

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**K technologiím bezbariérového
zpřístupnění stanic metra Praha**

Vu Phu Vinh

2016

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne:

.....

Vu Phu Vinh

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval svému vedoucímu práce, panu Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D. za jeho čas strávený konzultacemi mé bakalářské práce a za jeho velmi cenné podněty a připomínky. Dále bych rád poděkoval své rodině za podporu a celé firmě SMP CZ, a.s. za možnost být její součástí při zpracování této práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 Fakulta stavební
 Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Vu	Jméno: Phu Vinh	Osobní číslo: 26035
Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb		
Studijní program: SI- stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb - obor L		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: K technologiím bezbariérového zpřístupnění stanic metra Praha
Název bakalářské práce anglicky: About the technology of barrier-free access to Prague subway stations
Pokyny pro vypracování: - Úvod do problematiky - specifikace staveb a jejich umístění - Porovnání technologií se standardními konstrukcemi - Příprava území a zařízení staveniště - Potřeba strojů a technika - Mechanizace a doprava - Výkopy - Dokončovací práce - Shrnutí- technologické a ekonomické - Závěr
Seznam doporučené literatury: Výstavba tunelů v skalních horninách / F. Klepsatel, P. Kusý, L. Mařík Engineering rock mass classifications : a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering / Z.T. Bieniawski, New York : Wiley, c1989. Underground Construction in the Czech Republic / Kolektiv autorů (incl. Barták), Praha: SATRA, 2007
Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce: 26.2.2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 22.5.2016

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<p><i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i></p>	
_____	_____
26.2.2016	Podpis studenta(ky)
Datum převzetí zadání	

Anotace

Bakalářská práce se zabývá problematikou dodatečného budování kaskádovitých výtahů do stanic metra v Praze za běžného provozu. Autor analyzuje průběh stavby a poukazuje na možné komplikace, které mohou během výstavby takto netypického projektu nastat. Práce je zaměřena na stavbu „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“, kde probíhala dodatečná výstavba kaskádovitých výtahů. Tato bakalářská práce obsahuje teoretickou část, zabývající se zemními pracemi a postupem výstavby bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl a praktickou část, která se zabývá problémy daného projektu a jejich následným řešením.

Klíčová slova

Metro Praha

Bezbariérové zpřístupnění

Stanice metra Anděl

Výtahy

Annotation

The topic of this Bachelor thesis is an additional construction of cascade elevators in subway stations in Prague Metro during everyday traffic. This work analyzes the course of the construction and highlights possible complications, that may occur during the development. The thesis is focused on building barrier free access metro station Anděl in Prague. This paper contains a theoretical part dealing with engineering of foundations works and procedure of building construction of barrier-free access to the metro station Anděl and the practical part where the readers are introduced with the problems of this project and his solution.

Key words

Metro Prague

Barrier free access

Andel metro station

lifts construction

Obsah

Úvod.....	11
1 Razicí a hloubicí práce	19
1.1 Stavební jámy	19
1.1.1 Svahované jámy.....	19
1.1.2 Pažené jámy	20
1.1.3 Těsněné jámy	22
1.2 Ražba tunelů	23
1.2.1 NRTM – Nová rakouská tunelovací metoda	24
1.2.2 Tunelovací stroje	25
1.3 Prstencová metoda.....	26
1.4 Zemní práce při budování bezbariérových zpřístupnění stanic metra Praha.	27
1.4.1 Zemní práce při budování „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“	27
1.4.2 Zemní práce při budování bezbariérového zpřístupnění ostatních stanic metra Praha	30
2 Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Anděl	31
2.1 Základní údaje	31
2.2 Geologie	33
2.3 Šachta Š1	33
2.4 Přestupní chodba, šachty Š2 a Š3	34
3 Příprava území.....	37
3.1 Příprava území při budování „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“	37
3.2 Pasportizace	39
3.2.1 Příprava území při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra I. P. Pavlova	40
3.2.2 Příprava území při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra Můstek.....	40
4 Zařízení staveniště a její návrh.....	41

4.1	Návrh staveniště	43
4.1.1	Vodovodní přípojka	44
4.1.2	Napojení na elektrickou síť	44
4.1.3	Splašková voda	44
4.1.4	Oplocení	44
4.1.5	Trvalé deponie a mezideponie	44
4.1.6	Přijezdy a přístupy na staveniště	44
4.1.7	Omezení provozu	44
4.1.8	Schéma staveniště	45
5	Zřízení záboru ve stanici	46
5.1	Zábor ve stanici při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra Můstek	49
5.2	Zábor ve stanici při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra I. P. Pavlova	49
6	Mechanizace a potřeba strojů	50
6.1	Zemní práce - hloubení šachty	50
6.2	Zemní práce - ražba tunelu	52
6.2.1	Způsob větrání pracoviště	53
6.2.2	Strojní a elektrická zařízení pro ražení, větrání, vyztužování a dopravu	53
6.3	Vzorové řezy	54
6.4	Hrubá stavba	56
6.5	Dokončovací práce	57
7	Doprava betonu	58
7.1	Betonáž sloupů a stěn na úrovni nástupiště ve stanici Anděl	58
7.1.1	Další možnosti	65
7.1.2	Jak se daný problém řešil jinde	65
7.2	Ostatní betonáže	66
8	Doprava odpadů, suti a zemin	67
8.1	Ze záboru na ÚN	67
8.2	Ze zařízení staveniště	68

9 Dokončovací práce	70
Závěr	75
Použitá literatura	82
Seznam obrázků, tabulek a grafů	84

Seznam použitých symbolů a zkratek

Zde jsou zmíněny pouze zkratky, které nejsou v následujícím obsahu práce vysvětleny nebo popsány nebo které nejsou všeobecně známy.

- ÚN úroveň nástupiště
- ÚPN úroveň pod nástupištěm
- UL uliční úroveň

Úvod

Pražské metro tvoří páteř městské hromadné dopravy v Praze. Denně přepraví přes milión lidí, což ho řadí mezi nejvytíženější metra světa. První úsek trasy byl otevřen 9. května 1974. V tento den vyjel poprvé vlak na úsek Florenc (dříve Sokolovská) – Kačerov. Úsek byl rozčleněn na devět stanic.

Metro se skládá ze tří tras, které jsou také barevně odlišeny. Každá z nich má dvě přestupní stanice, jež dovolují přestoupit z aktuální stanice do jedné ze zbylých dvou. Bezbariérovost je zajištěna ke dni 1. března 2016 na čtyřiceti třech stanicích z celkových šedesáti jedna. Můžeme tedy tvrdit, že 70 % všech stanic metra je bezbariérových.

Trasa A, značená jako linka zelená, má sedmnáct stanic, z nichž právě deset je bezbariérových. Jedná se o stanice Nemocnice Motol, Petřiny, Nádraží Veveřská, Bořislavka, Dejvická, Můstek A/B, Muzeum A/C, Strašnická, Skalka a Depo Hostivař. Trať je dlouhá 17 km a vlak ji projede za třicet minut.

Trasa B, značená jako linka žlutá, má dvacet čtyři stanic, z nichž právě šestnáct stanic je bezbariérových. Jedná se o stanice Zličín, Stodůlky, Luka, Lužiny, Hůrka, Nové Butovice, Anděl, Smíchovské nádraží, Národní třída, Můstek A/B, Florenc B/C, Vysočanská, Kolbenova, Hloubětín, Rajska zahrada a Černý most. Trať je dlouhá 25,7 km a vlak ji projede za čtyřicet dva minut.

Poslední trasa je trasa C, značená jako linka červená. Má celkem dvacet stanic, z nichž osmnáct je bezbariérových. Jedná se o stanice Háje, Opatov, Chodov, Roztyly, Budějovická, Pankrác, Vyšehrad, I. P. Pavlova, Muzeum A/C, Hlavní nádraží, Florenc B/C, Vltavská, Nádraží Holešovice, Kobylisy, Ládví, Střížkov, Prosek a Letňany. Linka má celkovou délku 22,4 km a vlak ji projede za třicet šest minut.

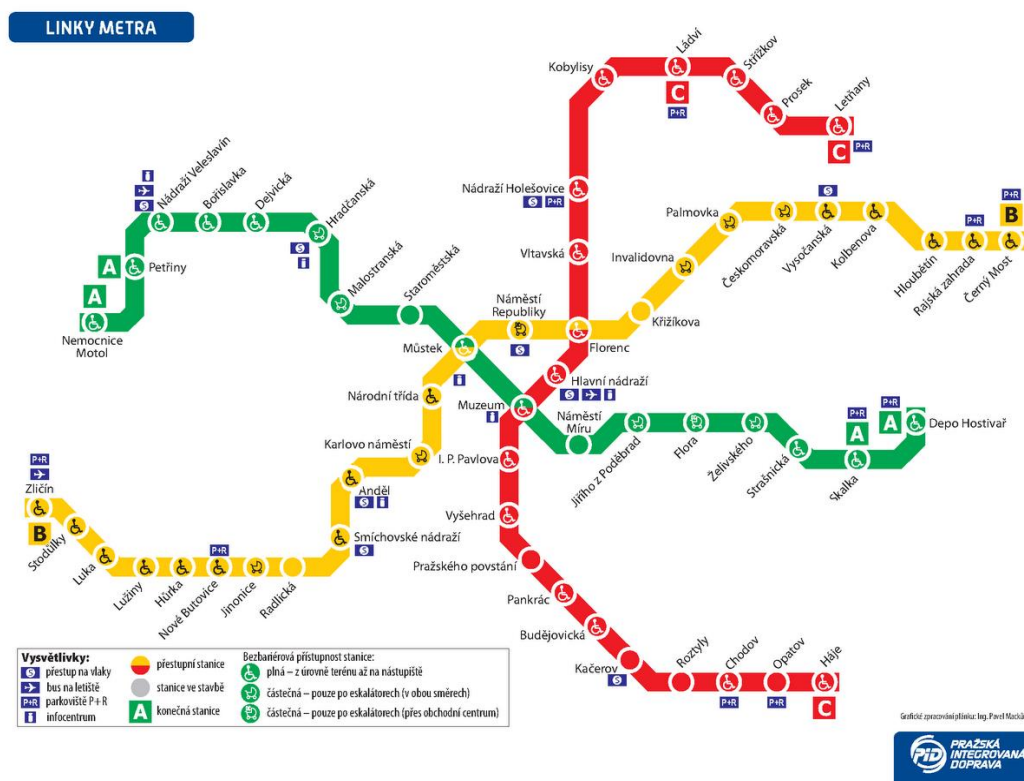
Tab. 1: Stručný přehled stanic a jejich bezbariérovost (vytvořeno autorem)

Trasa	A	Bezbariérovost	B	Bezbariérovost	C	Bezbariérovost
	Stanice	Nemocnice Motol	Ano	Zličín	Ano	Letňany
Petřiny		Ano	Stodůlky	Ano	Prosek	Ano
Nádraží Veleslavin		Ano	Luka	Ano	Střížkov	Ano
Bořislavka		Ano	Lužiny	Ano	Ládví	Ano
Dejvická		Ano	Hůrka	Ano	Kobyličky	Ano
Hradčanská		Předpoklad v r. 2025	Nové Butovice	Ano	Nádraží Holešovice	Ano
Malostranská		Předpoklad v r. 2025	Jinonice	Předpoklad v r. 2019	Vltavská	Ano
Staroměstská		Předpoklad v r. 2018	Radlická	Předpoklad v r. 2018	Florenc C/B	Ano
Můstek A/B		Ano	Smíchovské Nádraží	Ano	Hlavní nádraží	Ano
Muzeum		Ano	Anděl	Ano	Muzeum C/A	Ano
Náměstí Míru		Předpoklad v r. 2018	Karlovo náměstí	Předpoklad v r. 2017	I. P. Pavlova	Ano
Jiřího z Poděbrad		Předpoklad v r. 2018	Národní třída	Ano	Vyšehrad	Ano
Flóra		Předpoklad v r. 2019	Mástek B/A	Ano	Pražské povstání	Předpoklad v r. 2020
Želivského		Předpoklad v r. 2020	Náměstí Republiky	Předpoklad v r. 2020	Pankrác	Ano
Strašnická		Ano	Florenc B/C	Ano	Buďejovická	Ano
Skalka		Ano	Křížkova	Předpoklad v r. 2023	Kačerov	Předpoklad v r. 2025
Depo Hostivař		Ano	Invalidovna	Předpoklad v r. 2018	Rožtyly	Ano
			Palmovka	Předpoklad v r. 2016	Chodov	Ano
			Českomoravská	Předpoklad v r. 2019	Opatov	Předpoklad v r. 2018
			Vysočanská	Ano	Háje	Ano
		Kolbenova	Ano			
		Hloubětín	Ano			
		Rajská zahrada	Ano			
		Černý most	Ano			
Počet stanic	17		24		20	
Délka (km)	17		25,7		22,4	
Doba kdy vlak projede stanicí (min)	30		42		36	
Počet bezbariérových stanic	10		16		17	

Pražské metro má systém takzvaně radiální a připojuje různé části sídlišť Prahy a historického centra. Linky tramvají a autobusů byly častokrát v minulosti měněny tak, aby přímo navazovaly na linky metra. Nejvytíženější stanice proto nejsou, jak by se mohlo zdát, stanice přestupní, ale právě ty, kde je největší možnost přejít na povrchovou dopravu. Jsou to proto právě stanice Anděl, I. P. Pavlova a Dejvická. Není tudíž náhoda, že minulý rok se právě na stanicích I. P. Pavlova a Anděl budovalo bezbariérové zpřístupnění.

Vytvoření bezbariérového zpřístupnění kaskádovitěho typu do již hotové stanice je technologicky velice náročné. Poprvé se tato stavba uskutečnila zároveň s rekonstrukcí stanice metra Národní třída. Při ní byl do metra vytvořen kaskádovitý bezbariérový vstup. Stanice byla uzavřena po dobu dvou let, kdy vlaky stanicí pouze projížděly.

Ve své bakalářské práci bych se však rád věnoval trochu jiné stavbě, a to když je do metra vytvářeno bezbariérové zpřístupnění bez omezení provozu. Taková stavba se uskutečnila poprvé na stanicích Anděl, I. P. Pavlova a Můstek.



Obr. 1: Aktuální stav pražského metra ke dni 31. 3. 2016 (upraveno autorem) [11]

Historie

Dne 9. května 2016 to bylo právě 42 let od spuštění provozu Pražského metra. Jeho historie je však mnohem delší. První zmínky o něm najdeme už v roce 1898 od pana Ladislava Rotta, majitele tehdejší slavné pražské železářské firmy.

Ke konci 19. století bylo centrum Prahy pro moderní velkoměstský provoz nedostačující, úzké ulice Starého Města nebyly připraveny na moderní elektrické tramvaje a nutnost asanačních a stavebních prací byla zřejmá. Při těchto rozsáhlých pracích, kdy se ke všemu přidala výstavba městského kanalizačního systému, se Ladislavu Rottovi zdálo, že je vhodné současně s těmito pracemi začít stavět i podzemní dráhu. Návrh pana Rotta však byl 18. července 1898 kanceláří městských elektrických podniků zamítnut.

Přišlo nové století a podzemní dráhy ve všech státech a světadílech začaly přibývat. Pochlubit se jimi mohla města jako Londýn (1863), Istanbul (1874), Budapešť (1896), Glasgow (1896), Paříž (1900), Filadelfie (1907) a Hamburk (1912). Krátce po zahájení podzemní dráhy v Hamburku se do Prahy znovu vrátila myšlenka o podzemní přepravě. Na stůl se dostal návrh pana inženýra Bohuslava Vondráčka o

propojení Starého Města s Novým prostřednictvím podpovrchových tramvají. Návrh projektu byl publikován v Technickém přehledu samosprávném, kde nakonec také zůstal. O dva roky později vypukla první světová válka.

Po skončení první světové války, jakmile se české hospodářství vzpamatovalo, nastal v Praze rozmach tramvajové dopravy. Každý rok se postavilo několik nových tratí. Ulice se plnily novými tramvajovými vozy a velkým množstvím osobních automobilů. V ulicích začalo být nepříjemně těsno. Roku 1925 byla vypsána Americkou jednotou československých inženýrů v Chicagu soutěž pro posluchače českých vysokých škol. Námět prací byl libovolný. Soutěže se zúčastnil také Ing. C. Jiří Hruša. A právě jeho práce o řešení dopravy v Praze pomocí podzemní dráhy byla jednou ze šesti, kterou Americká jednota československých inženýrů ocenila. Přednáška Jiřího Hruši na téma podzemní dráhy v Praze se pak definitivně zapsala do dějin historie pražského metra. Hrušův návrh však upadl v zapomnění, zejména když krátce nato pánové List a Belada zveřejnili svůj projekt, který byl propracován podrobněji. Což samozřejmě pan Jiří Hruša těžce nesl. Ať už to bylo jakkoliv, návrh byl po podrobném zkoumání Elektrických podniků hlavního města Prahy odmítnut. Byl to však další dílek do celkové mozaiky o myšlence na vybudování podzemní dráhy v Praze.

Rok 1926 se stal rokem, kdy už i Elektrické podniky hlavního města Prahy musely uznat, že doprava v hlavním městě se bude muset řešit komplexně. Dne 24. února 1930 proto také vypsala správní rada Elektrických podniků veřejnou „Soutěž na vyřešení všeobecného dopravního ruchu Velké Prahy“. Během roku se objevilo 19 zajímavých návrhů. Žádný však nebyl doporučen k realizaci.

Ze soutěže nevyšel žádný projekt, avšak myšlenka pražské podzemní dráhy nezmizela. Správní rada Elektrických podniků pověřila studijní oddělení elektrických drah rozbořem soutěžních projektů. Koncem roku 1938 se sešla komise, která jednomyslně doporučila správní radě Elektrických podniků, aby pořídila detailní projekt dopravních úprav. Projekt byl označen zkratkou „D“. Dne 12. května 1938 byl zadán projekt na vypracování detailního řešení rychlodrah. Součástí zadávacích podmínek pro konsorcium bylo také posouzení projektu studijního oddělení. Konsorcium po zralé úvaze doporučilo, aby projekt rychlodráhy byl nahrazen projektem podzemní dráhy. Práce na projektu však byly mnohem náročnější, než se

předpokládalo, a první dvě části projektu byly odevzdány až roku 1942. Brzy byl však celý projekt dokončen a projekt první tratě byl kompletně připraven.

Po druhé světové válce se zdálo, že prvním pracím na nové výstavbě už nestojí nic v cestě. Po vypracování výhledového plánu v roce 1949 však bylo vše jinak. Pro nedostatek financí se hlavní město muselo smířit s tím, že minimálně do roku 1960 se bude muset doprava v Praze zvládnout pomocí dosavadních prostředků.

Píše se rok 1960 a doprava v Praze se stále pozvolna zhoršuje. Otázka řešení hromadné dopravy v hlavním městě se dostala na pořad jednání vlády. Vládní usnesení č. 1033 z 31. října 1962 potvrdilo nutnost převedení tramvajové dopravy pod zem [01]. V roce 1963 doporučil Pražský projektový ústav ve své studii podpovrchovou dopravu jako výhodnější systém. O rok později je dokončována investiční studie. Vláda 2. června 1965 usnesením č. 239 potvrzuje záměry obsažené v investiční studii [01]. Historický okamžik nastává 7. ledna 1966, kdy začala výstavba podpovrchové tramvaje. Mezitím se začaly znovu objevovat zmínky o klasické podzemní dráze. Státní komise pro techniku proto rozhodla, aby se celá koncepce městské hromadné dopravy znovu posoudila. Skupina, kterou vedl I. T. Jefimov, provedla rozbor s výsledkem vyloučení přechodné etapy podpovrchových tramvají a přistoupení rovnou k budování metra. Doporučení sovětské expertizy byla vzata na vědomí vládou ČSSR a přijata v usnesení č. 288 9. srpna 1967 [01]. Místo podpovrchové tramvaje bude mít hlavní město Praha metro.

Představení tématu

Ačkoliv je historie podzemní dráhy dlouhá, první výtahy a s nimi i bezbariérové zpřístupnění se začínají objevovat až roku 1990. V té době bylo naprosto normální mít domácí telefon vedle nákladního výtahu a vyškoleného pracovníka metra, který vás vozil až ke dveřím vlaku. Do té doby byla jediná bezbariérová stanice Vyšehrad na trase I. C zprovozněná v roce 1974, kde vedla k nástupišti ve směru stanice Pražského povstání nájezdová rampa.

Mluvíme-li však o bezbariérovém zpřístupnění tvořeném výtahem, tak ani patnáct let po otevření podzemní dráhy nebyla žádná z tehdejších 36 stanic bezbariérová. První náznak přišel až v roce 1990, kdy stanice Florenc a Chodov zpřístupnily nákladní výtahy za asistence vyškolených pracovníků. První opravdu

bezbariérovou stanicí s osobním výtahem se však stala teprve v roce 1992 stanice metra Hlavní nádraží ve směru k Národnímu muzeu. Ve druhém směru se stanice stala bezbariérovou až v roce 1993.

Za bezmála dvacet sedm let je ze šedesáti jedna stanic bezbariérových pouze čtyřicet tři. *Magistrát hl. m. Prahy stanovil, že pražská MHD má být do konce roku 2025 plně bezbariérová. Pokud bude i v následujících letech dostatek finančních prostředků, bude tento cíl splněn. Naplnění tohoto plánu závisí především na výši přidělených finančních prostředků a dořešení koordinace s ostatními aktivitami u jednotlivých stanic. Cílem je zpřístupnit MHD všem, např. i handicapovaným osobám na vozíku či matkám s kočárky [15].* Toto prohlášení znamená, že do roku 2025 se plánuje bezbariérově zpřístupnit ještě osmnáct stanic.

Co je potřeba k vytvoření bezbariérového vstupu do stanice? Především je nutné pochopit, že stavba tohoto typu je velice komplikovaná. Vyjmenujeme-li parametry, které dokáží stavbu znesnadnit, dojdeme k tomu, že postavit nový bezbariérový vstup do stanice je velice náročná záležitost.

Tab. 2: Přehled možných komplikací vyskytnutých na stavbě (vytvořeno autorem)

Etapa	Možné komplikace při výstavbě	Bezbariérové zpřístupnění
Zemní práce / Zakládání	Složité geologické podmínky	✓
	Vysoká hladina podzemní vody	✓
	Velké množství inženýrských sítí	✓
	Práce v hloubkách	✓
	Nutnost těžké techniky	✓
Hrubá stavba	Stísněné zařízení staveniště	✓
	Vysoká koncentrace lidí kolem stavby	✓
	Hustý silniční provoz kolem stavby	✓
	Náročná logistika	✓
	Velké betonáže	✗
	Komplikované tvary armatur	✗
	Výškové práce	✓
	Práce v podzemí	✓
	Nutnost těžké techniky	✓

	Rozsáhlost stavby	✓
Dokončovací práce	Nutnost těžké techniky	✓
	Složité přesouvání materiálů	✓
	Složité technologie	✓
	Velké množství lidí na malém prostoru	✓
	Výškové práce	✗
	Složité řešení PBŘ	✓

Samozřejmě ne každé bezbariérové zpřístupnění stanice má všechny tyto parametry. Devadesát procent těchto komplikací může nastat, budeme-li se zajímat o bezbariérovost zajišťovanou osobními výtahy, a to ve stanicích v centrech města ležících v pásmu OSM (ochranný systém metra). Důvodem je totiž nutnost použití tlakového uzávěru, který bývá na těchto stavbách ukrytý za maskovací stěnou a zapříčiňuje tak potřebu mít přestupní chodbu při budování bezbariérového zpřístupnění stanice. Tlakový uzávěr je však nutný pouze ve stanicích náležících v OSM. Mezi tyto stanice nepatří například celá linka metra I. C zahrnující stanice Florenc- Kačerov, které byly budovány v přesvědčení, že se bude jednat o podpovrchovou tramvaj.

Díky absolvované praxi ve stavební firmě SMP CZ, a.s. jsem mohl být od začátku při přípravě stavby „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“. V závěrečné fázi hrubé stavby jsem si vyzkoušel i pozici mistra na stavbě. Díky této zkušenosti jsem poznal, jak je takováto stavba technologicky náročná.

Vzhledem k tomu, že se jednalo o první stavbu tohoto typu v České republice, byla většina technologických postupů naprosto unikátní. Problémy a způsoby, které se na této stavbě objevily, byly jedinečné a jejich řešení také. Známe postupy jako betonáže, postavení záboru, vývoz materiálu, zařízení staveniště či pasportizace se musely v tomto případě řešit zcela neobvykle.

Cíle práce

Cílem této práce není pouze přiblížení tématu a postupu výstavby, ale také komentování volených technologických postupů. V této práci se budu věnovat rozborům využitých postupů, porovnávání jejich možností jak na samotné stavbě, tak na jiných podobných stavbách. Postupy budu srovnávat z technologického

i ekonomického hlediska. V bakalářské práci bude vždy rozebrán způsob řešení daného problému a další uvažované možnosti.

Všechny tyto postupy byly uvažovány či použity na stavbě „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“.

1 Razicí a hloubicí práce

Při budování bezbariérového zpřístupnění stanice s kaskádovitým členěním výtahů se nevyhneme hloubicím a razicím pracím. Tyto práce se ekonomicky promítnou do projektu přibližně ve výši 1/3 ceny a technologicky násobí její složitost. Při výstavbě takového projektu už nevycházíme pouze z obecně platných zákonů a vyhlášek, jak jsme zvyklí při provádění ostatních staveb financovaných z veřejných prostředků, ale je třeba splnit také hornické požadavky. Základní rámec legislativních předpisů tvoří předpis č. 44/1988 Sb. zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon) nebo předpis č. 62/1988 Sb. zákon České národní rady o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu. *Pro vlastní návrh a realizaci je potřeba se při dalším postupu opřít o soustavu technických norem, předpisů, směrnic a doporučení, které by měly zajistit realizaci kvalitního, ekonomicky efektivního a provozně bezpečného díla na úrovni současných technických poznatků. [02]*

1.1 Stavební jámy

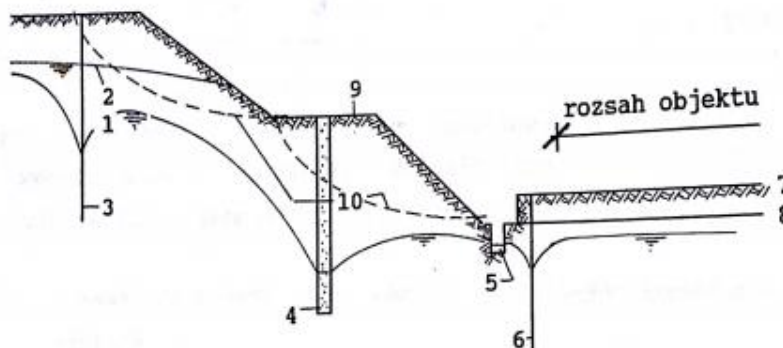
Stavební jáma musí obvykle splňovat tři základní funkce. Musí vytvářet dostatečný prostor pro stavební činnost, zajišťovat prostor stavby proti podzemní vodě a splňovat nároky na stabilitu svých stěn přilehlého okolí. [06]

Stavební jámy můžeme rozdělit do několika typů. Mezi nejznámější a nejpoužívanější patří jámy svahované, jámy pažené a jámy těsněné.

1.1.1 Svahované jámy

Jedná se o vytěžení veškeré zeminy nad úrovní základové spáry. Největší nevýhodou svahovaných jam je jejich prostorová náročnost v zástavbě. Naopak mezi její největší výhody patří technická nenáročnost, díky níž se i dnes velice často používá. Vzhledem k nutnosti velikosti zástavby je otázka ohledně dostatečného prostoru pro stavební činnost vyřešena. Nároky na stabilitu jsou zde zajištěny pomocí vysvahování, které však u hlubokých stavebních jam v nesoudržných zeminách bývají mírné, a tak je často nezbytné je provést v několika stupňovitých odstupků tzv. laviček. Poslední funkce, které svahované jámy musí mít, je zajištění proti podzemní vodě. V tomto případě nemá svahovaná jáma jako taková žádné vlastní opatření a je nutné jí je doplnit. Při bezprostřední blízkosti hladiny podzemní vody je proto nezbytné zajistit

jí dostatečné odvodnění, jako jsou odvodňovací studny, čerpací jehly a drenáže.



Obr.34 Úprava svahované stavební jámy

1 - snížená hladina podzemní vody, 2 - hladina podzemní vody bez čerpání, 3 - čerpací jehly, 4 - čerpací studny, 5 - povrchová obvodová drenáž, 6 - čerpací jehly ve dně jámy snižující hladinu pod jejím dnem, 7 - dno jámy, 8 - úroveň základové spáry, 9 - berma ve svahu, 10 - potenciální smykové plochy při zhoršení hydrogeologického režimu, zhoršení parametrů zemín nebo přetížení v odlučné oblasti

Obr. 2: Svahovaná jáma - Zakládání staveb [06]

1.1.2 Pažené jámy

V hustě zabydlených oblastech byla vždy snaha o maximální využití podzemních prostor pro parkoviště, garáže nebo třeba podzemní dopravu. Prostor pod zemí byl vždy velice cenný, a proto pokud to technologie dovozovala, snažilo se z tohoto prostoru vytěžit co nejvíce. Při takovýchto podmínkách, kdy se snažíme v husté zástavbě vybudovat co nejhlubší jámu, jsou potřeby svahovaných jam téměř nesplnitelné. Zde proto nastupují jámy pažené. Možných technologií k použití při vytvoření pažené jámy je nepřeborné množství. Zvolená technologie vždy vychází z geologických, hydrogeologických poměrů a charakteru stavby. Dalšími kritérii při návrhu pažené jámy je rychlost, bezpečnost a hospodárnost.

Konstrukce pažené jámy se skládá obvykle ze tří základních typů konstrukčních prvků, z nichž každý má svou odlišnou funkci v celkové konstrukci.

Jedná se o:

- *Pažení,*
- *roznášecí prahy (převázky), v případě potřeby také horní ztužující věnec,*
- *podpěrné konstrukce (rozpěry nebo kotvy). [03]*

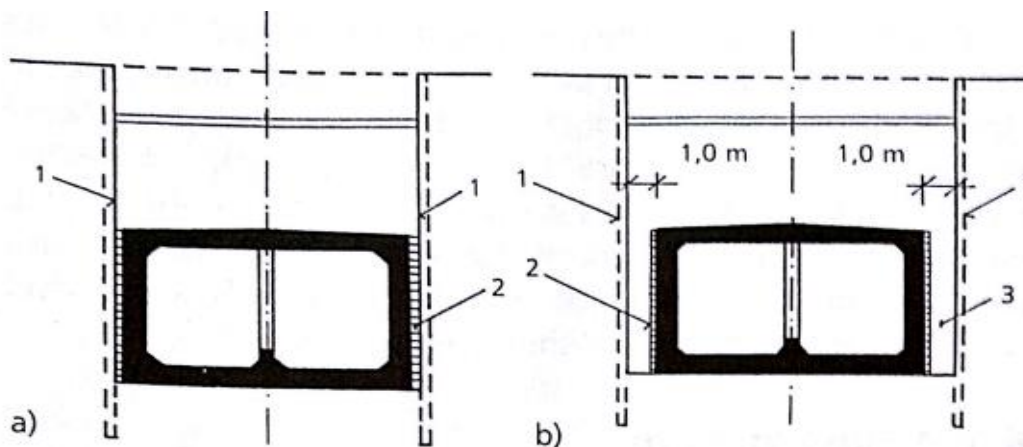
Pažení je část konstrukce, která přiléhá těsně k hornině a zajišťuje ji spolu s dalšími prvky proti sesutí nebo i pronikání podzemní vody.

Roznášecí prahy bývají vodorovné nebo nakloněné nosníky přiléhající k pažení. Mají za úkol roznášet lokální zatížení od podpůrných konstrukcí.

Podpěrné konstrukce jsou ty konstrukce, které vytváří protireakci na síly působící na pažení od horniny nebo jiné síly. Podle typu přenášené síly a její rozložení můžeme podpěrné konstrukce dělit na rozpěrné a kotvené. Rozpěrné podpěrné konstrukce roznáší sílu rozpěrou, která je v přímém kontaktu s protilehlým pažením nebo horninou. Kotvené podpěrné konstrukce jsou ty, které část síly vnáší pomocí kotvy zpět do horninového prostředí za pažením. [07]

Pažené jámy můžeme rozdělit podle druhu pažicí konstrukce na:

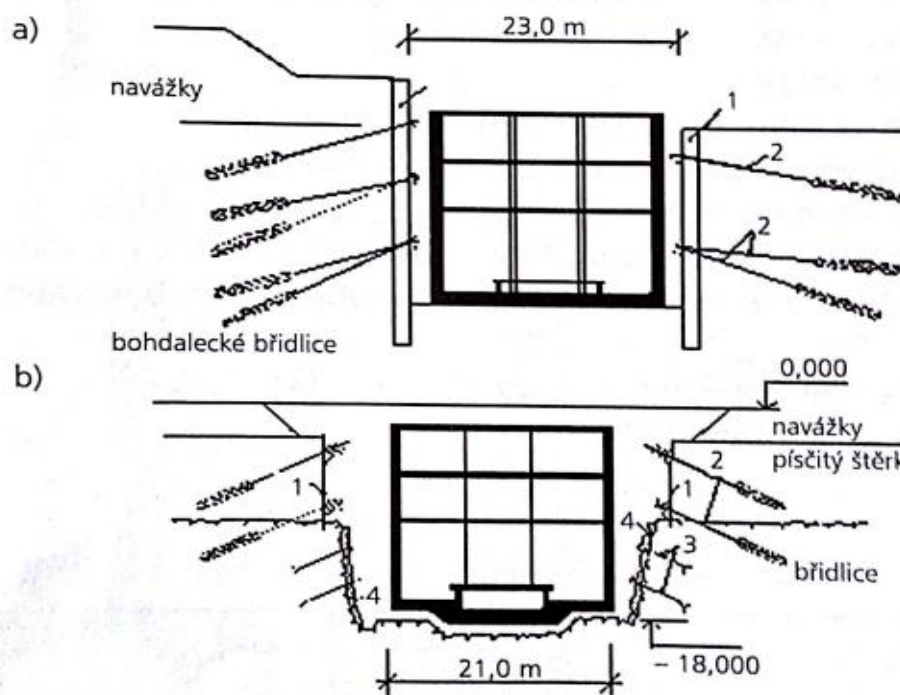
- štětové stěny: pažení vytváří štětovnice;
- pilotové stěny: pažení vytváří piloty;
- mikropilotové stěny: pažení vytváří maloprofilové ocelové trubky osazené do vrtu a vyplněné cementovou zálivkou;
- podzemní stěny: jedná se o druh pažení, kdy je pažením stěna betonovaná přímo do zeminy.



Obr. 6.7 Vztah mezi pažením stavební jámy a definitivním objektem

a) berlínská metoda, b) hamburská metoda

1 – pažení, 2 – ochrana izolace, 3 – prostor pro provádění izolace



Obr. 6.8 Příklady pažených jam

a) jáma pažená na celou výšku s jednostranným předvýkopem, b) kombinovaná stavební jáma

1 – pažení (podzemní stěny, resp. záporové pažení), 2 – kotvy, 3 – svorníky, 4 – stříkaný beton

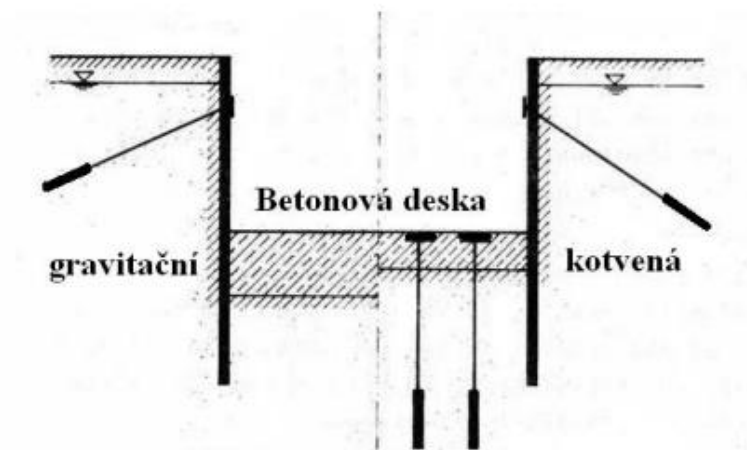
Obr. 3: Pažené jámy [03]

1.1.3 Těsněné jámy

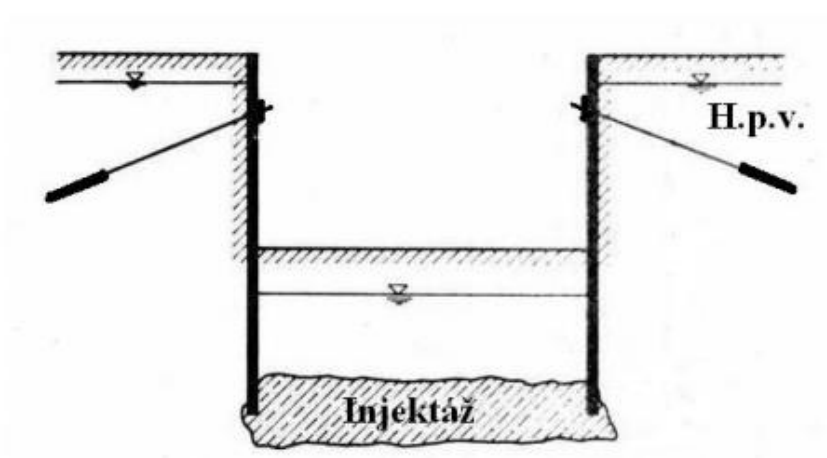
Těsněné jámy používáme ve velice propustných zeminách, kde hrozí zaplavení jámy podzemní vodou přes její dno. Těsněné jámy většinou vycházejí z jam pažených,

kdy se boky stavební jámy paží známými pažicemi konstrukcemi např. piloty a dno jámy je poté vybetonované či zainjektované.

a) Těsněná jáma s pažením zavázaným do nepropustného podloží



b) Těsněná jámy se dnem betonovaným pod vodou



c) Těsněná jáma s injektovaným dnem

Obr. 4: Těsněné jámy [14]

1.2 Ražba tunelů

Ražba tunelů patří mezi nejsložitější, nejzajímavější a také nejnákladnější stavební díla. Tato skutečnost je zapříčiněna často hlavně rozsáhlostí díla hluboko pod zemí a k tomu v horninovém prostředí, které ani přesně neznáme.

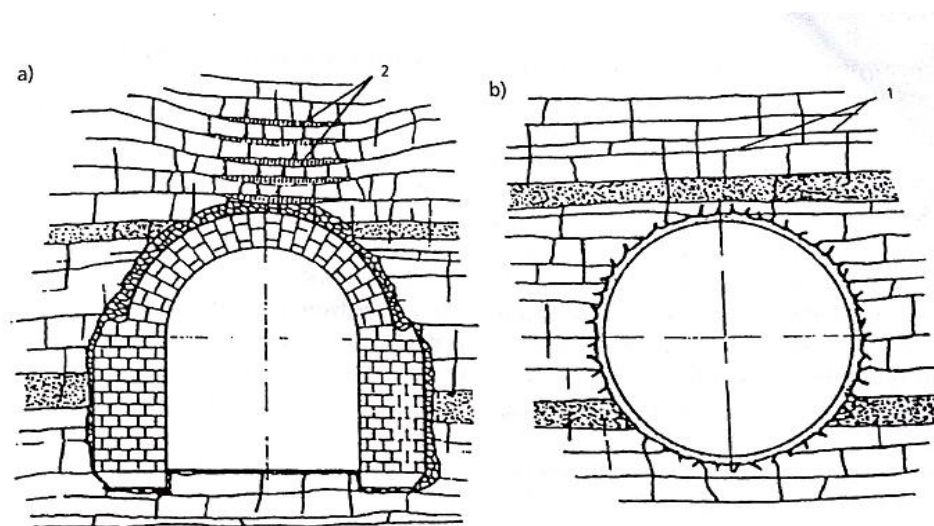
V dnešní době se při ražbě tunelů používají tyto metody:

- Nová rakouská tunelovací metoda (a příbuzné metody);
- Tunelovací stroje;
- Prstencová metoda.

1.2.1 NRTM – Nová rakouská tunelovací metoda

Jedná se o moderní konvenční metodu, jejíž základy položil Leopold von Rabcewicz již v roce 1944. Principy metody NRTM poté zformuloval v roce 1978 Leopold Müller do dvaceti dvou bodů. Mezi ty nejdůležitější patří například:

- hlavním nosným prvkem tunelu je jeho vlastní horninové prostředí;
- nutnost stálého sledování navrženého řešení;
- hornina se rozpojuje co nejšetrněji, aby se výrub porušil co nejméně.
- výstroj neboli primární ostění musí celoplošně přiléhat k líci výrubu bez zabudování stlačitelných vrstev;
- primární ostění musí být zabudováno v optimálním časovém horizontu a musí mít přiměřenou tuhost;
- pokud se prokáže, že odpor primárního ostění je nedostatečný je nutné ho lépe spřážit s horninovým prostředím například kotvením či injektováním, nikoli zvětšením tloušťky stříkaného betonu.



Obr. 4.2 Zajištění výrubu

a) nesprávně se stlačitelnou zakládkou, b) správně; 1 – uzavřené diskontinuity, 2 – otevřené plochy diskontinuit

Obr. 5: Správné zajištění výrubu podle NRTM [02]

Postup:

Horniny se rozpojují běžnými způsoby (střelné práce, pneumatická kladiva, výložníkové frézy, bagry atd.). Výrub se poté zajišťuje stříkaným betonem (primární ostění) doplněný výztužnými sítěmi. Pro lepší spřažení primárního ostění s lícem výrubu je možné použít kotevní systém.

Definitivní ostění se obvykle provádí z monolitického betonu (prostého nebo vyztuženého) a je obvykle chráněno mezilehlou izolací (obvykle stříkanou nebo fóliovou). Přesný postup vždy záleží na daném projektu.

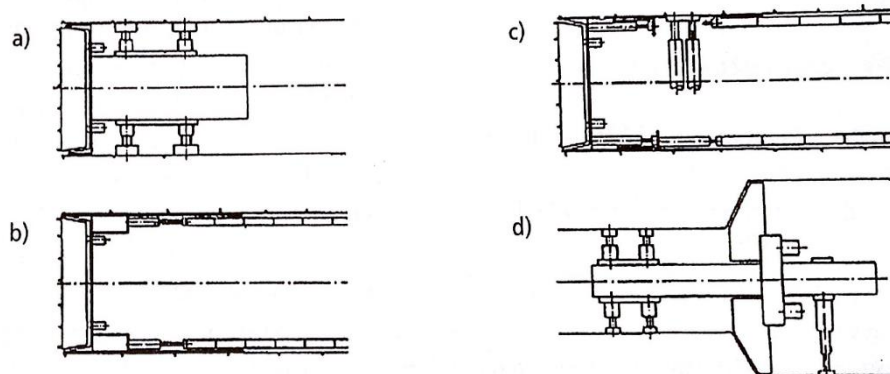
1.2.2 Tunelovací stroje

Plnoprofilové razicí stroje (Tunnel Boring Machines - TBM) jsou sestavou komplexních strojních zařízení umožňujících rozpojování horniny, bez použití trhacích prací, kruhového průřezu. Razicí zařízení je složeno z:

- vlastního razicího stroje;
- soustavy návěsu, na nichž jsou umístěna všechna vedení, rozvody a další mechanismy potřebné ke správnému fungování.

Podle konstrukčního řešení stroje dělíme na:

- otevřené TBM- razicí stroje bez štítového pláště;
- TBM se štítem- razicí stroje se štítovým pláštěm;
- TBM s rozšiřováním výrubu.

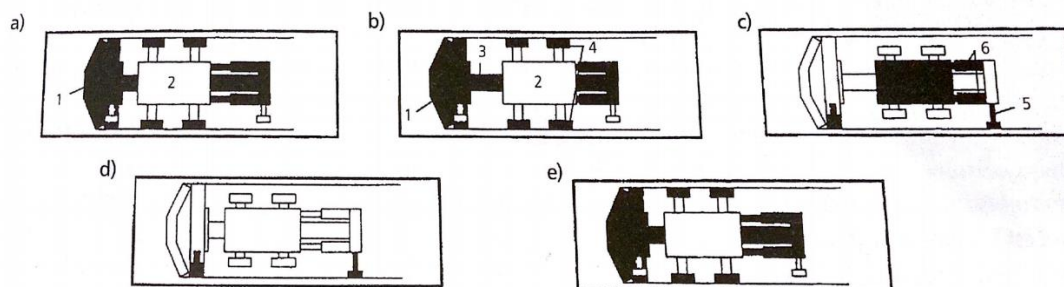


Obr. 5.1 Základní typy razicích strojů

a) TBM otevřený, b) TBM s pláštěm, c) TBM s dvojitým pláštěm, d) TBM s rozšiřováním výrubu

Obr. 6: Typy razicích strojů [02]

Pracovní cyklus stroje:



Obr. 5.6 Pracovní cyklus při ražení otevřeným TBM Wirth

a) stroj je rozepřený a začíná vrtat, b) vrtání je skončené na plný zdvih, c) rozeptění je uvolněné, stroj spočívá na opěrách, venkovní Kelly se vysouvá vpřed, d) ukončené přemístění, e) stroj je opět rozeptřený do výrubu, připravený vrtat
1 – vrtací hlava, 2 – venkovní Kelly, 3 – vnitřní Kelly, 4 – rozpěry, 5 – zadní opěra, 6 – vysouvací lisy

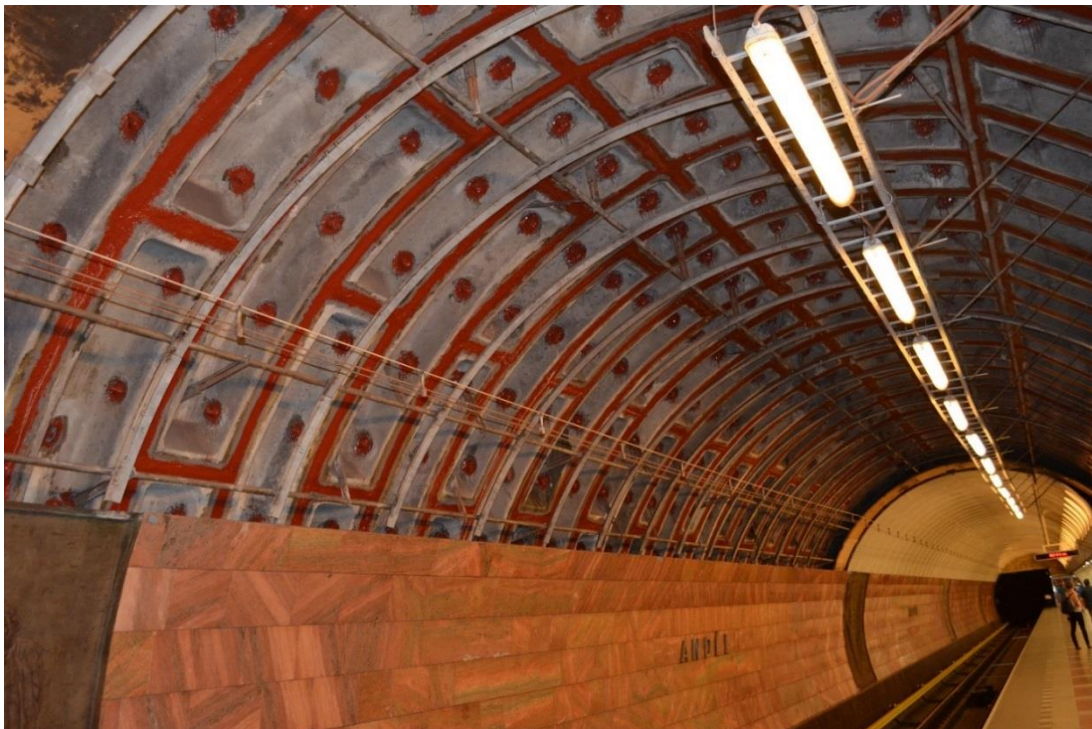
Obr. 7: Pracovní cyklus otevřeného tunelovacího stroje [02]

1.3 Prstencová metoda

Tato metoda se nasazuje v horninách a zeminách s dostatečnou stabilitou. Ražba se provádí většinou plným profilem po krátkých úsecích. Záběry jsou poté ihned vystrojeny definitivním ostěním pomocí tubingového prstence a vyplněny aktivační injektáží. Při velkých hmotnostech dílců prstence je nutné použít ukladač. Injektáže se provádí symetricky odspoda nahoru přes injektční otvory v tubincích. Většinou se jako injektážní směs používá cement. [08]

Postup:

- vrtání/ražba záběru na délku nutnou k postavení tubingového prstence;
- větrání;
- nakládání a odvoz rubaniny;
- postavení definitivního ostění pomocí prstence;
- vybednění čelní zídky;
- výplňová aktivační injektáž;
- vrtání/ ražba dalšího postupu.



Obr. 8: Sanace ŽB tubingů ve stanici Anděl (archiv autora)

1.4 Zemní práce při budování bezbariérových zpřístupnění stanic metra Praha

Jak již bylo psáno, při budování bezbariérového zpřístupnění stanice s kaskádovitým členěním výtahů je nemožné se vyhnout zemním pracím. Jejich způsob je však vždy odlišný a záleží především na prostředí, kde se stavba realizuje, a jejím geologickým podmínkám.

1.4.1 Zemní práce při budování „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“

Při budování „Bezbariérového zpřístupnění stanice Anděl“ jsme se rozhodli při hloubicích pracích použít paženou jámu pomocí technologie převrtávaných pilot. U převrtávané pilotové stěny se postup vrtání členil na hloubení nejdříve primárních vrtů (ob jeden) a následně se hloubily sekundární vrty jako mezilehlé. Vrt pro sekundární pilot částečně převrtával beton pilotů primárních. Časový odstup pro převrtání primárních pilotů byl zvolen a upřesněn na základě zkušeností po převrtání prvních primárních pilotů. Odstup byl 1 den.

Vlastní technologický postup výroby převrtávané pilotové stěny se skládal z následujících kroků:

- vrtání a těžení primárních vrtů zapažených ocelovými pažnicemi;
- přípravné práce před betonáží (čištění vrtu, osazení betonovací kolony);
- betonáž pilotů a vytahování pažnic;
- dokončovací práce;
- vrtání a těžení sekundárních vrtů zapažených ocelovými pažnicemi;
- přípravné práce před betonáží (čištění vrtu, osazení armokoše a osazení betonovací kolony);
- betonáž pilotů a vytahování pažnic.

Po provedení převrtávaných pilotů se přistoupí k vybjení vodicích zídek, které jsou umístěné vně šachty po celém obvodu, dále se provede očištění hlav pilotů a odbednění.

Po odbednění se přistoupí k samotnému hloubení šachty do úrovně - 20,0 m. Od ohloubně se bude provádět hloubení pomocí bagru CAT 312 na úroveň - 8 m s instalací KARI sítě na sloupy převrtávaných pilotů, které budou očištěny od rubaniny. Síť budou kotveny pomocí trnů z žebírkové oceli o průměru 10 mm v počtu 5 kusů na 1 síť. Po instalaci 1. sítě se provede nástřík betonu o tloušťce cca 10,0 -15,0 cm tak, aby se síť dále překryly betonem o tloušťce 5,0 cm. Při instalaci jednotlivých sítí musí být dodrženo pravidlo překrývání sítí o 2 oka. Hloubení s nástříkem betonu bude postupovat do hloubky - 20,0 m.

Od hloubky 20,0 - 30,26 m se bude postupovat tak, že po vyhloubení záběru 1,2 m se provede instalace 1. vrstvy kari sítě a osazení ocelového příhradového rámu s roztečí rámu po 1,0 m a provede se nástřík betonu. Poté se naistaluje na zastříkaný rám na vnitřní stranu 2. vrstva sítí s krytím výztuže 20 cm.

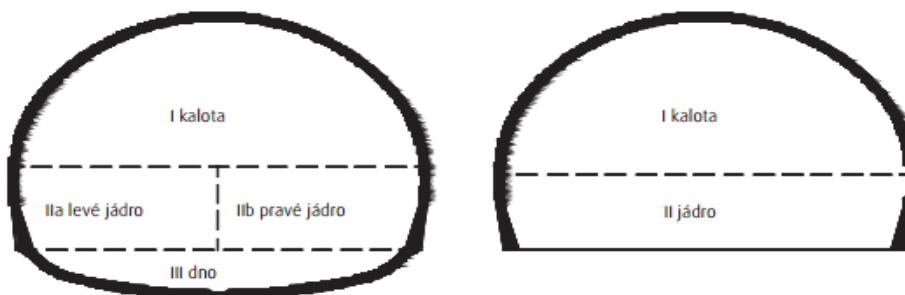
Těžení rubaniny bude prováděno pomocí drapáku CAT 312 do hloubky - 10 m, dále bude rozpojování a nakládání rubaniny prováděno pomocí JCB 8017, TAKEUCHI 138FR do těžních nádob s objemem cca 0,5 - 2 m³, které budou odtěžovány jeřábem RDK 300 do přistavených kontejnerů bikram a odváženy na skládku.



Obr. 9 Očišťování převrtávaných pilotů a pokládání kari sítí (archiv autora)

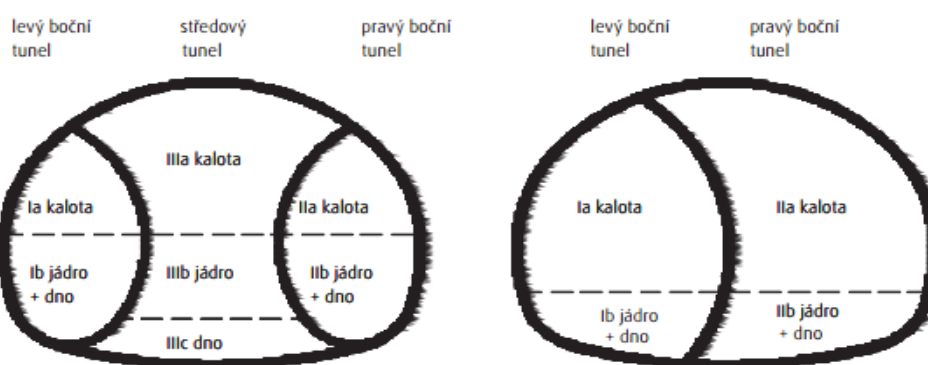
Při razicích pracích zde byla použita metoda NRTM. Razilo se zde pomocí trhacích prací v kombinaci s hydraulickým sbíjecím kladivem a tunelbagrem. Jednalo se o výrub s vodorovným členěním podle zásad nové rakouské tunelovací metody. Technologické třídy výrubu se množstvím vyztužovacích prostředků od sebe lišily délkou záběru. Rubanina se dopravovala pomocí kolového nakladače do kontejneru o objemu 7 m³ ve dně šachty. Svislá doprava v šachtě byla poté zajištěna pomocí jeřábu RDK 300. Primární ostění se provádělo v tloušťce 300 mm z vyztuženého stříkaného betonu SB25 (C20/25) s dvěma polohami ocelových sítí 150x150/8x8 mm a s příložkami. Sekundární ostění bylo tvořeno železobetonem C 30/37.

Příklady vodorovného členění výrubu



Pozn. : Ia - čísla a písmena označují pořadí provádění výrubu

Příklady svislého členění výrubu



Pozn. : Ia - čísla a písmena označují pořadí provádění výrubu

Obr. 10: Příklady výrubu [10]

1.4.2 Zemní práce při budování bezbariérového zpřístupnění ostatních stanic metra Praha

Z důvodu umístění stanic metra v hustě obydlených částech města je téměř nemožné provádět stavební jámy jiným způsobem než pažením. Nejčastěji se zde jako pažení budou používat piloty či železobetonové zdi betonované do rámu. Nejinak se budovala stavební jáma při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra I. P. Pavlova a Můstek. V obou případech byla výkopová jáma pažena pomocí stěn betonovaných do ocelových ráků jako ztracené bednění.

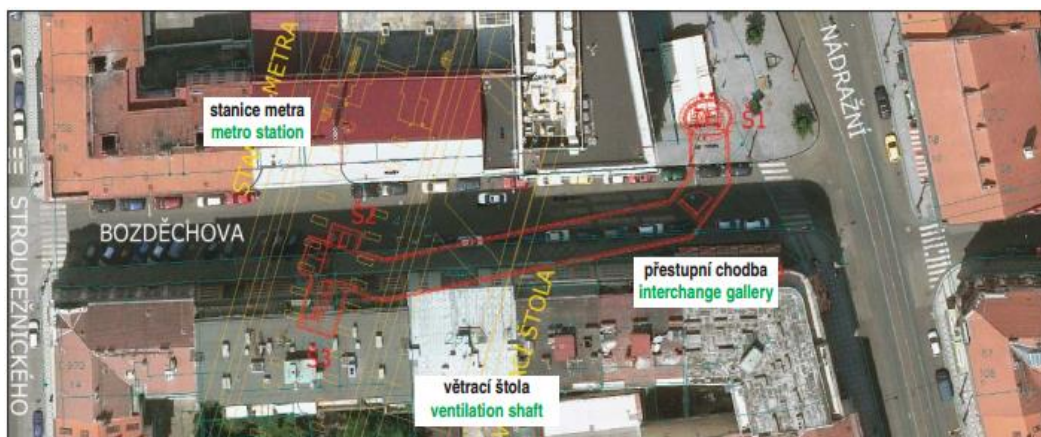
Razicí práce se z ekonomických důvodů prostředí stavby a její menší rozsáhlosti dělají nejčastěji metodou NRTM. Pokud je to nutné, požívají se v menší míře trhavinové práce, jinak se kvůli výstavbě za provozu spíše používají hydraulická sbíjecí kladiva, frézy a tunelbagry. Ostění bývá většinou primární a sekundární s mezilehlou hydroizolací. Kvůli rychlosti provádění a menší složitosti se použila na stanicích Anděl, I. P. Pavlova i Můstek stříkaná hydroizolace.

2 Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Anděl

Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Anděl na trase metra I. B představuje nový způsob řešení, které dosud nebylo na pražském metru realizováno. [04]

Bezbariérovost je zajištěna třicetimetrou výtahovou šachtou propojující povrch s přestupní chodbou v podzemí o délce sedmdesáti metrů. Na konci přestupní chodby je dvojice dalších výtahových šachet ústících do středního tunelu stávající stanice. Takto upravená stanice umožňuje bezbariérový přístup přímo z uliční úrovně. Veškeré stavební úpravy byly prováděny za provozu metra.

Stanice je zpřístupněna z úrovně terénu v místě nároží Nádražní ulice a ulice Bozděchovy pomocí kaskády osobních výtahů. Z úrovně chodníku vede dvojice osobních výtahů do přestupní chodby umístěné výškově těsně nad klenbou stanice. Z této přestupní chodby vede potom druhá dvojice osobních výtahů na nástupiště stanice metra. Vedle těchto výtahů je mezi přestupní chodbou a nástupištěm umístěno také služební a únikové schodiště. [04]



Obr. 11: Zákres stavby do ortofotomapy [04]

2.1 Základní údaje

Zahájení stavby: 30. června 2014

Termín uvedení do provozu: 8. října 2015

Zhotovitel: Sdružení SMP CZ, a.s., a RVES CZ a.s.

TDI a inženýring: Inženýring dopravních staveb a.s.

Geotechnický monitoring: GEOtest, a.s.

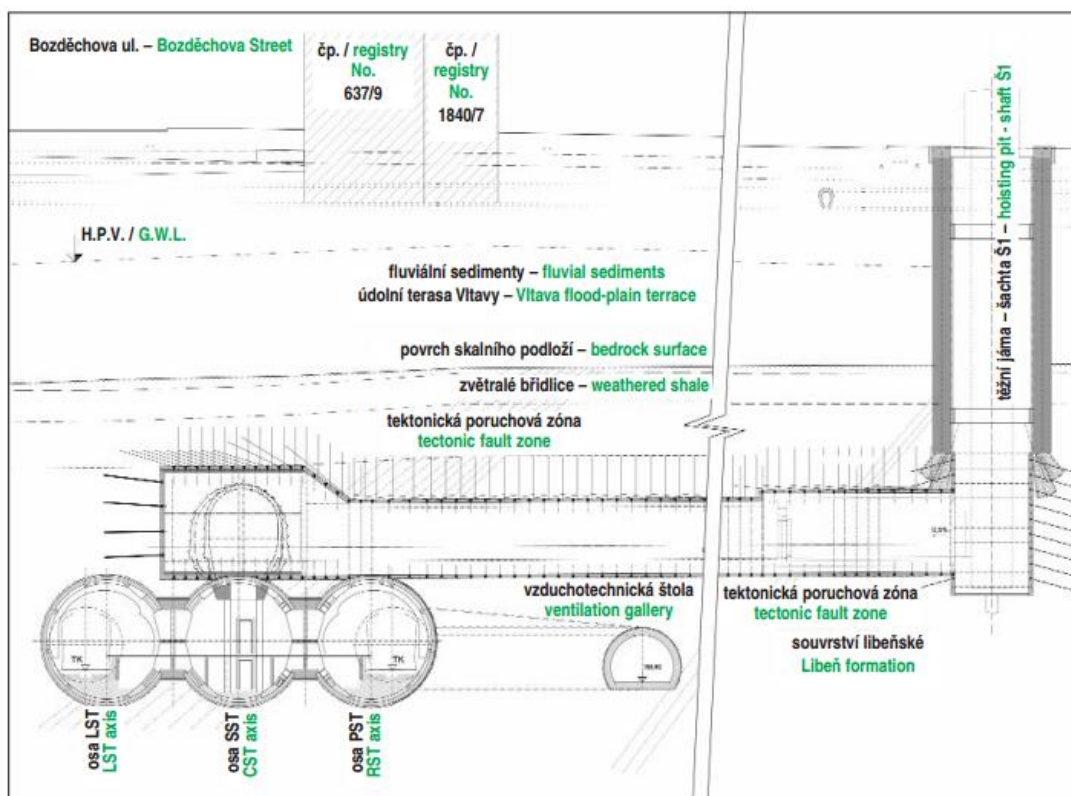
Projektant: Metroprojekt, a.s.

Celková cena projektu: 92 643 969, 64 Kč

Jedná se o trojlodní raženou stanici orientovanou jihozápadně od křižovatky ulic Nádražní – Plzeňská. Stanice je dlouhá 145 m, z nichž je 110 m nástupiště o šířce 18 m. Z nástupiště vedou na povrch dva eskalátorové tunely.

Pilíře a průvlaky jsou ocelové, ostění je z železobetonových prefabrikovaných dílců kruhového profilu. Severní vestibul je povrchový a je umístěn v těsné blízkosti křižovatky Anděl. Jižní vestibul je podzemní a je situován k ulici Za Ženskými domovy.

Dodatečné zřízení výtahu v provozované stanici metra byl náročný technický problém jak z hlediska projektu, tak i z hlediska provádění. Při zpracování projektu bylo nejprve třeba najít na uliční úrovni vhodnou polohu výtahů s přihlédnutím k vedení inženýrských sítí a za podmínek daných požadavky účastníků řízení o umístění stavby. [04]



Obr. 12: Podélný řez přestupní chodbou a šachtou Š1 [04]

2.2 Geologie

Stavba probíhala ve složitých geologických podmínkách způsobených především přítomností vysoké hladiny podzemí vody a zvodněných aluviálních sedimentů. Pro zapažení šachty byla proto zvolena metoda převrtávaných pilotů, které byly vetknuty do skalního podkladu a na konci injektovány. Skalní podloží, jež se nachází přibližně v hloubce 14 – 16 metrů pod terénem je tvořeno ordovickými horninami libeňských břidlic, které bylo místně ovlivněno tektonickým porušením.

2.3 Šachta Š1

Svislá šachta propojující uliční úroveň s přestupní chodbou má oválný příčný profil a je hluboká 30 m. Z důvodů rozdílných geologických poměrů je proto šachta technologicky rozdělena na dvě části. První část je zajištěna pomocí převrtávaných pilotů o průměru 1180 mm, délky 20 m. Šachta je opatřena ztužujícím železobetonovým věncem ve dvou výškových úrovních. S každým dalším hloubením je vždy vnitřek pilotové stěny očištěn tlakovou vodou a nastříkán vrstvou stříkaného betonu C25/30 o tloušťce min. 150 mm. Povrch stříkaného betonu je po každém jeho opatření uhlazován, aby mohl sloužit jako podklad k hydroizolaci. Stříkaný beton je vyztužen ocelovými sítěmi 6/100x6/100 mm a paty pilotů jsou injektovány cementem proti průsakům podél pilotů.

Druhá technologická část šachty prováděná hornickým způsobem začíná v patách pilotů. Postupovalo se po 1 m, kdy se výrub zajišťoval stříkaným betonem C 20/25 tloušťky min. 270 mm a dvěma vrstvami ocelových sítí 8/150 x 8/150 mm. Ostění poté bylo kotveno pomocí svorníků SN o průměru 28 mm a délky 3m. Druhá část šachty byla hluboká 10 m.

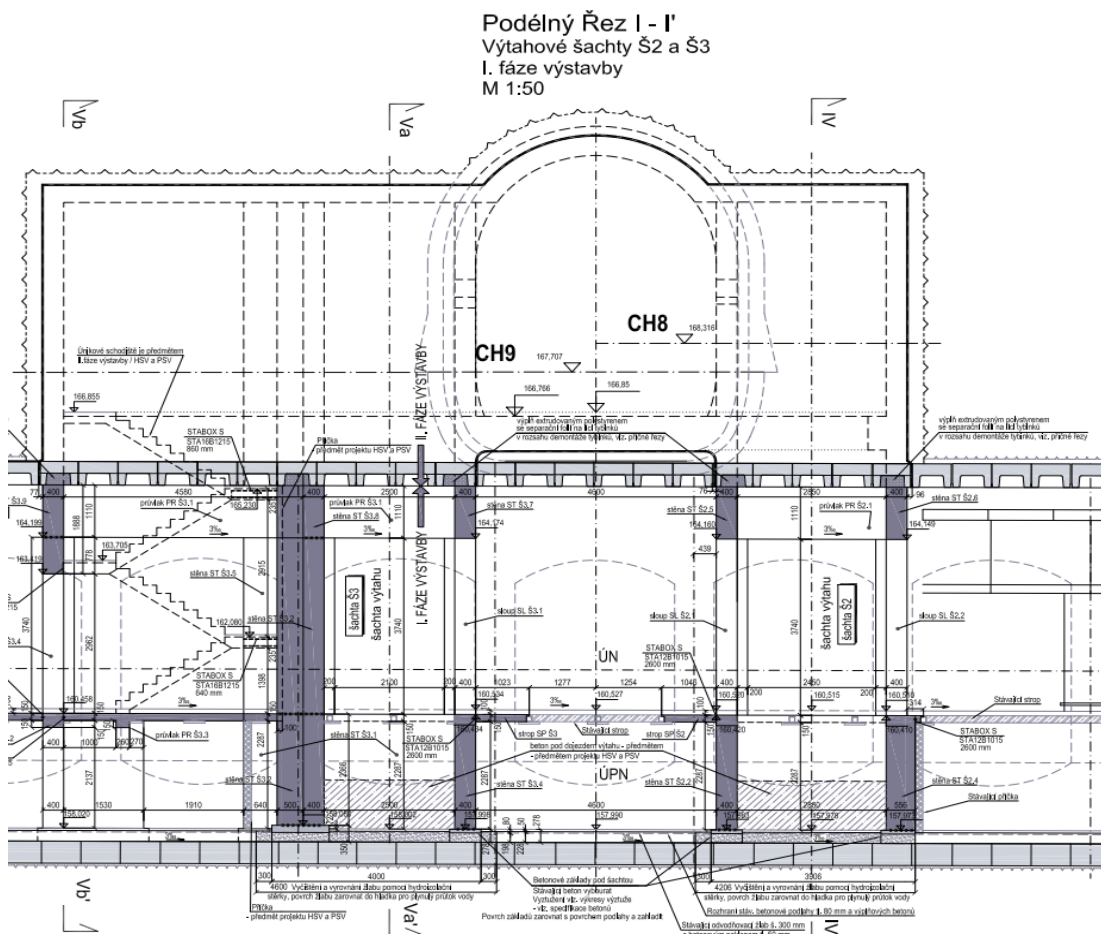
Hydroizolace je zde navržena jako stříkaná mezilehlá. V první části šachty je navržena mezi pilotovými stěnami s vyrovnávací vrstvou a sekundárním ostěním a v druhé části mezi primárním železobetonovým ostěním a finálním sekundárním ostěním. Stříkaná izolace je zde v tloušťce od 3 mm do 6 mm.

Finální sekundární ostění šachty bylo realizováno až po dokončení ražeb. Bylo zde vytvořeno z monolitického betonu C30/37. Betonovalo se vždy po třech metrech. Celkem bylo osm betonážních sekcí a tři atypické na dně šachty v místě propojení s přestupní chodbou a na vyústění.

Betonáž dna se prováděla až po jeho odvodnění do dočasně vytvořené jámky. Kruhová čerpací jámka o průměru 600 mm byla vyhloubena do primárního ostění a fungovala po celou dobu stavby. Po dokončení definitivního ostění na celém díle byla čerpací jámka uzavřena, zabetonována a zainjektována.

2.4 Přestupní chodba, šachty Š2 a Š3

Přestupní chodba propojující šachtu Š1 s dvojicí šachet Š2 a Š3 je půdorysně dvakrát zalomená, což je způsobeno orientací výstupu výtahu z povrchu v podzemí a přestupu na výtahy na nástupiště. Celá přestupní chodba od šachty Š1 klesá ve sklonu 0,5 % ke stanici. Ražba přestupní chodby postupovala dle zásad NRTM s horizontálním členěním výrubu. Rozpojování horniny se provádělo pomocí bagru nebo ručním hydraulickým zařízením, v pevnějších podložích potom trhacími pracemi. Primární ostění zde bylo řešeno ze stříkaného betonu C20/25 v tloušťce min. 250 mm s dvěma vrstvami ocelových sítí 8/150 x 8/150 mm. Současně s ražbou a primárním ostěním byla na úrovni nástupiště budována definitivní nosné konstrukce.

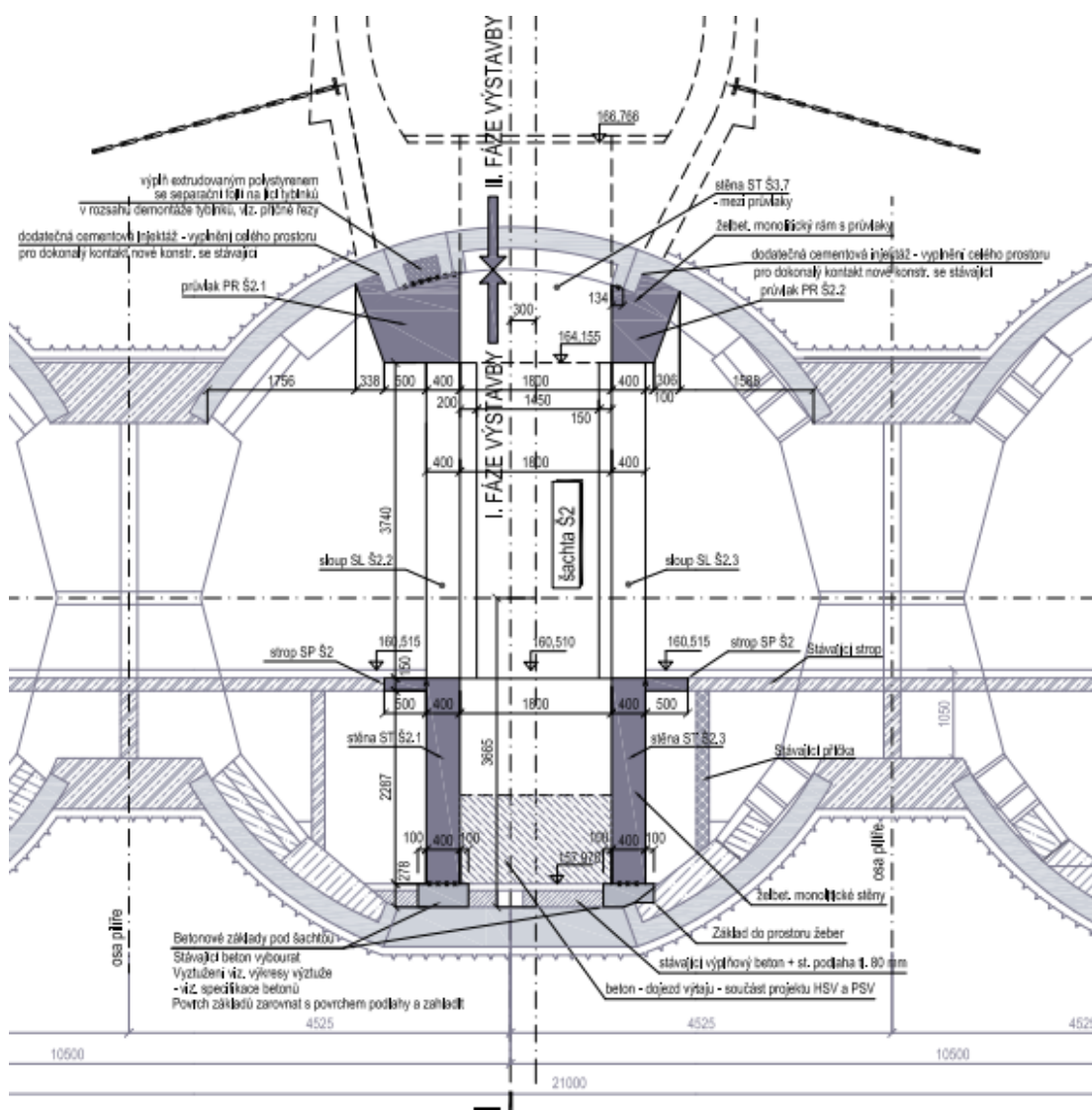


Obr. 13: Podélný řez stanicí I-I' [12]

Ke konci přestupní chodby, kdy začala zasahovat do úseku nad stanicí, se z bezpečnostních důvodů zesílilo primární ostění na 300 mm s dvěma vrstvami ocelových sítí 8/150 x 8/150 mm. V tomto úseku se profil přestupní chodby zvětšil a tento profil si udržela až do konce. V dalším postupu se z této navýšené části vyzvaly na obě strany chodby vedoucí k výtahům v šachtách Š2, Š3 a únikovému schodišti. Až po ukončení hornických prací a vybetonování definitivních nosných konstrukcí na stanici se začalo demontovat ostění v místech šachet pro oba výtahy a únikového schodiště. Hydroizolace zde byla řešena stejně jako v šachtě Š1, tzn. stříkaná a mezilehlá mezi primérem a sekundérem.

Betonáž finálního sekundárního ostění byla plánovaná po 6 m sekcích do předem připraveného bednění, které bylo posuvné, a postup betonáže přestupní chodby byl od výtahových šachet Š2 a Š3 k výtahové šachtě Š1. Pancéřová leštěná podlaha se betonovala až po provedení finálního sekundárního klenby.

Nosné konstrukce vytvářející šachtu Š2 a Š3 byly založeny na základových pasech pod nástupištěm. Železobetonové sloupce a stěny vystupovaly až k horní klenbě nástupiště, kde přecházely v průvlaky lemující výtahové prostory.



Obr. 14: Výkres tvaru šachty Š2 [12]

3 Příprava území

Před začátkem každé stavby je jednou z nejdůležitějších věcí příprava území. Zjištění přesných tras kabelů a potrubí nám při výstavbě ušetří mnoho času a problémů. Kromě toho příprava území také zahrnuje návrh oplocení, ochranu stávajícího podloží a vybudování nájezdů.

3.1 Příprava území při budování „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“

Na pěší zóně u křižovatky ulic Bozděchova a Nádražní bylo vybudováno zařízení staveniště s pevným neprůhledným oplocením výšky cca 4 m ze strany, která je naproti restauraci Potrefená husa. Zbytek stran byl ochráněn neprůhledným oplocením do výšky 1,9 m. Stávající povrch pěší zóny byl ochráněn vrstvou šterkopísku a silničních panelů. Z ulice Bozděchova byl vybudován nájezd do vrat. Dále byly provedeny přeložky veřejného osvětlení, kabelu NN PRE dis, přípojka NN a převěs kabelu SSZ. Před začátkem všech prací se udělala pasportizace.



Obr. 15: Příprava syplých materiálů pro vytvoření ochranné skladby (archiv autora)



Obr. 16.: Ochrana stávající dlažby silničními panely (archiv autora)



Obr. 17.: Zakládání převrtávaných pilotů (archiv autora)

3.2 Pasportizace

Pasportizace neboli zajištění stávajícího technického stavu je běžnější spíše pro rekonstrukce než nové stavby. Při budování podzemního díla je však pasportizace v jednom případě přímo nutná, a to pasportizace nadzemní zástavby.

Při určitých podmínkách, například technologie ražby, vlastnosti hornin, průměr tunelové trouby nebo hloubka zasazení tunelu, může přetváření dosáhnout až k povrchu terénu. Říkáme tomu poklesová kotlina. Její průběh lze predikovat, i když je tato predikce vždy velice nejistá. Průběh této kotliny totiž záleží na několika faktorech. Některé lze přímo ovlivnit, a některé nikoliv. Mezi faktory, které lze ovlivnit, patří například průměr tunelové trouby, rychlost ražby, hloubka tunelové trouby pod povrchem, čas mezi ukončením záběru a zhotovením primárního ostění. K vlivům, které však nelze ovlivnit a jsou velice důležité, patří zejména geologické podmínky, jako je výskyt podzemní vody nebo vlastnosti přítomných hornin. Při budování podzemního díla proto vždy hrozí pokles půdy nad vedeným dílem, a proto je potřeba před započítím ražby provést pasportizaci stávající nadzemní zástavby.

V našem případě jsme byli nuceni zařízení staveniště vybudovat na veřejném prostranství. Vzhledem k tomu jsme museli před započítím jakýchkoliv prací a neprodleně při převzetí staveniště vytvořit pasport na veškerá okolní veřejná osvětlení, dlažbu, obrubníky, kanalizaci. Okolní zeleň, která nepřekážela, byla obedněna. Ostatní byla vyjmuta a po dokončení stavby zasazena nová. Veškeré poklopy, lavičky a ozdobné prvky byly demontovány a po výstavbě opět navráceny zpět na svá místa.

Pasportizace však neprobíhala pouze na uliční úrovni, kde jsme měli zařízení staveniště, ale také dole v záboru na úrovni nástupiště. Pasportizovaly se zde především sloupy, madla a zádlažba.



Obr. 18: Poškozené madlo ve stanici před začátkem stavby (archiv autora)

3.2.1 Příprava území při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra I. P. Pavlova

Z důvodu orientace této stanice metra a postavení budoucího kiosku byla příprava území na tomto projektu velice složitá. Část zařízení staveniště bylo před domem v ulici Legerova a část v domě Legerova 357/5. Díky zemním pracím vně domu ubyla však většina přeložek.

3.2.2 Příprava území při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra Můstek

Příprava území na stanici Můstek probíhala podobně jako v případě stavby „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“. Zařízení staveniště bylo v tomto případě velikostně omezeno, a to z důvodu jeho umístění v centru pod Václavským náměstím. Buňkoviště bylo navrženo jako dvoupatrové. Díky realizování dvou stavebních jam, z nichž jedna byla manipulační a po dokončení stavby se zasypávala, se zde ve velkém objemu konaly práce na přeložení kabelů.

4 Zařízení staveniště a její návrh

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů (stavební zákon) definuje staveniště jako místo, na kterém se provádí stavba nebo udržovací práce; zahrnuje stavební pozemek, popřípadě zastavěný stavební pozemek nebo jeho část anebo část stavby, popřípadě, v rozsahu vymezeném stavebním úřadem, též jiný pozemek nebo jeho část anebo část jiné stavby. Stavby zařízení staveniště nevyžadují ohlášení ani stavební povolení, pokud se jedná o vybrané budovy uvedené v § 103 odst. 1 písm. a) stavebního zákona; ostatní stavby zařízení staveništní vyžadují ohlášení (§ 104 odst. 2 písm. g) stavebního zákona). K povinnostem stavebníka, které mu ukládá stavební zákon (§ 152) patří umístit před zahájením stavby na viditelném místě u vstupu na staveniště štítek o povolení stavby a ponechat jej tam až do dokončení stavby. Stavbyvedoucí je podle stavebního zákona (§ 153) povinen zajistit řádné uspořádání staveniště a provoz na něm. Osoba vykonávající stavební dozor sleduje zejména bezpečnost instalací a provozu technických zařízení na staveništi, vhodnost ukládání a použití stavebních výrobků, materiálů a konstrukcí. [09]

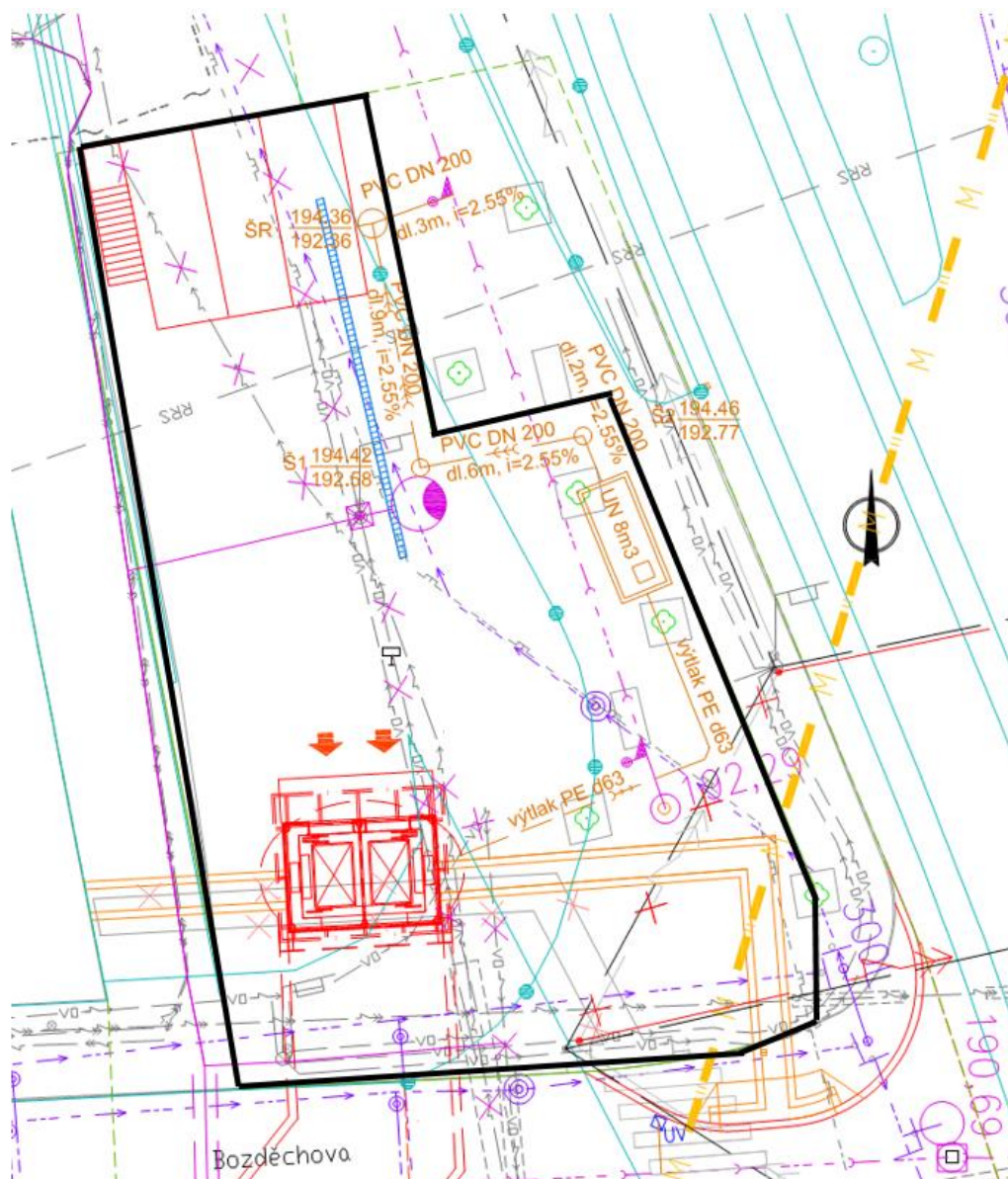
Z citace je zřejmé, jak je zařízení staveniště pro stavbu důležité. Kvalita zařízení staveniště se přímo odráží na pracovní pohodě a výkonu práce.

Pokud máme na zařízení staveniště dostatek místa, je to vždy jednodušší, co se týče umístění skládek, manipulačního prostoru i poloměru otáčení strojů. Protože se však zařízení staveniště zřizuje na stavbě, je zřejmé, že při budování bezbariérových zpřístupnění stanice metra bude zařízení staveniště hned u něj. Protože jsou stanice metra situovány v centru města, bývají tato zařízení staveniště velice omezena, co se plochy týče. Jinak tomu nebylo ani při budování „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“. S přihlédnutím k okolní zástavbě, blízkosti tramvajové zastávky a trhům konaným každý pátek na Andělu, bylo zařízení staveniště velice malé a jakýkoliv prostor zde musel být plně využit. Zařízení staveniště na uliční úrovni mělo 532 m².

Buňkoviště bylo zvoleno jako dvoupatrové se sociálním zařízením v dolním patře. Pro skladování dalších nutných stavebních materiálů nám byla poskytnuta jedna kóje pod úrovní nástupiště od Dopravního podniku hlavního města Prahy.



Obr. 19: Zařízení staveniště při zemních pracích (archiv autora)



Obr. 20: Označené zařízení staveniště (upravenou autorem) [13]

4.1 Návrh staveniště

Počet sociálních a hygienických objektů zařízení staveniště byl navržen projektantem. Uspořádání buněk, skládek a cest jsem poté musel navrhnout sám. Z důvodu šetření místa bylo provedeno patrové buňkoviště. Návrhy odkládacích prostorů, skládek a deponií jsou vidět na obrázku č. 13. Stravování bylo řešeno pomocí přilehlých jídelen.

4.1.1 Vodovodní přípojka

Staveniště se připojovalo na stávající vodovodní přípojku.

4.1.2 Napojení na elektrickou síť

Hlavní elektrická síť se nacházela pod hlavní komunikací. Přípojka byla dimenzována na provoz na stavbě a na potřeby pracovníků v určitých časech. Z rozvaděče vedly dva okruhy. Jeden byl pro osvětlení a užívání ve staveništních buňkách a druhý okruh byl pro stacionární čerpadlo betonu.

4.1.3 Splašková voda

Splašková voda ze sociálních objektů byla odváděna do veřejné kanalizace.

4.1.4 Oplocení

Staveniště bylo oploceno ze všech stran neprůhledným oplocením vysokým min. 1,90 m. Ze strany k hospodě Potrefená husa bylo vybudováno oplocení z dřevotřísky nasazené na ocelové sloupy do výšky 4 m.

4.1.5 Trvalé deponie a mezideponie

Viz schéma staveniště.

4.1.6 Příjezdy a přístupy na staveniště

Přístup na stavbu byl z křižovatky ulic Bozděchova a Nádražní. Do zařízení staveniště, jehož povrch je krytý železobetonovými panely, byl vybetonován nájezd.

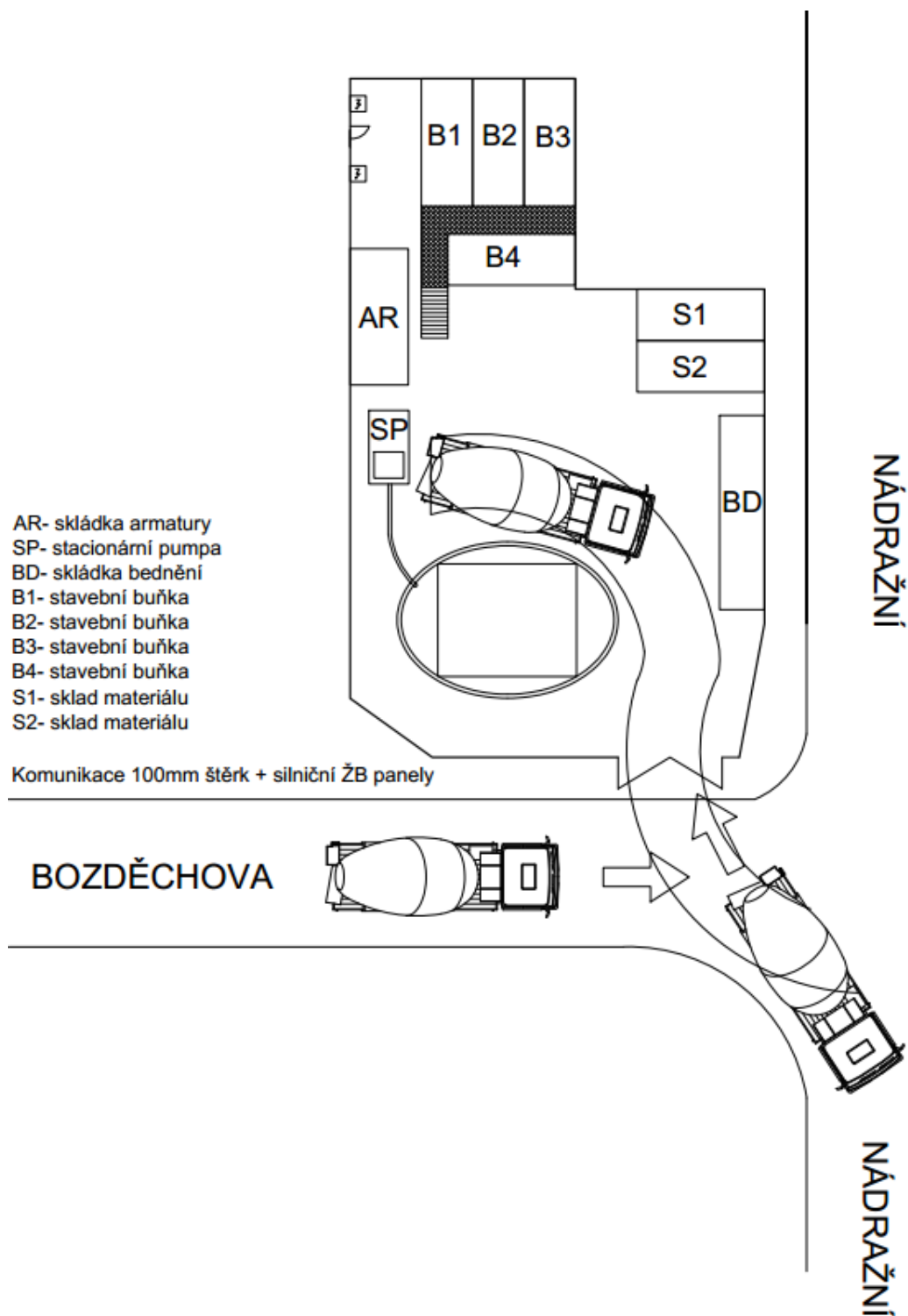
4.1.7 Omezení provozu

Dopravně inženýrské opatření bylo řešeno projektantem.



Obr. 21: Atypické oplocení ze strany k restauraci Potrefená husa (archiv autora)

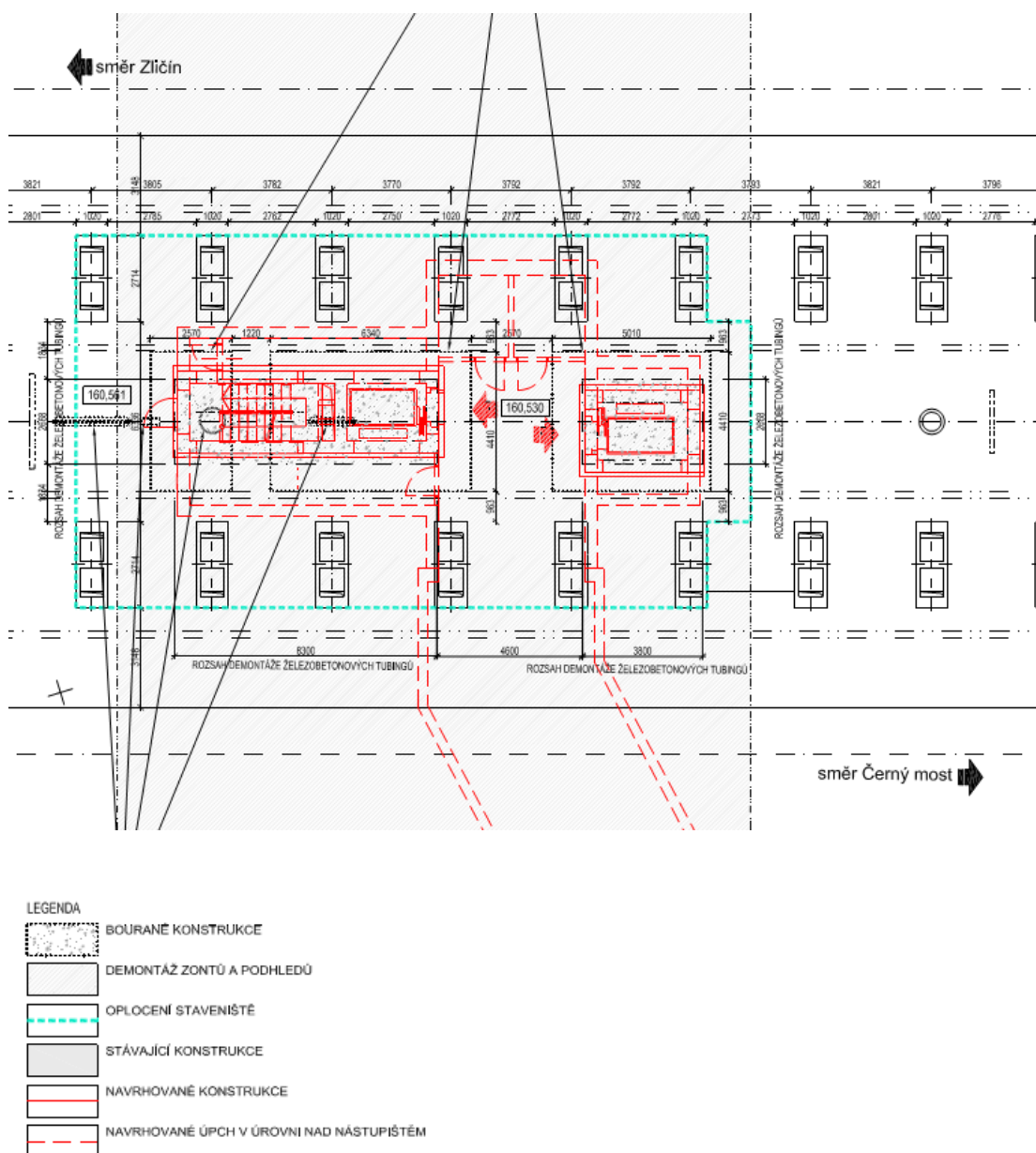
4.1.8 Schéma staveniště



Obr. 22: Situace staveniště při betonážích přestupní chodby (vytvořeno autorem)

5 Zřízení záboru ve stanici

Před začátkem všech prací na úrovni nástupiště byl zde nainstalován prachotěsný a nehořlavý zábor tvořený sádkartonovými deskami montovanými na CD a UD profily. Zábor byl navržen tak, aby během výstavby minimálně omezoval cestující na nástupišti. V záboru byla demontována gumová madla, informační systém metra a odpadkové koše. Vše bylo po ukončení stavby namontováno zpět.



Obr. 23: Zábor staveniště - výkresová dokumentace [12]



Obr. 24: Zátor ve stanici ze sádrokartonových desek (archiv autora)

Již při montáži zátoru jsme museli přemýšlet nad způsobem řešení vývozu odpadů ze stanice. Zátor měl z obou stran dveře směřující k eskalátorům. Ačkoliv byly dvoukřídlé, bylo by velice nepraktické přenášet všechny materiál k nim a potom ho složitě vynášet ke kolejím mezi sloupky. Nejenže to byla nejdelší možná cesta, ale také jsme riskovali znečištění stanice a poškození sloupů.

Mnohem výhodnější by bylo, kdybychom ze zátoru mohli vysypávat odpady přímo do vagónů stojících na kolejích. Proto jsme se rozhodli CD a UD profily pro sádrokartonové desky namontovat tak, abychom je mohli mezi pilíři vždy rychle a snadno demontovat a poté nazpět namontovat.



Obr. 25: Pohled na zábor z vnitřní strany (archiv autora)



Obr. 26: Přesun odpadů ze záboru (archiv autora)



Obr. 27: Přesun odpadů do vagonu (archiv autora)

5.1 Zábor ve stanici při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra Můstek

Zde byl použit podobný systém jako při budování „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“. Pro vyvážení suti a odpadů ze záboru se odmontovávaly sádkartonové desky ze záboru a po vyvezení se zpětně opět namontovaly.

5.2 Zábor ve stanici při budování bezbariérového zpřístupnění stanice metra I. P. Pavlova

Ve stanici I. P. Pavlova byly z obou stran směrem ke kolejím namontovány dvoukřídlé dveře. Vynášení suti a odpadů bylo potom realizováno přes tyto východy.

6 Mechanizace a potřeba strojů

Potřeba strojů a další mechanizace je na každé stavbě jiná. V této kapitole proto nebudu porovnávat mechanizaci s jinými obvyklými stavbami či bezbariérové zpřístupnění stanic metra navzájem, ale zaměřím se přímo na stavbu „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“. Tato kapitola bude mít primárně za úkol přiblížit nám použité stroje na konkrétní stavbě a určit nám tak počáteční pozici při řešení dalších problémů. Díky určení a výběru strojů se odvíjí velice zásadně zařízení staveniště, například poloměry otáčení, velikost záboru, nutná ochrana stávajícího povrchu atp.

Potřebu mechanizace bych mohl pro stavbu „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“ rozdělit na několik etap podle výstavby.

Etapy:

- a) Zemní práce - hloubení šachty
- b) Zemní práce - ražba tunelu
- c) Hrubá stavba - bednění, armování, betonáže
- d) Dokončovací práce - přesuny materiálů

6.1 Zemní práce - hloubení šachty

Šachta bezbariérového vstupu do stanice metra Anděl byla zapažena do vrstev zdravého skalního podloží převrtávanou pilotovou stěnou s piloty o průměru 1180 mm a délky 20,75 a 19,95 m. Pod patou pilotové stěny byla provedena injektáž skalních hornin, která zabránila průsakům vody podél pilotů.



Obr. 28: Pohled do těžební jámy (archiv autora)

Převrtávaná pilotová stěna se skládala z vrtaných pilotů, které jsou typickým představitelem skupiny pilotů typu „non displacement“, kdy při jejich výrobě dochází k těžení zeminy z prostoru, který vrtaný pilot zaujímá. Pro výrobu, dohled, monitoring výroby a zkoušení vrtaných pilotů platí evropská norma ČSN EN 1536: Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty.

U převrtávané pilotové stěny se postup vrtání členil na hloubení nejdříve primárních vrtů (ob jeden) a následně se hloubily sekundární vrty jako mezilehlé. Vrt pro sekundární pilot částečně převrtával beton pilotů primárních. Časový odstup pro převrtání primárních pilotů byl zvolen a upřesněn na základě zkušeností po převrtání prvních primárních pilotů. Předpokládal se odstup 1 až 2 dny. Vlastní technologický postup výroby převrtávané pilotové stěny se skládal z následujících kroků:

- vrtání a těžení primárních vrtů zapažených ocelovými pažnicemi
- přípravné práce před betonáží (čištění vrtu, osazení betonovací kolony)
- betonáž pilotu a vytahování pažnic
- dokončovací práce
- vrtání a těžení sekundárních vrtů zapažených ocelovými pažnicemi

- přípravné práce před betonáží (čištění vrtu, osazení armokoše a osazení betonovací kolony)
- betonáž piloty a vytahování pažnic

Pro provedení projektovaných a v tomto postupu popsanych prací budou nasazeny tyto hlavní mechanismy:

Tab. 3: Technické parametry použité vrtné soupravy (vytvořeno autorem)

VRTNÁ SOUPRAVA					
TYP	VÝROBCE	MAXIMÁLNÍ PŘÍTLAK	TAŽNÁ SÍLA	HLOUBK A VRTÁNÍ	HMOTNOST
		kN	kN	m	Kg
HBM 12K/Hy-CB	Hausherr SRN	62	31	40	12.500

Tab. 4: Technické parametry použitých pojízdných kompresorů (vytvořeno autorem)

POJÍZDNÉ KOMPRESORY				
TYP	VÝROBCE	PROVOZNÍ TLAK	VÝKON	HMOTNOST
		MPa	m ³ /min.	Kg
XRHS 385 Dd	Atlas Copco Švédsko	1.7	23	4.160
XAHS 175 Dd	Atlas Copco Švédsko	1.2	10.2	2.060

Tab. 5: Technické parametry použitého vysokotlakého čerpadla (vytvořeno autorem)

VYSOKOTLAKÉ ČERPADLO INJEKČNÍ				
TYP	VÝROBCE	PROVOZNÍ TLAK	ČERPANÉ MNOŽSTVÍ	HMOTNOST
		MPa	l/min.	Kg
Clivio 5 AP- OL	Clivio Itálie	12	40	740

6.2 Zemní práce - ražba tunelu

Ražba tunelu začala ve výšce 164,54 m n. m. Jednalo se o oválný profil o délce 7,64 m a šířce 5,66 m. Délka nevystrojeného výrobu byla poté vždy max. 1,2 m. Pro

způsob rozpojování hornin jsme použili trhací práce v kombinaci s ručními sbíjecími kladivy, dále také mechanický minibagr.

6.2.1 Způsob větrání pracoviště

Druh větrání díla:

Pokud složení ovzduší nebude vyhovovat požadavkům §50 vyhl. č. 55/1996, bude šachta větrána separátním větráním. Viz samostatný projekt větrání zpracovaný ing. Sobolem Petrem.

Způsob likvidace odváděného prachu:

V případě potřeby zkrápěním, odváděním přes odlučovač a úklidem.

Způsob a místa kontroly ovzduší:

Před vstupem posádky do šachty je nutné pustit ventilátor, po odvětrání mdlých větrů. Vstup posádky je poté povolen až po min. 15 minutách.

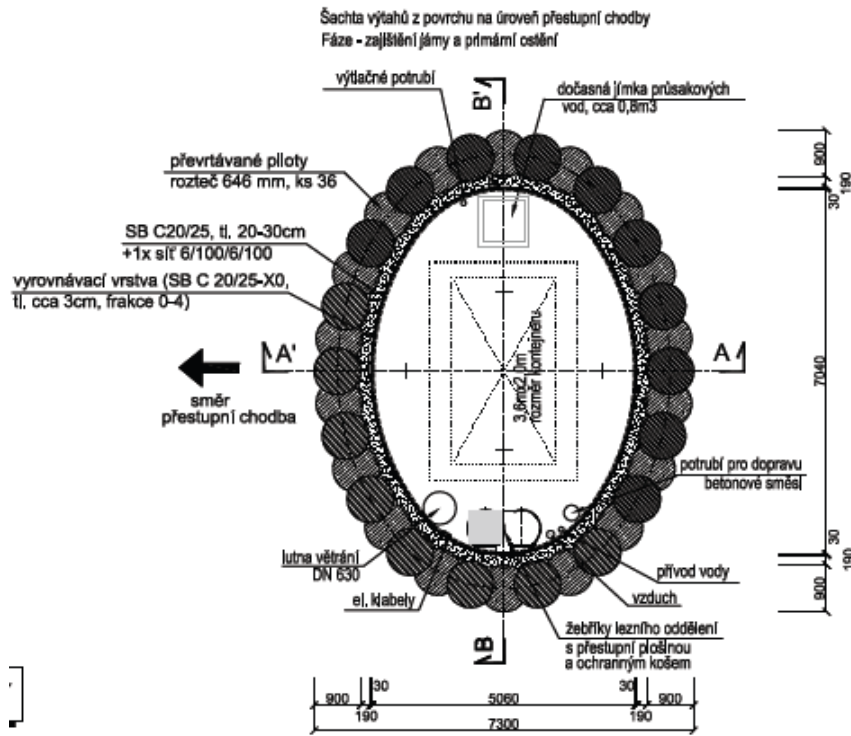
Při přerušení separátního větrání:

- 1) provést nezbytné zajištění pracoviště v době max. 15 minut a opustit pracoviště na povrch
- 2) po obnovení větrání provést po 20 minutách indikaci na plynné škodliviny dle technologického postupu. V případě, že ovzduší v podzemí vyhoví § 50 odstavec 1 vyhlášky č. 55/1996 Sb., je možno opět obsadit pracoviště
- 3) v případě provádění trhacích prací bude provedena kontrola ovzduší po uplynutí čekací doby dle projektu větrání

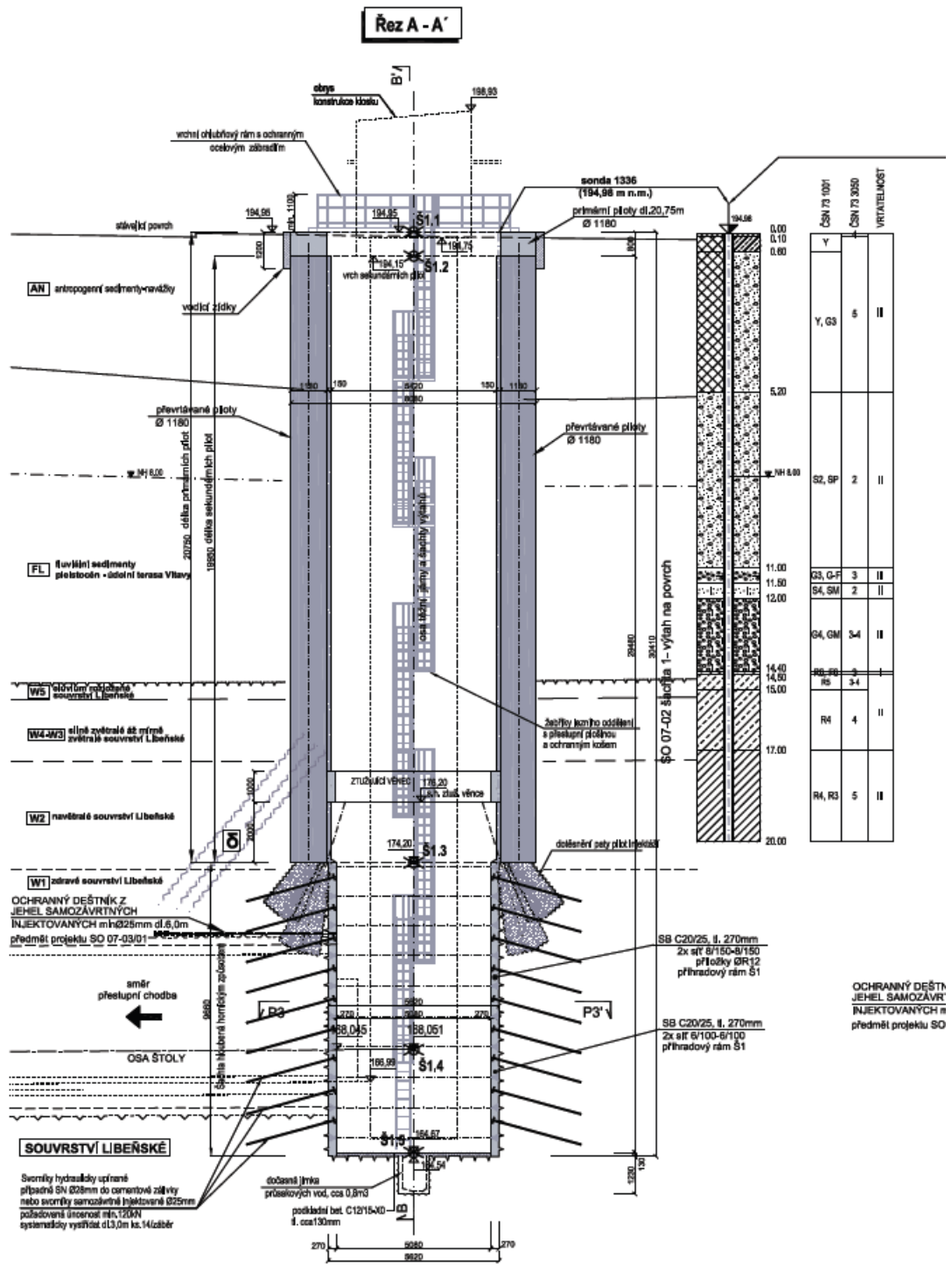
6.2.2 Strojní a elektrická zařízení pro ražení, větrání, vyztužování a dopravu

- Dopravní nádoby 0,5 m³-1,5 m³- otočný bagr CAT 313 s drapákem
- Minibagr 3,5 t – 4,0 t (Takeuchi 138 FR)
- Kompresor ATMOS 1100
- Sila na beton a dopravní zařízení na torkret betonu DRAGON
- Jeřáb RDK 300.1
- MAN Bikram pro odvoz kontejnerů
- Ventilátor APXE 630mm

6.3 Vzorové řezy



Obr. 29: Vzorový řez [12]



Obr. 30: Vzorový řez [12]

6.4 Hrubá stavba

Za hrubou stavbu zde považují veškeré betonáže nosných konstrukcí. Jednalo se o betonáž přestupní chodby a trojici výtahových šachet. Betonáž vodorovné šachty měly dohromady objem 481,124 m³, jednalo se o šachtu Š1, která vedla z uliční úrovně dolů k přestupní chodbě. Ta měla objem betonáže 527,077 m³. Šachty Š2 a Š3 propojující přestupní chodbu s nástupištěm měly objem 107,776 m³.

Pro betonáž bylo použito stacionární čerpadlo betonu Putzmeister BSA 1005D Compact. Pro přesun armatury a bednění byl použit jeřáb RDK 300.1.

Tab. 6: Technické parametry použitého stacionárního čerpadla (vytvořeno autorem)

PUTZMEISTER BSA 1005D COMPACT						
Max. výkon m ³ /h	Max. dopravní tlak	Počet zdvihů za min.	Průměr dopravních válců	Zdvih dopravních pístů	Motor	Hmotnost
52 m ³ /h	70 bar	34	180 mm	1000 mm	4válnový diesel motor Deutz - 55kW	2700 kg



Obr. 31: Betonáž sekundárního ostění přestupní chodby (archiv autora)

6.5 Dokončovací práce

Při dokončovacích pracích se mechanizace nejvíce dotkl přesun tenkostěnných obkladů, světel, skel a ocelových konstrukcí. Ocelové konstrukce a skla, které byly montovány na úrovni nástupiště, byly přivezeny na pomocí hnaného vozidla po kolejích. Ostatní materiály se spouštěly z uliční úrovně jeřábem RDK 300.1 na úroveň přestupní chodby a poté byly přesouvány vysokozdvihným vozíkem Baoli DV D25.



Obr. 32: Tenkostěnné obklady lepené pružným lepidlem na definitivní ostění stanice (archív autora)

7 Doprava betonu

Dopravu betonu lze rozdělit podle místa na mimostaveništní (od betonárky na stavbu) a staveništní (v rámci stavby). Zatímco u mimostaveništní dopravy betonu jsme řešili hlavně vzdálenost betonárky od stavby, rozměry staveniště a objem automixů, u staveništní jsme se zabývali spíše systémy hadic, trubek, výkonem betonpump či charakteristikami jeřábu a s nimi spojenými bádii.

Z toho vyplývá, že staveništní dopravu betonu jsme řešili nejvíce tehdy, kdy automix nedokázal přijet až na místo betonáže. Čím dále byl automix od místa betonáže, tím komplikovanější byl přesun betonu, ať už se jednalo o přesun pomocí jeřábu v bádích, či systémem trubic, hadic a pump.

U podzemních staveb, kdy se betonuje většinou v podzemí, se nejvíce používaly systémy hadic a trubic v kombinaci s betonpumpou.

7.1 Betonáž sloupů a stěn na úrovni nástupiště ve stanici Anděl

Jednalo se o první betonáž, která se odehrávala v rozmezí od 5. prosince 2014 do 19. prosince 2014 a byla také jednou z nejkomplicovanějších. Z důvodu, že automix musel zajet co nejbliže k vestibulu, bylo vyjednáno, že betonovat se bude od půl jedné do čtyř do rána, jakmile se uzavře stanice.

Nejprve jsem musel vzít v potaz možnosti a omezení, které jsem měl. Hned na začátku jsem se musel rozhodnout, který vestibul použít, protože zastávka metra Anděl má vestibuly dva. Vybrány byly dvě možnosti ze dvou vchodů vestibulu (jižní a severní) tak, aby byla cesta k betonovaným konstrukcím co nejkratší.

Severní vestibul je povrchový, nachází se u křižovatky Anděl a je součástí budovy Zlatý anděl. Jižní vestibul je podpovrchový, umístěný u Ženských domovů a v oblasti známé jako Na Knížecí.

Ze severního vestibulu vedla do záboru kratší cesta (cca 70 m). Další výhodou tohoto vchodu byla hloubka směrem k betonovaným konstrukcím (cca 25 m). Mezi největší nevýhody této varianty patřil čas a datum plánované betonáže. V tento čas se na Andělu před vchodem do metra každoročně konaly vánoční trhy. Další podstatnou nevýhodou byla nutnost chránit dlažbu před Zlatým andělem, kam by najel automix.

Jižní vestibul měl jedinou výhodu, a to v podobě místa zaparkování automixu. Před výstupem byla zpevněná plocha, což by nám ušetřilo čas i peníze v podobě koupě a montáže ochrany podloží. Mezi největší nevýhody však patřila vzdálenost od betonovaných konstrukcí k mixu (cca 220 m) a i výškově byl na tom jižní vestibul hůře než vestibul severní (cca 35 m). Další a také velice podstatnou nevýhodou bylo umístění vchodu. Kolem tohoto vestibulu byla vysoká koncentrace obytných panelových domů, které by betonáž v takovýchto večerních hodinách mohla vadit.

Po sumarizování těchto výhod a nevýhod jsem se rozhodl pro výběr severního vestibulu.



Obr. 33: Betonáž ze severního vestibulu (archiv autora)

Nyní mě však čekala ta složitější část, a to jak vést trasu potrubí, aby se mohla betonáž realizovat bez komplikací v co nejkratším čase. Z vestibulu dolů na nástupiště se dalo dostat dvěma způsoby, buď po eskalátorech, nebo zpod eskalátorů.

Varianta po eskalátorech přinášela výhodnější ekonomické podmínky, protože její trasa měřila cca 70 m. Její další nespornou výhodou byla samotná trasa, která byla velice přímá bez nutných odboček. Proti této variantě stály ale dva velké problémy. Prvním byl samotný postup transportu betonu, kdy by musely trubky ležet na

eskalátorech či madle. Při tomto postupu hrozilo, že kdyby se náhodou spoj trubky někde uvolnil, beton by se vylil na eskalátory. Tomuto problému se dalo částečně předejít položením geotextilie či fólie. Stále však hrozilo nebezpečí poškození geotextilie či fólie a možné vytečení betonu na eskalátory. Hlavním důvodem, proč jsem ale nakonec vybral variantu druhou, byla pracnost. Připravit takto dlouhé potrubí každý večer před betonáží by nás připravilo o mnoho cenného času, kterého jsme přilíš neměli. Pro představu jsem si tuto činnost pokusil pomocí normohodin spočítat.

Tab. 7: Výpočet pokládky potrubí pro betonáž z eskalátorů (vytvořeno autorem)

Činnost ve dvou lidech při délce 1 kusu potrubí 3m

Montáž

Přenesení potrubí od místa skladování do vestibulu	0,5 min
Napojení potrubí přes těsnící gumu a následné spojení ocel. sponou	1 min
Cesta zpět pro další díl	0,2 min
Ztížené podmínky na eskalátorech	1 min

Ztížené podmínky byli pouze na úseku pokládky potrubí na eskalátor 40 m

Mezi součet	36 min
-------------	--------

Přenesení potrubí od místa skladování do vestibulu	1 min
Napojení potrubí přes těsnící gumu a následné spojení ocel. sponou	0,3 min
Cesta zpět pro další díl	0,5 min

Neztížené podmínky při položení vodorovného úseku 30 m

Mezi součet	18 min
-------------	--------

Celkem	54 min
---------------	---------------

Demontáž

Vyčištění hadic	20 min
Rozpojení potrubí otevřením spony a sejmutí těsnící gumy	0,1 min
Odnesení potrubí k místu skladování	0,5 min
Cesta zpět pro další díl	0,2 min

Délka potrubí 70 m

Celkem	38,67 min
---------------	------------------

Při dvou lidech mi vyšla montáž a demontáž sedmdesátimetrového potrubí na 92,67 min. Při čtyřech lidech, které jsem měl k dispozici, by mě tato činnost vyšla na 46,34 min. Při započtení montáže fólie, kolen a podložení vodorovného potrubí (30 min), by mně tato příprava trvala hodinu a čtvrt. Na betonáž jsme měli zhruba tři a půl hodiny, z toho poslední půlhodina by se věnovala úklidu stanice. Po odečtení

tedy jedné a čtvrt hodiny montáže a demontáže potrubí a třiceti minut finálního úklidu mi zbyla na betonáž hodina a tři čtvrtě.

Naše postupy obsahovaly 30 m³ betonu. To by znamenalo čtyři autopumpy o objemu 8 m³. Každý automix bychom dokázali vylít za 30 min. Vybetonování 30 m³ betonu by mi trvalo v těchto podmínkách dvě hodiny. Výsledkem je, že ani při naprosté technologické kázni a připravenosti bychom neskončili včas před otevřením stanice. Toto řešení jsem proto zavrhl.

Další možností, jak jsem již zmiňoval, by byl transport betonu zpod eskalátorů. Tento způsob spočíval v tom, že bychom si potrubí připravili v technických místnostech a natáhli jej zpod eskalátorů až na úroveň nástupiště. Zde bylo velké riziko ucpání potrubí při délce přes 150 m a množství kolen. Dalším problémem bylo čištění hadice. Při takové trati potrubí jsme mohli jenom při čištění hadice strávit hodinu. Nespornou výhodou tohoto řešení bylo množství času, které jsme spotřebovali při montáži a demontáži potrubí. Díky tomu, že většina trati by byla už připravena a natažena předem, se část, která se musela montovat a demontovat na místě, zkrátila na 20 m. Pro tuto variantu jsem si opět připravil časovou kalkulaci.

Tab. 8: Výpočet pokládky potrubí pro betonáž zpod eskalátorů (vytvořeno autorem)

Činnost ve dvou lidech při délce 1 kusu potrubí 3m

Montáž

Přenesení potrubí od místa skladování do vestibulu	1 min
Napojení potrubí přes těsnící gumu a následné spojení ocel. <u>sponou</u>	0,3 min
Cesta zpět pro další díl	0,5 min
Neztížené podmínky při položení vodorovného úseku	20 m

Celkem	12 min
---------------	---------------

Demontáž

Vyčištění hadic	45 min
Rozpojení potrubí otevřením spony a sejmutí těsnící gumy	0,1 min
Odnesení potrubí k místu skladování	0,5 min
Cesta zpět pro další díl	0,2 min
Délka potrubí	20 m

Celkem	50,33 min
---------------	------------------

Tato kalkulace mi při dvou lidech vyšla na 62,33 min., pro čtyři lidi potom na 32,67 min. Při připočítání montáže kolen, natažení geotextilie a podložení trubek (15 min) mi vyšel čas pro montáž a demontáž potrubí na tři čtvrtě hodiny. Opět při celkovém čase tři a půl hodiny, kdy půlhodina je potřebná na úklid a připravení stanice, mi vychází doba pro betonáž na dvě a čtvrt hodiny. Jak jsem již zmiňoval v minulém výpočtu, na betonáž bude potřeba alespoň dvě hodiny. Pro tuto metodu časová kalkulace vychází. Rozhodující bude ale nakonec slovo technologa, který určí, zda je možné namíchat betonovou směs tak, aby touto trasou potrubí prošel.

Název úkolu	Doba trvání	Zahájení	Dokončení	III, 0															
				15	30	45	Pa 5.XII, 1			Pa 5.XII, 2			Pa 5.XII, 3			Pa 5.XII, 4			
				0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	45	0	15	30	
Varianta 1 - trasa potrubí vedena po eskalátorech																			
Ztížené podmínky montáže potrubí na eskalátoru 40m	48 minut	5.12.14	5.12.14																
Příprava (položení geotextilie, montáž kolen, podložení trubek)	30 minut	5.12.14	5.12.14																
Přenesení potrubí od místa skladování do vestibulu	3 minut	5.12.14	5.12.14																
Napojení potrubí přes těsnící gumu a následné spojení ocel. sponou	13 minut	5.12.14	5.12.14																
Cesta zpět pro další díl	2 minut	5.12.14	5.12.14																
Netížené podmínky na vodorovném úseku 30m	10 minut	5.12.14	5.12.14																
Přenesení potrubí od místa skladování do vestibulu	5 minut	5.12.14	5.12.14																
Napojení potrubí přes těsnící gumu a následné spojení ocel. sponou	2 minut	5.12.14	5.12.14																
Cesta zpět pro další díl	3 minut	5.12.14	5.12.14																
Betonáž	120 minut	5.12.14	5.12.14																
Demontáž	31 minut	5.12.14	5.12.14																
Vyčištění hadic	20 minut	5.12.14	5.12.14																
Rozpojení potrubí otevřením spony a sejmutí těsnící gumy	2 minut	5.12.14	5.12.14																
Odnesení potrubí k místu skladování	6 minut	5.12.14	5.12.14																
Cesta zpět pro další díl	3 minut	5.12.14	5.12.14																
Úklid	30 minut	5.12.14	5.12.14																
Varianta 2 - trasa potrubí vedena z pod eskalátory																			
Netížené podmínky montáže potrubí 20m	27 minut	5.12.14	5.12.14																
Příprava (položení geotextilie, montáž kolen, podložení trubek)	15 minut	5.12.14	5.12.14																
Přenesení potrubí od místa skladování do vestibulu	6 minut	5.12.14	5.12.14																
Napojení potrubí přes těsnící gumu a následné spojení ocel. sponou	2 minut	5.12.14	5.12.14																
Cesta zpět pro další díl	4 minut	5.12.14	5.12.14																
Betonáž	120 minut	5.12.14	5.12.14																
Demontáž	51 minut	5.12.14	5.12.14																
Vyčištění hadic	45 minut	5.12.14	5.12.14																
Rozpojení potrubí otevřením spony a sejmutí těsnící gumy	1 minuta	5.12.14	5.12.14																
Odnesení potrubí k místu skladování	4 minut	5.12.14	5.12.14																
Cesta zpět pro další díl	1 minuta	5.12.14	5.12.14																
Úklid	15 minut	5.12.14	5.12.14																

Graf 1: Porovnání variant technologie betonáže podle způsobu položení trubek z časového hlediska (vlastní tvorba)

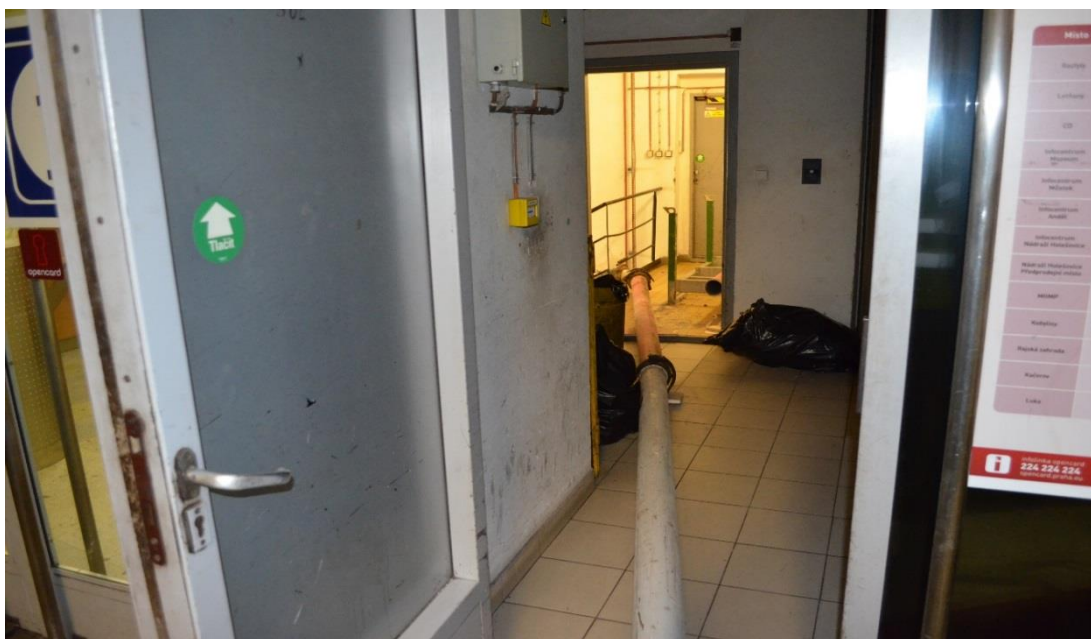
Po prodiskutování a prověření technologem nám byla schválena směs, která bude našim podmínkám vyhovovat. Pro transport betonu z vestibulu na úroveň nástupiště k betonáži nosných stěn a sloupů jsme použili proto tuto variantu. Jako bednění bylo použito systémové bednění od firmy PERI.



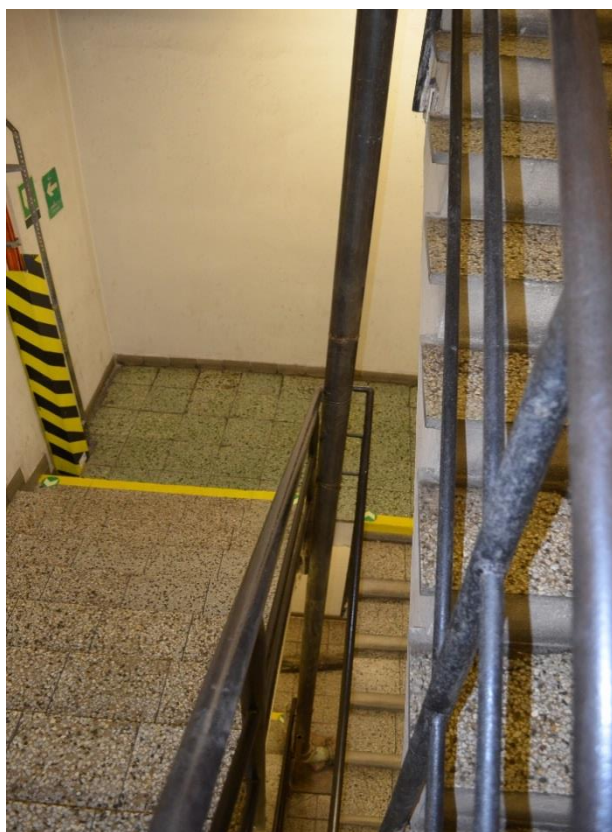
Obr. 34: Začátek trasy potrubí od betonpumpy do stanice metra (archiv autora)



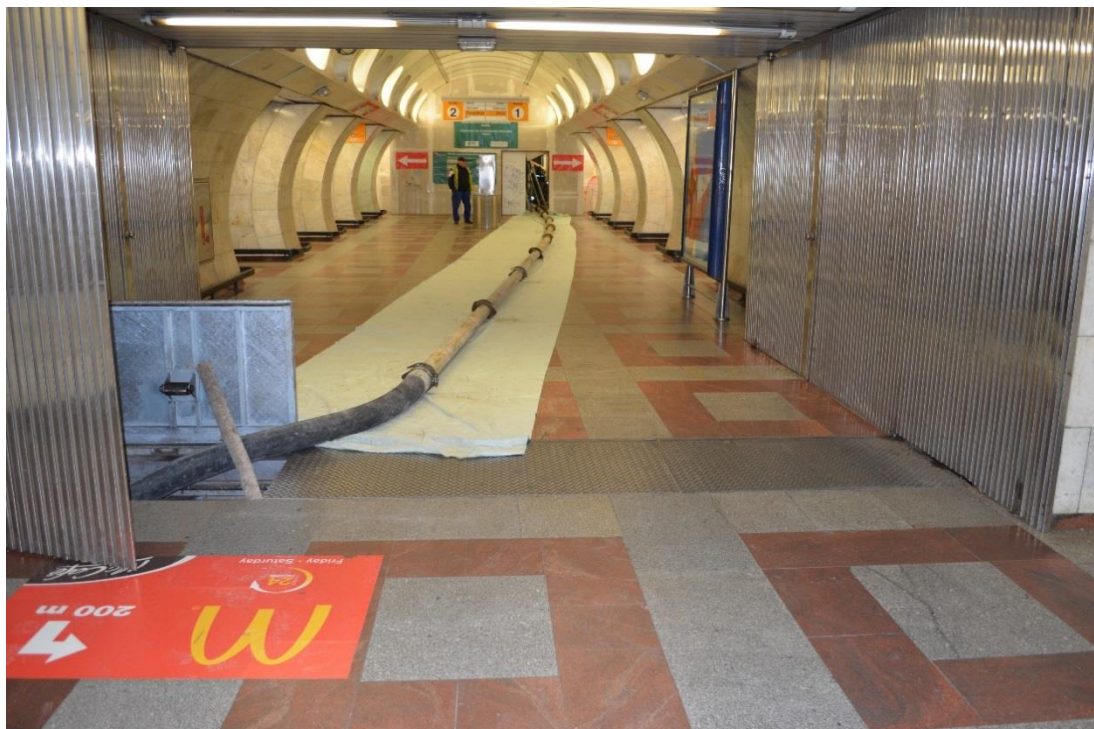
Obr. 35: Trubice ústící do stanice metra (archiv autora)



Obr. 36: Trubice vedená přes technickou místnost ve stanici (archiv autora)



Obr. 37: Trubice ústící po schodech dolů směrem pod eskalátory (archiv autora)



Obr. 38: Trubice vyústující z podtlakového uzávěru ve stanici (archiv autora)

Tyto části trubek, které byly zapojeny za technickou místností, zde byly ponechány až do konce betonáží nosných konstrukcí na úrovni nástupiště.

7.1.1 Další možnosti

Mezi další uvažované možnosti mě napadla doprava betonu po kolejích v bádících jako zavhlá směs. Tato možnost spočívala v tom, že bychom si objednali zavhlou směs z místní betonárky, která by nám ji večer přivezla na stanici metra Zličín. Dále bychom si museli objednat přes dispečink dopravního podniku vůz a potřebný počet vagonů. Na tento vůz bychom na Zličíně naložili bádíe, které by nám byly dopraveny na Anděl. Zavhlá směs betonu by musela být pak na místě otestována technologem a také jím dokončena. Tato možnost je velice složitá a na takto velké nosné konstrukce se příliš nehodí. Je to však varianta pro případ, kdy betonované konstrukce nejsou příliš velké a není možný transport betonu z povrchu dolů na nástupiště.

7.1.2 Jak se daný problém řešil jinde

Na stanici metra I. P Pavlova se nosná betonová konstrukce výtahu betonovala až po dohloubení výtahové šachty na povrch a po doražení přestupní chodby.

Na stanici metra Můstek se použil systém hadic a trubek, které byly namontovány přes manipulační šachtu vyhloubenou kousek od hlavní šachty. Manipulační šachta byla po výstavbě zasypána.

7.2 Ostatní betonáže

Další betonáže přestupní chodby a šachty se prováděly pomocí stacionární pumpy se systémem trubic a hadic. Trubice byly přikotveny pomocí objímek ke stěně šachty. Betonáž přestupní chodby zajišťovala firma OMEGA teplotechna, jako bednění zde použila speciálně upravené bednění od PERI. Betonáž svislé šachty jsme si zajišťovali sami. Zde jsme použili speciální posuvné bednění upravené na míru od firmy OMEGA teplotechna.

8 Doprava odpadů, suti a zemin

S odvozem odpadů, suti nebo zemin je potřeba vždy a na každé stavbě počítat. Každá stavební výroba totiž produkuje odpad, který je potřeba odvážet a recyklovat či se ho jinak zbavovat. Odpad na stavbě vzniká především při realizaci stavebních procesů (úlomky, odřezky, zbytky stavebních materiálů), dále při zemních a bouracích pracích.

Dopravu odpadů bychom mohli rozdělit na dopravu vnitrostaveništní, kdy se odpady svážely na mezideponii umístěnou na stavbě, a na mimostaveništní, kdy jsme se snažili přesunout odpady ze staveništní deponie na skládku.

V našem případě, bylo nutné zajistit dopravu odpadu jak ze zařízení staveniště na povrchu, tak i ze záboru umístěného na úrovni nástupiště. Odpady na úrovni nástupiště byly většinou z bouracích prací a z realizace stavebních procesů. Odpady na povrchu měly spíše charakter suti a zemin, které vznikaly zemními pracemi na povrchu.

8.1 Ze záboru na ÚN

Odvoz odpadu ze záboru se musel řešit hned na začátku, a to z důvodu brzkých betonáží nosných konstrukcí na úrovni nástupiště. Kvůli nabitému harmonogramu jsme zábor na nástupišti budovali téměř na začátku výstavby pro demontáž podhledů a zontů ve stanici. Jediné cesty, kterými jsme mohli odpady vyvážet, byly buďto koleje, nebo eskalátory. Z důvodu neomezení provozu metra nebylo možné eskalátory z bezpečnostních důvodů příliš využívat. I z technického důvodu nebylo vhodné po nich přenášet suť či jiné syké materiály kvůli zvýšenému nebezpečí vysypání materiálu na eskalátory.

Odvoz odpadů ze záboru připadlo proto na koleje. Po poptání Dopravního podniku jsem si zjistil, jakými vozy DPP disponuje.

DPP disponuje 2 typy vozů – PV s ložnou plochou 2,5 x 5,0 m a nosností 10 tun a PVD s ložnou plochou 2,70 x 7,0 m a nosností 16 tun. Celkovou nosnost jedné soupravy lze uvažovat cca 25 tun.

Tab. 9:: Aktuální ceník vozidel DPP (vlastní tvorba)

Druh vozidla	Typ	Cena za 1 hod.		Cena za výluky (5 hodin)	
		všední den	SO + NE	všední den	SO + NE
Hnací vozidlo	T 797.8	2 757,00 Kč		13 785,00 Kč	
	WŽB				
	MUV				
Hnané vozidlo		357,00 Kč		1 787,00 Kč	

Bylo velice důležité znát tyto ceny při kalkulaci přesunu hmot. Přesuny hmot přes koleje musely být vždy minimálně týden dopředu naplánované, abychom si mohli zařídit výluky. Tyto vlaky stavěly poté v Depu Zličín. Další přesuny stavebních odpadů a hmot proto musely být kalkulovány na vzdálenost Depa Zličín a nejbližší skládky.

8.2 Ze zařízení staveniště

Doprava odpadů ze zařízení staveniště byla od začátku plánovaná pomocí kontejnerů a vozidlem MAN s hydraulickou rukou. V zařízení staveniště byl jeden kontejner pro stavební odpady a jeden pro komunální odpady.

Doprava odpadů do zařízení staveniště probíhala buďto pomocí eskalátorů v kbelících (u odpadu, které nebyly sypké, daly se přenášet a zároveň neohrožovaly bezpečnost cestujících a ostatních osob v metru), nebo pomocí kontejnerů zavěšených na jeřábu, které se spouštěly do vyhloubené jámy. Týkalo se to hlavně zeminy, kdy se hloubil a razil tunel. Po jeho vyhloubení se k vodorovnému přesunu odpadu používal bagr spouštěný z povrchu jeřábem.



Obr. 39: Spouštění minibagru jeřábem RDK 300 do ražené přestupní chodby (vyfoceno autorem)

9 Dokončovací práce

Po hrubé stavbě, respektive betonáži všech nosných konstrukcí, přichází stavba do poslední etapy, a to jsou dokončovací práce. Jsou to především elektro práce, montáže kabelových roštů, montáže výtahů, montáž odbavovacího pásma, vzduchotechnika, podhledy, zonty, obklady, osazování dveří, sklenářské práce a zámečnické konstrukce. Tato etapa stavby je jedna z nejsložitějších, co se koordinace týče. Při dokončovacích pracích bývá na stavbě nejvíce lidí a v našem případě také na velice malém prostoru.

Díky tomu, že jsou stavby bezbariérového zpřístupnění stanic metra prostorově velice členité, je v této etapě více než vhodné zavést podrobný časoprostorový harmonogram. Stavbu „Bezbariérového zpřístupnění stanice metra Anděl“ jsem prostorově rozdělil na tyto části: Šachta Š1, Přestupní chodba, Zařízení staveniště na ÚN, Nástupiště pravá a levá kolej, Zařízení staveniště na ÚU.

Na stavbě „Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Anděl“ jsme podrobný časoprostorový harmonogram zavedli na poslední měsíc. Ačkoliv v každém prostoru začaly dokončovací práce v jiném čase, poslední měsíc se již dělaly všude.

Práce na zontech v kolejích začaly již v průběhu betonáží sekundéru v přestupní chodbě. Ve stanici v záboru se začalo se zonty po betonáži sekundárního ostění v přestupní chodbě. Tyto práce se prováděly večer. Při práci na zontech v kolejích bylo potřeba dojednat výluky týden dopředu. Mohlo se pracovat vždy pouze na jedné koleji.



Obr. 40: Systém zontů v kolejišti ve stanici Anděl (archiv autora)

Práce na výtazích z přestupní chodby do stanice se začaly dělat až po dokončení sekundárního ostění a nosných stěn a sloupů v šachtách Š2 a Š3.

Obkládání sekundárního ostění tenkostěnnými obklady začalo po vybetonování hrubé podlahy. Zde jsme oproti harmonogramu nabrali zpoždění. Na sekundární železobetonové ostění byl projektantem navržen tenkostěnný, dva metry dlouhý keramický obklad na převazbu. Kvůli jiné požadované rovinnosti u betonových konstrukcí a požadavkům rovinnosti při obkládání tenkostěnných panelů bylo třeba většinu sekundárního ostění vystěrkovat či brousit.

Společně s obkládáním přestupní chodby se začalo s elektro pracemi. Montovaly se kabelové rošty, tahaly se kabely, připojovaly se výtahy a montovalo osvětlení. V tomto čase se zároveň v záboru na stanici montovalo zasklení na kiosek výtahu.



Obr. 41: Nepřesné lepení tenkostěnných obkladů na definitivní ostění přestupní chodby (archiv autora)

Při zasklívání kiosku výtahu se v záboru na stanici také dělaly nové torkretové nástřiky na staré ocelové konstrukce z důvodu zvýšení požární odolnosti. Z důvodu malého prostoru se tyto práce dělaly v noci při zakrytí zasklených ploch.

Z důvodu omezených prostorů a množství lidí jsem se rozhodl, že dokončovací práce na konci stavby se budou provádět ve dvousměnném provozu ve dvou turnusech po jednom týdnu. První četa pracovala od 7:00 do 18:00 s hodinovou pauzou na oběd a druhá nastupovala v 18:00 do 5:00 s hodinovou pauzou na jídlo. V době od 7:00 do 18:00 se pracovalo převážně v přestupní chodbě na podhledech, výtazích a obkladačských pracích. V záboru ve stanici se montovala skla na kiosek výtahu a v zařízení staveniště se montoval kiosek na šachtu Š1. V době od 18:00 do 5:00 se pracovalo převážně ve stanici, která se mezitím vylidnila. Od 18:00 do 1:00, než začala výluka na kolejích, se pracovalo v záboru na zontech a podhledech. V přestupní chodbě se stěrkovalo a brousilo sekundární ostění. Po 1:00 ráno, kdy přestaly jezdit vlaky, se přesunuli dělníci ze záboru stanice do kolejí, kde montovali zonty a podhledy.



Obr. 42: Kiosek výtahu na úrovni nástupiště (archiv autora)

Při elektro pracích se souběžně se světly montoval odbavovací pás. Až na konci všech prací se teprve osazovaly protipožární dveře, vzduchotechnika a zámečnické konstrukce (zábradlí, svodidla).

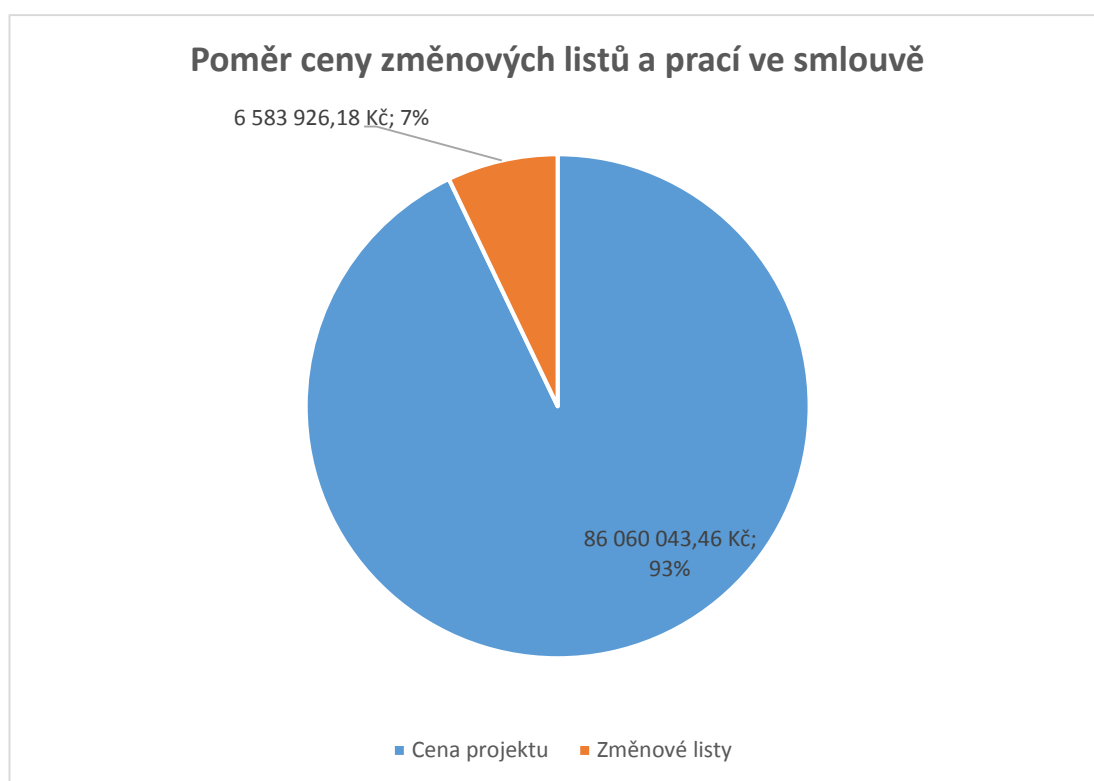
Na všechny protipožární ucpávky, vzduchotechniku, elektro, výtahy, osvětlení i tlakový uzávěr se musely dělat příslušné zkoušky. Bylo proto důležité počítat na ně v harmonogramu s rezervou.

Tab. 10: Ukázka vytvořeného časového plánu na koordinaci prací v poslední etapě stavby (vytvořeno autorem)

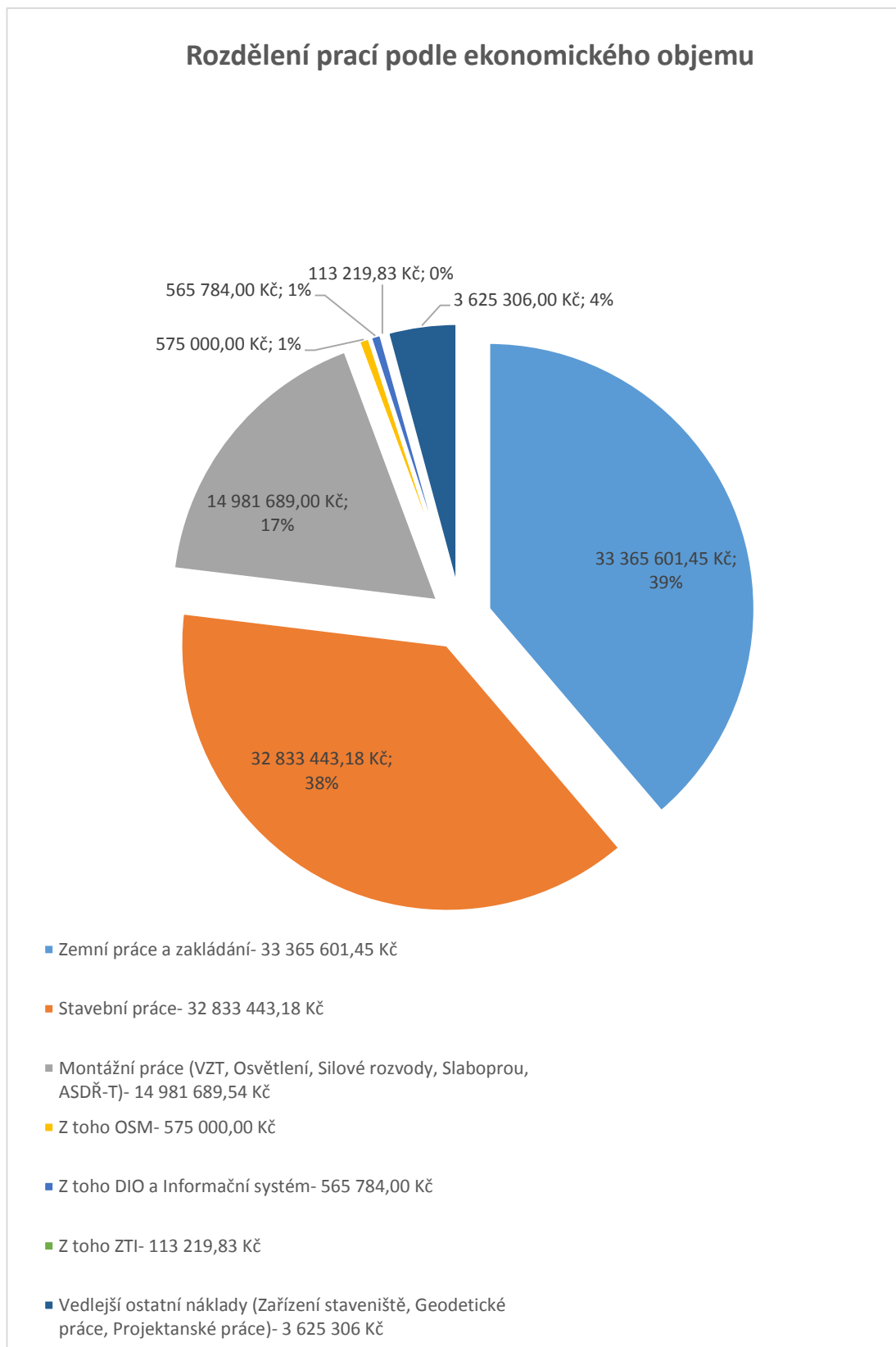
Zařízení staveniště na ÚU	Nástupiště pravá a levá kolej	Zařízení staveniště na ÚN	Přestupní chodba	Šachta Š1	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: úklid + montáž fólií na skla	Ráno: montáž podhledu	Ráno: osvětlení šachty	28. 8. 2015 Pátek
Večer:	Večer: zonty + broušení + nahazování betonu + barvit	Večer: Zonty + nahazování betonu + úklid skládku	Večer: tmelejší spár	Večer: dobetonování skoupu	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: Nahazování a kompletace ocelové kce + Zonty + montáž kabiny	Ráno: ořezání tlakáče - drážky, panty + montáž podhledu	Ráno: bourání lešení	29. 8. 2015 Sobota
Večer:	Večer: zonty + broušení + nahazování betonu + barvit	Večer: Zonty	Večer: malování šipek	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: Úklid (vysávání) + montáž kabiny	Ráno: podhled rastr	Ráno: Bourání zázemí na povrchu	30. 8. 2015 Neděle
Večer:	Večer: zonty + broušení + nahazování betonu + barvit	Večer: Zonty	Večer: Úklid	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: montáž skla na kiosek + montáž kabiny	Ráno: podhled rastr + montáž obkladů	Ráno: montáž kabiny + bourání zázemí na povrchu	31. 8. 2015 Pondělí
Večer:	Večer: zonty + broušení + nahazování betonu + barvit	Večer: Zonty	Večer:	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno: broušení + nahazování betonu	Ráno: montáž skla na kiosek + montáž kabiny	Ráno: montáž obkladů	Ráno: Bourání zázemí na povrchu + montáž kabiny + montáž SD - šachetních dveří	1. 9. 2015 Úterý
Večer:	Večer: broušení + nahazování betonu	Večer: Zonty	Večer:	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: montáž skla na kiosek + montáž kabiny	Ráno: montáž obkladů	Ráno: Bourání zázemí na povrchu + montáž kabiny + montáž SD - šachetních dveří	2. 9. 2015 Středa
Večer:	Večer: broušení + nahazování betonu	Večer: Zonty + úklid	Večer: Úklid	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: montáž skla na kiosek + montáž kabiny + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly	Ráno: montáž obkladů	Ráno: Bourání zázemí na povrchu + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly + montáž SD - šachetních dveří	3. 9. 2015 Čtvrtek
Večer:	Večer: broušení + nahazování betonu	Večer: Zonty + úklid	Večer: malování šipek	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: montáž skla na kiosek + montáž kabiny + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly	Ráno: montáž obkladů	Ráno: Bourání zázemí na povrchu + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly + montáž KD - kabinových dveří	4. 9. 2015 Pátek
Večer:	Večer: zonty + broušení + nahazování betonu + barvit	Večer: Zonty + úklid	Večer: malování šipek	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: montáž skla na kiosek + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly	Ráno: podhledy - lamely + montáž obkladu	Ráno: Bourání zázemí na povrchu + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly + montáž KD - kabinových dveří	5. 9. 2015 Sobota
Večer:	Večer: zonty + broušení + nahazování betonu + barvit	Večer: Zonty + úklid	Večer: malování šipek	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: montáž skla na kiosek + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly + instalace nové elektro kabina + pínače, vypínače, koncovky	Ráno: podhledy - lamely + montáž obkladů	Ráno: Bourání zázemí na povrchu + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly + montáž KD - kabinových dveří	6. 9. 2015 Neděle
Večer:	Večer: zonty + broušení + nahazování betonu	Večer: Zonty + úklid	Večer:	Večer:	
Ráno: úklid + rušení staveniště	Ráno:	Ráno: montáž skla na kiosek + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly + instalace nové elektro kabina + pínače, vypínače, koncovky	Ráno: podhledy - lamely + montáž obkladů	Ráno: Bourání zázemí na povrchu + instalace nové el. inst. Šachty + vlekly + montáž KD - kabinových dveří	7. 9. 2015 Pondělí
Večer:	Večer: Zonty	Večer: Zonty + úklid	Večer: malování šipek	Večer:	

Závěr

Jakákoliv dodatečná výstavba do hotového díla je vždy velice nákladná a složitá. U podzemního díla, jako je metro, to platí dvojnásob. Pokud se k tomu přidá nutnost výstavby za provozu a hornická činnost, vzniká z toho velice ekonomicky náročné a po technologické stránce obtížné dílo. Kromě obvyklých zákonů, norem a předpisů, které známe z klasických veřejných zakázek, se zde potýkáme také se zákony z hornického prostředí a jejich dodržení je zde hlídáno Českým báňským úřadem. Jsme limitováni předpisy z metra a stejně jako při jakýchkoliv jiných rekonstrukcích si ani tady nejsme jisti, co nás v další fázi rozebírání pohledové části čeká. To jsou právě také důvody, proč se výstavba oproti plánu prodloužila a zdražila.



Graf 2: Poměr ceny změnových listů a prací ve smlouvě (vlastní tvorba)



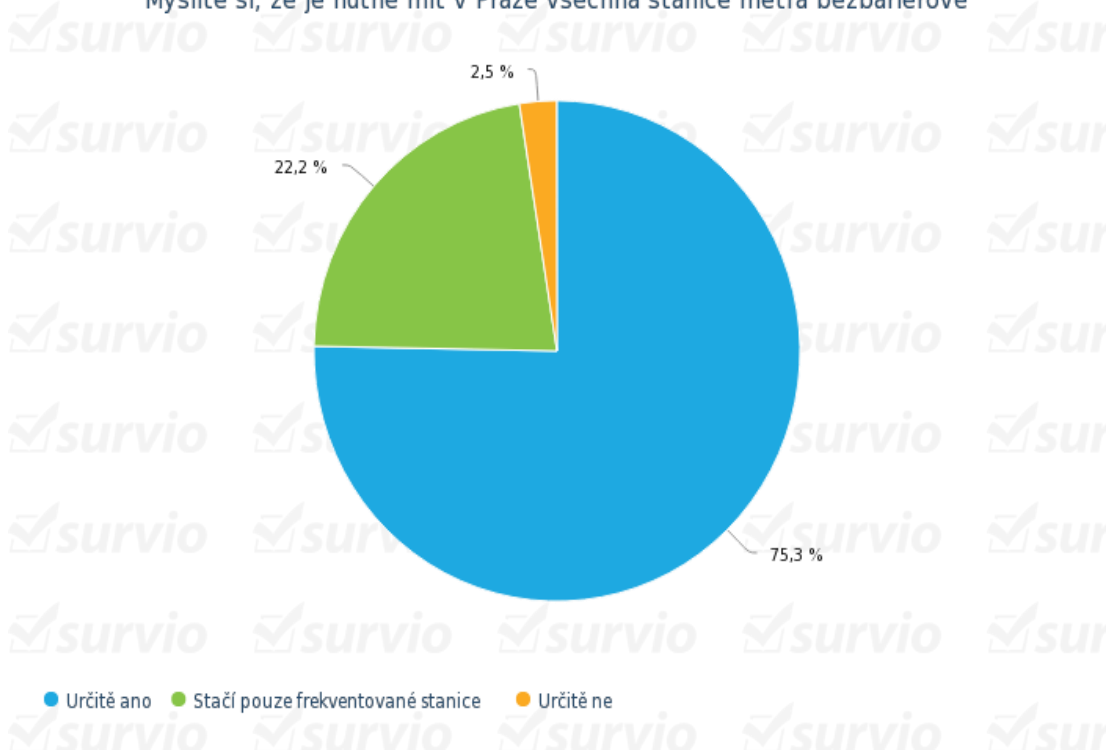
Graf 3: Rozdělení prací podle ekonomického objemu (vlastní tvorba)



Graf 4: Rozdělení změnových listů podle ekonomického objemu (vlastní tvorba)

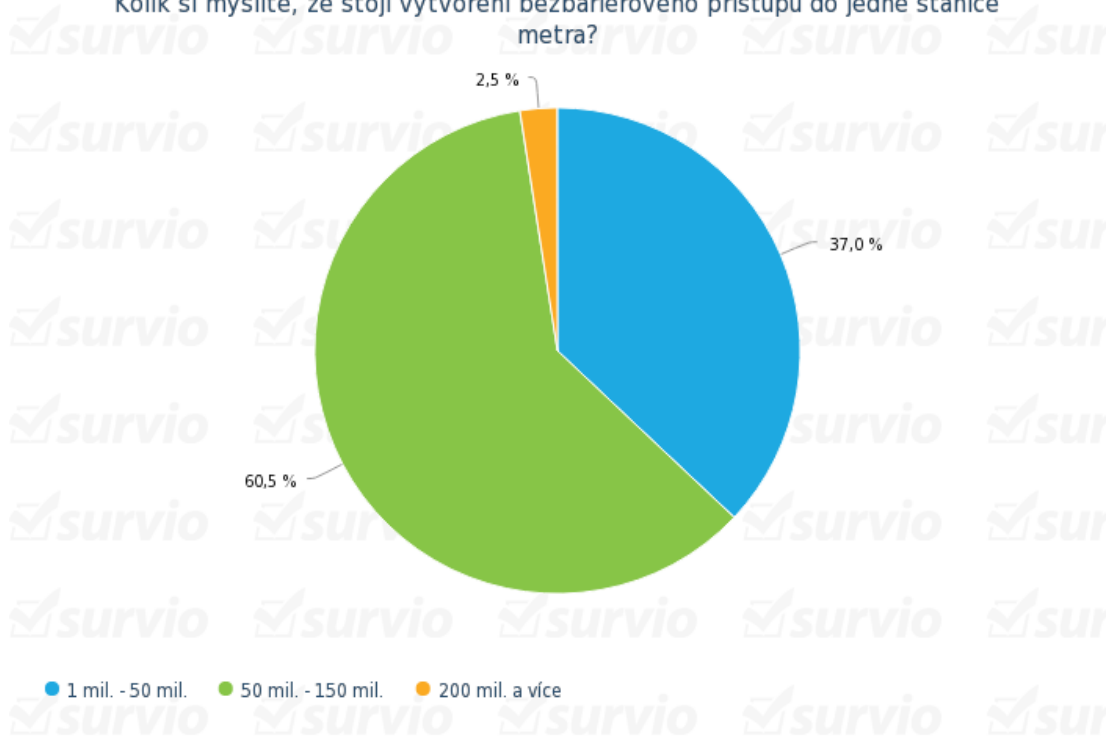
Při pohledu na ekonomickou stránku projektu se nám možná ještě naskýtá otázka, zdali je nutné budovat bezbariérové zpřístupnění do každé stanice metra, ačkoli je to v plánu. Při této příležitosti jsem se proto obrátil na veřejnost s několika otázkami, co si o těchto projektech bezbariérových zpřístupnění stanic myslí. Zde je pár vybraných odpovědí.

Myslíte si, že je nutné mít v Praze všechna stanice metra bezbariérové

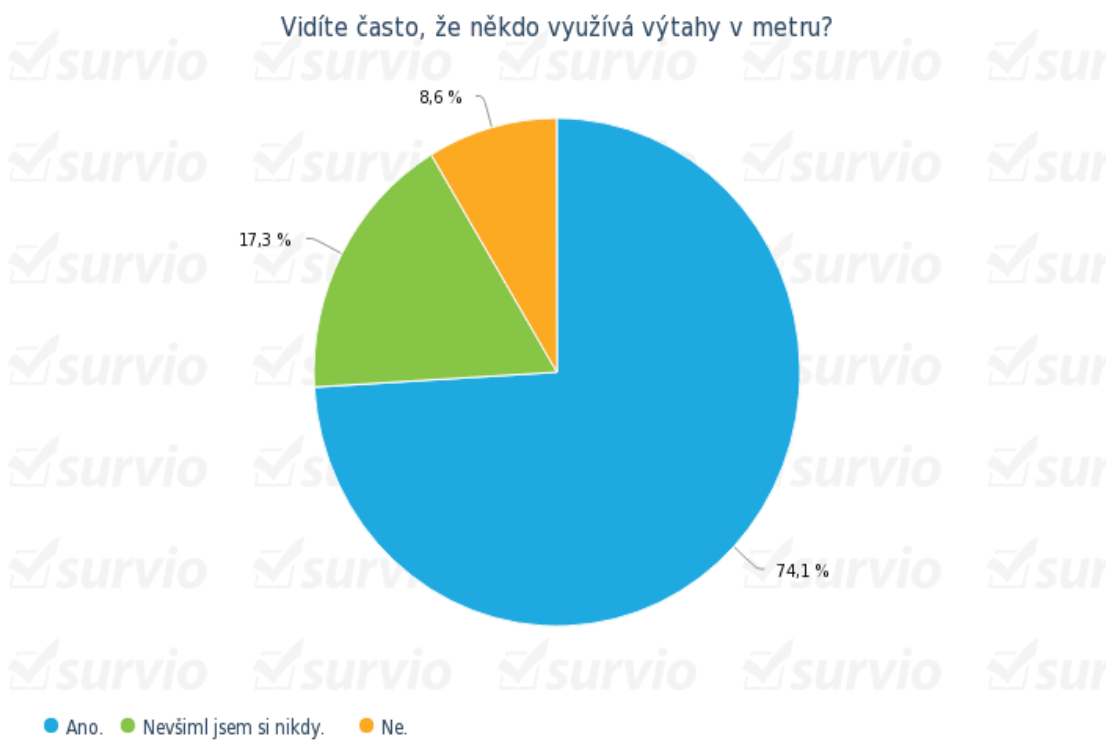


Graf 5: Výsledek průzkumu na danou otázku (vlastní tvorba)

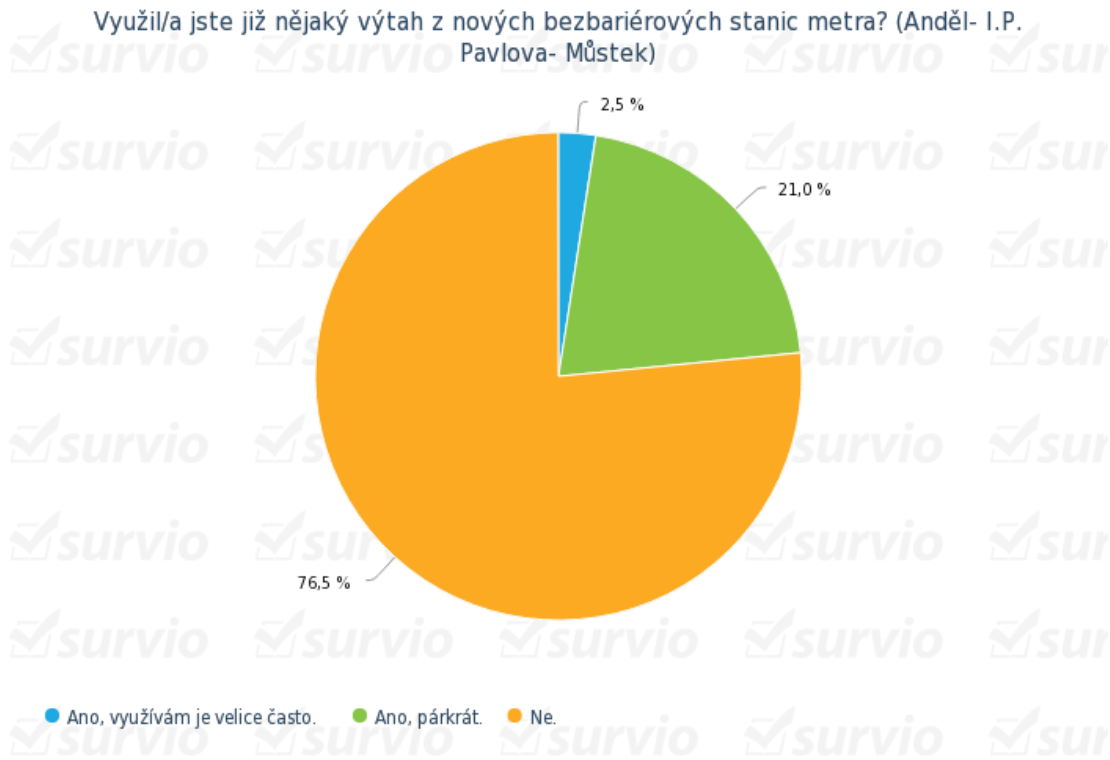
Kolik si myslíte, že stojí vytvoření bezbariérového přístupu do jedné stanice metra?



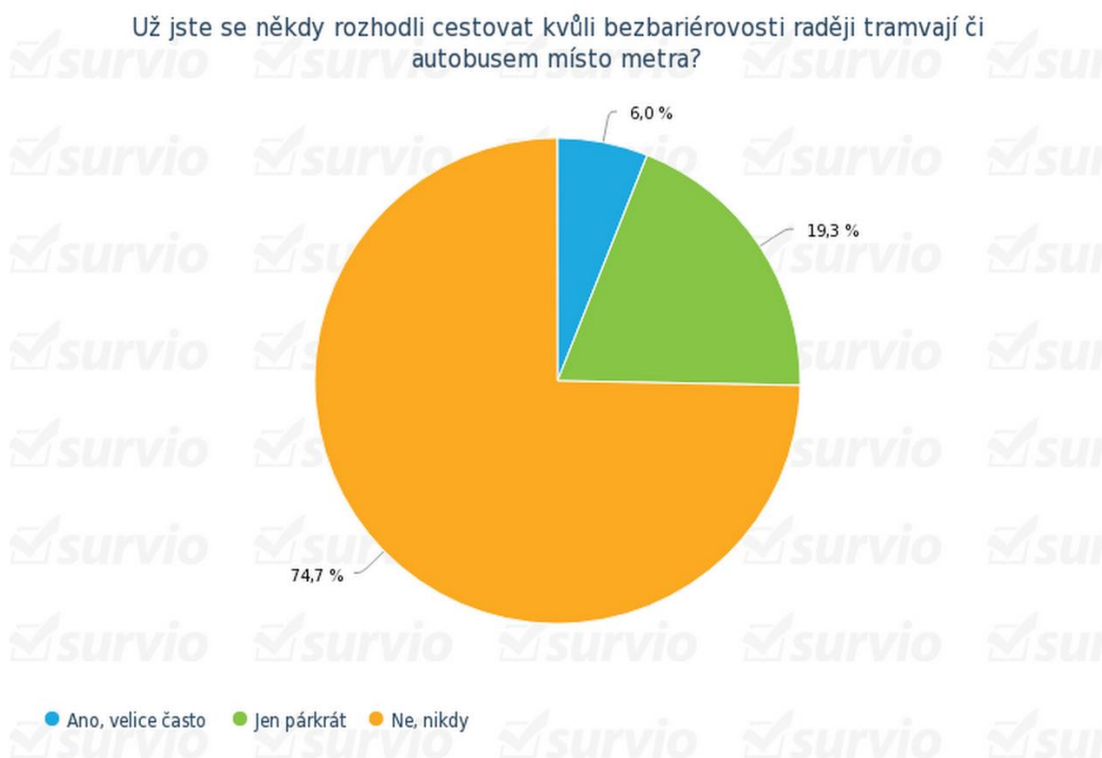
Graf 6: Výsledek průzkumu na danou otázku (vlastní tvorba)



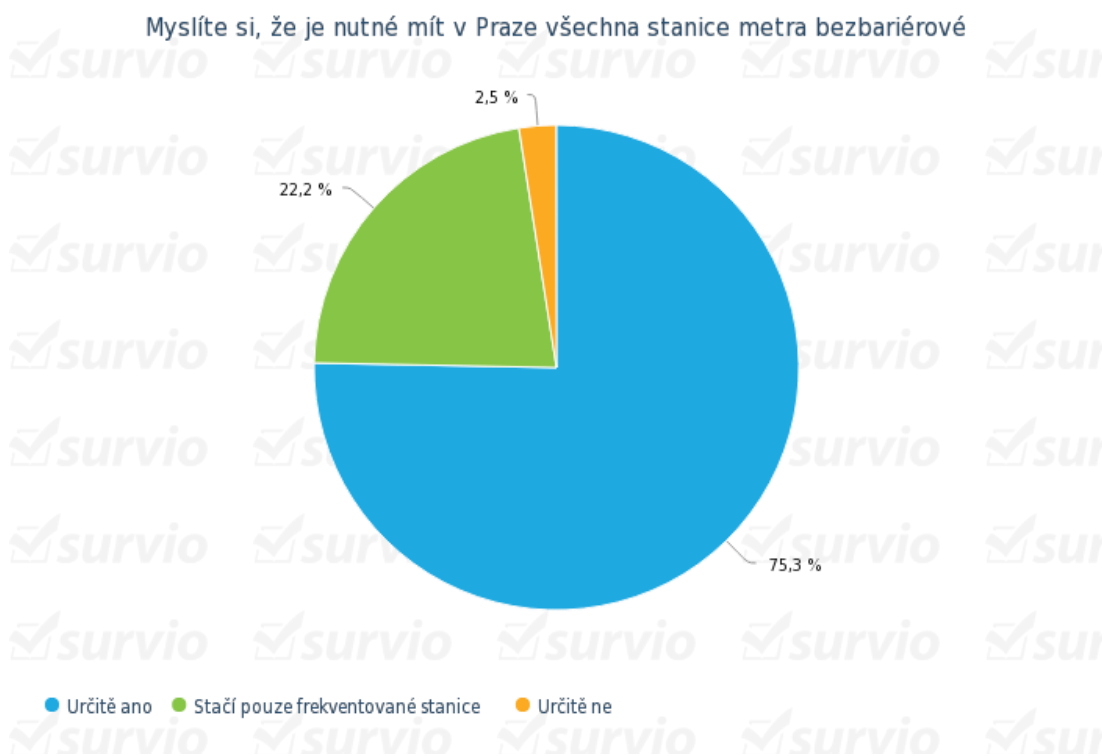
Graf 7: Výsledek průzkumu na danou otázku (vlastní tvorba)



Graf 8: Výsledek průzkumu na danou otázku (vlastní tvorba)



Graf 9: Výsledek průzkumu na danou otázku (vlastní tvorba)



Graf 10: Výsledek průzkumu na danou otázku (vlastní tvorba)

Podle odpovědí je většina lidí nadšených z dodatečného budování bezbariérových zpřístupnění stanic metra v Praze. Většina si myslí, že je nutné mít

všechny stanice metra v Praze bezbariérové a téměř všichni lidé odhadli správně přibližnou cenu při budování bezbariérového vstupu do stávající stanice.

Při výstavbě jsem musel řešit mnoho situací, které přede mnou nikdo jiný neřešil. Používaly se postupy, které nebyly nikdy vyzkoušeny, a nikdo neměl záruku, že se povedou. Dalo by se říci, že jsme byli průkopníci a inovátoři ve všem, co jsme dělali. Realizace tohoto projektu mi dala mnoho zkušeností do příštích podobných staveb, a ačkoliv byla nesmírně náročná, tak jsem rád, že jsem ji absolvoval.

Tato práce určitě poskytne přínosné informace a bude nápomocna při navrhování a realizace dalších bezbariérových zpřístupnění stanic metra kaskádovitého typu. Všechny určené cíle popsané na začátku práce se mi podařilo splnit.

Použitá literatura

- [01] FOJTÍK, Pavel. *30 let pražského metra*. 2 vyd. Praha: Dopravní podnik hl. m. prahy a.s., 2004, 135 s. ISBN 80-239-2704-3.
- [02] KLEPSATEL, František, Pavol KUSÝ a Libor MAŘÍK. *Výstavba tunelů ve skalních horninách*. 1 vyd. Bratislava: Jaga group, 2003, 215 s. ISBN 80-88905-43-5.
- [03] TURČEK, Peter a Jozef HULLA. *Zakladanie stavieb*. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2004, 350 s. ISBN 8088905990.
- [04] BURIÁN, Pavel a Miroslav KOCHÁNEK. Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Anděl. *Tunel*. 2015, roč. 24, č. 4, s. 11-22. ISSN 1211 – 0728.
- [05] MASOPUST, Jan a Věra GLISNÍKOVÁ. *Zakládání staveb: modul M01: zakládání staveb*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. 182 s. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204-538-9.
- [06] JURANKA, Tomáš. *Zakládání staveb*. Dotisk 1. vyd. Praha: ČVUT, 1993. ISBN 80-01-00722-7.
- [07] SALGADO, Rodrigo. *The engineering of foundations*. New York: McGraw-Hill, 2008. ISBN 978-0-07-125940-8.
- [08] TATIYA, Ratan. *Surface and underground excavations: methods, techniques and equipment*. 2nd edition. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Groupe, 2013. ISBN 978-0-415-62119-9.
- [09] PLOS, Jiří. *Stavební zákon s komentářem pro praxi: stav k 31.8.2013*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2013. ISBN 978-80-247-3865-9.
- [10] ČTUK. *DOKUMENTY ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES: Zásady a principy NRTM jako převažující metody konvenčního tunelování v ČR*. 1 vyd. Praha: Český tunelářský komitét ITA/AITES, 2006, Dokumenty ČTuK ITA/AITES. Dostupné z: http://www.ita-aites.cz/files/edice_CTuK/ctuk_02.pdf ISBN 978-80-260-0111-9.
- [11] MACKŮ, Pavel. *Mapa metra Praha* [online]. [cit. 24.4.2016]. Dostupné z: <http://www.mapa-prahy.com/mapa-metra-praha>.

[12] Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Anděl – DPS. METROPROJEKT Praha a.s.

[13] Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Anděl – DVZ. METROPROJEKT Praha a.s.

[14] BARTÁK, Jiří. *Stavební jámy* [online]. 2009 [cit. 24.4.2016]. Dostupné z: <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/data/wp-upload/2009/10/stavebni-jamy-1.pdf>.

[15] ŘEHÁKOVÁ , Aneta. Bezbariérové zpřístupnění stanic metra Praha [elektronická pošta]. Message to: RehkovaA@dpp.cz. Saturday, March 19, 2016 3:42 PM. Osobní komunikace

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků

Obr. 1: Aktuální stav pražského metra ke dni 31. 3. 2016 (upraveno autorem)	13
Obr. 2: Svahovaná jáma - Zakládání staveb.....	20
Obr. 3: Pažené jámy	22
Obr. 4: Těsněné jámy	23
Obr. 5: Správné zajištění výrubu podle NRTM	24
Obr. 6: Typy razicích strojů	25
Obr. 7: Pracovní cyklus otevřeného tunelovacího stroje	26
Obr. 8: Sanace ŽB tubingů ve stanici Anděl.....	27
Obr. 9 Očišťování převrtávaných pilotů a pokládání kari sítí.....	29
Obr. 10: Příklady výrubu	30
Obr. 11: Zákres stavby do ortofotomapy	31
Obr. 12: Podélný řez přestupní chodbou a šachtou Š1	32
Obr. 13: Podélný řez stanicí I-I'	35
Obr. 14: Výkres tvaru šachty Š2	36
Obr. 15: Příprava sypkých materiálů pro vytvoření ochranné skladby.....	37
Obr. 16: Ochrana stávající dlažby silničními panely	38
Obr. 17: Zakládání převrtávaných pilotů	38
Obr. 18: Poškozené madlo ve stanici před začátkem stavby	40
Obr. 19: Zařízení staveniště při zemních pracích.....	42
Obr. 20: Označené zařízení staveniště	43
Obr. 21: Atypické oplocení ze strany k restauraci Potrefená husa	44
Obr. 22: Situace staveniště při betonážích přestupní chodby	45
Obr. 23: Zábor staveniště - výkresová dokumentace	46
Obr. 24: Zábor ve stanici ze sádrokartonových desek	47
Obr. 25: Pohled na zábor z vnitřní strany	48
Obr. 26: Přesun odpadů ze záboru	48
Obr. 27: Přesun odpadů do vagonu	48
Obr. 28: Pohled do těžební jámy.....	51

Obr. 29: Vzorový řez.....	54
Obr. 30: Vzorový řez.....	55
Obr. 31: Betonáž sekundárního ostění přestupní chodby.....	56
Obr. 32: Tenkostěnné obklady lepené pružným lepidlem na definitivní ostění stanice	57
Obr. 33: Betonáž ze severního vestibulu.....	59
Obr. 34: Začátek trasy potrubí od betonpumpy do stanice metra	63
Obr. 35: Trubice ústící do stanice metra	63
Obr. 36: Trubice vedená přes technickou místnost ve stanici.....	64
Obr. 37: Trubice ústící po schodech dolů směrem pod eskalátory	64
Obr. 38: Trubice vyústující z podtlakového uzávěru ve stanici	65
Obr. 39: Spouštění minibagru jeřábem RDK 300 do ražené přestupní chodby.....	69
Obr. 40: Systém zontů v kolejišti ve stanici Anděl.....	71
Obr. 41: Nepřesné lepení tenkostěnných obkladů na definitivní ostění přestupní chodby.....	72
Obr. 42: Kiosek výtahu na úrovni nástupiště	73

Seznam tabulek

Tab. 1: Stručný přehled stanic a jejich bezbariérovost	12
Tab. 2: Přehled možných komplikací vyskytnutých na stavbě.....	16
Tab. 3: Technické parametry použité vrtné soupravy.....	52
Tab. 4: Technické parametry použitých pojízdných kompresorů.....	52
Tab. 5: Technické parametry použitého vysokotlakého čerpadla.....	52
Tab. 6: Technické parametry použitého stacionárního čerpadla	56
Tab. 7: Výpočet pokládky potrubí pro betonáž z eskalátorů	60
Tab. 8: Výpočet pokládky potrubí pro betonáž zpod eskalátorů	61
Tab. 9: Aktuální ceník vozidel DPP - zaslaný v dodatečných informacích č. 4 v zakázce Modernizace stanice metra Jinonice.....	68
Tab. 10: Ukázka vytvořeného časoprostorového harmonogramu na koordinaci prací v poslední etapě stavby	74

Seznam grafů

Graf 1: Porovnání variant technologie betonáže podle způsobu položení trubíc z časového hlediska.....	62
Graf 2: Poměr ceny změnových listů a prací ve smlouvě.....	75
Graf 3: Rozdělení prací podle ekonomického objemu.....	76
Graf 4: Rozdělení změnových listů podle ekonomického objemu	77
Graf 5: Výsledek průzkumu na danou otázku.....	78
Graf 6: Výsledek průzkumu na danou otázku.....	78
Graf 7: Výsledek průzkumu na danou otázku.....	79
Graf 8: Výsledek průzkumu na danou otázku.....	79
Graf 9: Výsledek průzkumu na danou otázku.....	80
Graf 10: Výsledek průzkumu na danou otázku.....	80

Použitý software

- Autodesk AutoCAD 2016
- MS Office 2013
- Software pro sběr a analýzu odpovědí dostupné na www.Survio.cz
- MS Project 2013