁTOVÁ, R. 2007. *Systém JTSK a WGS-84, jejich charakteristika a vzájemná transformace (bakalářská práce)*. Plzeň: ZČU, 2007. 34 s.

KARTOGRAFIE. 1980. *Praha: Plán města*. 1. vydání. Praha : Kartografie, 1980. 57 s.

Linkový jízdní řád. [elektronický zdroj] [cit. 2008-03-10] Dostupné na URL: <http://www.dpp.cz>

MAPY.CZ [online] [2008-03-10]. Dostupné na URL: www.mapy.cz

METROPROJEKT. 2006. *Prodloužení tramvajové trati do Radlic včetně smyčky*. [online] [cit. 2008-03-20] . Dostupné na URL: <http://www.metroprojekt.cz/showdoc.do?docid=322&projektyId=21>

METROPROJEKT. 2006. *Tramvajová trať Pobaba – Suchdol (detail projektu)*. [online] [cit. 2008-03-20] . Dostupné na URL: <http://www.metroprojekt.cz/showdoc.do?docid=322&projektyId=165>

METROPROJEKT. 2007. *Prodloužení tramvajové trati Sídliště Barrandov – Holyně – Slivenec*. [online] [cit. 2008-03-20]. Dostupné na URL:

<http://www.metroprojekt.cz/showdoc.do?docid=322&projektyId=222>

METROPROJEKT. *Trasa D pražského metra*. [online] [cit. 2008-03-20]. Dostupné na URL:

<http://www.metroprojekt.cz/showdoc.do?docid=322&projektyId=164>

MHMP. *Územní plán hlavního města Prahy*. [online] [cit. 2008-03-20]. Dostupné na URL:

<http://magistrat.praha-mesto.cz/Uzemni-planovani-a-rozvoj>

SDLB 2001. Data za základní sídelní jednotky na CD. [elektronický zdroj] ČSÚ: Praha.

SÝKORA, L. 2001. Proměny prostorové struktury Prahy v kontextu postkomunistické transformace. In HAMPL, M. a kol.: *Regionální vývoj: Specifika české transformace, evropská integrace a obecná teorie*. Praha, UK, 2001. s. 127-169.

ŠPITÁLSKÝ, P. 200?. *Projekt tratě Vinohradské hřbitovy – Počernická*. [online] [cit. 2008-03-20].

Dostupné na URL: <http://www.prazsketramvaje.cz/view.php?cislocclanku=2006041615>

ŠUBRT, M. 2003. Dopravně - urbanistická studie návratu tramvajové dopravy na Václavské náměstí v Praze. DP-KONTAKT. 2003, roč. 8, č. 11, s. 20-25, ISSN 1212-6349

URHMP. 2007. *Prodloužení trasy „A“ metra za stanice Dejvická*. [online] [cit. 2008-03-20].

Dostupné na URL: http://magistrat.praha-mesto.cz/73148_Prodlouzeni-trasy-A-metra-ze-stanice-Dejvicka

VUKAN, R. 2005. *Urban transit: operations, planning and economics*. Hoboken : Wiley, 2005.

644 s. ISBN: 0-471-63265-1.

Záznam z jednání výboru ZHMP, ze dne 8.2. 2007. [elektronický zdroj] [cit. 2008-03-20].

Dostupné na URL: <http://magistrat.praha-mesto.cz>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Změny v systému metra a tramvají 19.12.1980 - 8.5.2008

Příloha 2 CD-R s elektronickou verzí práce

Příloha 1

Změny v systému metra a tramvají 19.12. 1980 - 8.5. 2008

metro

- 03.11.1984: zprovoznění úseku Nádraží Holešovice - Florenc (linka C)
- 02.11.1985: zprovoznění úseku Smíchovské nádraží - Florenc (linka B)
- 11.07.1987: zprovoznění stanice Strašnická (linka A)
- 26.10.1988: zprovoznění úseku Nové Butovice - Smíchovské nádraží (linka B)
- 04.07.1990: zprovoznění stanice Skalka (linka A)
- 22.11.1990: zprovoznění úseku Florenc - Českomoravská (linka B)
- 11.11.1994: zprovoznění úseku Zličín - Nové Butovice (linka B)
- 08.11.1998: zprovoznění úseku Českomoravská - Černý Most
(mimo stanice Kolbenova a Hloubětín) (linka B)
- 17.10.1999: zprovoznění stanice Hloubětín (linka B)
- 06.08.2001: zprovoznění stanice Kolbenova (linka B)
- 25.06.2004: zprovoznění úseku Nádraží Holešovice - Ládví (linka C)
- 26.05.2006: zprovoznění stanice Depo Hostivař (linka A)
- 08.05.2008: zprovoznění úseku Ládví - Letňany (linka C)

tramvaje

- 01.11.1983: zrušení úseku Laurová - Radlice
- 04.07.1985: zrušení úseku Perštýn - Můstek - Prašná brána - nám. Republiky
zrušení úseku Prašná brána - Hyberská - Opletalova
- 01.09.1986: nové zakončení tratě ve Spořilové (nová smyčka, přestěhování zastávky)
- 26.10.1988: zprovoznění úseku vozovna Motol - Motol - Sídliště Řepy
- 23.11.1990: zprovoznění úseku Na Žertvách - U Balabenky
zprovoznění úseku Ohrada - Palmovka
- 26.05.1995: zprovoznění úseku Nádraží Braník - Sídliště Modřany
- 28.11.2003: zprovoznění úseku Hlubočepy - Sídliště Barrandov