

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ  
PROJEKT**

**BETONÁŘSKÉ PRÁCE HRUBÉ SPODNÍ  
STAVBY RIVERY HOLEŠOVICE A, D, E**

**2022**

**BC. KRISTINA YURYEVA**

**VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:  
ING. ROSTISLAV ŠULC, PH.D.**

### **Čestné prohlášení**

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

V Praze dne \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Bc. Kristina Yuryeva

### *Poděkování*

*V první řadě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Rostislavu Šulcovi, Ph.D., za odborné vedení práce, cenné rady, připomínky a motivaci.*

*V neposlední řadě děkuji své rodině a příteli za podporu a trpělivost během studia.*

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Yuryeva Jméno: Kristina Osobní číslo: 459003  
Zadávací katedra: K122- Katedra technologie staveb  
Studijní program: N3607 - Stavební inženýrství  
Studijní obor: 3607T045 - Příprava, realizace a provoz staveb

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Stavebně technologický projekt - betonářské práce hrubé spodní stavby RIVERY HOLEŠOVICE A,D,E

Název diplomové práce anglicky: Construction technology design – concrete work of rough substructure RIVERY HOLEŠOVICE A, D, E

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zhodnocení úplnosti podkladů (předaná projektová dokumentace). Návrh opravy nevhodných řešení v projektové dokumentaci.
- 2) Zpracování prostorové struktury. Rozdělení objektu na jednotlivé technologické celky, určení směrů postupů výstavby pro betonářské práce hrubé spodní stavby zadaného projektu ve variantách.
- 3) Časové plánování a technologický rozbor. Soupis procesů, rozhodující výměry, rozbor, technologický normál, časoprostorový graf, harmonogramy s grafy potřeby strojů a mechanizace a počtu pracovníků v čase. Variantní řešení.
- 4) Zařízení staveniště. Technická zpráva s výpočty a výkresy ZS ve pro varinaty výstavby.
- 5) Zpracování podrobného TP pro provádění monolitického schodiště v kvalitě pohledového betonu.
- 6) Vyhodnocení variant postupu výstavby.

Seznam doporučené literatury:

Zákon č. 183/2006 Sb.- Stavební zákon

Právní předpisy a normy týkající se BOZP

Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

Jarský,Č. a kol.: Příprava a realizace staveb - multimediální učebnice. FSv ČVUT V Praze, 2005

Jarský,Č.,Musil,F.,Lízal,P.,Motyčka,V.,Černý,J.: Příprava a realizace staveb. CERM a.s., 2003

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Rostislav Šulc, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 14.02.2022 Termín odevzdání diplomové práce: 15. 5. 2022  
*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**

Diplomová práce je zaměřena na plánování realizací monolitických prací spodní stavby tří objektu. Pro návrh postupu realizací hrubé spodní stavby byly zpracovány prostorové, technologické a časové struktury ve dvou variantách. Dále bylo navrženo zařízení staveniště pro etapu hrubé stavby, byl zpracován technologický postup a byla posouzena předaná projektová dokumentace s návrhem na změnu technologií dilatační spáry. Posledním bodem bylo vyhodnocení variant postupu výstavby.

## **Klíčová slova**

Stavebně technologický projekt, monolitické práce, harmonogram, časoprostorový graf, zařízení staveniště, technologický postup, schodiště

## **Annotation**

The Diploma Thesis is focused on planning the implementation of concrete monolithic works for three buildings connected by a common underground parking. For the design proposal of the implementation process, a time and sequence schedule and technological framework of the project were designed in two variants. Furthermore, the construction site equipment for monolithic work stage were designed in line with method statement. The submitted project documentation was also assessed with a proposal to change the expansion joint. The last point was evaluation workflow variants.

## **Key words**

Structural design project, concrete works, line-of-balance diagram, Gantt chart, construction site equipment, method statement, stairway

## Obsah

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>OBSAH</b> .....	<b>9</b>
<b>I. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PROJEKTU</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Popis stavby</b> .....	<b>10</b>
<b>2. Konstrukční zásady</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1. Základová konstrukce</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2. Spodní stavba</b> .....	<b>11</b>
<b>II. VYHODNOCENÍ VARIANT POSTUPU VÝSTAVBY</b> .....	<b>13</b>
<b>1. Metodika vyhodnocení</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1. Časová náročnost</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2. Náklady</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.1. Základová deska pod jeřábem</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.2. Celkové náklady</b> .....	<b>19</b>
<b>1.3. Návaznost na výstavbu hrubé vrchní stavby</b> .....	<b>21</b>
<b>1.5. Alternativní návrh</b> .....	<b>23</b>
<b>2. Posouzení</b> .....	<b>24</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>29</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>30</b>

## ÚVOD

Diplomová práce se zabývá plánováním a návrhem postupu prací při provádění monolitických konstrukcí projektu RIVERY HOLEŠOVICE A, D, E s variantním prostorovým uspořádáním a posouzením efektivity výstavby. Celá práce se skládá z:

1. Posouzení předané projektové dokumentace,
2. Řešení prostorové struktury,
3. Řešení technologické struktury,
4. Řešení časové struktury,
5. Řešení zařízení staveniště,
6. Technologický postup pohledového monolitického schodiště,
7. Vyhodnocení variant postupu výstavby.

Prostorová, technologická, časová struktury a zařízení staveniště obsahuje dvě varianty výstavby.

Objektem je tři administrativní budovy určený k využití jako kanceláře s dvěma společnými podzemními podlažími, horní stavba v jednom ze šesti dilatačních úseků má 11 nadzemních podlaží. Objekty se nacházejí ve městské části Praha 7 – Holešovice na ulici Partyzánská v místě bývalého areálu panelárny. Objekty jsou založeny na železobetonové základové desce typu bílá vana. Budova A má šest nadzemních pater, budova D má pět nadzemních pater, budova E má několik úrovní (pět až deset nadzemních podlaží) a čtyři dilatace: E1, E2, E3 a E4.

Celková zastavěná plocha je 6 966 m<sup>2</sup>.

## CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo vypracování stavebně technologického projektu pro plynulou realizaci hrubé spodní stavby a návrh nejvhodnějšího procesu výstavby ve dvou variantách prostorového uspořádání:

- 1) 6 dilatačních úseků a 4 věžové jeřáby,
- 2) 5 dilatačních úseků a 3 věžové jeřáby.

Dalším cílem diplomové práce bylo posouzení předané projektové dokumentace, včetně návrhu korekcí a změn pro usnadnění výstavby a vyhnutí komplikovaně opravitelným následkům, zpracování prostorové, technologické a časové struktury projektu ve dvou variantách a jejich následné vyhodnocení pro výběr nejvhodnějšího variantu procesu výstavby. Posledním bodem je vypracování technologického postupu provádění monolitického pohledového schodiště.



## OBSAH

- 1) Zadávací dokumentace – viz Příloha 1
- 2) Posouzení předané dokumentace a její doplnění – viz Příloha 2  
Chyby a vady projektové dokumentace  
Technologické nedostatky projektové dokumentace
- 3) Řešení prostorové struktury – viz Příloha 3  
Rozdělení projektu na technologické etapy  
Návrh a posouzení zdvihacího prostředku  
Návrh betonového čerpadla
- 4) Řešení technologické struktury – viz Příloha 4  
Rozborový list – 4 jeřáby 6 dilataci  
Rozborový list – 3 jeřáby 5 dilataci  
Technologicky normál – 4 jeřáby 6 dilataci  
Technologicky normál – 3 jeřáby 5 dilataci  
Seznam pracovních kolektivů
- 5) Řešení časové struktury – viz Příloha 5  
Časoprostorový graf (+graf nasazení pracovníků/strojů, použití materiálů) – 4 jeřáby 6 dilataci  
Časoprostorový graf (+graf nasazení pracovníků/strojů, použití materiálů) – 3 jeřáby 5 dilataci  
Harmonogram hrubé spodní stavby – 4 jeřáby 6 dilataci  
Harmonogram hrubé spodní stavby – 3 jeřáby 5 dilataci
- 6) Řešení zařízení staveniště – viz Příloha 6  
Technická zpráva zařízení staveniště  
Rozbor dopravních procesu  
Výkres zařízení staveniště etapa hrubá spodní stavba – 4 jeřáby 6 dilataci  
Výkres zařízení staveniště etapa hrubá spodní stavba – 3 jeřáby 5 dilataci
- 7) Technologický postup monolitického pohledového schodiště – viz Příloha 7
- 8) Vyhodnocení variant postupu výstavby

# I. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PROJEKTU

## 1. Popis stavby

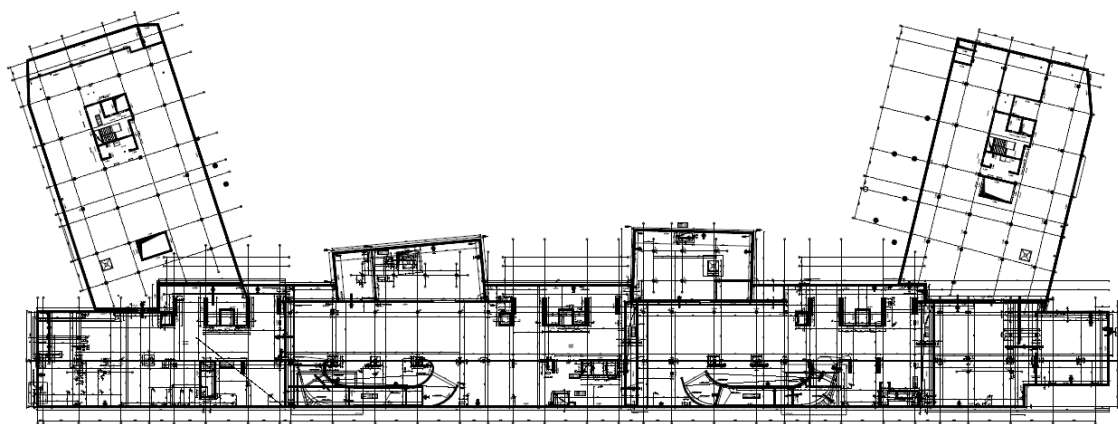
Jedná se o komplex 3 nadzemních částí umístěných na jednom suterénu. Objekty se nacházejí ve městské části Praha 7 – Holešovice na ulici Partyzánská v místě bývalého areálu panelárny, budou sloužit jako kancelářské budovy.

Objekt E situovaný podél nástupu Holešovického nádraží a má základní půdorysný rozměr 205,2 x 23,55 m. Z objektu vystupují na úrovni 2.NP tři věže situované příčně s půdorysným rozměrem 21 x 29,3 m. Objekt má celkově 5 nadzemních a 2 podzemní podlaží, věž E1 má 9, věž E2 10 a věž E3 8 nadzemních podlaží.

Objekty A a D mají základní půdorysný rozměr 21,5 x 32,2 m, z nich na úrovni 1.NP vystupuje směrem do vnitrobloku stropní deska amébovitého tvaru. Objekt A má celkem 6 a objekt D 5 nadzemních podlaží.

Na střechách všech objektů jsou situovány technické nástavby a domovní technologie.

Objekty A, D a E mají základní konstrukční výšku podlaží 3,8 m. Konstrukční výšky 1.NP jsou u všech objektů shodné 6 m. 1.PP má konstrukční výšku 4,75 a 2.PP 3,5 m.



*Obr.1 – Půdorys 2.PP*

## **2. Konstrukční zásady**

Konstrukční systém je smíšený. Železobetonové stropní desky jsou podpírány železobetonovými obvodovými i vnitřními stěnami a sloupy. V oblastech suterénu, kde konstrukce není zatížena vrchní stavbou, bude suterén kotven k podloží zemními kotvami ukotvenými ve skalním podloží R4 z důvodu „vyplavání“ konstrukce během stavu povodní, na které bude konstrukce nadimenzována. Nosnou konstrukci nadzemní části objektu tvoří železobetonový kombinovaný konstrukční systém. Svislé konstrukce, které tvoří stěny a sloupy, přenášejí zatížení z vodorovných konstrukcí, které jsou tvořeny železobetonovými stropními deskami působícími ve dvou směrech, v některých podlažích doplněnými trámy, průvlaky a hlavicemi. Objekty budou vzájemně oddilátované v rámci společného suterénu. Věže objektů A a D budou od objektu E oddilátovány v oblasti spojovacího krčku. Spodní stavba objektu E bude rozdělena na 4 (eventuálně na 3) dilatační celky.

Konstrukčním řešením spodní stavby je monolitický kombinovaný stěnový nosný systém se sloupovým skeletem, suterén je řešený jako prostorová deskostěnná konstrukce s vnitřními lokálními podporami – sloupy a vnitřními stěnami. Tato konstrukce je způsobilá přenášet účinky svislého zatížení do základové půdy a vzdorovat zemnímu tlaku.

Spodní stavba je navržena jako vodonepropustná konstrukce.

### **2.1. Základová konstrukce**

Základová deska je navržena tloušťky 800 až 2200 mm s náběhy jako vodonepropustná konstrukce a bude provedena z betonu s krystalizační přísadou, C30/37-XA1-C10,4-Dmax22-S3, Max. průsak dle ČSN EN 12390-8 50 mm s nárůstem pevnosti betonu „VELMI POMALÝM“ nebo bude použit tzv. „90-ti DENNÍ BETON“. Odseparování základové desky od podkladního betonu bude zajištěno jednou vrstvou hydroizolační fólie. Obvodová konstrukce suterénu bude tvořena stěnami o tloušťce 350 mm a stejným předpisem třídy betonu jako základová deska.

### **2.2. Spodní stavba**

Nosnou konstrukcí dvou podzemních podlaží tvoří monolitický skelet, který je doplněn o stěnová jádra výtahových, schodišťových a instalačních šachet a obvodové stěny tloušťky 350 mm. Obvodové stěny se budou betonovat do jednostranného bednění k separacím, která je tvořena polystyrenem a fólií.

Desky 2.PP jsou s ohledem na možnost vystavení povrchů chloridům rozptýleným ve vzduchu navrženy z betonu minimální třídy C30/37-XD1-CI 0,4-Dmax 22-S4 (minimální množství cementu 300 kg/m<sup>3</sup>, maximální vodní součinitel 0,55). Stropy nejsou navrženy jako vodotěsné ani jako vodonepropustné.

Ochranu proti pronikání vody (např. z tajícího sněhu na autech) je nutno zajistit odpovídajícím pružným celistvým nátěrem umožňujícím překlenout aktivní trhliny šířky až 0,3 mm. Obvykle se používají epoxidové stěrky s pružnou polyuretanovou membránou. Dilatační spáry musí být řešeny těsníci uzávěry. Vodotěsnost stropů garáží řeší část architektonicko-stavební.

Deska nad 2.PP je navržena tloušťky 280 mm, doplněná roznášecími trámy a hlavicemi o výšce 70 mm.

Stropní deska nad 1.PP je u objektů A, D, E je navržena jako standardní stropní deska s tloušťkou 280 mm, lokálně doplněná o hlavice 2 x 2 m o tloušťce 70 mm.

Vnitřní konstrukce jsou charakterizovány stěnami tlouštěk 200, 220 a 250 mm a sloupy Ø 500 a 600 mm (v místech, kde na sloupy navazují vyzdívky, budou sloupy nahrazeny hranatými). Šikmé sloupy vynášející věže E1 – E3 nad rámeček základního půdorysu jsou zavedeny k základové spáře prostřednictvím masivních pilířů.

Konstrukce suterénů objektu E2,E3 budou doplněny šikmými rampami tloušťky 200 mm a jsou podepřeny vnitřními a obvodovými nosnými stěnami, z nichž je v přímých úsecích vytrnována výztuž pomocí vylamovací výztuže. Obrubníky budou prováděny dodatečně, výztuž obrubníků bude navrtána a vlepena.

## II. VYHODNOCENÍ VARIANT POSTUPU VÝSTAVBY

### 1. Metodika vyhodnocení

Porovnávání různých variant výstavby hrubé spodní stavby bude podle následujících kritérií:

- 1) Časová náročnost – doba trvání hrubé spodní stavby (betonáž posledního záběru stropu 1.PP)
- 2) Náklady (zaklad, pronájem, mzdy)
- 3) Návaznost na výstavbu hrubé vrchní stavby – demontáž jednotlivých jeřábů po dokončení objektů
- 4) Maximální počet pracovníků

#### 1.1. Časová náročnost

Doba výstavby jednotlivých dilatací je znázorněna v tabulce 1. Začátkem výstavby se rozumí betonáž podkladního betonu objektu, koncem je betonáž posledního záběru stropu v 1.PP.

Objekt	4 jeřáby			3 jeřáby		
	Začátek	Konec	Celkem dni	Začátek	Konec	Celkem dni
A	13.06.2022	14.09.2022	93	21.06.2022	24.09.2022	95
D	21.06.2022	17.09.2022	88	08.06.2022	03.09.2022	87
E1	18.06.2022	26.09.2022	100	26.06.2022	04.10.2022	100
E2	01.06.2022	19.09.2022	110	01.06.2022	23.09.2022	114
E3	08.06.2022	19.09.2022	103	12.06.2022	06.10.2022	116
E4	24.06.2022	17.09.2022	85			
Celkem A,D,E	01.06.2022	26.09.2022	117	01.06.2022	06.10.2022	127
Průměr [dni/objekt]			96,5			102,4

Tab. 1 – Doba výstavby

## **1.2. Náklady**

Pro vypočet finanční náročnosti věžových jeřábů budou použity následující kategorie nákladů:

- Základ pod jeřáb
- Měsíční pronájem jeřábu
- Měsíční náklady na mzdy
- Dobetonování otvoru po jeřábu

### **1.2.1. Základová deska pod jeřábem**

Všechny jeřáby budou založeny uvnitř objektu na základových deskách objektů. V místě založení jeřábu deska bude zesílena a vyztužena a zůstane trvalou součástí základových konstrukcí. Do středu zesílené desky bude osazena sada kotev pro následnou montáž jeřábu.

### **4 jeřáby**

Množství výztuže pro každý jeřáb bylo přepočítáno z výkresů výztuže základových desek. Tabulky 1,2,3,4 obsahují položky pouze zesílených částí základových desek.

VJ1							
Položka	Profil	Délka	Ks	B500			
				16	20	25	32
141	25	11150	1			11,2	
143	25	11350	1			11,4	
144	25	11500	1			11,5	
145	25	11650	1			11,7	
146	25	11850	1			11,9	
147	25	12000	40			480,0	
156	25	10600	35			371,0	
157	25	10550	2			21,1	
158	25	10450	2			20,9	
159	25	10350	2			20,7	
160	25	10300	2			20,6	
161	25	10200	2			20,4	
*79	25	11400	54			615,6	
*81	25	12000	45			540,0	
*53	16	7000	4				
86	20	4300	80		344,0		
94	16	2400	8				
118	20	3850	3		11,6		
119	20	4050	3		12,2		
120	20	4250	3		12,8		
121	20	4450	2		8,9		
127	25	5100	35			178,5	
152	20	5850	64		374,4		
		Délka		0,0	763,8	2346,3	0,0
		Hmotnost		0,0	1883,4	9040,3	0,0
		Hmotnost celkem		10 923,7			

Tab. 2 – Výkaz výztuže pod základovou desku jeřábu VJ1

VJ2							
Položka	Profil	Délka	Ks	B500			
				16	20	25	32
86	25	11150	1			11,2	
87	25	11350	1			11,4	
88	25	11500	1			11,5	
89	25	11650	1			11,7	
90	25	11850	1			11,9	
91	25	12000	1			12,0	
92	25	10600	33			349,8	
93	32	10550	68				717,4
94	32	10450	2				20,9
95	25	10350	2			20,7	
96	25	10300	2			20,6	
97	25	10200	2			20,4	
98	25	11400	2			22,8	
99	25	12000	2			24,0	
100	25	7000	2			14,0	
101	25	4300	1			4,3	
102	25	2400	1			2,4	
103	25	3850	1			3,9	
104	25	4050	1			4,1	
105	25	4250	1			4,3	
*35	32	9700	4				38,8
*43	32	12000	36				432,0
48	32	12000	44				528,0
50	25	5000	70			350,0	
53	16	2750	8				
55	16	3350	6				
58	25	4250	2			8,5	
59	25	4450	2			8,9	
60	25	4650	2			9,3	
61	25	4850	2			9,7	
62	25	5050	2			10,1	
63	25	5250	2			10,5	
64	25	5450	2			10,9	
65	25	5750	35			201,3	
108	20	4600	16		73,6		
109	20	3800	16		60,8		
110	20	4250	16		68,0		
111	20	4900	16		78,4		
		Délka		0,0	280,8	1179,8	1737,1
		Hmotnost		0,0	692,5	4545,8	10966,3
		Hmotnost celkem		16 204,53			

Tab. 3 – Výkaz výztuže pod základovou desku jeřábu VJ2



VJ3							
Položka	Profil	Délka	Ks	B500			
				16	20	25	32
48	25	10550	4			42,2	
49	25	10700	4			42,8	
50	25	10900	4			43,6	
51	25	11050	4			44,2	
52	25	11200	4			44,8	
54	25	1200	66			79,2	
*27	25	12000	132			1584,0	
*7	20	4000	24		96,0		
31	20	4300	80		344,0		
57	20	3300	16		52,8		
58	20	4150	16		66,4		
59	20	4600	16		73,6		
60	20	5450	16		87,2		
		Délka		0,0	720,0	1880,8	0,0
		Hmotnost		0,0	1775,5	7246,7	0,0
		Hmotnost celkem		9 022,2			

Tab. 4 – Výkaz výztuže pod základovou desku jeřábu VJ3

VJ4							
Položka	Profil	Délka	Ks	B500			
				16	20	25	32
205	25	8550	1			8,6	
206	25	9550	1			9,6	
207	25	8650	1			8,7	
208	25	9650	1			9,7	
209	25	8750	1			8,8	
210	25	9750	1			9,8	
211	25	8800	1			8,8	
212	25	9800	1			9,8	
213	25	8900	1			8,9	
214	25	9900	1			9,9	
215	25	11150	2			22,3	
217	25	11350	2			22,7	
218	25	11500	2			23,0	
219	25	11650	2			23,3	
220	25	11850	2			23,7	
221	25	12000	70			840,0	
*132	25	12000	90			1080,0	
139	20	4200	70		294,0		
226	20	5800	40		232,0		
		Délka		0,0	526,0	2127,3	0,0
		Hmotnost		0,0	1297,1	8196,5	0,0
		Hmotnost celkem		9 493,6			

Tab. 5 – Výkaz výztuže pod základovou desku jeřábu VJ4

Celkové náklady na zhotovení základových desek subdodavatelem zajišťujícím monolitické konstrukce (aktuální k 1.3.2022) jsou popsány v tabulce 5.

	Položka	MJ	Cena za jednotku	Množství	Cena
VJ1	Podkladní beton	m3	2 800,00	10,56	29 573,60
	Beton základových desek pod jeřábem	m3	2 756,00	104,76	288 718,56
	Kotvy pod jeřáb	ks	88 000,00	1,00	88 000,00
	Vyztuž základových desek	t	24 252,00	10,92	264 904,60
VJ2	Podkladní beton	m3	2 800,00	7,85	21 985,60
	Beton základových desek pod jeřábem	m3	2 756,00	104,72	288 608,32
	Kotvy pod jeřáb	ks	88 000,00	1,00	88 000,00
	Vyztuž základových desek	t	24 252,00	16,20	392 979,41
VJ3	Podkladní beton	m3	2 800,00	7,23	20 230,00
	Beton základových desek pod jeřábem	m3	2 756,00	76,05	209 593,80
	Kotvy pod jeřáb	ks	88 000,00	1,00	88 000,00
	Vyztuž základových desek	t	24 252,00	9,02	218 801,54
VJ4	Podkladní beton	m3	2 800,00	8,10	22 680,00
	Beton základových desek pod jeřábem	m3	2 756,00	88,18	243 029,59
	Kotvy pod jeřáb	ks	88 000,00	1,00	88 000,00
	Vyztuž základových desek	t	24 252,00	9,49	230 224,24
Cena celkem					2 583 329,26

Tab. 6 – Celkové náklady na založení jeřábů

### 3 jeřáby

Množství podkladního betonu, výztuže a betonu základových desek pro každý jeřáb uvažováno jako průměrové množství výztuže základových desek pod 4 jeřáby.

	Položka	MJ	Cena za jednotku	Množství	Cena
VJ1	Podkladní beton	m3	2 800,00	8,43	23 604,00
	Beton základových desek pod jeřáb	m3	2 756,00	93,43	257 493,08
	Kotvy pod jeřáb	ks	88 000,00	1,00	88 000,00
	Výztuž základových desek	t	24 252,00	11,41	276 715,32
VJ2	Podkladní beton	m3	2 800,00	8,43	23 604,00
	Beton základových desek pod jeřáb	m3	2 756,00	93,43	257 493,08
	Kotvy pod jeřáb	ks	88 000,00	1,00	88 000,00
	Výztuž základových desek	t	24 252,00	11,41	276 715,32
VJ3	Podkladní beton	m3	2 800,00	8,43	23 604,00
	Beton základových desek pod jeřáb	m3	2 756,00	93,43	257 493,08
	Kotvy pod jeřáb	ks	88 000,00	1,00	88 000,00
	Výztuž základových desek	t	24 252,00	11,41	276 715,32
Cena celkem					1 937 437,20

Tab. 7 – Celkové náklady na založení jeřábů

#### 1.2.2. Celkové náklady

### 4 jeřáby

Jednotkové náklady na pronájem jeřábů a doba použití každého jeřábu během výstavby hrubé spodní stavby jsou znázorněné v tabulce 7. Doba použití jeřábu pro výstavbu hrubé spodní stavby bude spočítaná od montáže jeřábu do betonáže posledního záběru stropu 1.PP všech objektu v dosahu jeřábu.

Jeřáb	Cena pronájmu Kč/měs	Termín montáže	Betonáž stropu 1.PP	Doba pronájmu
VJ1	94 500	13.07.22	11.09.22	2 měsíce
VJ2	114 700	26.06.22	20.09.22	3 měsíce
VJ3	104 060	09.07.22	20.09.22	2,5 měsíce
VJ4	80 820	17.07.22	20.09.22	2 měsíce

Tab. 8 – Náklady na pronájem jeřábů

	Typ nákladů	J1	J2	J3	J4
Jednorázové náklady	Založení	671 196,76	791 573,33	536 625,34	583 933,83
	Otvory po jeřábu	56 199,56	56 199,56	56 199,56	56 199,56
Průběžné náklady	Měsíční nájemné jeřábu	94 500,00	114 700,00	104 060,00	80 820,00
	Mzdy měsíčně	85 400,00	85 400,00	85 400,00	85 400,00
Celkem náklady 1 jeřáb		1 087 196,32	1 448 072,89	1 066 474,90	972 573,39
Celkem náklady 4 jeřáby		4 574 317,50			

Tab. 9 – Celkové náklady 4 jeřáby

### 3 jeřáby

Jeřáb	Cena pronájmu Kč/měs	Termín montáže	Betonáž stropu 1.PP	Doba pronájmu
VJ1	94 500	13.07.22	11.09.22	2 měsíce
VJ2	104 060	26.06.22	20.09.22	3 měsíce
VJ3	80 820	09.07.22	20.09.22	2,5 měsíce

Tab. 10 – Náklady na pronájem jeřábů

	Typ nákladů	J1	J2	J3
Jednorázové náklady	Založení	645 812,40	645 812,40	645 812,40
	Otvory po jeřábu	56 199,56	56 199,56	56 199,56
Průběžné náklady	Měsíční nájemné jeřábu	94 500,00	104 060,00	80 820,00
	Mzdy měsíčně	85 400,00	85 400,00	85 400,00
Celkem náklady 1 jeřáb		1 061 811,96	1 270 391,96	1 200 671,96
Celkem náklady 3 jeřáby		3 532 875,88		

Tab. 11 – Celkové náklady 3 jeřáby

### 1.3. Návaznost na výstavbu hrubé vrchní stavby

S ohledem na to, že tato diplomová práce se týká pouze hrubé spodní stavby, plánování termínu demontáže jeřábu není je součástí, ale efektivnost využití jeřábu je důležitým bodem při jeho navrhování.

Hrubá vrchní stavba objektů má několik úrovní:

Objekt	Počet podlaží
A	7.NP
D	6.NP
E1	5.NP – střecha 10.NP – věž
E2	5.NP – střecha 11.NP – věž
E3	5.NP – střecha 9.NP – věž
E4	5.NP

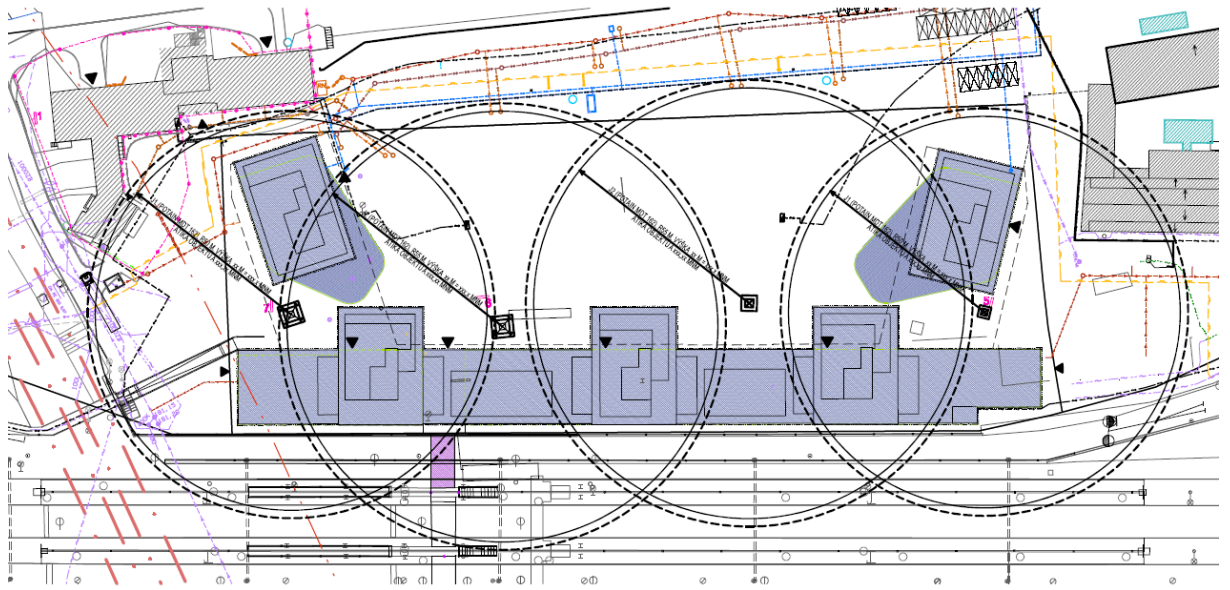
Tab. 12 – Počet nadzemních pater

Demontáž jeřábu bude probíhat postupně po dokončení hrubé vrchní stavby všech objektů, pro které dany jeřáb byl určen.

#### 4 jeřáby

VJ1	Objekty A, E1
VJ2	Objekty E1, E2
VJ3	Objekty E2, E3
VJ4	Objekty (E3), E4, D

S ohledem na množství nadzemních podlaží můžeme předpokládat, že prvním bude demontován jeřáb VJ4 po dokončení objektu D a E4. Po dokončení objektu A může být demontován jeřáb VJ1, věž objektu E1 bude obsluhovat jeřáb VJ2, jeřáb VJ3 bude demontován po dokončení objektu E3. V poslední fázi výstavby hrubé vrchní stavby zůstane pouze jeřáb VJ2 pro dokončení věží objektů E1 a E2.

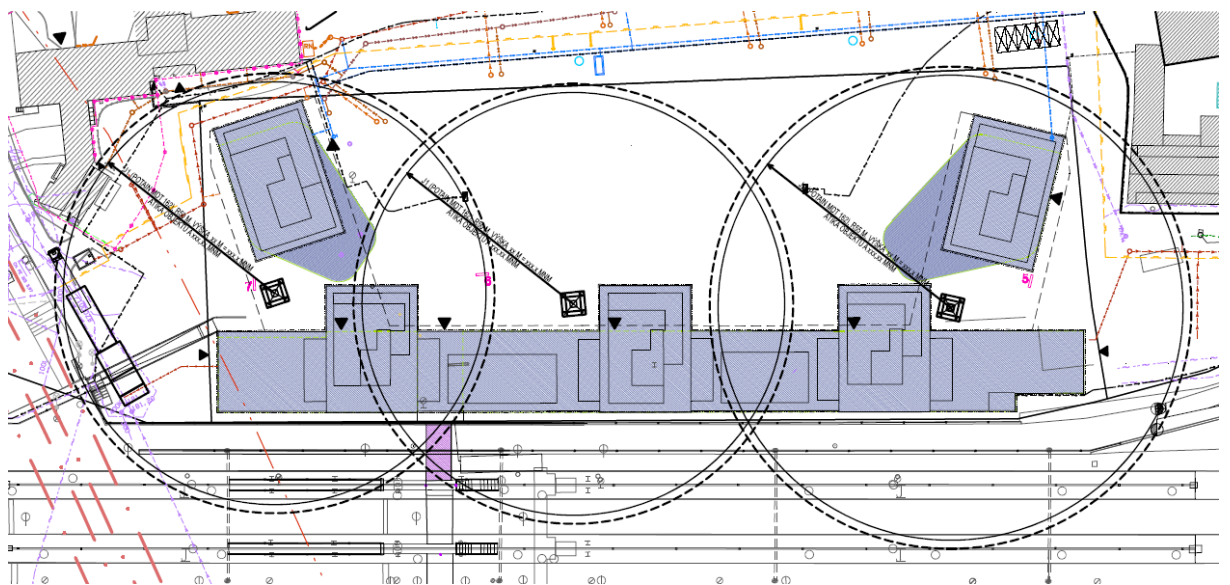


*Obr.2 – Schéma umístění jeřábu 1.varianta*

### 3 jeřáby

- VJ1      Objekty A, E1
- VJ2      Objekty (E1), E2, (E3)
- VJ3      Objekty E3, D

V druhé variantě po dokončení věži objektu E3 bude demontován jeřáb VJ3, další bude demontáž jeřábu VJ1 po dokončení věži objektu E1, posledním bude jeřáb VJ2 (věž objektu E2).



*Obr.3 – Schéma umístění jeřábu 2.varianta*

## 1.5. Alternativní návrh

Jako alternativní řešení jsou navrženy 4 jeřáby umístěné mimo objekt. Přesunutím jeřábů mimo budovaný objekt odpadají z výpočtu náklady na vyztužení a vybetonování zesílených základů pod jeřáby. Naopak ale přibývají náklady za vrtání a betonáž pilot (4 ks o průměru 1200 mm hloubky 12 m) a základové patky pod jeřáb. Náklady na základ pod každý jeřáb budou stejné, podrobnější výpočet nákladu bude umožněn po geologickém průzkumu a statickém posouzení.

Položka	MJ	Cena za jednotku	Množství	Cena
Vrty zapažené	m	2 830,00	48	135 840,00
Odpážení vrtu	m	2 650,00	48	127 200,00
Zřízení pilot	m	911,00	48	43 728,00
Betonáž pilot	m <sup>3</sup>	2 890,00	54,28	156 869,20
Výztuž pilot	t	35 820,00	2,1712	77 772,38
Podkladní beton	m <sup>3</sup>	2 800,00	2,5	7 000,00
Bednění základových patek	m <sup>2</sup>	457,00	19,2	8 774,40
Betonáž základových patek	m <sup>3</sup>	3 876,00	9,6	37 209,60
Výztuž základových patek	t	24 252,00	0,384	9 312,77
Celkem				603 706,35
Celkem 4 jeřáby				2 414 825,41

Tab. 13 – Náklady na založení jeřábů – alternativní návrh

Předpokládané jednotkové náklady na pronájem jeřábů a doba použití každého jeřábu během výstavby hrubé spodní stavby jsou znázorněné v tabulce 14. Doba použití jeřábu pro výstavbu hrubé spodní stavby bude spočítaná od montáže jeřábu do betonáže posledního záběru stropu 1.PP všech objektu v dosahu jeřábu. Montáž jeřábů bude probíhat před zahájením výstavby hrubé spodní stavby.

Jeřáb	Cena pronájmu Kč/měs	Termín montáže	Betonáž stropu 1.PP	Doba pronájmu
VJ1	80 820	01.06.22	11.09.22	3,5 měsíce
VJ2	104 060	01.06.22	20.09.22	4 měsíce
VJ3	94 500	01.06.22	20.09.22	4 měsíce
VJ4	80 820	01.06.22	20.09.22	4 měsíce

*Tab. 14 – Náklady na pronájem jeřábů – alternativní návrh*

	Typ nákladů	J1	J2	J3	J4
Jednorázové náklady	Založení	603 706,35	603 706,35	603 706,35	603 706,35
Průběžné náklady	Měsíční nájemné jeřábu	80 820,00	104 060,00	94 500,00	80 820,00
	Mzdy měsíčně	85 400,00	85 400,00	85 400,00	85 400,00
Celkem náklady na 1 jeřáb		1 185 476,35	1 361 546,35	1 323 306,35	1 268 586,35
Celkem 4 jeřáby		5 138 915,41			

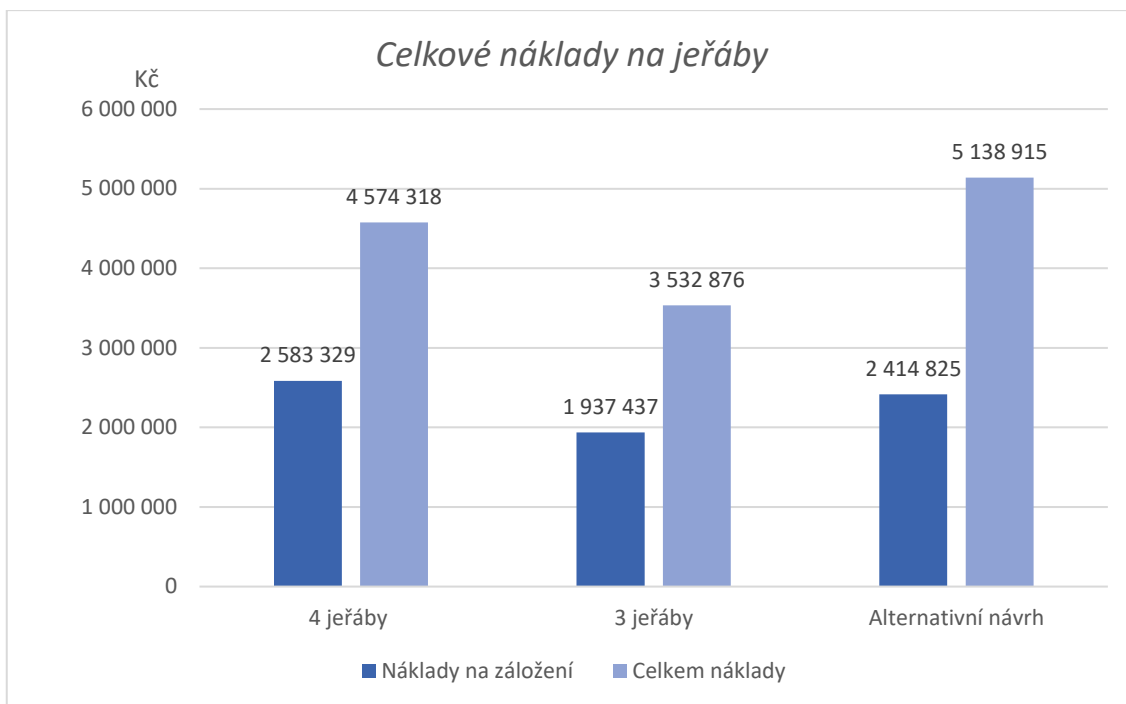
*Tab. 15 – Celkem náklady – alternativní návrh*

## 2. Posouzení

V níže uvedeném grafu 1 jsou vyneseny hodnoty nákladů jednotlivých variant: náklady související se založením jeřábu a celkové náklady. Na první pohled je patrné, že alternativní návrh je nejnákladnější. Naopak varianta pronájmu 3 jeřábů se jeví nejvýhodněji a varianta pronájmu 4 jeřábu má nejnákladnější založení jeřábů, ale celková hodnota nákladů je nižší než u alternativní varianty.

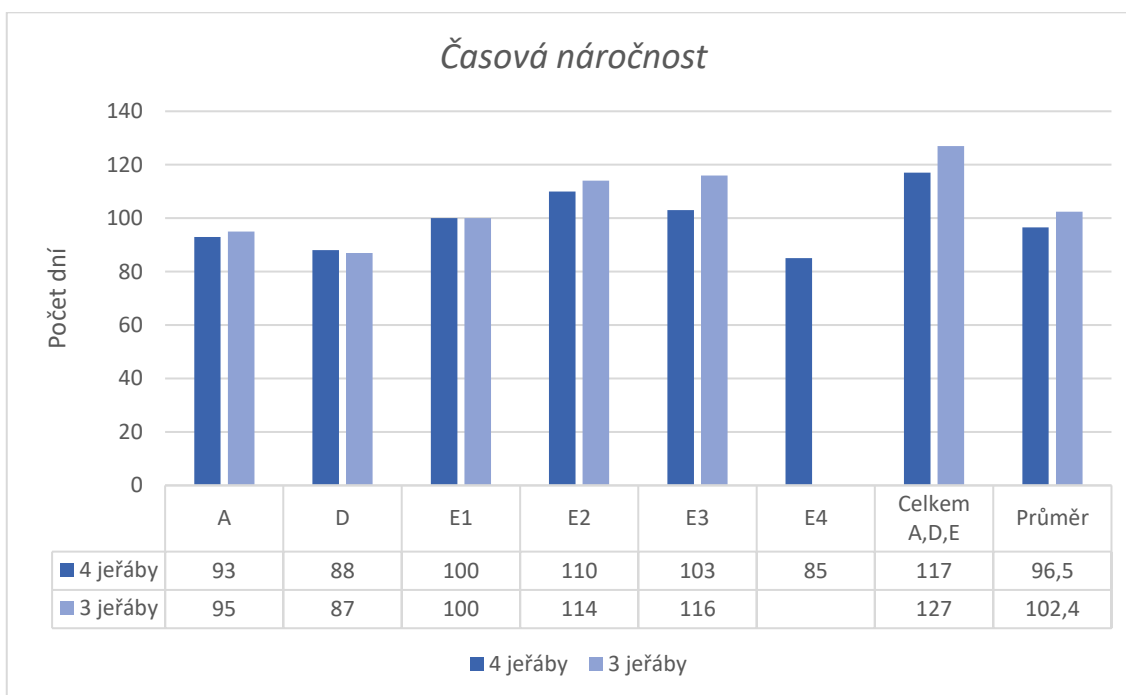
Vyšší celkové náklady v alternativní variantě souvisejí s delší dobou pronájmu jeřábu než v původní variantě umístění jeřábu. Pokud jeřáby budou umístěny na základové desce objektu, montáž 1.jeřábu probíhá po betonáži základové desky a po dosažení požadované pevnosti, což odpovídá přibližně 3 týdny od začátku výstavby. Montáže jeřábu bude probíhat postupně, předpokládaný termín montáže 4.jeřábu je 17.07.2022 (začátek stavebních prací je 01.06.2022), tím pádem celková doba pronájmu jeřábu pro účely výstavby hrubé spodní stavby bude kratší než v alternativní variantě s umístěním jeřábů mimo objekt.





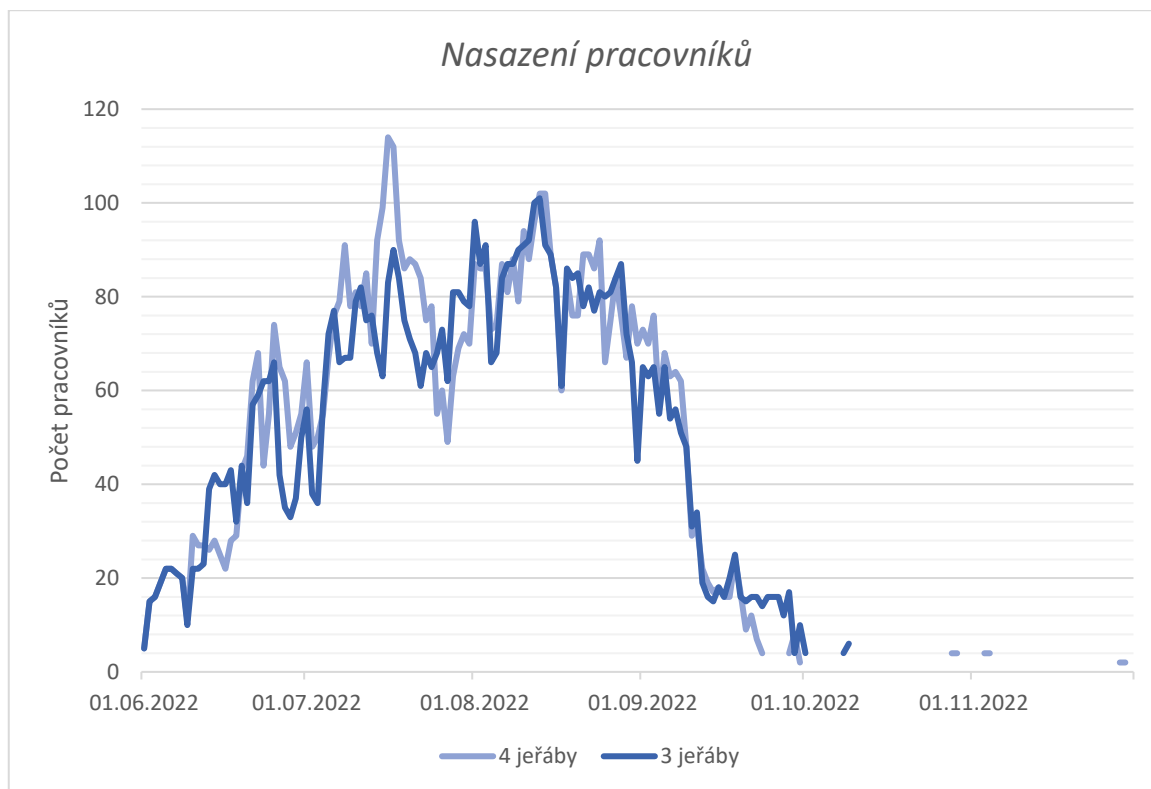
*Graf 1 – Celkové náklady na jeřáby*

V následujícím grafu 2 je zobrazena časová náročnost výstavby jednotlivých objektů ve dvou variantách návrhu zdvihacích prostředků. Je vidět, že průměrná doba výstavby hrubé spodní stavby všech objektů u varianty použití 3 jeřábů je delší cca o 6 dní.

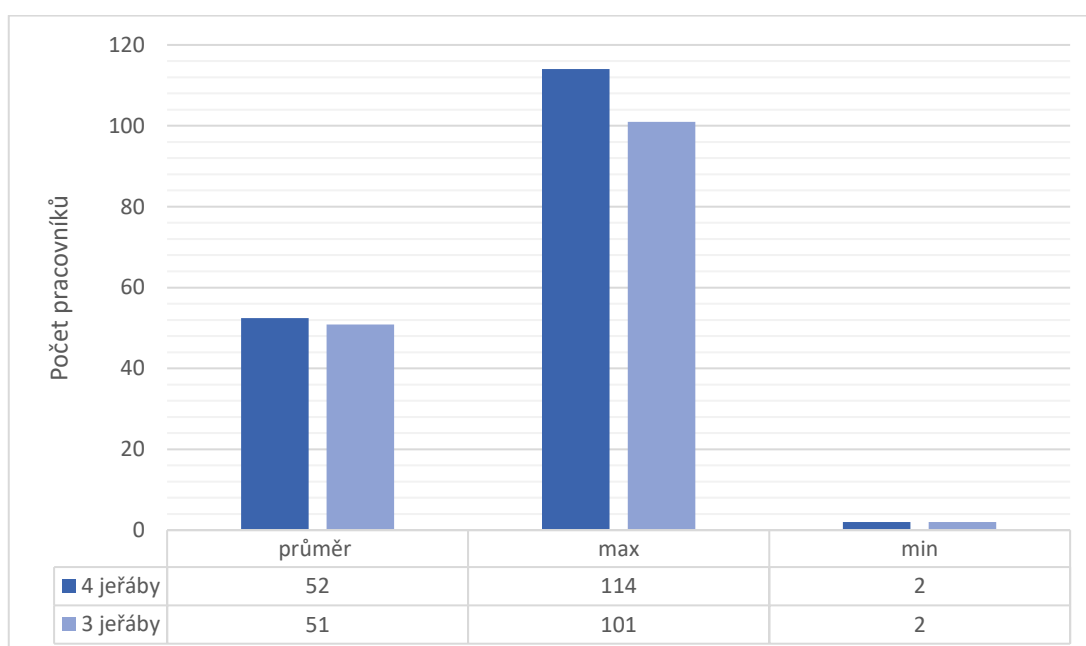


*Graf 2 – Časová náročnost*

Grafy 3 a 4 znázorňují požadovaný počet pracovníku pro dvě varianty návrhu jeřábů. Průměrný počet pracovníků je téměř stejný, ale větší maximální počet u varianty s použitím 4 jeřábů. Graf nasazení pracovníků u varianty s použitím 3 jeřábů má rovnoměrnější tvar.



Graf 3 – Nasazení pracovníků



Graf 4 – Nasazení pracovníků

Umístěním jeřábu uvnitř objektu vzniká potřeba pronájmu autojeřábu před montáží věžového jeřábu pro vykládku materiálů, náklady související s pronájmem autojeřábu nejsou započítány.

Náklady související se základem pod jeřáb umístěny mimo objekt byly spočítány průměrným odhadem s ohledem na velikosti jeřábů, nebyly upřesněny informace o únosnosti zeminy.

Při porovnání dvou variant umístění a založení jeřábů nelze rovnou vybrat vhodnou. Eliminace jednoho druhu nákladu může působit vznik dalších:

Menší výška jeřábu umístěného mimo objekt předpokládá delší rameno, tím pádem nižší únosnost jeřábu na konci ramena u stejného typu věžového jeřábu. S malou únosností jeřábu očekáváme buď pomalejší výstavbu objektu nebo tento typ jeřábu nebude vyhovovat podmínkám návrhu, z toho plyne, že bude potřeba použít jeřáb větší únosnosti. Únosnost má vliv na cenu pronájmu jeřábu, proto celkové náklady budou vyšší.

Z hlediska časové náročnosti použití 4 jeřáby je o 9% rychlejší než použití 3 jeřáby.

Z hlediska finanční náročnosti prostorová struktura s větším počtem jeřábů je o 23% dražší než prostorová struktura s menším počtem jeřábů a o 12% levnější než alternativní návrh.

Průměrný počet pracovníků o 2% menší v navržené variantě s 3 jeřáby.

Celkové bodové hodnocení je popsáno v tabulce 16. Nejeфекtivnější varianta má největší počet bodů, pokud jedná ze tří variant podle daného kritéria hodnocení je lepší, bude mít 1 bod, horší varianta má 0 bodů, prostřední varianta bude hodnocena polovičním bodem.

Předpokládáme, že alternativní návrh umístění vně objektů 4 jeřáby z hlediska časové náročnosti bude rychlejší než varianta s umístěním uvnitř objektů díky eliminaci ručního nošení materiálů, počet pracovníků bude shodný.

	4 jeřáby	3 jeřáby	Alternativní návrh
Časová náročnost	0,5	0	1
Finanční náročnost	0,5	1	0
Počet pracovníků	0	1	0
Celkem	1	2	1

Tab. 16 – Bodové hodnocení návrhu jeřábů

Podle bodového hodnocení nejefektivnější výstavba hrubé spodní stavby bude zajištěna použitím 3 jeřáby.

V následujících tabulkách 17 a 18 jsou popsány výhody a nevýhody různých variant návrhu věžových jeřábu. V tabulce 17 porovnávají různé množství jeřábu, v tabulce 18 srovnávají dvě varianty umístění jeřábů.

	4 jeřáby	3 jeřáby
Výhody	Rychlejší doba výstavby	Nižší celkové náklady (hrubá spodní stavba)
	Lepší dosahy jeřábů – návaznost na hrubou vrchní stavbu a následnou demontáž jeřábů	Menší požadovaný počet pracovníků
	Nižší celkové náklady na pronájem jeřábů (hrubá spodní+ hrubá vrchní stavba)	Rychlejší termín dokončení montáže jeřábů
		Nižší náklady spojené s pronájemem autojeřábu pro vykládku materiálů
Nevýhody	Vyšší celkové náklady	Pomalejší doba výstavby
	Vyšší náklady spojené s pronájemem autojeřábu pro vykládku materiálů	Delší doba pronájmu jeřábů během výstavby hrubé vrchní stavby (dosahy jeřábů)

Tab. 17 – Porovnání variant výstavby

	4 jeřáby	
	Umístění v objektu	Umístění mimo objekt
Výhody	Nižší celkové náklady (hrubá spodní stavba)	Nižší celkové náklady (hrubá spodní+ vrchní stavba)
	Jednodušší realizace základů pod jeřáby	Menší výšky jeřábů => nižší cena pronájmu
	Kratší ramena jeřábů => vyšší nosnost	Eliminace ručního nošení materiálů=> rychlejší doba výstavby
Nevýhody	Pracovní spára v stropní konstrukce	Menší nosnost jeřábů na konci ramena
	Potřeba pronájmu autojeřábu pro vykládku materiálů	Omezení plochy skládek materiálů, využití určeného prostoru pro umístění jeřábů
	Ruční nošení materiálů do montáže věžového jeřábu	

Tab. 18 – Porovnání variant výstavby

## ZÁVĚR

Výsledkem této diplomové práce je rozpracovaný stavebně technologicky projekt RIVERY HOLEŠOVICE A,D,E, který je soustředěn na plánování realizaci hrubé spodní stavby ve dvou variantách prostorového uspořádání a návrhu zdvihacích prostředku.

Provedla jsem posouzení úplnosti a správnosti předané projektové dokumentace, na základě které byla vytvořena prostorová, technologická a časová struktura ve dvou variantách. V prostorové struktuře byl určen směr postupu jednotlivých etapových procesů. V technologické struktuře byly zpracovány rozborové listy a technologické normály pro obě navržené varianty výstavby, které byly podkladem pro tvorbu časové struktury projektu: harmonogramu, časoprostorového grafu, grafu nasazení strojů, pracovníků a materiálů.

Dále jsem řešila zařízení staveniště ve dvou variantách umístění zdvihacích zařízení a zpracovala jsem technickou zprávu.

Následně byl zpracován technologický postup pro monolitické pohledové schodiště.

Nakonec jsem provedla vyhodnocení variant postupu výstavby s návrhem alternativního variantu umístění jeřábů.

Při dodržení navrženého stavebně technologického projektu doba realizace hrubé spodní stavby bude trvat od 01.06.2022 do 29.11.2022.

## LITERATURA

- [1] JARSKÝ, Č. a kol.: *Multimediální učebnice*. Praha: FSv ČVUT V Praze, 2005
- [2] Procházka, J., Šmejkal J.: *Betonové stropní a schodišťové konstrukce, 1 vydání*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Česká technika-nakladatelství ČVUT, 2017.
- [3] Jarský, Č. a kol.: *Technologie staveb II. Příprava a realizace staveb*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019.
- [4] VODIČKA, Jaroslav, Adam HUBÁČEK, Jiří KOLÍSKO, Jan HORSKÝ a Jan HROMÁDKO. *TKP staveb pozemních komunikací*. Druhé, upravené vydání. [Praha]: Česká betonářská společnost ČSSI, 2017. ISBN 978-80-906097-8-5.
- [5] *Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon*. Praha: Verlag Dashöfer, [2021]. Edice AZ - aktuální úplná znění. ISBN 978-80-7635-082-3.
- [6] *Vyhláška č. 499/2006 Sb.: Vyhláška o dokumentaci staveb*. In: 2006
- [7] *ČSN EN 13670 (73 2400) Provádění betonových konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [8] *Technická pravidla ČBS 04: směrnice pro vodonepropustné betonové konstrukce = DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton : (WU-Richtlinie)*. Praha: Česká betonářská společnost ČSSI, [2015]. ISBN 978-80-903806-9-1.
- [9] HELA, Rudolf a Vlastimil ŠRŮMA. *Pohledový beton: technická pravidla ČBS 03*. [Praha]: ČBS Servis, 2009. ISBN 978-80-87158-17-3.
- [10] *Bílé vany: vodotěsné betonové konstrukce : technická pravidla ČBS 02*. 2., upr. vyd. [Praha]: ČBS Servis, 2007. ISBN 978-80-87158-03-6.
- [11] Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, N.V. 591/2006 Sb. [online]. Dostupné: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-591>
- [12] Pomůcka pro cvičení z předmětu Zařízení staveniště (122ZAS) „Zásady návrhu ZS“. Katedra technologie staveb, ČVUT v Praze [online]. Dostupné: <http://technologie.fsv.cvut.cz/vyuka/vyuovane-predmety/122ZAS/podklady-k-prednaskam/>
- [13] *Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. po novele: účinnost od 6. ledna 2005 : aktualizované znění*. Český Těšín: Poradce, 2005. Zákony do kapsy. ISBN 80-7365-054-1.

- [14] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.
- [15] Technický list věžového jeřábu TEREX CTT172-8 [online]. Dostupné: <https://www.terex.com/cranes/en/product/flat-top-tower-cranes/ctt-172-8>
- [16] Technický list betonového čerpadla Putzmeister M56-5 [online]. Dostupné: <https://www.putzmeister.com/web/turk/product-detail/-/product/178/m56-5>
- [17] Mapy.cz – Tourist maps [online].  
Dostupné: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.5038460&y=50.0948410&z=11>
- [18] [online]. Copyright © Doka GmbH 2022 [cit. 10.04.2022]. Dostupné z: <https://www.doka.com/cz/index?changeCountry=CZ>
- [19] PERI Česká republika - Bednění Lešení Služby. PERI Česká republika - Bednění Lešení Služby [online]. Dostupné z: <https://www.peri.cz/>
- [20] Mobilní toalety a mobilní zábrany TOI TOI. Mobilní toalety a mobilní zábrany TOI TOI [online]. Copyright © 2022 [cit. 10.05.2022]. Dostupné z: <https://www.toitoy.cz/>
- [21] ČSN online pro jednotlivě registrované uživatele. ČSN online pro jednotlivě registrované uživatele [online]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>