

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**Katedra technologie staveb**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Stavebně technologický projekt**

**„Dostavba proluky a podzemních garáží“**

**Doprovodná technická zpráva**

**Bc. Marek Čihák**

**2018**

**Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Polák, PhD.**



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

**V Praze dne: 6. 1. 2018**

.....

**Bc. Marek Čihák**

.

.



***Poděkování:***

*Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Karlovi Polákovi, PhD. za odborné vedení mé práce, za rady, připomínky a názory, kterými nemalou částí přispěl k jejímu dokončení.*



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Čihák	Jméno: Marek	Osobní číslo: 395571
Zadávací katedra: K122- Technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Stavebně technologický projekt- Dostavba proluky a podzemních garáží	
Název diplomové práce anglicky: Construction tech. design of building completion and underground garage	
Pokyny pro vypracování: Posouzení předané projektové dokumentace, řešení prostorové, technologické a časové struktury komplexního stavebního projektu, optimalizace zařízení staveniště, technologický postup prací mikropilot a optimalizace postupu zemních prací v závislosti na sarchitektonickém průřezu a podchycení okolních budov mikropilotami.	
Seznam doporučené literatury: Jarský, a kol.: Technologie staveb II - Příprava a realizace staveb, CERM Brno 2003 Zapletal, I., Musil, F. a kol.: Technologie staveb - Dokončovací práce 1, STU Bratislava 2002	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Karel Polák, PhD.	
Datum zadání diplomové práce: 11.10.2017	Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.*

Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-----------------------	---------------------



**ANOTACE:**

**Stavebně technologický projekt „Dostavba proluky a podzemních garáží“**

V této práci se zabývám stavebně technologickým projektováním. Na dostavbě proluky a podzemních garáží bytového domu v centru Prahy popisují 3 základní struktury technologického projektování: prostorovou, technologickou a časovou. Dále popisují a doplňují předanou projektovou dokumentaci stavby, rozdělují stavební soubor na jednotlivé stavební objekty, řeším technologický normál a technologický rozbor prací, harmonogram, využití materiálů, strojů i lidských zdrojů v čase. V neposlední řadě řeším technologické postupy prací.

V seminární části se zabývám záchranným archeologickým výzkumem a jeho vlivem na zemní práce. Jelikož se stavba nachází v historickém centru Prahy, záchranný archeologický výzkum bude mít zásadní vliv na délku trvání i cenu výstavby. Proto zde porovnávám dobu realizace a její cenu v případě, že bychom stavbu realizovali na ideálním pozemku bez okolních vlivů. Ve druhém případě uvažuji stavbu realizovanou na jejím projektovaném místě, však bez vlivu záchranného archeologického výzkumu. Ve třetím případě uvažuji reálný projekt včetně provedení záchranného archeologického výzkumu.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

Stavebně technologické projektování, projekt, technologie, harmonogram, zařízení staveniště, záchranný archeologický výzkum, výkopové práce



**ANNOTATION:**

**Construction technology design of building completion and underground garage**

The diploma thesis deals with construction technology design. On the building completion and underground garage in the central of Prague it describes 3 main structures of technology design - the spatial, technological and temporal structure. There is description of the handed over documentation of building, severance of the project to building parts, scheduling, usage of sources in time (man power, main mechanisms, material) and the technological processes.

The second part of the thesis is about archeology research and its influent on excavations. As the building is in the central of Prague the research will have a huge effect on the scheduling and price of construction works. It is why I compare 3 examples and their schedule and budget - first idealized position of building, then on the place in Ostrovní street in central of Prague but without usage of archeology research and in the end the real project with archeology research.

**KEY WORDS:**

Construction technology design, technology, schedule, site facilities, archeology research



## **OBSAH:**

Úvod .....	9
<b>STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT .....</b>	<b>10</b>
<b>0. Zadávací dokumentace .....</b>	<b>10</b>
0.1 Identifikační údaje.....	10
0.2 Charakteristika konstrukce.....	10
0.2.1 Počet podlaží.....	10
0.2.2 Materiálové řešení.....	10
0.2.3 Založení objektu .....	11
0.2.4 Zastřešení objektu .....	11
0.3 Seznam předané dokumentace .....	11
<b>1. Posouzení předané dokumentace .....</b>	<b>12</b>
1.1 Posouzení úplnosti projektové dokumentace .....	12
<b>2. Řešení prostorové struktury .....</b>	<b>13</b>
2.1 Rozdělení stavebních objektů .....	13
2.2 Technologické etapy .....	13
2.3 Součinitelé pracovní fronty .....	14
2.4 Návrh zdvihacího prostředku .....	15
<b>3. Řešení technologické struktury .....</b>	<b>16</b>
3.1 Technologický rozbor a technologický normál.....	16
3.2 Kontrolní a zkušební plán, Environmentální plán a Plán BOZP .....	16
<b>4. Řešení časové struktury .....</b>	<b>16</b>
4.1 Časový plán – harmonogram .....	17
4.2 Časoprostorový graf.....	17
<b>5. Řešení zařízení staveniště (ZS).....</b>	<b>18</b>



5.1	Fáze hrubé spodní stavby .....	19
5.2	Fáze hrubé vnitřní stavby .....	19
5.3	Posouzení dopravních cest .....	19
<b>6.</b>	<b>Technologické postupy prací .....</b>	<b>20</b>
	<b>SEMINÁRNÍ ČÁST .....</b>	<b>21</b>
<b>1.</b>	<b>Výkopové práce .....</b>	<b>21</b>
<b>2.</b>	<b>Seznámení s konstrukcí.....</b>	<b>21</b>
<b>3.</b>	<b>Záchranný Archeologický Výzkum (ZAV).....</b>	<b>23</b>
3.1	ZAV na řešeném stavebním pozemku .....	24
3.2	Postup výkopových prací při ZAV: .....	26
<b>4.</b>	<b>Pažící konstrukce.....</b>	<b>26</b>
4.1	Trysková injektáž .....	26
4.2	Pilotové stěny .....	28
4.3	Záporové pažení .....	29
<b>5.</b>	<b>Cena a délka trvání výkopů, jejich optimalizace na základě ZAV.....</b>	<b>31</b>
5.1	Výkopové práce v ideálních podmínkách .....	31
5.2	Výkopové práce dle databáze ÚRS.....	32
5.3	Výkopové práce ovlivněné ZAV .....	34
5.4	Vyhodnocení ceny a doby provedení výkopových prací .....	35
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>37</b>
	<b>Citovaná literatura .....</b>	<b>38</b>
	<b>Seznam obrázků: .....</b>	<b>39</b>
	<b>Seznam tabulek:.....</b>	<b>40</b>
	<b>Seznam příloh: .....</b>	<b>41</b>





## Úvod

Kvalitní stavebně technologický projekt je správným základem každého stavebního investičního celku. Je nutné brát v úvahu všechny aspekty jednotlivých stavebních procesů, abychom je dokázali vhodně propojit a tím zefektivnit celou realizaci stavby. Při stavebně technologickém projektování musí být řešeny tři struktury výstavby: prostorová struktura, technologická struktura a časová struktura projektu. Všechny tyto struktury se navzájem prolínají a doplňují. Není tedy možné je tvořit samostatně, ale pouze jako jeden celek. Při kvalitním zpracování stavebně technologického projektu dokážeme odhalit možné problémy a nejasnosti dříve, než samotná realizace vůbec začne.

Cílem této diplomové práce je zpracovat kvalitní stavebně technologický projekt bytového domu v ulici Ostrovní, na jehož základě by bylo možné skutečně realizovat řešený objekt. Jelikož se stavba vyskytuje v historickém centru Prahy, stavebně technologický projekt je doplněn o problematiku záchranného archeologického výzkumu, který má na dobu a cenu výstavby řešeného objektu zásadní vliv. S archeologickým výzkumem je spojena také problematika zemních prací včetně zajištění stavební jámy a podchycení okolních objektů, čímž se tato práce také podrobně zabývá.



## STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT

### 0. Zadávací dokumentace

#### 0.1 Identifikační údaje

Stavba: Dostavba proluky a podzemních garáží

Místo stavby: Ulice Ostrovní, Praha

Investor: Karel Schwarzenberg

Účel stavby: Bytový dům

Cena díla: 84 115 094 Kč

#### 0.2 Charakteristika konstrukce

Bytový dům Ostrovní zaplňuje poslední proluku mezi domy v ulici Ostrovní, která se nachází v centru Prahy. Jedná se o objekt s jedním podzemním a šesti nadzemními podlažími, který se nachází na pozemku o výměře cca 15 600 m<sup>2</sup>. V suterénu jsou navrženy garáže o ploše cca 8 600 m<sup>2</sup>. Nadzemní podlaží mají v úrovni 1NP přibližně 3 400 m<sup>2</sup>. Od 4NP se plocha pater snižuje, čímž vznikají střešní terasy. Bytový dům je rozdělen na 7 bytů. Nad suterénem bude hřiště s malým zděným domkem patřící sousední škole. Maximální výška objektu je 21 m nad přílehlou komunikací.

##### 0.2.1 Počet podlaží

Objekt tvoří jedno podzemní a 6 nadzemních podlaží.

##### 0.2.2 Materiálové řešení

Nosné konstrukce bytového domu jsou tvořeny železobetonovou stěnovou konstrukcí. V podzemních garážích je svislá nosná konstrukce tvořena skeletem. Vnitřní příčky jsou z keramických tvárníc POROTHERM. Střecha je tvořena souvrstvím povlakové hydroizolace, která je na střeše objektu zatížena kačírkiem. Strop nad garážemi je pokryt speciální povrchovou úpravou CONIPUR, která zároveň slouží jako nášlapná vrstva školního hřiště.



### 0.2.3 Založení objektu

Objekt je založen na ŽB (železobeton) desce. Pod přístavbou je deska tlustá 500 mm, pod garážemi má deska tloušťku 300 mm, přičemž pod sloupy je zvýšena na 500 mm.

### 0.2.4 Zastřešení objektu

Nosná konstrukce střechy je tvořena ŽB konstrukcí tl. 150 mm. Na ni je spádová vrstva z polystyrenbetonu a souvrství asfaltových modifikovaných pásů. Na nich je tepelná izolace z XPS (extrudovaný polystyrén) zatížená kačírkem.

Terasy jsou také tvořeny povlakovou hydroizolací a XPS, na kterém je drobné kamenivo, které slouží jako podklad pro velkoformátovou dlažbu z přírodního kamene.

Nad podzemními garážemi je z části vegetační střecha a z části CONIPUR sportovní povrch školního hřiště.

## 0.3 Seznam předané dokumentace

- SO 1201 – Zajištění stavební jámy
  - Stavební dokumentace
- SO 1202 – Dostavba proluky a podzemních garáží
  - Architektonicko-stavební část
  - Konstrukční detaily obvodového pláště, teras, balkonů, střechy
  - Požárně bezpečnostní řešení
  - Zdravotní technika – Kanalizace – vnitřní instalace
  - Zdravotní technika – Vodovod – vnitřní instalace
  - Zdravotní technika – Plynovod – vnitřní instalace
  - Vytápění
  - Vzduchotechnika a chlazení
  - Elektroinstalace – silnoproud
  - Elektroinstalace – slaboproud
- SO 1203 – Domek na školním dvoře na střeše garáží
  - Architektonicko-stavební část
- SO 1302 - Kanalizační přípojka:
  - Stavební dokumentace



- SO 1303 - Vodovodní přípojka:
  - Stavební dokumentace
- SO 1304 - Plynovodní přípojka:
  - Stavební dokumentace
- SO 1401 - Přeložka Telecom, přípojka:
  - Stavební dokumentace

## 1. Posouzení předané dokumentace

### 1.1 Posouzení úplnosti projektové dokumentace

Úplnost projektové dokumentace jsem posoudil dle vyhlášky č. 62/2013, příloha č.4 (dokumentace pro stavební povolení). Předanou projektovou dokumentaci jsem vyhodnotil jako nedostatečnou, jelikož v ní zcela chybí průvodní zpráva, situační výkresy, geodetický podklad pro projektovou činnost a průkaz energetické náročnosti budovy. V dokumentaci dále chybí speciální situační výkresy. Ty ovšem nejsou u této budovy vyžadovány.

ČÁST	POPIS	STAV
A	Průvodní zpráva	CHYBÍ
B	Souhrnná technická zpráva	ANO
C	Situační výkresy	CHYBÍ
D	Dokumentace	ANO
E	Dokladová část	NEÚPLNÁ

*Tabulka 1: Posouzení úplnosti projektové dokumentace*

V předané dokumentaci také chybí bližší informace k archeologickým pracím, které by měly být v centru Prahy nedílnou součástí projektu. Archeologické práce společně s pažicemi konstrukcemi jsou dále řešeny v seminární části a v příloze 6.0 Technologický postup prací.

Detailní posouzení úplnosti předané projektové dokumentace naleznete v příloze 1.0 Posouzení předané dokumentace.



## 2. Řešení prostorové struktury

### 2.1 Rozdělení stavebních objektů

Stavební celek je rozdělen na 10 stavebních objektů. Každý z nich je řešen samostatně s návaznostmi na ostatní objekty. Tento stavebně technologický projekt se věnuje především SO 1202 - Dostavba proluky a podzemních garáží.

Seznam stavebních objektů:

- SO 2202 - Stavební úpravy domu č.p. 129 (není součástí tohoto projektu)
- SO 1201 - Zajištění stavební jámy
- SO 1202 - Dostavba proluky a podzemních garáží
- SO 12.03 - Domek na školním dvoře na střeše garáží
- SO 1301 - Kanalizační přípojka – tuneláž
- SO 1302 - Kanalizační přípojka
- SO 1303 - Vodovodní přípojka
- SO 1304 - Plynovodní přípojka
- SO 1401 - Přeložka Telecom, přípojka
- SO 1101 - Zařízení staveniště

Podrobný popis stavebních objektů najdete v příloze 2.0 Řešení technologické struktury.

### 2.2 Technologické etapy

TECHNOLOGICKÁ ETAPA	HL. KONSTRUKCE	SMĚR PROCESU
0	BOURÁNÍ, ZEMNÍ PRÁCE A ZAJIŠTĚNÍ STAV. JÁMY	HORIZONTÁLNÍ
1	ZÁKLADY	ROZVODY POD ZÁKLADY, ZD, HYDROIZOLACE
2	HRUBÁ SPODNÍ STAVBA	HYDROIZOLACE, MONOLITICKÉ KONSTRUKCE
3	HRUBÁ VRCHNÍ STAVBA	MONOLITICKÉ KONSTRUKCE
		HORIZONTÁLNĚ VZESTUPNÝ



4	STŘECHA	SPÁDOVÁ VRSTVA, ZATEPLENÍ, HYDROIZOLACE	HORIZONTÁLNÍ
5	HRUBÉ VNITŘNÍ PRÁCE	PŘÍČKY, VÝPLNĚ OTVORŮ, VÝTAH, TZB, HRUBÉ PODLAHY	HORIZONTÁLNĚ VZESTUPNÝ
6	VNITŘNÍ DOKONČOVACÍ PRÁCE	SDK, OBKLADY, DLAŽBY, MALBY	HORIZONTÁLNĚ VZESTUPNÝ
7	KOMPLETACE	TZB, KONEČNÉ ÚPRAVY, ÚKLID	HORIZONTÁLNĚ VZESTUPNÝ; ÚKLID HORIZ. SESTUPNÝ
8	FASÁDA, TERASY	ZATEPLENÍ, HYDROIZOLACE, LEŠENÍ, KZS	HORIZONTÁLNĚ VZESTUPNÝ
9	VNĚJŠÍ ÚPRAVY OKOLÍ	ZPEVNĚNÉ PLOCHY, KOMUNIKACE, SADOVÉ ÚPRAVY	HORIZONTÁLNÍ

*Tabulka 2: Technologické etapy*

Technologické schéma objektu naleznete v příloze č. 2.1 Technologické schéma.

### 2.3 Součinitelé pracovní fronty

Abychom urychlili výstavbu, používáme mezi procesy vazbu kritického přiblížení. Při té zajistíme, aby se v průběhu prací dva nebo více navazujících procesů nepřiblížily více než 1 den. To v zásadě odpovídá následujícím součinitelům pracovní fronty:

Součinitel pracovní fronty je zvolen následovně:

- Základy, zemní práce a práce na střeše,  $f_1=50\%$
- Hrubá stavba a hrubé vnitřní práce,  $f_2=25\%$
- Dokončovací práce,  $f_3=8\%$



## 2.4 Návrh zdvihacího prostředku

Jako hlavní zdvihací prostředek stavby je navržen věžový jeřáb Liebherr 71 EC s věží 120HC, který nejlépe vyhovuje následujícím zadávacím podmínkám:

<b>Vstupní informace pro návrh zdvihacího prostředku</b>	
<b>Vzdálenost nejtěžšího břemene – bádie plněná z ulice</b> <b>Ostrovní</b>	<b>26,5 m</b>
Výška prováděného objektu	21,32 m
Výška nejvyššího okolního objektu	16,85 m
Délka závěsu	3,0 m
Výška bádie	1,6 m
Výšková rezerva	1,5 m
<b>Požadovaná výška ramene jeřábu (pod hák)</b>	<b>27,42 m</b>
Prostorové omezení pro umístění	Není

Tabulka 3: Vstupní informace pro návrh věžového jeřábu

Především pro montáž a demontáž věžového jeřábu je na stavbě třeba mobilní kolový jeřáb. Musí mít dostatečnou únosnost a dostatečně velké rameno na to, aby byl schopen věžový jeřáb smontovat i demontovat přes přilehlý třípatrový objekt. Zadávacím podmínkám pak vyhovuje nejlépe jeřáb Liebherr LRM 1100-5.

<b>Vstupní informace pro návrh kolového jeřábu</b>	
Hmotnost nejtěžšího dílu věžového jeřábu (kabina)	4 100 kg
Hmotnost závěsu	300 kg
<b>Celkový požadavek na nosnost při níže zvoleném vyložení</b>	<b>4 400 kg</b>
<b>Vzdálenost nejtěžšího břemene – kabina jeřábu</b>	<b>33,1 m</b>
Výška sousedního objektu	16,85 m
Výška břemene	2,74 m



Délka závěsu	3,0 m
Výšková rezerva	1,5 m
<b>Celková výška ve vzdál. 10,2 m od jeřábu</b>	<b>24,09 m</b>
<b>Celková výška ve vzdálenosti 33,1 m</b>	<b>42,24 m</b>

*Tabulka 4: Vstupní informace pro návrh mobilního jeřábu*

Posledním navrhovaným zdvihacím prostředkem je stavební výtah sloužící pro dopravu osob i nákladu. Pro tento účel byl zvolen výtah NO 630 s 24 výškovými díly.

Kompletní návrh zdvihacích prostředků naleznete v příloze č. 2.0 Řešení prostorové struktury.

### **3. Řešení technologické struktury**

#### **3.1 Technologický rozbor a technologický normál**

Technologický rozbor byl vytvořen v programu MS Excel v úrovni dílčích stavebních procesů včetně jejich technologických přestávek a navazujících procesů, návrhu rozhodujících mechanismů a pracovních čet. Tyto dílčí procesy jsou dále agregovány do Technologického normálu. Technologický rozbor a normál najdete v přílohách č. 3.1 Technologický rozbor a 3.2 Technologický normál.

#### **3.2 Kontrolní a zkušební plán, Environmentální plán a Plán BOZP**

Na procesy technologického normálu navazuje Kontrolní a zkušební plán, Environmentální plán a Plán rizik BOZP.

### **4. Řešení časové struktury**

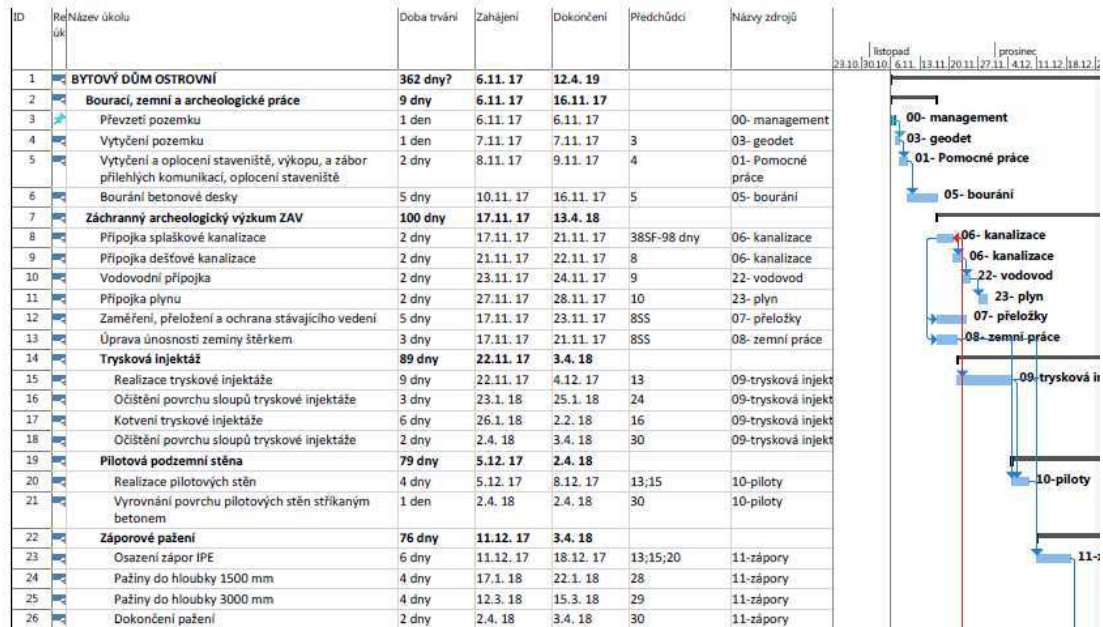
Začátek stavebních prací bytového domu v Ostrovní ulici byl plánován na 6.11.2017. Ukončení stavebních prací a předání objektu investorovi je plánováno na 16.4.2019. Celkově tak stavba bude trvat 19 měsíců včetně prací záchranného archeologického výzkumu, který trvá 100 dní. Časový fond je 8 hod/den ve všední dny, tedy od pondělí do pátku, mimo státní svátky a času mezi Vánočními svátky.





## 4.1 Časový plán – harmonogram

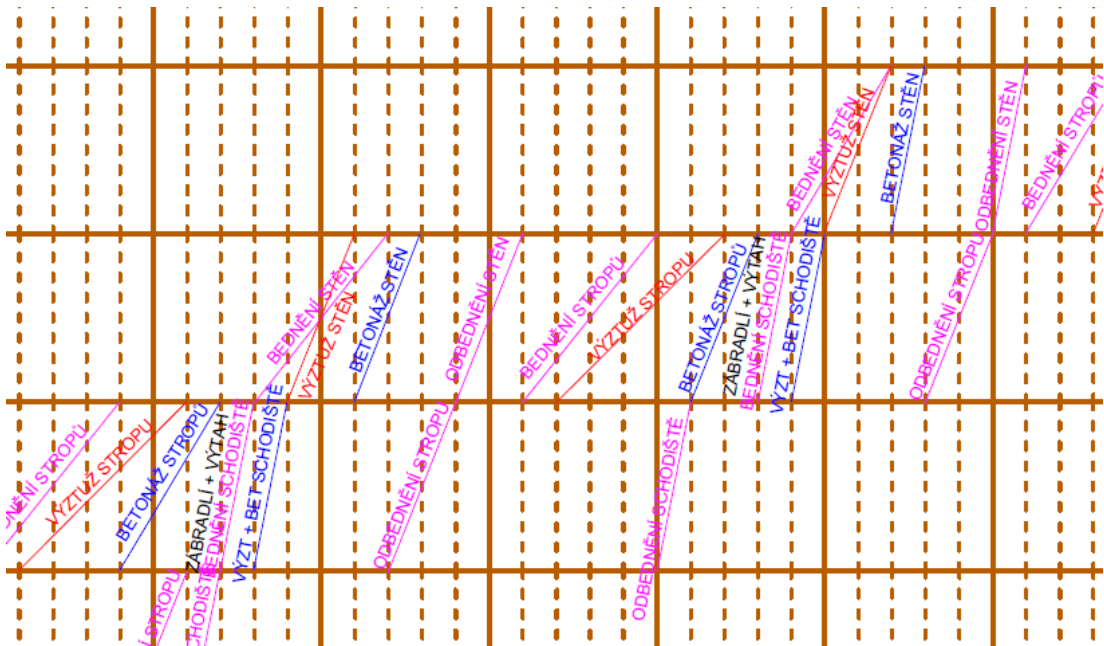
V programu MS Project byl vypracován harmonogram, který byl proveden na základě zpracovaného technologického normálu ve struktuře dílčích stavebních procesů. Harmonogram naleznete v příloze č. 4.1 Harmonogram



Obrázek 1: Vzor harmonogramu z přílohy 4.1

## 4.2 Časoprostorový graf

V programu AutoCAD byl vypracován časoprostorový graf, který byl proveden na základě zpracovaného technologického normálu ve struktuře dílčích stavebních procesů. Tento graf odpovídá výše popsanému harmonogramu. Časoprostorový graf naleznete v příloze č. 4.2 Časoprostorový graf.



Obrázek 2: Vzor časoprostorového grafu z přílohy 4.2

## 5. Řešení zařízení staveniště (ZS)

Zařízení staveniště bylo navrženo ve fázi hrubé spodní stavby a hrubé vnitřní stavby. Po dobu výstavby bude ulice Ostrovní uzavřena a označena dopravními značkami, aby mohla sloužit jako obslužná plocha pro vykládku/nakládku materiálu, stání pro autodomývač a čerpadlo betonu, pro stání autojeřábu a další stavební techniky.

Ve fázi spodní hrubé stavby bude jako zařízení staveniště z velké části sloužit přilehlý objekt č.p. 129. Po zastropení garáží se pak zařízení staveniště přesune na strop nad garážemi. Tím se uvolní vytiženost objektu č.p. 129, stále však bude z části využíván stavbou.

Staveniště bude oploceno typovým plotem v. 2 m, v některých místech až 4 m, který z části omezí šíření hluku do okolí.

Během stavby bude dodržována hygiena a bezpečnost, technologické postupy a pokyny vedení stavby. Při všech pracích budou dodržovány zásady BOZP dané zákonem 309/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a nařízením vlády 591/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Stavba probíhá také v zimních měsících. Pro tuto chvíli tedy musí být připraveno topné zařízení a vytápěné místnosti pro odpočinek pracovníků a sušení mokrého oblečení. V zimě musí být k dispozici teplý nápoj pro všechny pracovníky stavby.



Stejně tak v létě musí být pro všechny pracovníky k dispozici osvěžující nápoj a stinný prostor pro odpočinek.

Podrobný popis zařízení staveniště včetně návrhu sociálního zařízení a energií a situaci širších vztahů s posouzením dopravních cest pro stavbu naleznete v příloze č. 5.0 Zařízení staveniště

### **5.1 Fáze hrubé spodní stavby**

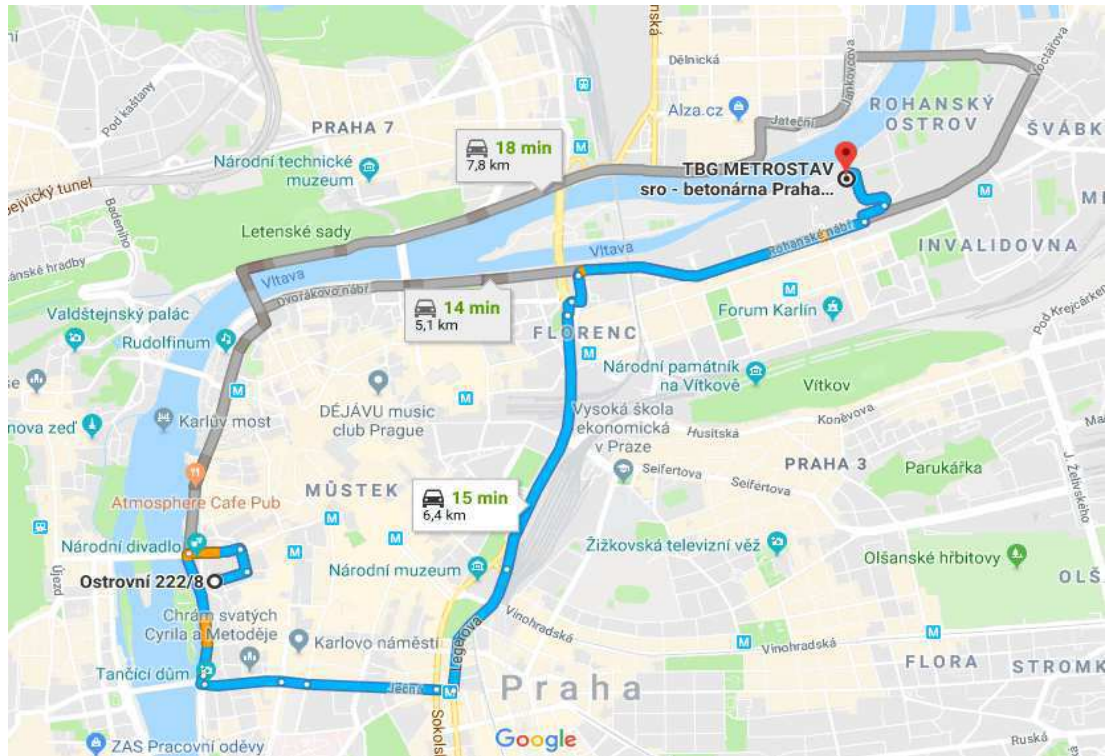
Veškeré zázemí pro management i dělníky bude v objektu č.p. 129. Pro přístup osob do jámy slouží schodišťová věž, pro přístup motorových vozidel slouží sjezdová rampa, která bude s postupem prací spodní hrubé stavby odtěžována. Pro skladování materiálu bude dočasně sloužit ulice Ostrovní. Pro usnadnění přístupu z objektu ZS na stavbu budou v objektu č.p. 129 vytvořeny dočasné technologické prostupy na severovýchodní části objektu. Výkres zařízení staveniště ve fázi hrubé spodní stavby naleznete v příloze 5.1 ZS – Spodní stavba

### **5.2 Fáze hrubé vnitřní stavby**

Na jihozápadní části staveniště jsou nad okrajem jámy osazeny mobilní buňky (9ks). Objekt č.p.129 omezeným způsobem stále slouží jako zázemí pro stavbu. Veškeré skladovací plochy jsou na stropě nad 1PP (garáže). Pro zachování komunikačního prostoru mezi ulicí Ostrovní a zařízením staveniště je skrz celou přístavbu veden technologický otvor 2,3 x 3,0 m. Ulice Ostrovní je pro motorová vozidla mimo stavbu stále uzavřena. Výkres zařízení staveniště ve fázi hrubé vnitřní stavby naleznete v příloze 5.2 ZS – Hrubá vnitřní stavba.

### **5.3 Posouzení dopravních cest**

Posouzení dopravních cest bylo plánováno pro dopravu betonu a dopravu recyklovatelného odpadu. Tyto dvě položky jsem si vybral, neboť jsou nejobjemnější a dopravní cesty obsluhující tyto materiály budou nejvytíženější. Podrobný popis najdete v příloze 5.0 Zařízení staveniště.



Obrázek 3: Trasa ze stavby do betonárny

## 6. Technologické postupy prací

Technologické postupy byly zpracovány na všechny pažící konstrukce: trysková injektáž, pilotové stěny a záporové pažení. Tyto postupy byly zpracovány v jejich návaznostech na další pažící konstrukce, na archeologický výzkum a na zemní práce. Popisuje nejen samotný postup provádění prací, ale také vyžadovanou stavební připravenost, vsazení do harmonogramu stavby a nasazení mechanizace. Technologické postupy jsou zakončeny schématy postupu výstavby pažících a výkopových prací.

Technologické postupy najdete v příloze 6.0 Technologický postup.



## SEMINÁRNÍ ČÁST

### 1. Výkopové práce

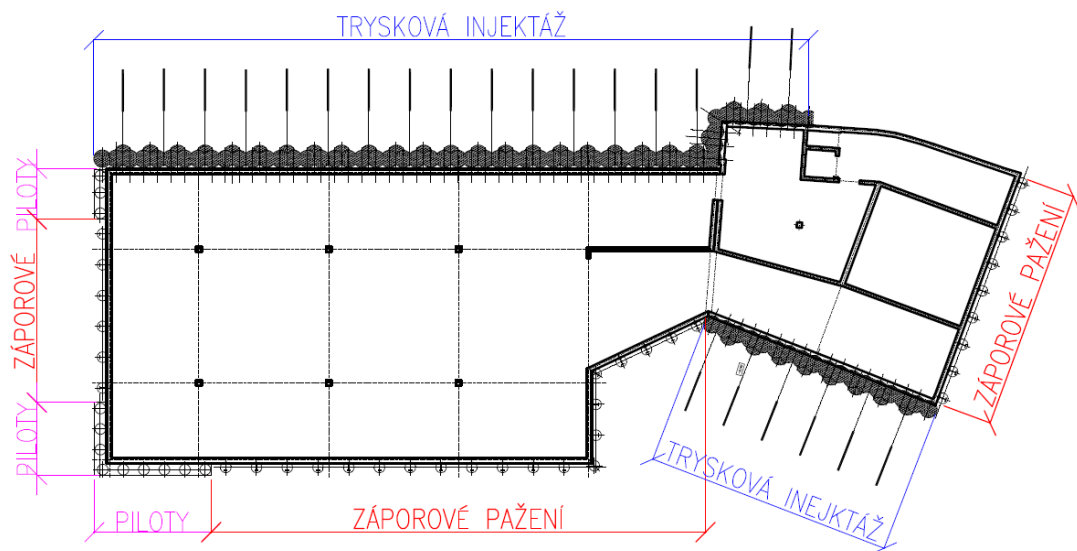
V intravilánu měst je snaha o maximální využití podzemních prostor pro mnohapatrové suterény budov, pro podzemní garáže, podzemní dopravu, podchody, skladiště apod. Vzhledem k cenám pozemků a k legislativě nakazující v některých případech výstavbu podzemních garáží se stává naprosto běžné stavět v rámci bytových i komerčních budov jedno, ale i více podzemních pater. Stavební jámy takovýchto objektů mohou být velice hluboké a rozlehlé, navíc jsou často hloubeny v husté zástavbě. Nelze proto ve většině případů jámu svahovat, ale musí se pažit. Volba technologie pažení je závislá na mnoha faktorech, jako je např. geologie, hloubka jámy, okolí staveniště, doba výstavby, nároky na vodotěsnost pažení atd. Hlavními kritérii pro návrh pažících konstrukcí je vždy jejich bezpečnost a hospodárnost. (Peter Turček a kolektiv, 2005)

Kromě způsobu zajištění jámy je před samotným počítáním výkopových prací také nutné myslet na kulturní a historické dědictví ve formě archeologických nálezů na staveništi. Vykopání stavební jámy a následná výstavba objektu je velkým zásahem do pozemku, který může schovávat velmi historicky cenné předměty. Tyto předměty mohou být při výstavbě snadno nenávratně zničeny. Vždy je tedy nutné již od fáze přípravy stavby spolupracovat s příslušnými úřady a archeologickým ústavem.

### 2. Seznámení s konstrukcí

Hlavní figura stavební jámy zasahuje místy až do hloubky 3,96 m pod úroveň přilehlé komunikace (190,88 m. n. m.). Místně výkopy dosahují do větších hloubek. Například v místě výtahové šachty jde výkop do hloubky 4,96 m pod úroveň přilehlé komunikace. Tyto výkopy pod úrovní hlavní výkopové figury se řeší samostatně svahováním. Zvlášť je řešen i výkop pro přípojky. Ty jsou řešeny systémově pomocí pažících boxů. Kanalizace, která je vedena v hloubce -5,46 m je prováděna tuneláží. Hlavní výkop se vyskytuje v těsné blízkosti okolních staveb, které jsou v některých místech založeny pouze 1 m pod úrovní přilehlé komunikace. Z tohoto důvodu je nutné při realizaci výkopů dbát zvýšenou pozornost stabilitě sousedních budov. K tomu byla původně navržena mikropilotová konstrukce. Po bližším přezkoumání geologických podmínek ovšem byla konstrukce tryskové injektáže shledána jako vhodnější. Trysková injektáž tvoří pažící konstrukci a zároveň snižuje základovou spáru okolních

budov pod úroveň dna výkopu. Ve zbylé části je navrženo záporové pažení, které je v těsné blízkosti se základovými konstrukcemi okolních budov nahrazeno pilotovými stěnami. Finální povrch pažících konstrukcí musí být svislý a rovný s odchylkou +/- 3 mm, aby na něj mohla být aplikovaná svislá povlaková hydroizolace. Pažící konstrukce tedy bude zároveň plnit funkci ztraceného bednění obvodových suterénních stěn. Práce na těchto třech pažících konstrukcích se prolínají a jsou realizovány v jasných návaznostech viz. příloha 4.1 Harmonogram a příloha 4.2 Časoprostorový graf. Přesto je třeba se na jednotlivé konstrukce zvlášť zaměřit, neboť jejich technologický postup je odlišný. Vždy je tedy třeba brát každou pažící konstrukci jako samostatný celek, zároveň ale musíme tyto práce koordinovat tak, aby rychlou, bezpečnou a ekonomickou cestou vznikla pažící konstrukce požadovaných vlastností. Výkopové práce se provádí ve 3 fázích. V první fázi se jáma hloubí přibližně do 1 500 mm (v případě tryskové injektáže až do hloubky 2 000 mm), ve druhé fázi do hloubky 3 000 mm a v poslední fázi se jáma dokončí až na projektované dno. Technologické postupy realizace jednotlivých pažících konstrukcí naleznete v příloze 6.0 Technologický postup.



Obrázek 4: Schéma použitých pažících technologií

Jelikož se jedná o pozemek v historickém centru Prahy, výkopové práce musí být prováděny pod dohledem památkové péče a archeologů, kteří před a během realizace výkopových prací provádí archeologický výzkum, který může ovlivnit technologii výstavby a tím i její dobu a cenu. Technologický postup výkopových prací může být v průběhu realizace změněn na základě archeologických nálezů (změnit se může



především použití mechanizace a tím i rychlost provádění výkopových prací). V některých případech, při zvláště významných objevech, může vedoucí archeolog dokonce dočasně pozastavit stavbu. Pokud dojde ke změně pracovního postupu na základě významných archeologických nálezů, je vždy nutné tuto změnu konzultovat s projektantem zemních prací. Dále je vždy třeba dodržovat základní statické zásady, jako je např. max. hloubka nezapažené konstrukce, technologické přestávky, nebo úroveň kotvení pažení- viz. příloha č. 6.0 Technologický postup. To vše s sebou pro investora nese jistá rizika s dopadem na cenu i termín dokončení.

### **3. Záchranný Archeologický Výzkum (ZAV)**

Záchranný archeologický výzkum (dále jen výzkum) je odbornou archeologickou činností vyvolanou ohrožením či narušením území s archeologickými nálezy. Za území s archeologickými nálezy považujeme celé území České Republiky s výjimkou vytěžených míst (pískovny, doly apod.) Výsledkem výzkumu je soubor artefaktů (movitých nálezů) a nálezová zpráva (zpráva o výsledcích výzkumu dle §21, odst. 3 zákona č. 20/87Sb., v platném znění), která detailně dokumentuje a interpretuje archeologické situace nenávratně zničené stavební, těžební či jinou činností. Stavebník je povinen v době přípravy stavby oznámit svůj záměr písemně Archeologickému ústavu, který se dále se stavebníkem domluví na dalším postupu záchranného archeologického výzkumu. Ten může probíhat formou odborné prohlídky archeologem, nebo detailním výzkumem celého pozemku až do hloubky několika metrů. Výzkum může trvat od hodin až po měsíce, výjimečně i roky. (ČR, Archeologický ústav AV)

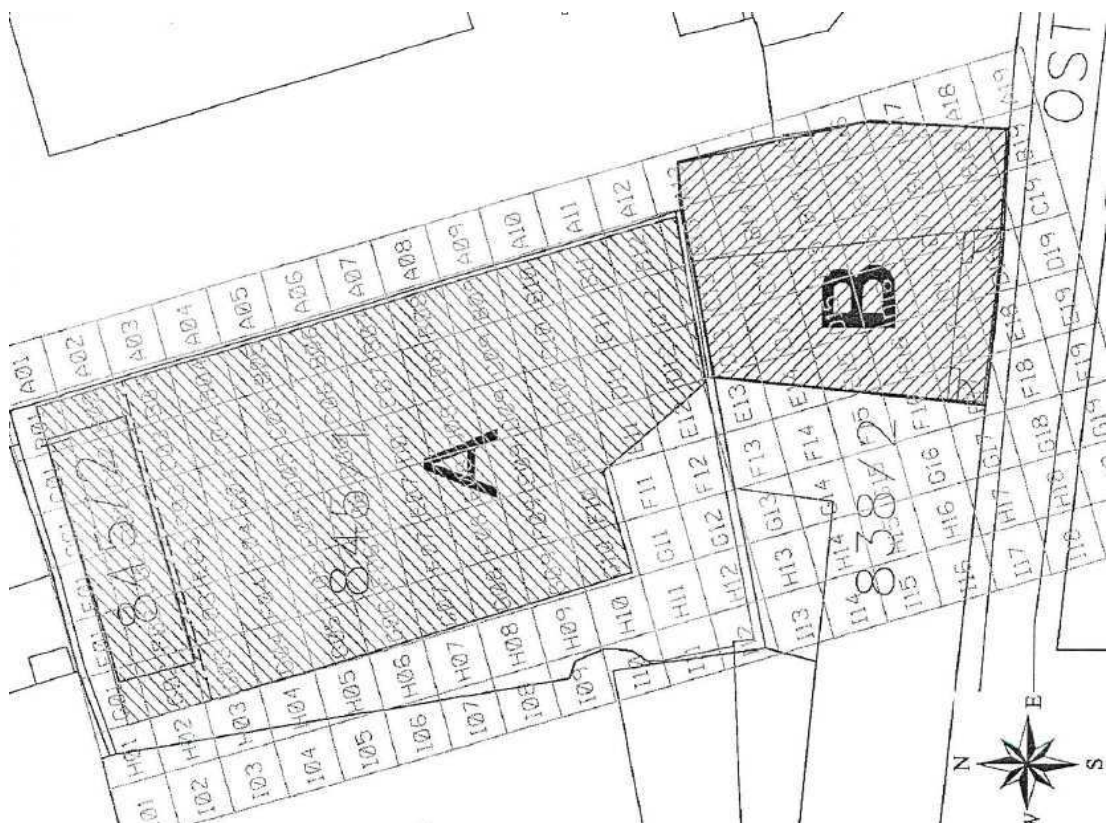
Je-li stavebníkem právnická osoba nebo fyzická osoba, při jejímž podnikání vznikla nutnost záchranného archeologického výzkumu, hradí náklady záchranného archeologického výzkumu tento stavebník. V případě, že je vyžadován záchranný archeologický výzkum pozemku, kde fyzická osoba plánuje vystavit obytnou stavbu (nejčastěji rodinný dům), která není předmětem podnikání, pak náklad na realizaci výzkumu přechází na oprávněnou organizaci, která výzkum provádí.



### 3.1 ZAV na řešeném stavebním pozemku

Plocha budoucí stavby se nachází na území s početnými archeologickými nálezy. Podle §22 zákona č. 20/87 Sb. ve znění pozdějších předpisů je bezpodmínečně nutné umožnit oprávněné instituci provedení záchranného archeologického výzkumu před realizací stavby. Vzhledem k tomu, že stavebníkem řešeného objektu je fyzická osoba realizující tento objekt jako předmět podnikání, náklady na ZAV hradí stavebník.

Stavební pozemek je rozdělen na dvě části A a B viz. obrázek 2. Na jeho ploše bylo provedeno 5 zjišťovacích sond tak, aby rovnoměrně pokryly dotčenou plochu budoucího záměru. Výkopy budou provedeny až na úroveň geologického podkladu, tedy do úrovně 193,00 až 192,50 m. n. m. Za pomoci malé mechanizace budou odstraněny recentní povrchy, navážky a následně archeologickým způsobem rozebrány starší antropogenní situace. Z výkopů se postupně vyzdvihnou všechny movité archeologické nálezy. Během těchto prací je prováděna kresebná a fotografická dokumentace všech sond. V případě, že bude odhaleno zdivo, nebo zahloubené objekty, budou geodeticky zaměřeny a zaneseny do polohopisného plánu.



Obrázek 5: Schéma rozdělení pozemku na archeologické celky





Na základě informací zjištěných ze sond byla prokázána na celé ploše stavebního pozemku přítomnost archeologických terénů s rozdílným rozsahem a vypovídající hodnotou. Z těchto poznatků vyplývá, že v případě realizace stavebního záměru bude nutné provést na celé ploše regulérní záchranný archeologický výzkum (ZAV) a to v předstihu, před hlavními stavebními pracemi, nebo společně s nimi.

#### Základní etapizace ZAV

- a) Uzavření dohody o provedení ZAV (platné doklady, finanční záloha, zajištění zázemí pro archeologický tým atd.)
- b) Realizace obvodu stavební jámy (zajišťuje stavba)
- c) Mechanická skrývka vrchního horizontu (A: 194,00 m. n. m, B: 194,20 m. n. m.)
- d) Statické zajištění stěn stavební jámy
- e) Předání plochy pro potřeby archeologického výzkumu – terénní výzkum cca 100 pracovních dnů
  - a. Příprava zkoumané plochy
  - b. Vyměření geodetické sítě (3x3m pro 100 sond)
  - c. Ruční rozebrání historických terénů v sondách s průběžným vyzvedáním movitých nálezů
  - d. Kresebná a fotografická dokumentace odhalených situací
  - e. Fotogrammetrie odhalovaných situací
  - f. Průběžná evidence a převzetí získaných povitých nálezů
  - g. Odběr a příprava vzorků pro specializované analýzy a posudky
  - h. Odborně metodické a provozní vedení archeologického výzkumu
- f) Předání nálezové zprávy o archeologickém výzkumu, celkové zakončení

#### ZAV

Na ZAV bude souběžně pracovat až 68 lidí, pro které bude připraveno zázemí v sousední zrekonstruované budově, kde bude třeba připravit následující: sociální zařízení, šatnu, kanceláře, sklad, mobilní přístřešek 4x4m, přípojné místo vody a elektrické energie. Dále je od objednatele očekáváno zařízení hrubé skrývky stavební parcely, průběžný odvoz vytěžené zeminy na deponii, statické posudky objektu při realizace výzkumu, pažení, podchycení přilehlých objektů, zateplení části plochy v zimních měsících, zajištění antropologické asistence v případě nálezu lidského



hrobu. Pokud nedojde k neočekávanému nálezů, který by prodloužil dobu výzkumu předpokládáme, že ZAV bude trvat 100 pracovních dní.

### **3.2 Postup výkopových prací při ZAV:**

Vrchní horizont je možné těžít pomocí stavební mechanizace za dohledu archeologického týmu

- Plocha A: od výšky 195,30 do 194,00 m. n. m. (mocnost 1,3 m)
- Plocha B: od výšky 194,80 do 194,20 m. n. m. (mocnost 0,6 - 0,8 m)

Výjimkou je předem vytipovaný prvek 6x6 metrů, který bude vytěžen ručně.

Spodní horizont je nutné prozkoumat archeologickými metodami, tedy s použitím pouze drobné mechanizace. Předpokládaná maximální hloubka archeologických nálezů je 193,00 m. n. m. Hloubka se však může měnit v závislosti na archeologických nálezech v průběhu výzkumu.

## **4. Pažící konstrukce**

### **4.1 Trysková injektáž**

Jedná se o pažící konstrukci, která má obvykle formu souvislé stěny ze sloupů vytvořených metodou tryskové injektáže. Ve většině případů je stěna z tryskové injektáže využita současně také pro podchycení stávajících objektů v bezprostřední blízkosti realizované jámy. Vzhledem k tomu, že nelze jednotlivé sloupy vyztužit pro zajištění dostatečné ohybové únosnosti, musí být vzdálenost kotevních úrovní přibližně 2 až 3 metry (určí statik). Jde o moderní metodu speciálního zakládání, kdy se za vysokého tlaku pomocí trysky pumpuje do okolní zeminy injekční směs, která se spojuje s úlomky málo únosných hornin a se zrny zeminy. Cementová injekční směs promísená s rozrušenou zeminou po zatvrdnutí tvoří sloupy o průměru běžně až 2000 mm a vykazuje pevnost v tlaku od 0,5 do 15 MPa, přičemž vyšší pevnosti jsou dosaženy při použití v nesoudržných zeminách, zejména štěrcích. (Peter Turček a kolektiv, 2005)

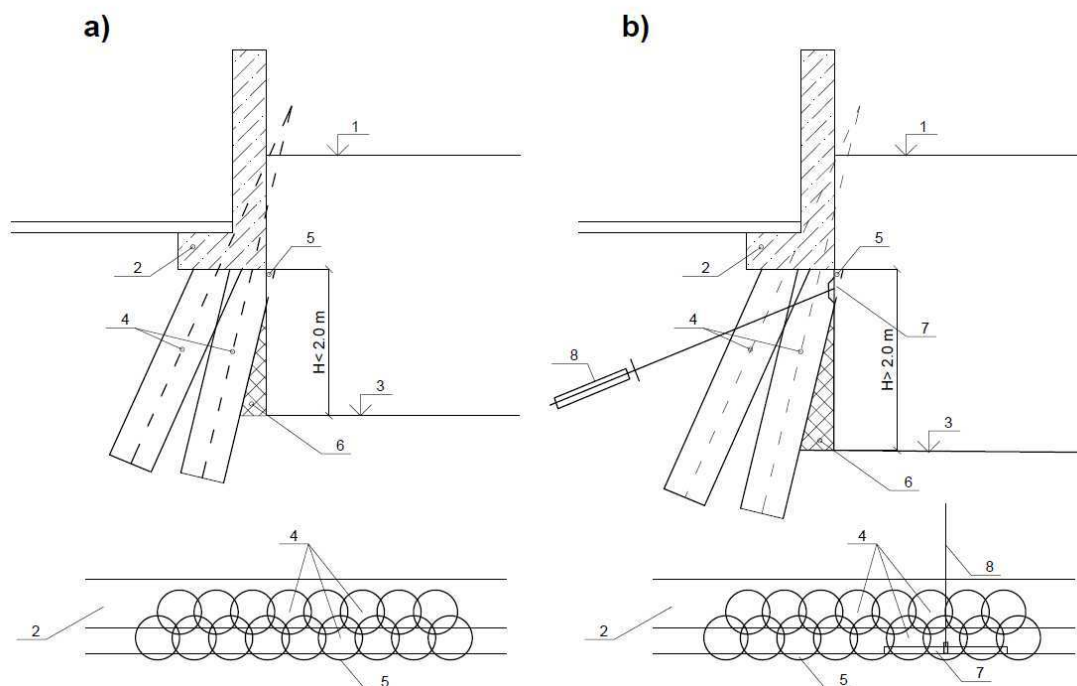
Tryskovou injektáž je možné provádět třemi základními technologiemi (Jeřichová, a další, 2014).

- a) T1 (jednofázově) - Jednoduché vrtné tyče nesou monitor s jednou až čtyřmi tryskami. Po dovtření na dno maloprofilového vrtu (cca do 200 mm) se



vrtnou soupravou provádí tryskání cementové suspenze při současném rotování a vytahování monitoru nahoru. Dochází k rozrušování zeminy a mísení cementové směsi se zeminou. Vytváří se sloupy o průměru i 80 cm (většinou 40-60 cm). Pevnost může dosahovat i 20 a více MPa.

- b) T2 (dvoufázové) - je obdobou výše uvedené metody, tryskání cementové směsi je však kombinováno s tryskaným vzduchovým paprskem. Účinnost paprsku je zvýšena použitím dvou-otvorové koaxiální trysky, jejímž vnějším mezikružím tryská vzduch a střední tryskou suspenze cementu. Tato metoda vyžaduje dvojitě vrtné tyče. Dosah zpevnění může být i 1,5m.
- c) T3 (třífázové) - využívá k předřezu vodního paprsku za současného vstříkávání vzduchu. Následuje tryskání cementové směsi. Dosah zpevnění je až 2 m, zpevnění až 20 MPa dle druhu zeminy. Tato metoda je však nákladnější než první dvě metody.



Pažící konstrukce z překrývajících se sloupů tryskové injektáže:

a) při volné výšce nižší, než 2,0 m- volně stojící, b) při volné výšce vyšší, než 2,0 - kotvená

1- pracovní plošina; 2- podchycovaný základ; 3- dno stavební jámy; 4- sloupy tryskové injektáže; 5- odbouraná část;  
6- dobetonávka (stříkaný beton); 7- zapuštěná ocelová převážka z profilu Larssen; 8- dočasná kotva

Obrázek 6: Schéma tryskové injektáže (Peter Turček a kolektiv, 2005)

Pro dosažení dostatečné ohybové tuhosti je často třeba sloupy vytvořené tryskovou injektáží kotvit. To je nejčastěji dosaženo dočasnými kotvami (tyčovými, nebo pramencovými) společně s převážkami, které nejčastěji tvoří úpalky profilu Larssen,

kteřé se zapouštějí do vybouraných nik ve sloupech tryskové injektáže. V případě větších hloubek pažení (často od 4 m) je nutné kotvit stěnu ve více úrovních, nebo kombinovat tryskovou injektáž se stěnou mikrozáporovou. (Jan Masopust a kolektiv, 2011)

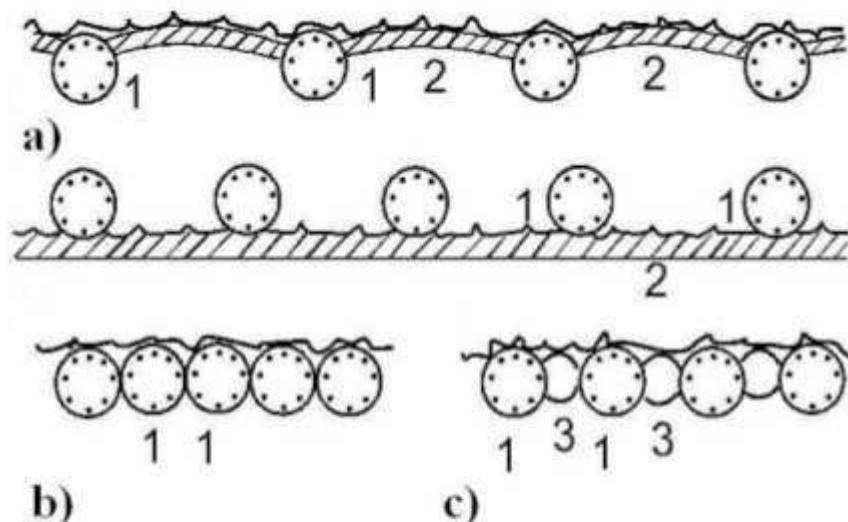
Trysková injektáž je vhodná pro nesoudržné, nebo málo soudržné zeminy. V soudržných, nebo poloskalních horninách se tato technologie stává neekonomickou, a tedy ne příliš vhodnou.

Podrobný technologický postup prací najdete v příloze 6.0 Technologický postup prací.

## 4.2 Pilotové stěny

Stěny jsou tvořeny obvykle jednou řadou pravidelně rozmístěných pilot, které mohou být po výšce podepřené v jedné, nebo ve více úrovních systémem podpor, nejčastěji kotvami. Nejčastěji se navrhuje piloty s průměry od 600 mm. V závislosti na návrhu a na geodetických podmínkách se navrhuje následující typy pilotových stěn:

- Nesouvislé stěny – mezi jednotlivými pilotami jsou určité odstupy
- Souvislé tangenciální stěny – jednotlivé piloty se vzájemně dotýkají
- Souvislé převrtávané stěny – jednotlivé piloty se navzájem překrývají.



### Typy pilotových stěn

- a) nesouvislá stěna; b) souvislá (tangenciální) stěna; c) převrtávaná stěna  
1 – vyztužené piloty, 2 – stříkaný beton, 3 – piloty z prostého betonu

Obrázek 7: Typy pilotových stěn (Netrval)



Nesouvislé stěny se nejlépe hodí do nezvodnělých soudržných zemin. Prostor mezi pilotami je po jejich odkopání vyplněn klenbami, které jsou nejčastěji tvořeny stříkaným betonem vyztuženým ocelovou sítí. Rub klenby ze stříkaného betonu je třeba odvodnit drenážní trubičkou, aby bylo zabráněno hydrostatickému tlaku způsobenému nahromaděním vody za stěnou.

Tangenciální pilotové stěny se hodí do většiny typů zemin nad hladinou podzemní vody. Běžně se tyto piloty používají nad úrovní hladiny podzemní vody, jelikož těsnění mezi jednotlivými pilotami je velice technologicky a tím tedy i ekonomicky náročné. Pro použití tangenciálních pilot pod hladinou podzemní vody je nutné injektáží utěsnit mezery mezi pilotami do výšky nad hladinu podzemní vody.

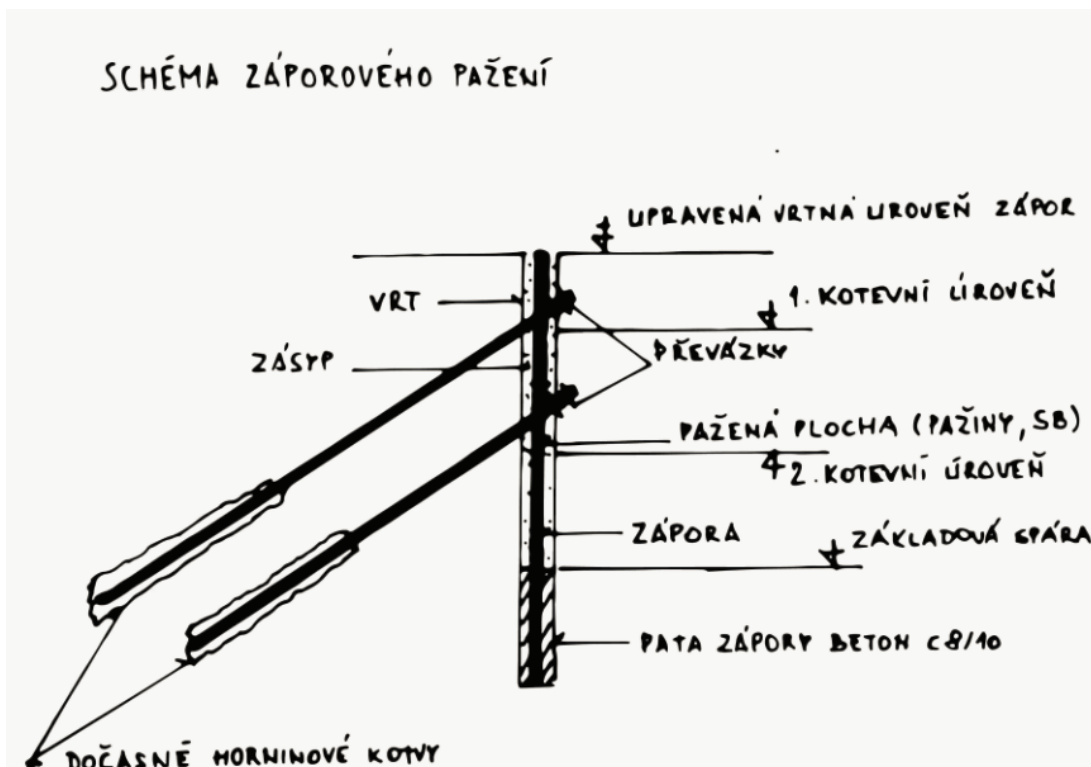
Pro pažení pod úrovní hladiny podzemní vody se nejčastěji využívá pilot převrtávaných. Ty se realizují tak, že nejprve vytvoříme každou lichou pilotu z prostého betonu. Po jejich částečném zatvrdnutí se realizují zbylé piloty, do kterých se vkládá ocelová výztuž, díky které stěna dosahuje vyšší ohybové únosnosti. Tyto únosné, vodotěsné pilotové stěny v dnešní době často nahrazují technologicky náročné podzemní stěny. (Peter Turček a kolektiv, 2005)

Podrobný technologický postup prací najdete v příloze 6.0 Technologický postup prací.

### **4.3 Záporové pažení**

Záporové pažení patří mezi nejrozšířenější způsob zajištění dočasných svislých výkopů a stavebních jam. Jedná se o propustnou konstrukci. Záporové pažení se skládá z následujících prvků:

- Zápor – tedy svislé prvky, nejčastěji ocelové profily I, H, 2xU
- Pažiny – tedy výplň mezi záporami, nejčastěji ze dřevěných hranolů, fošen, polštářů, kuláčů, betonových prefabrikátu atd.
- Stabilizační prvky – tedy rozpěry mezi záporami (nejčastěji dřevěné, nebo ocelové), nebo dočasné kotvy (tyčové, či pramencové)
- Převázky – tedy prvky umožňující ekonomické uspořádání stabilizačních prvků
- Další prvky – odvodnění atd.



Obrázek 8: Schéma záporového pažení (LENAKO s.r.o., 2015)

Jedná se vždy o konstrukci dočasnou, neboť jeho životnost je velice omezená nejčastěji životností dočasných kotev (cca 2 roky). Dle pracovního prostoru mezi budoucí stěnou a pažící konstrukcí rozeznáváme dva druhy:

- S pracovním prostorem – kde mezi budoucí stěnou a pažením je pracovní prostor minimálně 600 mm.
- Záporové pažení jako ztracené bednění – kdy pažící konstrukce je použita jako bednění ŽB stěny. Zde je kladen velký důraz na rovinnost +/- 3 mm, aby povrch mohl zároveň sloužit jako podklad pro aplikaci povlakové hydroizolace.

Záporové pažení je běžně nutné při hloubce větší než 4 m kotvit. Do cca 7 m hloubky nejčastěji používáme jednonásobné rozepření (v jedné úrovni). U větších hloubek do cca 12 m běžně používáme více úrovně kotvení. Nejčastěji používáme dočasné tyčové, nebo pramencové kotvy s převážkami z U profilů.

Podrobný technologický postup prací najdete v příloze 6.0 Technologický postup prací.



## 5. Cena a délka trvání výkopů, jejich optimalizace na základě ZAV

Délka trvání zemních prací a jejich cena nezáleží jen na geologických podmínkách a na ročním období ve kterém se práce provádějí. Jak již bylo zmíněno výše, archeologický výzkum může mít velmi zásadní vliv na cenu i délku trvání výstavby. V dalších kapitolách porovnám délku výstavby a náklady na ni ve třech různých případech – v ideálním prostředí, kde mohu využít na plný výkon těžící stroje, dále ve skutečném prostředí za předpokladu, že bychom nemuseli provádět ZAV a v posledním případě reálnou variantu, kde řešíme skutečný projekt v centru Prahy a musíme provést záchranný archeologický výzkum.

### 5.1 Výkopové práce v ideálních podmínkách

Nejprve se zaměříme na variantu v ideálních podmínkách. Pokud bychom stavbu neřešili v ulici Ostrovní, ale na ideálním pozemku se zeminou s nízkou třídou těžitelnosti. Bez okolních vlivů uvažujeme pouze reálný výkon těžební mechanizace obsluhované v pracovní době průměrným zaměstnancem.

V takovém případě bychom použili rypadlo Caterpillar 320C s objemem lopaty  $1\text{m}^3$ . V ideálních podmínkách by nákladní automobil odvázející zeminu stál v úhlu  $90^\circ$  od místa těžby. V takovém případě by 1 cyklus (vytěžení  $1\text{ m}^3$  zeminy) trval 30 s. Obsluha stroje bude schopna plně koncentrovaně pracovat cca 70 % své pracovní doby. Pracovní doba je 8 hod/den.

Přes to, že uvažujeme ideální prostředí, musíme počítat s technologickými procesy, kdy po odtěžení zeminy do první úrovně (-1,5 m) musíme s výkopovými pracemi přestat, abychom jámu zapažili. Totéž pak nastane ve 2. úrovni (-3,0 m).

Nasazení rypadla pro těžbu hlavní výkopové jámy (dny)		
Celkem zeminy v 1. výšce (vč. nakypření)	998 x 1,15	1147,5 m <sup>3</sup>
Celkem zeminy v 2. výšce (vč. nakypření)	998 x 1,15	1147,5 m <sup>3</sup>
Celkem zeminy v 3. výšce (vč. nakypření)	499 x 1,15	573,75 m <sup>3</sup>
Výkon rypadla	2 m <sup>3</sup> /min= 120 m <sup>3</sup> /hod	960 m <sup>3</sup> /den
Vliv obsluhy stroje	0,7 x 960	672 m <sup>3</sup>



Vytěžení zeminy na 1. úroveň (-1 500)	$1147,5/672= 1,7$	2 dny
Vytěžení zeminy na 2. úroveň (-3 000)	$1147,5/672= 1,7$	2 dny
Vytěžení zeminy na 3. úroveň (dno výkopu)	$573,75/672= 0,85$	1 den
<b>Využití rypadla celkem:</b>		<b>5 dní</b>

*Tabulka 5: Doba trvání výkopových prací v ideálních podmínkách*

<b>Náklady na těžbu hlavní výkopové jámy</b>		
<b>Náklad</b>		<b>Kč/den</b>
Nájem rypadla vč. obsluhy (Kč/den)		11 400 Kč
Náklady na ZS v době výkopových prací (Kč/den)		3 250 Kč
Náklady na vedení stavby (2x THP)	2x 3000	6 000 Kč
Celkem Kč /den		20 650 Kč
Cena za 5 dní		103 250 Kč
Cena za odvoz zeminy na skládku	585 x 2868,75	1 678 218 Kč
<b>Cena celkem:</b>		<b>1 781 468 Kč</b>

*Tabulka 6: Odhad ceny výkopových prací v ideálních podmínkách*

## 5.2 Výkopové práce dle databáze ÚRS

Nyní uvažujeme variantu dle cenové soustavy ÚRS. ÚRS je obecně uznávaná databáze stavebních prací, která z mnohaletých studií a zkušeností udává průměrné ceny a výkony stavebních prací. Tato databáze je obecně využívána k propočtům a odhadům nákladů. Její výsledek tedy můžeme uvažovat jako skutečně pravděpodobnou cenu za výkopové práce.

Zadávací podmínky jsou stejné, jako v předchozím případě. Nyní však neuvažujeme ideální prostředí, ale reálné geologické podmínky z řešeného pozemku, kde se ve v mocnosti 3,0 m od povrchu vyskytují navážky tř. těžitelnosti 3. Pod nimi se vyskytují štěrkopískové vrstvy s balvanů také s třídou těžitelnosti 3.





<b>Nasazení rypadla pro těžbu hlavní výkopové jámy (dny) - dle databáze ÚRS</b>		
Celkem zeminy v 1. výšce (vč. nakypření)	998 x 1,15	1147,5 m <sup>3</sup>
Celkem zeminy v 2. výšce (vč. nakypření)	998 x 1,15	1147,5 m <sup>3</sup>
Celkem zeminy v 3. výšce (vč. nakypření)	499 x 1,15	573,75 m <sup>3</sup>
Výkon rypadla	2 m <sup>3</sup> /min= 120 m <sup>3</sup> /hod	473,4 m <sup>3</sup> /den
Vytěžení zeminy na 1. úroveň (-1 500)	1147,5/473,4= 2,42	3 dny
Vytěžení zeminy na 2. úroveň (-3 000)	1147,5/473,4= 2,42	3 dny
Vytěžení zeminy na 3. úroveň (dno výkopu)	573,75/473,4= 1,21	2 den
<b>Využití rypadla celkem:</b>		<b>8 dní</b>

*Tabulka 7: Doba trvání výkopových prací dle ÚRS*

<b>Náklady na těžbu hlavní výkopové jámy - dle ÚRS</b>		
<b>Náklad</b>		<b>Kč/den</b>
Náklady na ZS v době výkopových prací (Kč/den)		3 250 Kč
Náklady na vedení stavby (2x THP)	2x 3000	6 000 Kč
Celkem Kč / 8 dní		74 000 Kč
Celkem náklady na odvoz zeminy		1 678 218 Kč
Celkem náklady na nájem rypadla vč. obsluhy a pomocných prací dle ÚRS		148 888 Kč
<b>Cena celkem:</b>		<b>1 901 106 Kč</b>

*Tabulka 8: Odhad ceny výkopových prací dle ÚRS*



### 5.3 Výkopové práce ovlivněné ZAV

Jak již bylo dříve zmíněno, cena za provedení ZAV je závislá na skutečných nálezech na staveništi. Předem se tedy můžeme bavit pouze o odhadu nákladů, které se aktualizují v průběhu realizace výzkumu.

Základním předpokladem pro odhad nákladů na ZAV je skutečnost, že terénní výzkum bude probíhat 100 pracovních dní (odhad společnosti realizující ZAV) a bude k němu zapotřebí až 68 lidí. Rypadlo v tomto případě bude potřeba menší, ale musí na stavbě být s pracovníky archeologického týmu každý den po celou dobu ZAV. Pro tento případ není zapotřebí počítat výkon rypadla, neboť rychlost odkopávek určuje archeologický tým, který má jistě nižší výkon než samotné rypadlo. Práce budou probíhat přes zimu – nesmíme tedy zapomenout na odhad nákladů na zimní opatření. V tabulce č. 9 můžeme vidět, že náklady na 1 den ZAV budou přibližně 116 142 Kč. Celkové náklady na záchranný archeologický výzkum včetně jeho vyhodnocení pak přijdou přibližně na 13 442 478 Kč.

<b>ODHAD NÁKLADŮ NA ZÁCHRANNÝ ARCHEOLOGICKÝ VÝZKUM</b>				
<b>Profese</b>	<b>Počet prac.</b>	<b>Vytiženost</b>	<b>Denní sazba (Kč)</b>	<b>Denní sazba celkem (Kč)</b>
Archeolog – terén	1	100 %	5500	5 500,00 Kč
Asistent vedoucího výzkumu	1	100 %	3800	3 800,00 Kč
Archeologický dokumentátor	4	100 %	18	72,00 Kč
Terénní pracovník	30	90 %	1500	40 500,00 Kč
Správce archeologických dat	1	30 %	1500	450,00 Kč
Pracovník na terénní evidenci a sběr nálezů	1	80 %	15500	12 400,00 Kč
Geolog	1	30 %	2400	720,00 Kč
Stavební historik	1	15 %	1800	270,00 Kč
Environmentální výzkum (odběr vzorků a úprava)	2	5 %	10000	1 000,00 Kč
Geodetický servis	2	15 %	2500	750,00 Kč
Strojová mechanizace 1 vč. obsluhy	1	35 %	15000	5 250,00 Kč
Strojová mechanizace 2 vč. obsluhy	1	50 %	11000	5 500,00 Kč



Archeolog – zpracování	2	20 %	1500	600,00 Kč
Vedoucí laboratoře	1	20 %	3000	600,00 Kč
Laboratorní pracovník	10	30 %	1800	5 400,00 Kč
Pracovník na evidenci dat	3	30 %	1500	1 350,00 Kč
Specialista na geodetická data + celkové plány		15 %	2000	- Kč
PC specialista – grafik	4	30 %	3000	3 600,00 Kč
Fotograf	1	100 %	1800	1 800,00 Kč
Konzervátor	1	10 %	2000	200,00 Kč
Kreslič nálezů	1	100 %	1800	1 800,00 Kč
Odborní specialisté	2	8 %	5000	800,00 Kč
Denní náklad na zaměstnance a stroje				92 362,00 Kč
Zimní opatření	1	5 %	300000	15 000,00 Kč
Náklady na zařízení staveniště	1	100 %	3250	3 250,00 Kč
Rezerva (5%)	1	5 %	110612	5 530,60 Kč
<b>Celkové náklady na terénní ZAV -100 dní</b>	<b>100</b>	<b>100 %</b>	<b>116 142,60 Kč</b>	<b>11 614 260,00 Kč</b>
Náklady na vyhodnocení ZAV	1	100 %	150 000,00 Kč	150 000,00 Kč
Náklady na odvoz zeminy	1	100 %		1 678 218 Kč
<b>Celkové náklady při terénním ZAV 100 dní</b>	<b>100</b>	<b>100 %</b>		<b>13 442 478,00 Kč</b>

Tabulka 9: Odhad nákladů na ZAV

#### 5.4 Vyhodnocení ceny a doby provedení výkopových prací

Jak je z tabulky níže vidět, cena i doba výstavba se dramaticky liší v závislosti na lokalitě a na tom, zdali je ZAV požadovaný v plném rozsahu či nikoliv. Z toho vyplývá, že je třeba důsledně připravit veškeré podklady pro stavbu a zjistit si všechny požadavky na stavbu. V případě, že je požadován ZAV, vzroste dramaticky doba a cena výstavby, s čímž je třeba počítat již v rané fázi přípravy stavby. U řešeného objektu vzroste cena výkopových a pažicích prací zhruba na 7,5 násobek oproti idealizované konstrukci.



<b>Doba výstavby a náklady na výstavbu v různých pohledech na situaci</b>			
<b>Prostředí</b>	<b>Počet dní</b>	<b>Celkové náklady</b>	<b>%</b>
Ideální prostředí	5 dní	1 781 468 Kč	100 %
Prostředí dle ÚRS	8 dní	1 901 106 Kč	107 %
Prostředí vyžadující ZAV	100 dní	13 442 478,00 Kč	755 %

*Tabulka 10: Doba výstavby a náklady na ni v různých pohledech na situaci*



## ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem vytvořil komplexní stavebně technologický projekt bytového domu a podzemních garáží v ulici Ostrovní v centru Prahy. Řešením 3 základních vzájemně se ovlivňujících struktur jsem vytvořil ucelený dokument fáze předvýrobní přípravy, který může sloužit jako podklad pro samotnou realizaci stavby. Obsahuje posouzení dokumentace, technologické schéma, návrh zdvihacího prostředku, technologický normál, rozbor dopravních procesů, plán BOZP, kontrolní a zkušební plán, harmonogram, návrh zařízení staveniště, pracovní postupy a další velmi důležité části stavebně technologického projektu.

Vytvořením této práce můžeme očekávat zvýšení efektivnosti výstavby. Její pečlivé zpracování snižuje riziko zjištění náhlých překážek při realizaci stavby a tím snížení rizika nárůstu nákladů v průběhu realizace.

Začátek výstavby jsem zvolil na 6. 11. 2017, termín dokončení a předání díla investorovi na 16. 4. 2019. Výstavba tedy trvá 74 týdnů (19 měsíců) včetně prací záchranného archeologického výzkumu.

V této práci jsem dále podrobně popsal postup výstavby pažicích a výkopových prací v závislosti na archeologickém výzkumu. Tím jsem upozornil na možné riziko zvýšení nákladů a doby výstavby vlivem nepředvídatelných nálezů archeologického týmu. Předpokládaná cena za výkopové práce včetně záchranného archeologického výzkumu je 13 442 478 Kč, což je přibližně sedminásobek nákladů, které by stály výkopové práce bez vlivu archeologického výzkumu, odhadnuté na základě databáze ÚRS, které činí 1 901 106 Kč.



## **Citovaná literatura**

**ČR, Archeologický ústav AV.** Záchranný archeologický výzkum. *Archeologický ústav AV ČR*. [Online] [Citace: 2. 12 2017.] <http://www.arup.cas.cz/?cat=569>.

**Jan Masopust a kolektiv. 2011.** *Rizika prací speciálního zakládání staveb*. Praha : Pro Asociaci dodavatelů speciálního zakládání staveb a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2011. 978-80-87438-10-7.

**Jeřichová, Zuzana, a další. 2014.** <http://technologie.fsv.cvut.cz/technologie.fsv.cvut>. [Online] 2014. [Citace: 2017. 26 11.] <http://technologie.fsv.cvut.cz/aitom/podklady/online-zakladani/textjama324.html>.

**Netrval, Dalibor.** docplayer. *docplayer*. [Online] [Citace: 03. 12 2017.] <http://docplayer.cz/47115152-Pazici-konstrukce-shee2ng.html>.

**Peter Turček a kolektiv. 2005.** *ZAKLÁDÁNÍ STAVEB*. Bratislava : Jaga group, s. r. o, 2005. 80-8076-023-3.

**Vojtěch Ježek. 2008.** *Technická zpráva- výkopové práce*. Praha : autor neznámý, 2008.



## **Seznam obrázků:**

Obrázek 1: Vzor harmonogramu z přílohy 4.1 .....	17
Obrázek 2: Vzor časoprostorového grafu z přílohy 4.2.....	18
Obrázek 3: Trasa ze stavby do betonárny.....	20
Obrázek 4: Schéma použitých pažicích technologií.....	22
Obrázek 5: Schéma rozdělení pozemku na archeologické celky .....	24
Obrázek 6: Schéma tryskové injektáže (Peter Turček a kolektiv, 2005).....	27
Obrázek 7: Typy pilotových stěn (Netrval).....	28
Obrázek 8: Schéma záporového pažení (LENAKO s.r.o., 2015).....	30



## **Seznam tabulek:**

Tabulka 1: Posouzení úplnosti projektové dokumentace .....	12
Tabulka 2: Technologické etapy.....	14
Tabulka 3: Vstupní informace pro návrh věžového jeřábu .....	15
Tabulka 4: Vstupní informace pro návrh mobilního jeřábu .....	16
Tabulka 5:Doba trvání výkopových prací v ideálních podmínkách.....	32
Tabulka 6: Odhad ceny výkopových prací v ideálních podmínkách.....	32
Tabulka 7: Tabulka 5:Doba trvání výkopových prací dle ÚRS .....	33
Tabulka 8: Odhad ceny výkopových prací dle ÚRS .....	33
Tabulka 9:Odhad nákladů na ZAV .....	35
Tabulka 10: Doba výstavby a náklady na ni v různých pohledech na situaci .....	36





## **Seznam příloh:**

- 0.0 Zadávací dokumentace
- 1.0 Posouzení předané dokumentace
  - 1.1 Půdorys 1NP
  - 1.2 Půdorys 2NP
  - 1.3 Řez A-A'
  - 1.4 Půdorys C-C'
  - 1.5 Rozpočet stavby
- 2.0 Řešení prostorové struktury
  - 2.1 Technologické schéma
  - 2.2 TL – věžový jeřáb
  - 2.3 TL – mobilní jeřáb
- 3.0 Řešení technologické struktury
  - 3.1 Technologický rozbor
  - 3.2 Technologický normál
  - 3.3 Kontrolní a zkušební plán
  - 3.4 Environmentální plán
  - 3.5 Plán BOZP
- 4.0 Řešení časové struktury
  - 4.1 Harmonogram
  - 4.2 Časoprostorový graf
  - 4.3 Nasazení profesí
- 5.0 Zařízení staveniště
  - 5.1 ZS – Spodní stavba
  - 5.2 ZS – Hrubé vnitřní práce
- 6.0 Technologický postup prací