

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT  
BYTOVÝ DŮM DVA DOMY**

**3. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ STRUKTURY**

**2024**

**NGUYEN HUU VIET**

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

## Obsah

3.	Řešení prostorové struktury .....	4
3.1	Technologické etapy .....	4
3.2	Stanovení směru výstavby .....	4
3.3	Grafické znázornění směru výstavby .....	4
3.4	Postup výkopu stavební jámy a její zajištění .....	6
3.4.1	1. hloubkový stav .....	6
3.4.2	Výstavba vodících zídek .....	7
3.4.3	Výstavba podzemních stěn .....	8
3.4.4	2. hloubkový stav .....	9
3.4.5	3. hloubkový stav .....	10
3.4.6	4. hloubkový stav .....	11
3.4.7	5. hloubkový stav .....	12
3.4.8	Výkopy na dně stavební jámy .....	13
3.4.8	Výkop na základovou spáru .....	14
3.5	Pracovní záběry spodní stavby .....	15
3.5.1	Základová deska .....	15
3.5.2	Stěny 3.PP .....	17
3.5.3	Sloupy 3.PP .....	18
3.5.4	Stropní konstrukce 3.PP .....	19
3.5.5	Stěny 2.PP .....	20
3.5.6	Sloupy 2.PP .....	21
3.5.7	Stropní konstrukce 2.PP .....	22
3.5.8	Stěny 1.PP .....	23

3.5.9 Sloupy 1.PP .....	24
3.5.10 Stropní konstrukce 1.PP spodní část .....	25
3.5.11 Stropní konstrukce 1.PP horní část .....	26
3.6 Dopravní cesty .....	27
3.6.1 Dopravní cesty .....	27
3.6.2 Doprava betonářské výztuže .....	27
3.6.3 Doprava bednění .....	29
3.6.4 Doprava betonu .....	30
3.6.5 Doprava zeminy .....	31
Zdroje a použitá literatura .....	32
Seznam obrázků .....	32
Seznam tabulek .....	33

### 3. Řešení prostorové struktury

#### 3.1 Technologické etapy

TE 0 Přípravné práce

TE 1 Zemní práce

TE 2 Zajištění stavební jámy

TE 3 Hrubá spodní stavba

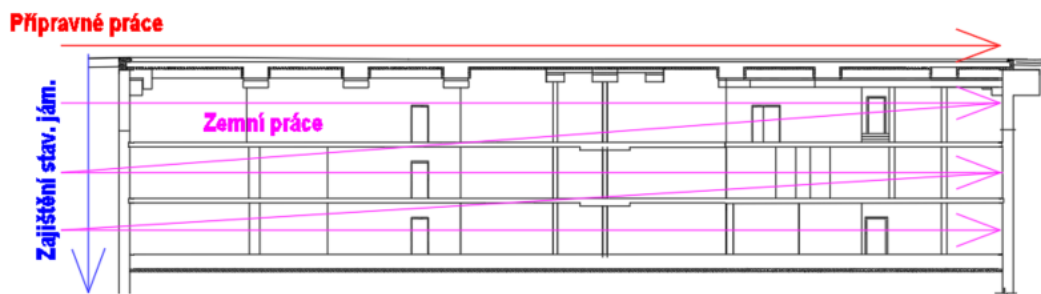
#### 3.2 Stanovení směru výstavby

Tabulka 1: směry výstavby etapových procesů

Zdroj: vlastní zpracování

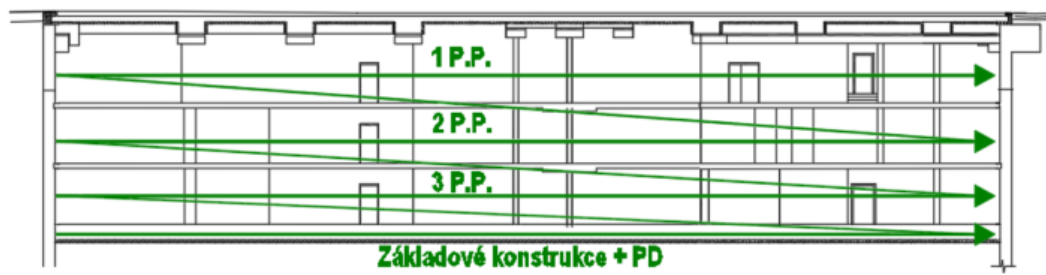
Č. etapy	Název etapy	Směr postupu výstavby	Řídící proces	Stroj/četa
0	Přípravné práce	Horizontální	Demolice sráv. Objektu	Rypadlo a nákladní automobil
1	Výkopové práce	Horizontální sestupný	Výkop stavební jámy	Rypadlo a nákladní automobil
2	Zajištění stavební jámy	horizontální sestupný	Milánská zeď	Drapák, autodomíchávač
3	Hrubá spodní stavba	Horizontální vzestupný	Betonové konstrukce	Betonovací věž, autodomíchávače

#### 3.3 Grafické znázornění směru výstavby



Obrázek 1: Směr postupu výstavby technologických etap 0, 1, 2

Zdroj: vlastní zpracování



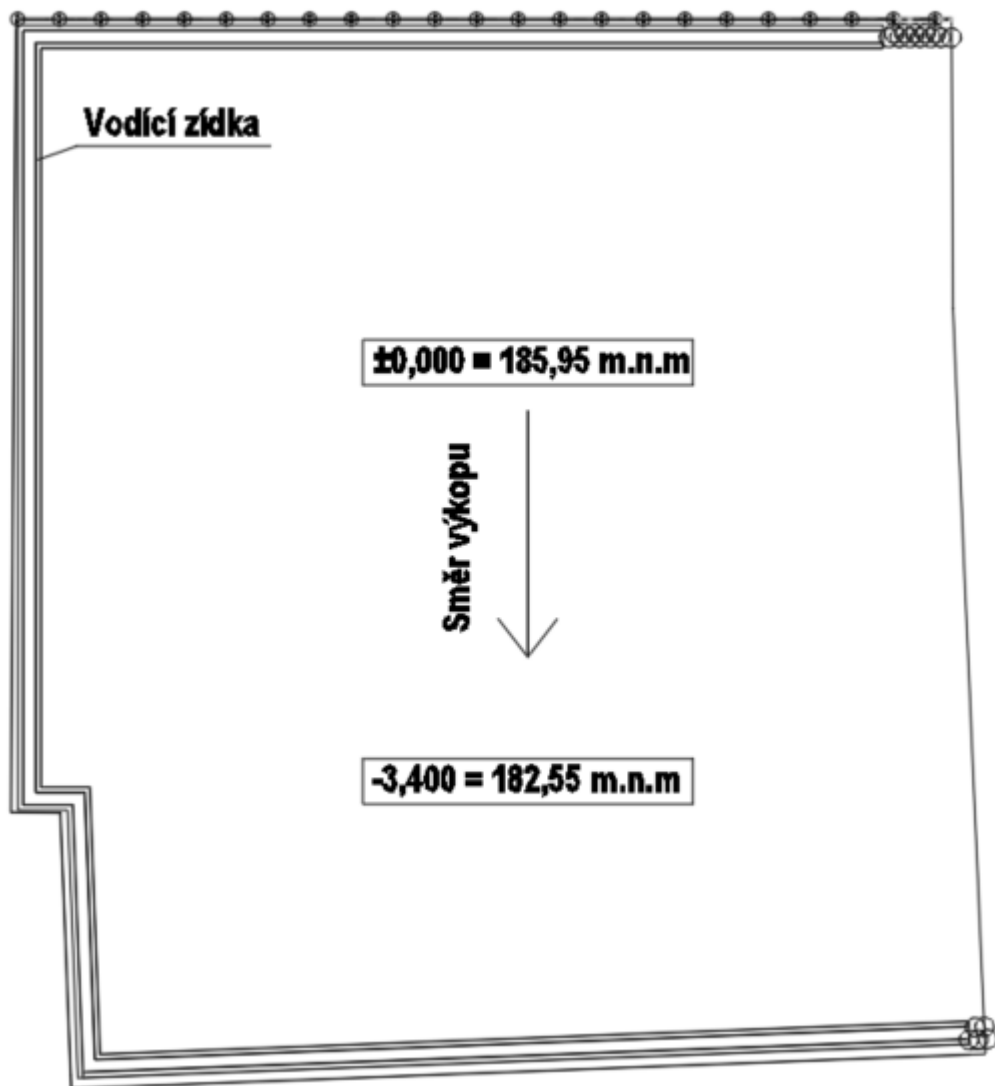
Obrázek 2: Směr postupu výstavby hrubé spodní stavby

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.4 Postup výkopu stavební jámy a její zajištění

#### 3.4.1 1. hloubkový stav

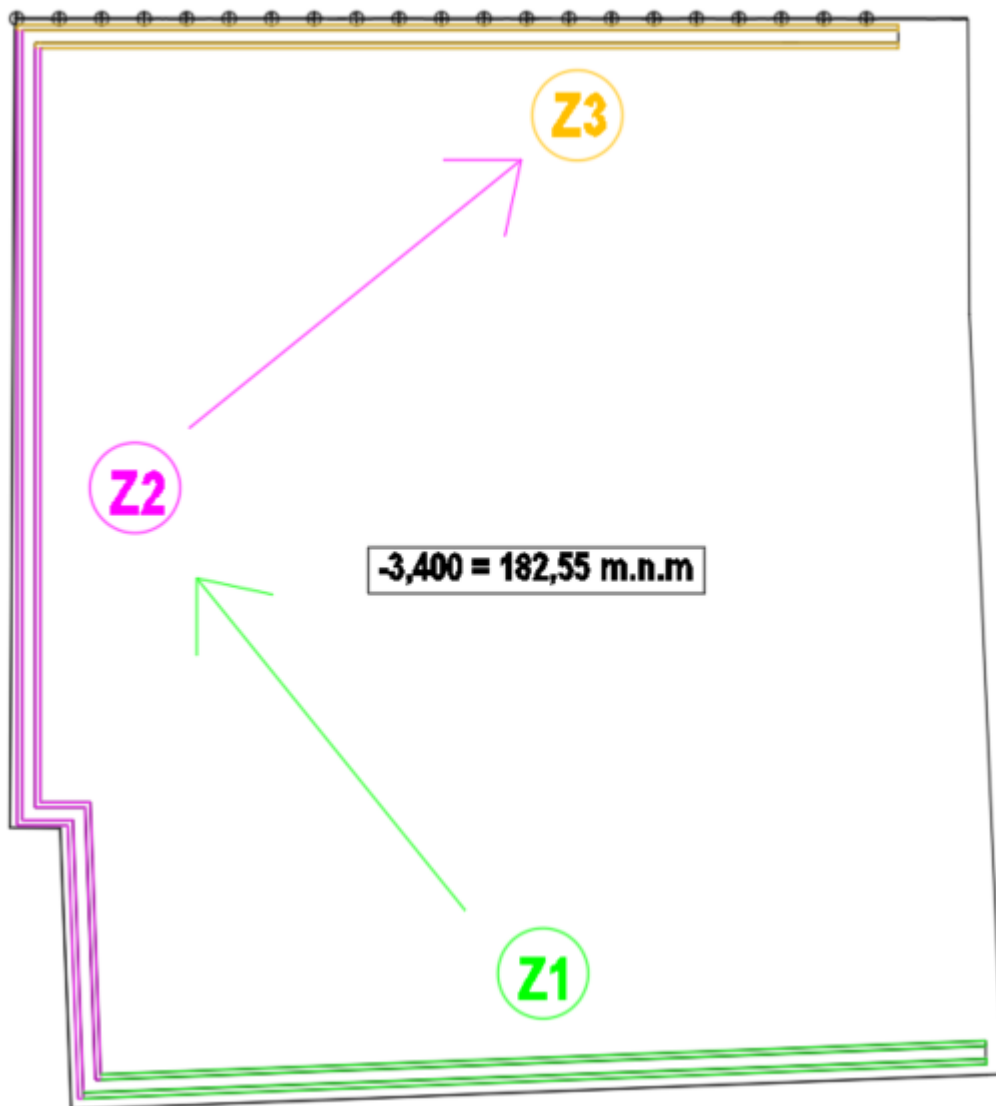
Výkop z  $\pm 0,000 = 185,95$  m.n.m. na  $-3,400 = 182,55$  m.n.m.



Obrázek 3: výkop stavební jámy 1. hloubkový stav

Zdroj: vlastní zpracování

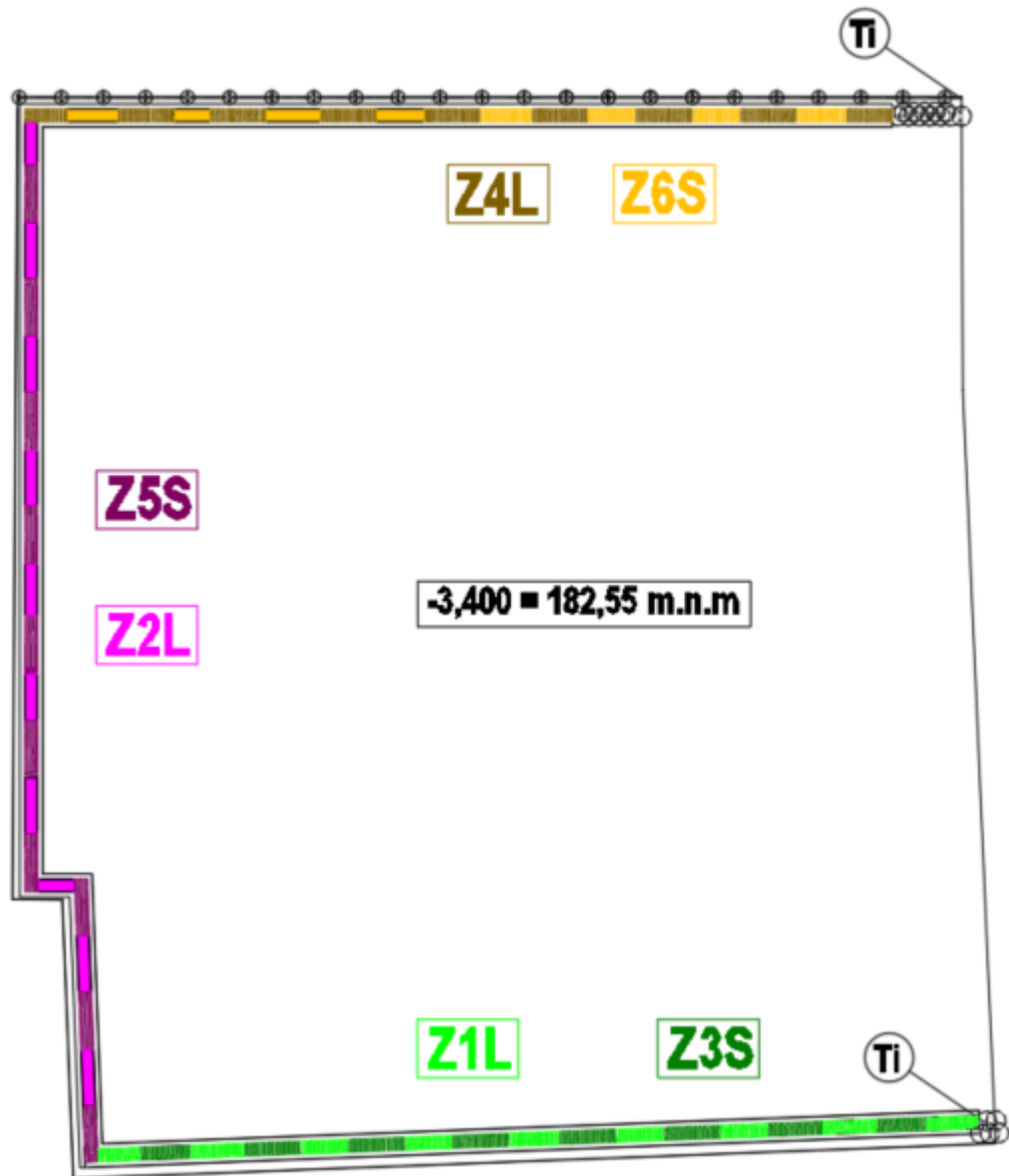
### 3.4.2 Výstavba vodících zídek



Obrázek 4: výstavba vodících zídek

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.4.3 Výstavba podzemních stěn



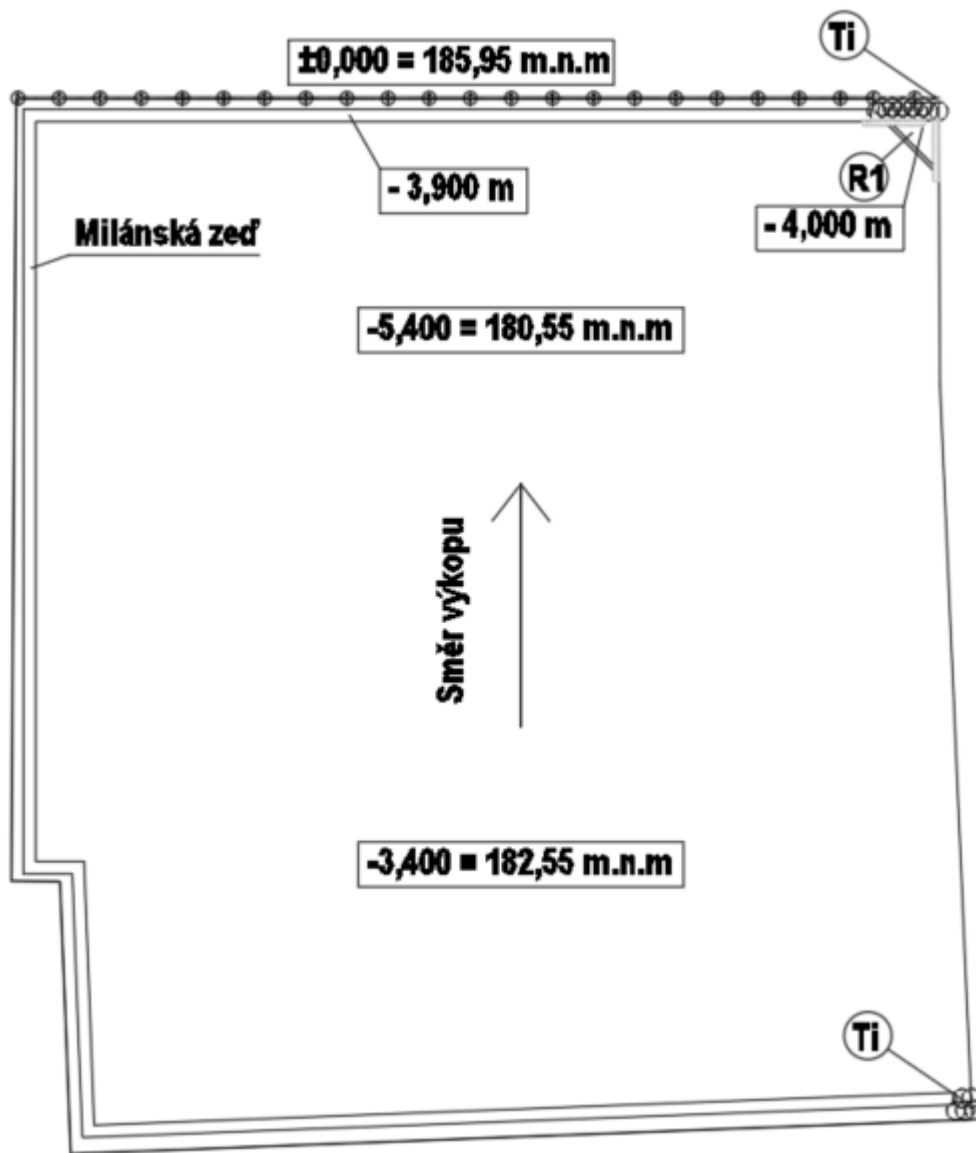
Obrázek 5: výstavba podzemních stěn

Zdroj: vlastní zpracování



### 3.4.4 2. hloubkový stav

Výkop z  $-3,400 = 182,55$  m.n.m. na  $-5,400 = 180,55$  m.n.m.

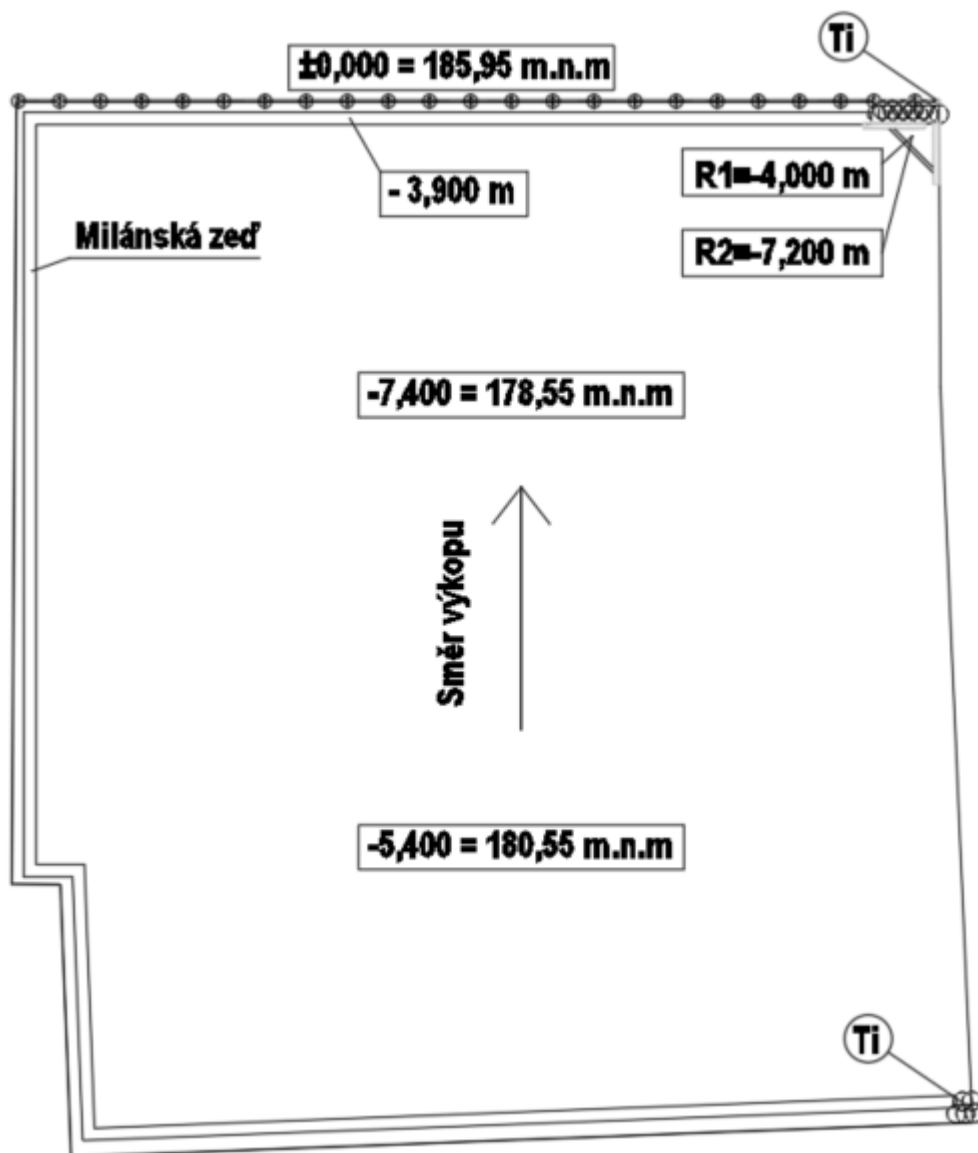


Obrázek 6: výkop stavební jámy 2. hloubková úroveň

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.4.5 3. hloubkový stav

Výkop z  $-5,400 = 180,55$  m.n.m na  $-7,400 = 178,55$  m.n.m.

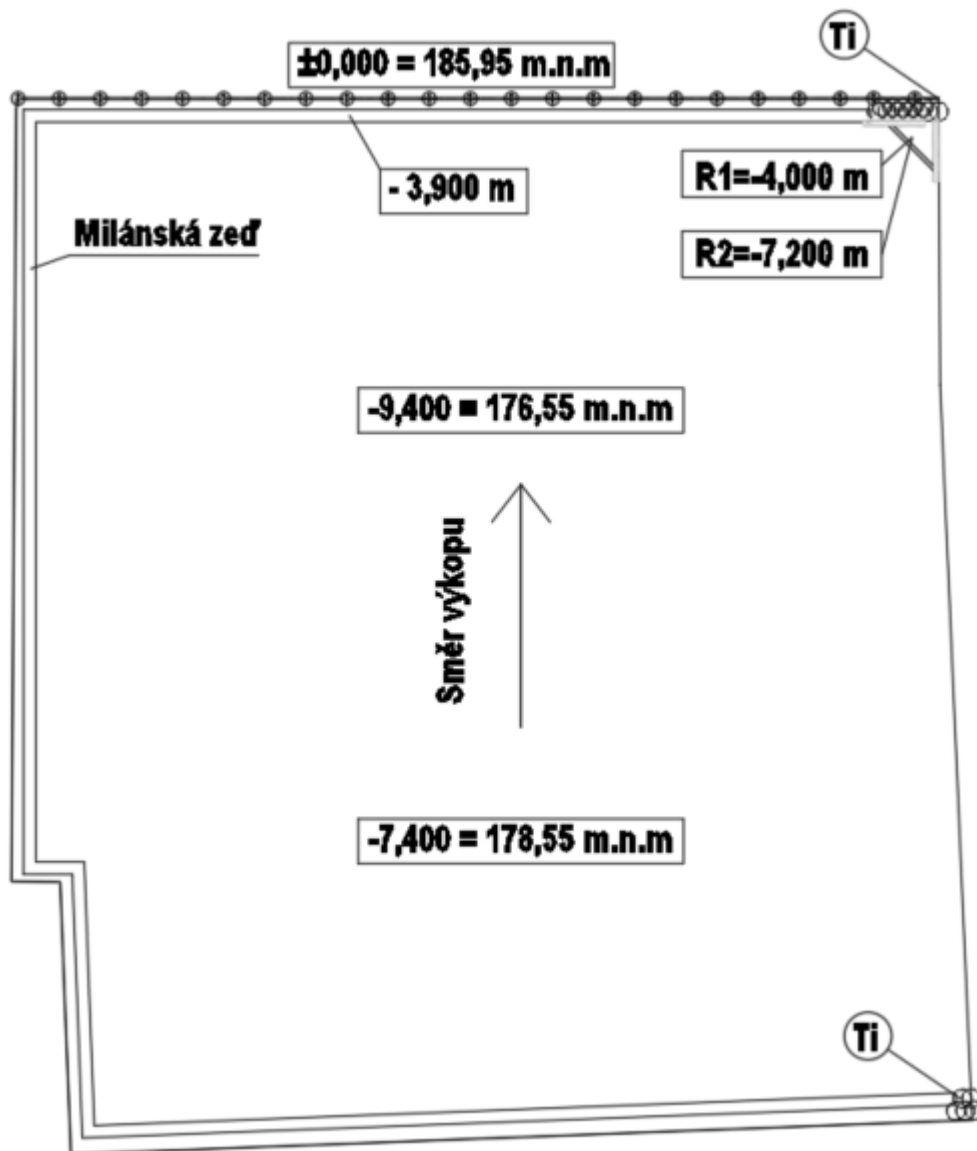


Obrázek 7: výkop stavební jámy 3. hloubková úroveň

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.4.6 4. hloubkový stav

Výkop z  $-7,400 = 178,55$  m.n.m. na  $-9,400 = 176,55$  m.n.m.

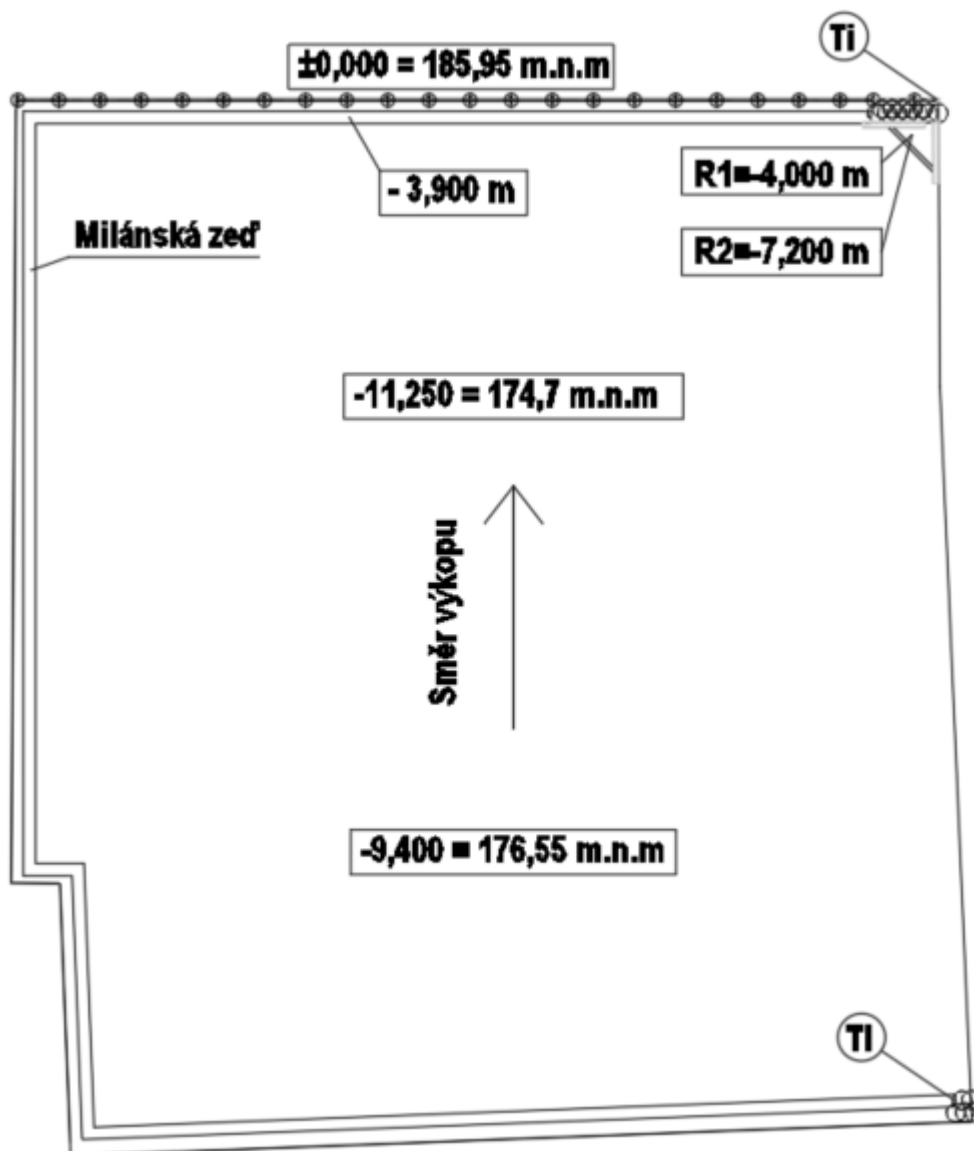


Obrázek 8: výkop stavební jámy 4. hloubková úroveň

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.4.7 5. hloubkový stav

Výkop z  $-9,400 = 176,55$  m.n.m. na  $-11,250 = 174,7$  m.n.m.

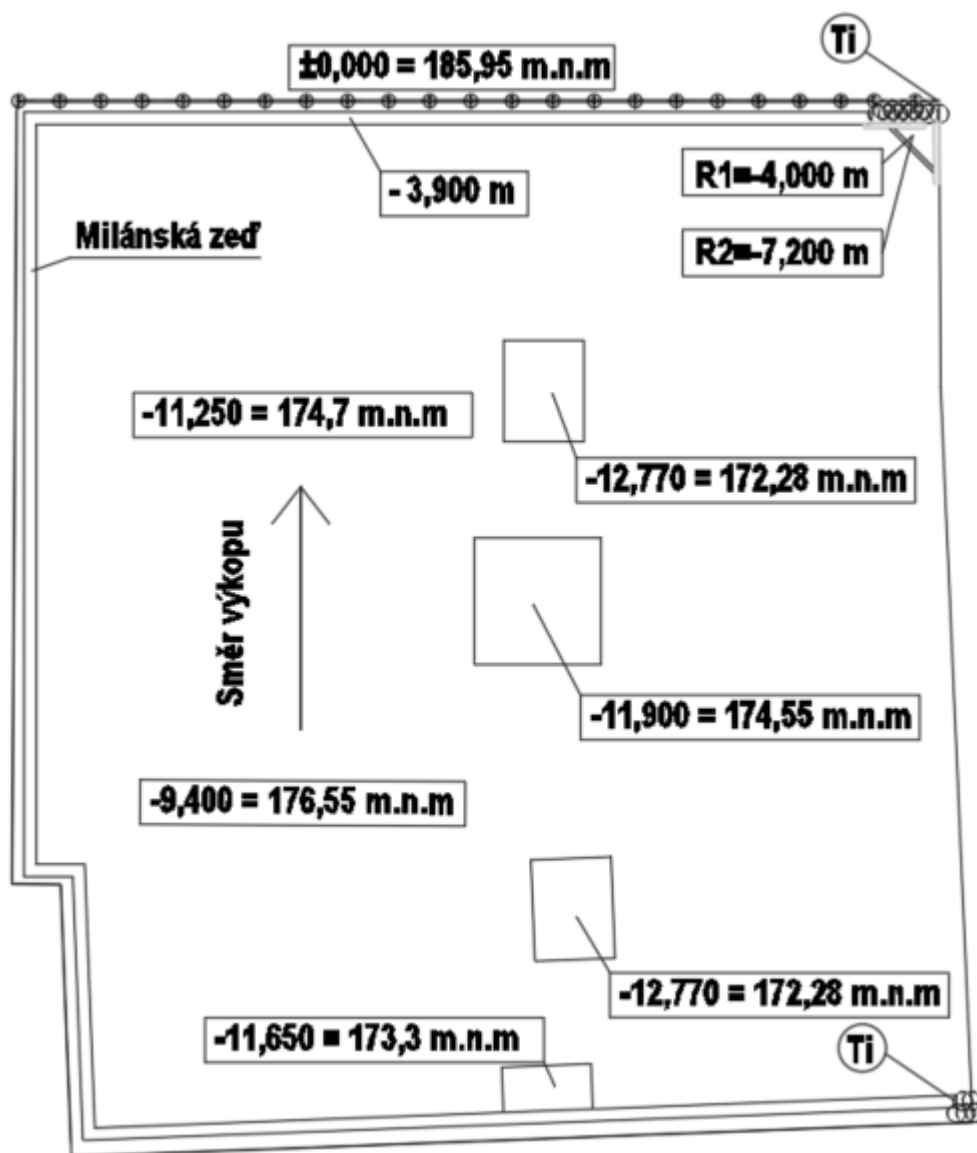


Obrázek 9: výkop stavební jámy 5. hloubková úroveň

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.4.8 Výkopy na dně stavební jámy

Výkop výtahových dojezdů, základů pro jeřáb a vodní nádrže

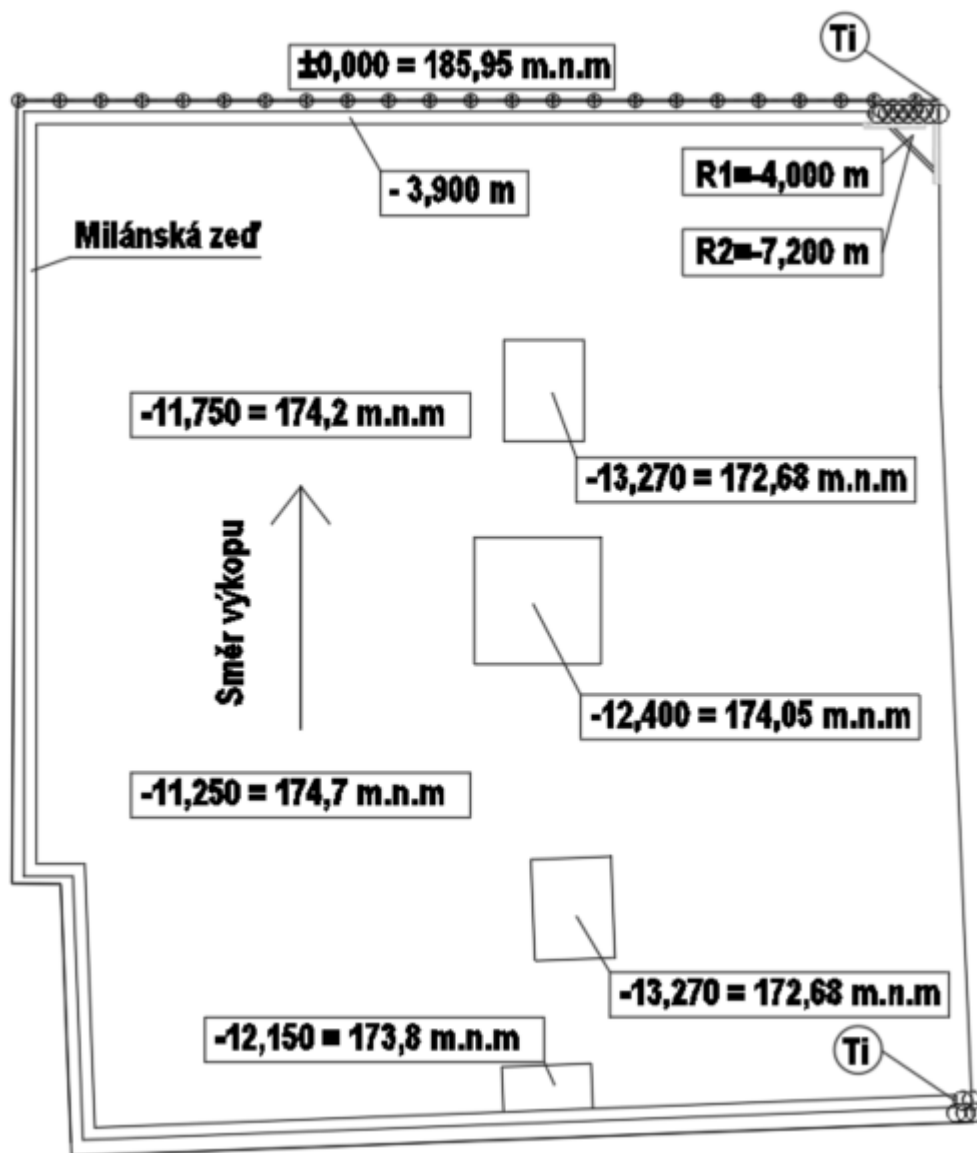


Obrázek 10: Výkopové práce na dně stavební jámy

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.4.8 Výkop na základovou spáru

Výkop z  $-11,250 = 174,7$  m.n.m. na  $-11,750 = 174,2$  m.n.m.



Obrázek 11: Výkop na základovou spáru

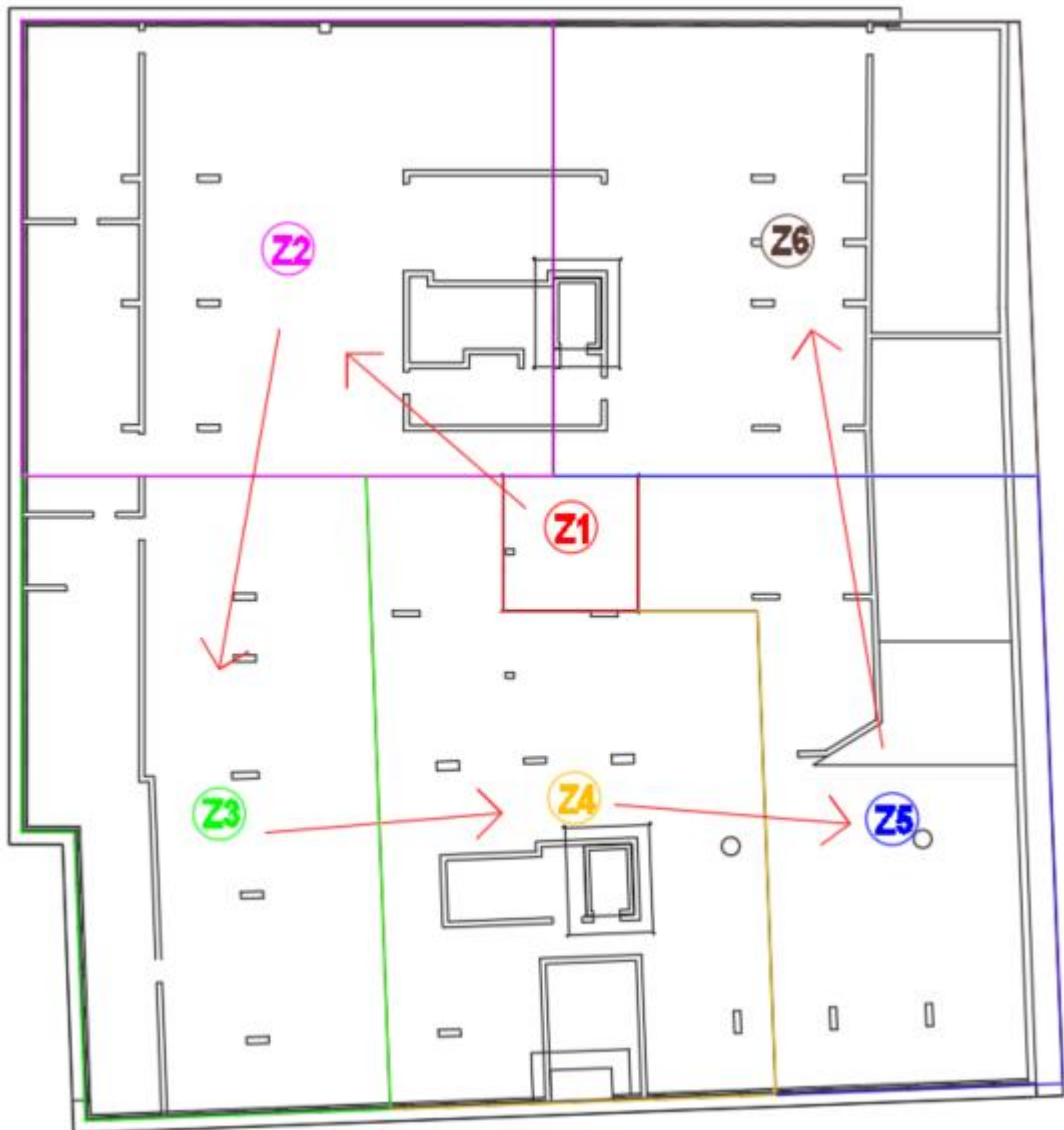
Zdroj: vlastní zpracování

## 3.5 Pracovní záběry spodní stavby

### 3.5.1 Základová deska

Výstavba základové desky je řešena ve dvou variantách. V první variantě se využívá pouze jedna četa armovačů o 15 lidech. Ve druhé variantě se využívají dvě souběžně pracující čety.

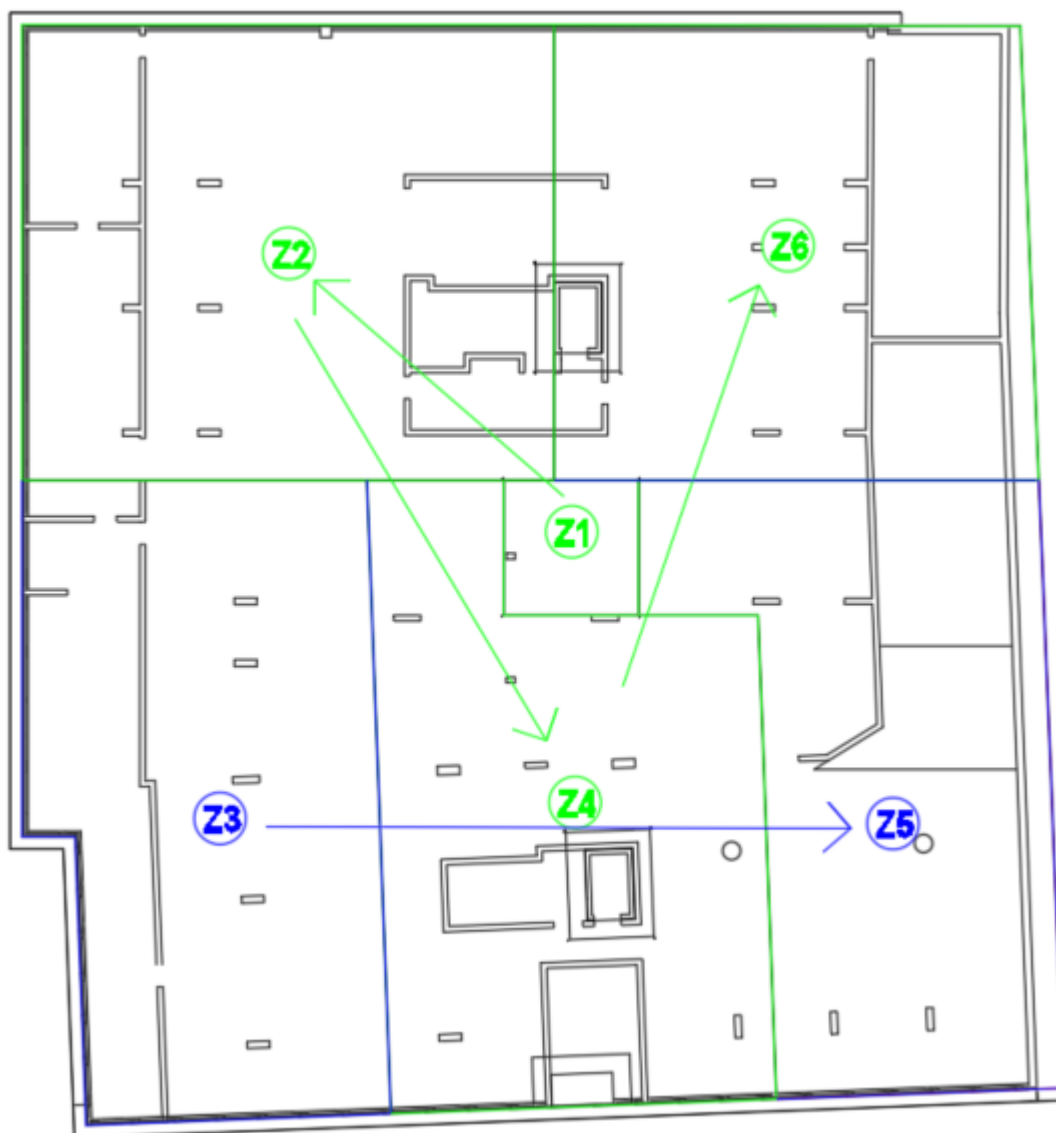
#### 1. Varianta



Obrázek 12: postup výstavby základové desky varianta č1

Zdroj: vlastní zpracování

## 2. Varianta



Obrázek 13: Postup výstavby základové desky varianta č2

Zdroj: vlastní zpracování



### 3.5.2 Stěny 3.PP



Obrázek 14: pracovní záběry stěn 3.PP

Zdroj: vlastní zpracování

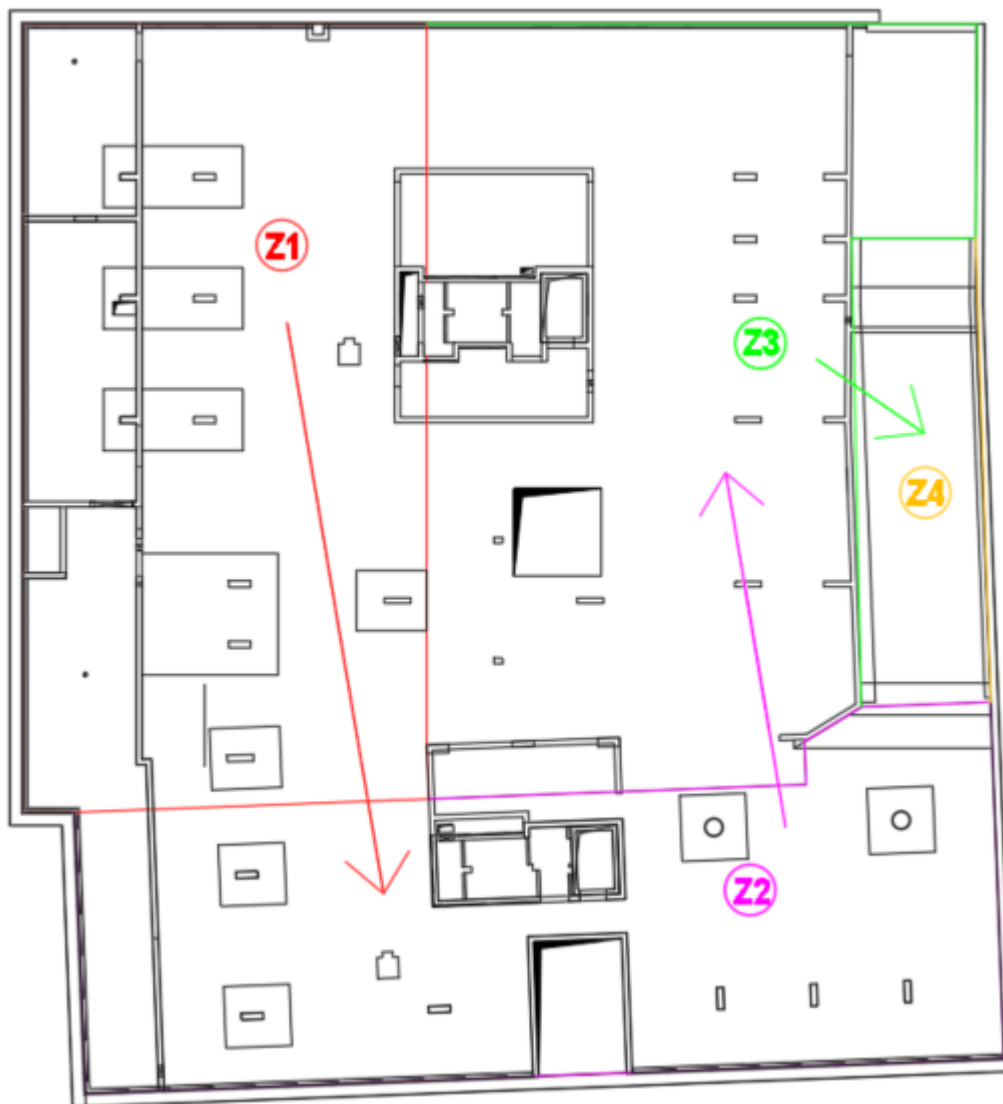
### 3.5.3 Sloupy 3.PP



Obrázek 15: pracovní záběry sloupů 3.PP

Zdroj: vlastní zpracování

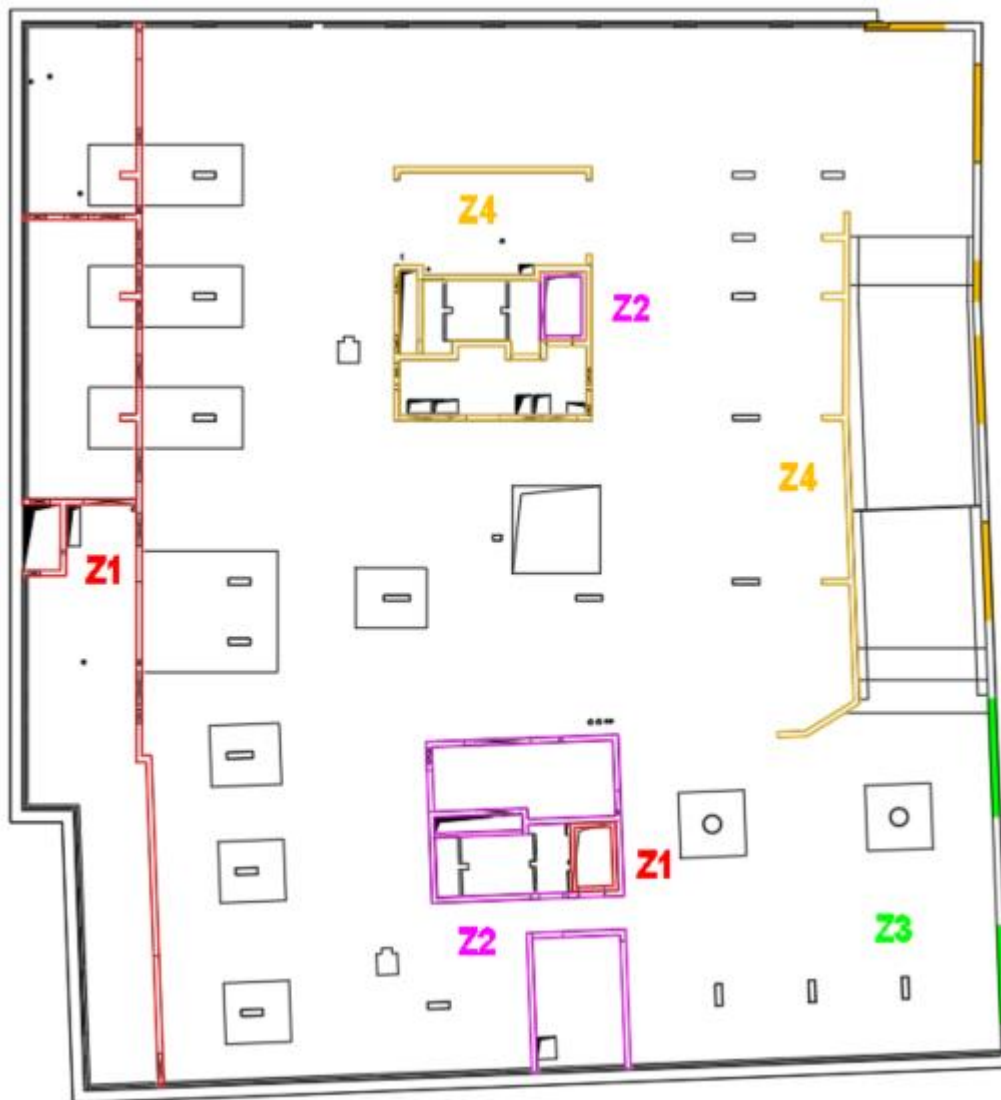
### 3.5.4 Stropní konstrukce 3.PP



Obrázek 16: pracovní záběry stropní konstrukce 3.PP

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.5.5 Stěny 2.PP



Obrázek 17: pracovní záběry stěn 2.PP

Zdroj: vlastní zpracování

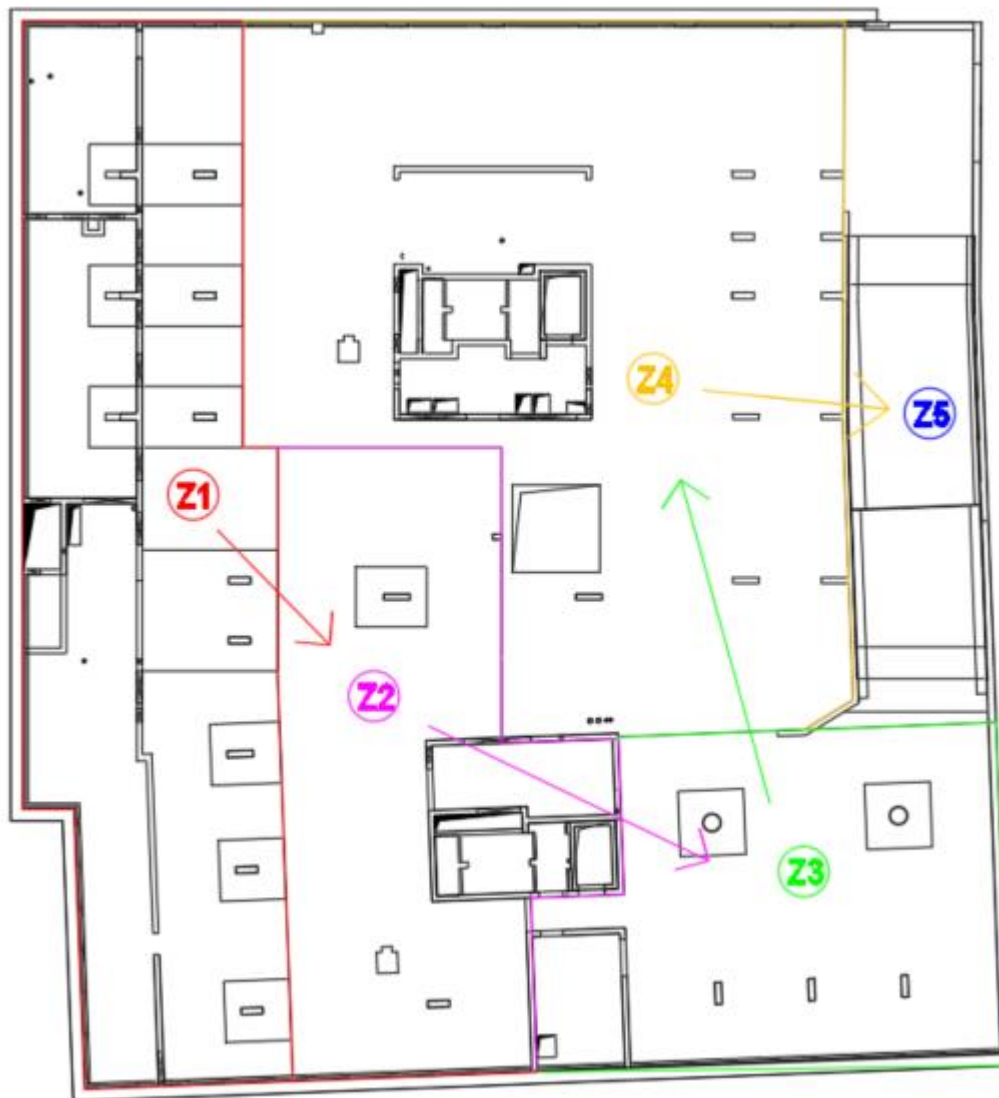
### 3.5.6 Sloupy 2.PP



Obrázek 18: pracovní záběry sloupů 2.PP

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.5.7 Stropní konstrukce 2.PP



Obrázek 19: pracovní záběry stropní konstrukce 2.PP

Zdroj: vlastní zpracování

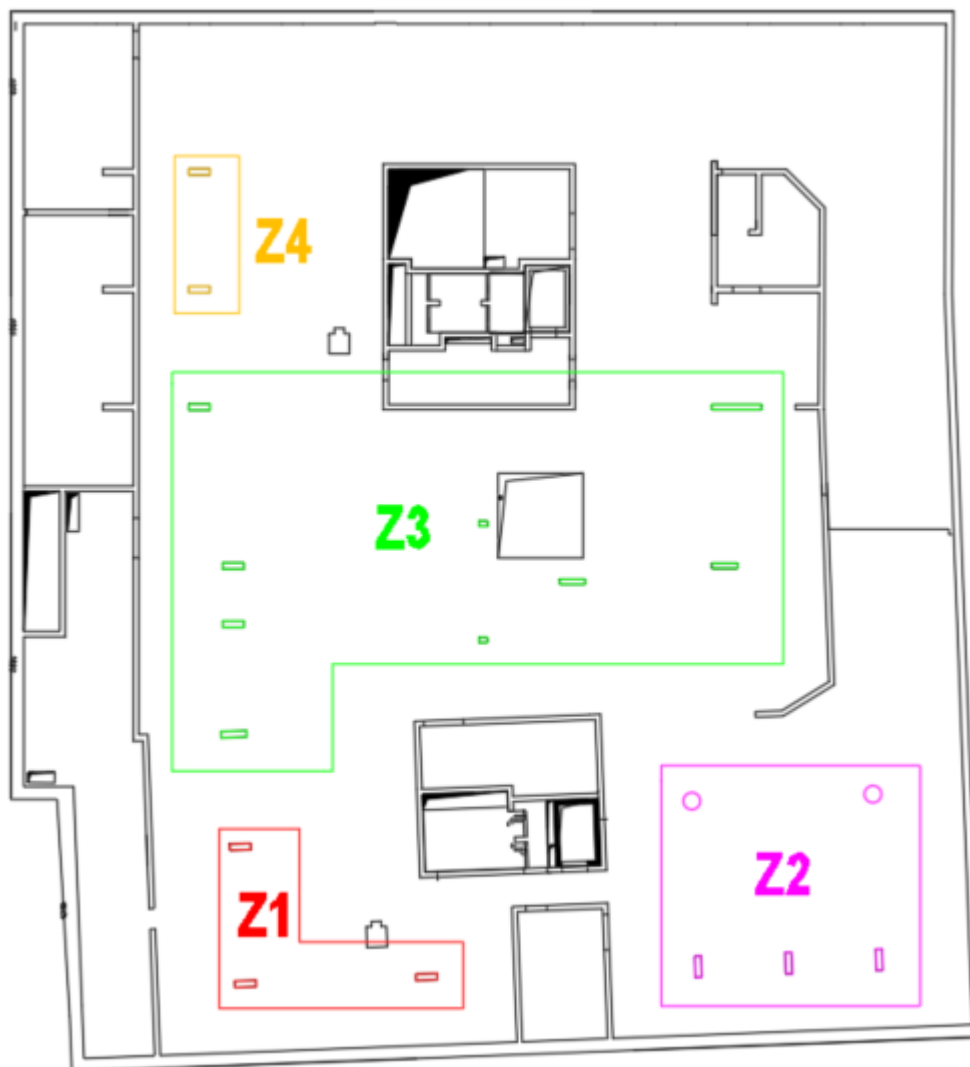
### 3.5.8 Stěny 1.PP



Obrázek 20: pracovní záběry stěn 1.PP

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.5.9 Sloupy 1.PP



Obrázek 21: pracovní záběry sloupů 1.PP

Zdroj: vlastní zpracování



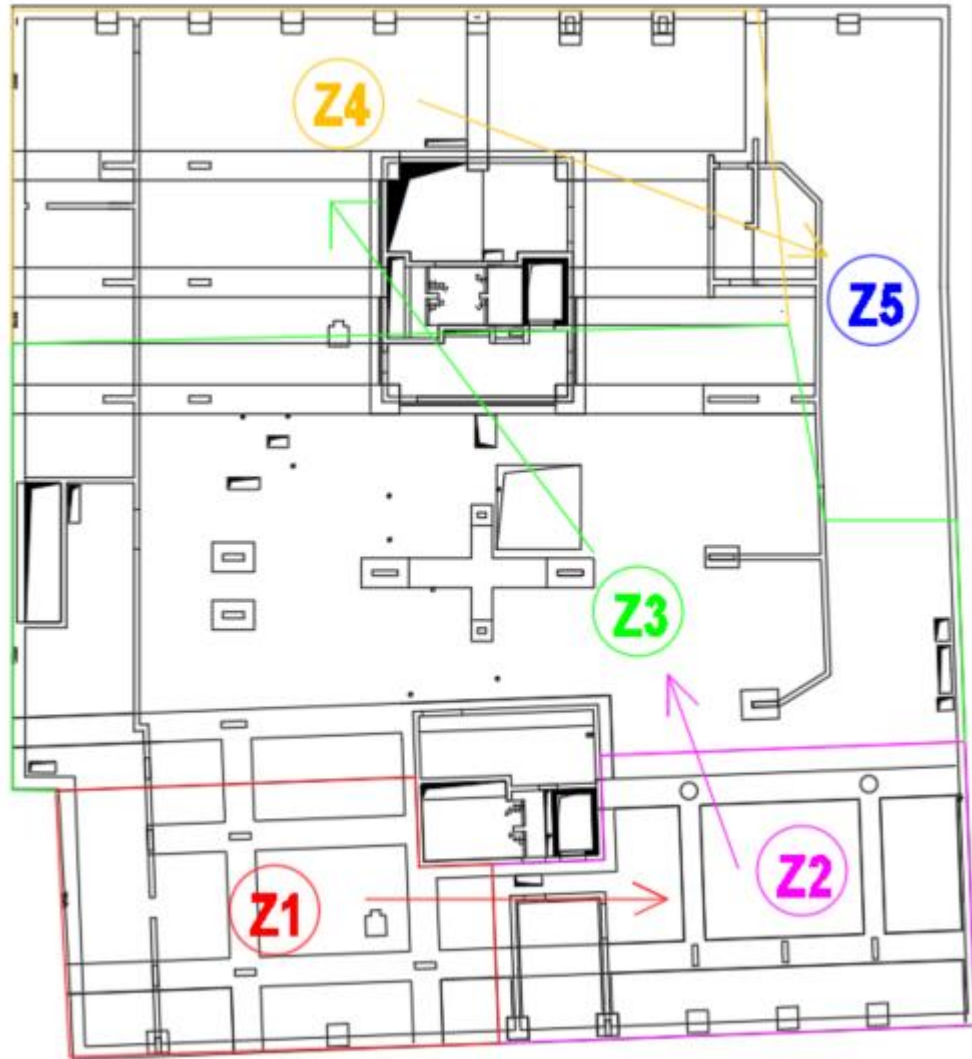
### 3.5.10 Stropní konstrukce 1.PP spodní část



Obrázek 22: pracovní záběry stropní konstrukce 2.PP spodní část

Zdroj: vlastní zpracování

### 3.5.11 Stropní konstrukce 1.PP horní část



Obrázek 23: pracovní záběry stropní konstrukce 2.PP horní část

Zdroj: vlastní zpracování

## 3.6 Dopravní cesty

### 3.6.1 Dopravní cesty

Vzhledem k omezenému prostoru pro skladování materiálu v rámci výstavby bytového domu bylo nezbytné pečlivě plánovat dodávky materiálu tak, aby se na staveništi vytvářely co nejmenší zásoby materiálu.

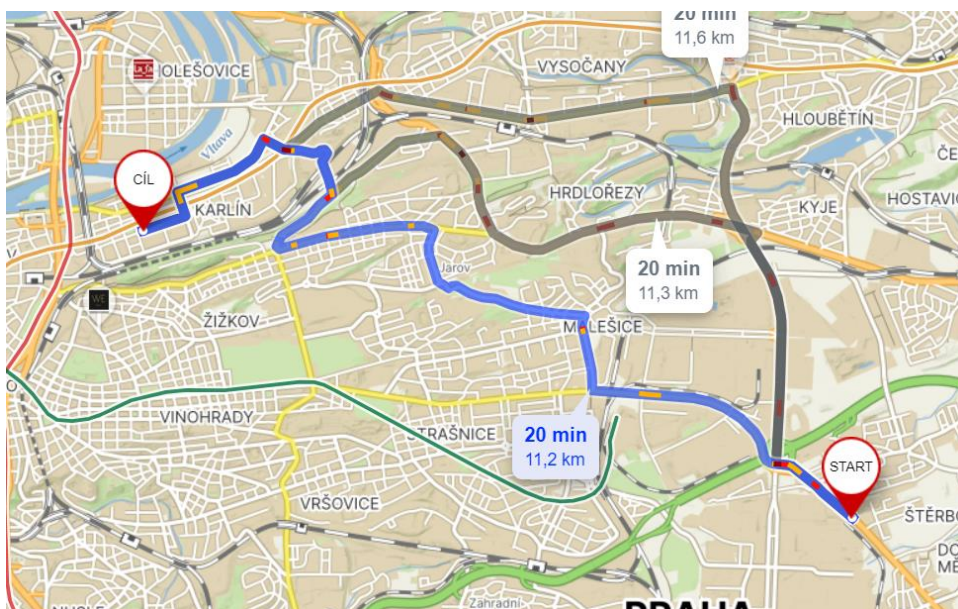
### 3.6.2 Doprava betonářské výztuže

Dodávka betonářské výztuže na stavbu bude prováděna armovnou KONDOR s.r.o., která má v Praze 3 různé pobočky, z nichž lze odebírat.

#### 1. Prodejna Měcholupy

Adresa: Kutnohorská 429, 109 00 Praha 10

Vzdálenost: 11,2 km



Obrázek 24: dopravní trasa z Armovny Měcholupy

Doba jízdy: 20 min

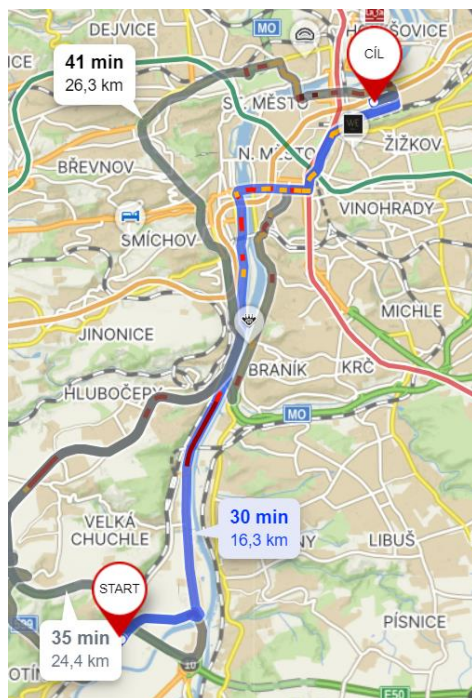
Zdroj: Online. DostupnéZdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4408576&y=50.0662272&z=11>. [cit. 2024-05-18].

## 2. Prodejna Radotín

Adresa: Výpadová 1538, 153 00 Praha 5

Vzdálenost: 16,3 km

Doba jízdy: 30 min



Obrázek 25 dopravní trasa z Armovny Radotín

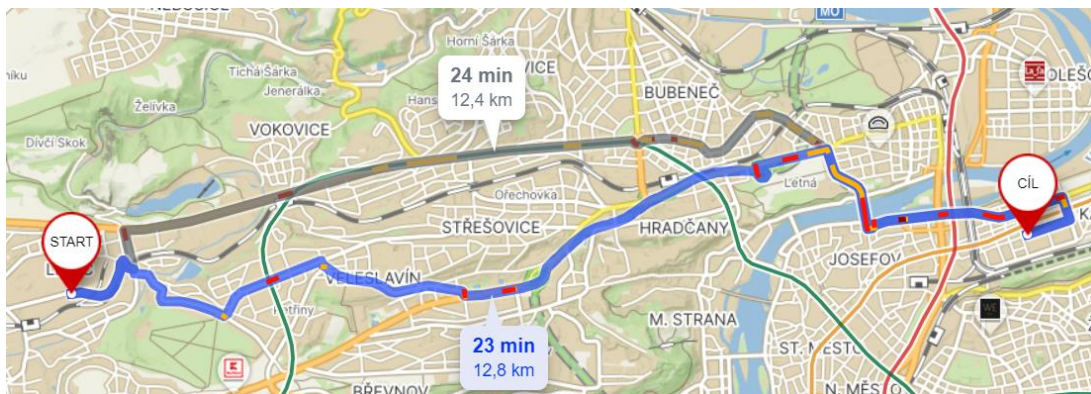
Zdroj: Online. DostupnéZdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4408576&y=50.0662272&z=11>. [cit. 2024-05-18].

## 3. Prodejna Ruzyně

Adresa: U Pioru, 161 00 Praha 6

Vzdálenost: 12,8 km

Doba jízdy: 23 min



Obrázek 26 dopravní trasa z Armovny Ruzyně

Zdroj: Online. DostupnéZdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4408576&y=50.0662272&z=11>. [cit. 2024-05-18].



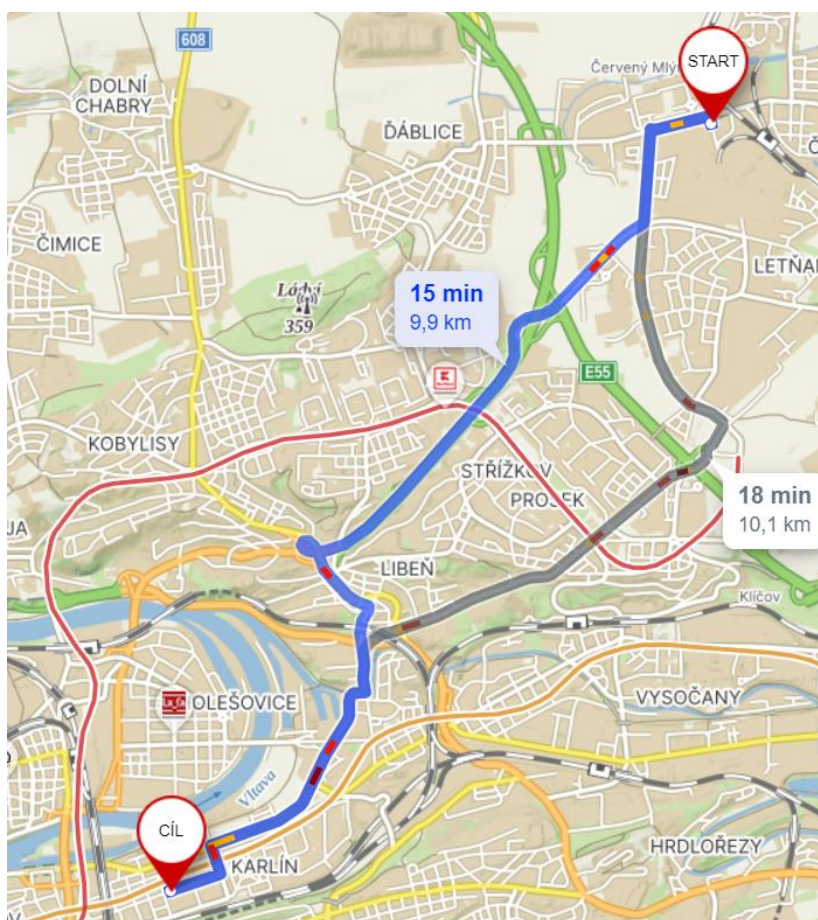
### 3.6.3 Doprava bednění

Doprava stropního, stěnového a sloupového bednění bude zajištěna půjčovnou Česká Doka bednicí technika spol s.r.o.

Adresa: Za Avii 868/1, 196 00 Praha 9 – Čakovice

Vzdálenost: 8,5 km

Doba jízdy: 11-14 min



Obrázek 27 dopravní trasa z půjčovny Doka

Zdroj: Online. DostupnéZdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4408576&y=50.0662272&z=11>. [cit. 2024-05-18].

### 3.6.4 Doprava betonu

Beton zajistí TBG METROSTAV s.r.o.

Adresa: Rohanské nábř. 68, 186 00 Praha 8 – Karlín

Vzdálenost: 1,4 km



Obrázek 28 dopravní trasa z betonárky TBG METROSTAV s.r.o.

Zdroj: Online. DostupnéZdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4408576&y=50.0662272&z=11>. [cit. 2024-05-18].

### 3.6.5 Doprava zeminy

Zemina se bude odvážet na průmyslovou deponii společnosti D&Z spol. s.r.o

Adresa: Průmyslová 566/5, 10800 Praha 10

Vzdálenost: 8,8 km



Obrázek 29 dopravní trasa odvozu zeminy

Zdroj: Online. DostupnéZdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4408576&y=50.0662272&z=11>. [cit. 2024-05-18].

## Zdroje a použitá literatura

[1]

Online.DostupnéZdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4408576&y=50.0662272&z=11>.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Směr postupu výstavby technologických etap 0, 1, 2.....	4
Obrázek 2: Směr postupu výstavby hrubé spodní stavby .....	5
Obrázek 3: výkop stavební jámy 1. hloubkový stav .....	6
Obrázek 4: výstavba vodících zídek.....	7
Obrázek 5: výstavba podzemních stěn.....	8
Obrázek 6: výkop stavební jámy 2. hloubková úroveň .....	9
Obrázek 7: výkop stavební jámy 3. hloubková úroveň .....	10
Obrázek 8: výkop stavební jámy 4. hloubková úroveň .....	11
Obrázek 9: výkop stavební jámy 5. hloubková úroveň .....	12
Obrázek 10: Výkopové práce na dně stavební jámy .....	13
Obrázek 11: Výkop na základovou spáru .....	14
Obrázek 12: postup výstavby základové desky varianta č1 .....	15
Obrázek 13: Postup výstavby základové desky varianta č2 .....	16
Obrázek 14: pracovní záběry stěn 3.PP .....	17
Obrázek 15: pracovní záběry sloupů 3.PP .....	18
Obrázek 16: pracovní záběry stropní konstrukce 3.PP .....	19
Obrázek 17: pracovní záběry stěn 2.PP .....	20
Obrázek 18: pracovní záběry sloupů 2.PP .....	21
Obrázek 19: pracovní záběry stropní konstrukce 2.PP .....	22



Obrázek 20: pracovní záběry stěn 1.PP .....	23
Obrázek 21: pracovní záběry sloupů 1.PP .....	24
Obrázek 22: pracovní záběry stropní konstrukce 2.PP spodní část .....	25
Obrázek 23: pracovní záběry stropní konstrukce 2.PP horní část.....	26
Obrázek 24: dopravní trasa z Armovny Měcholupy.....	27
Obrázek 25 dopravní trasa z Armovny Radotín .....	28
Obrázek 26 dopravní trasa z Armovny Ruzyně .....	28
Obrázek 27 dopravní trasa z půjčovny Doka.....	29
Obrázek 28 dopravní trasa z betonárky TBG METROSTAV s.r.o. ....	30
Obrázek 29 dopravní trasa odvozu zeminy .....	31

### ***Seznam tabulek***

Tabulka 1: směry výstavby etapových procesů.....	4
--	---

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
STAVEBNÍ  
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÝ PROJEKT  
BYTOVÝ DŮM DVA DOMY  
3.7 Návrh strojů**

**2024**

**NGUYEN HUU VIET**

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

## Obsah

Obsah.....	2
OBSAH .....	4
3.7.1 Navrhované strojní sestavy .....	4
3.7.2 Návrh rypadel .....	5
3.7.2.1 Stanovení pracovního cyklu rypadla .....	5
3.7.2.3 Návrh kolového nakladače .....	7
3.7.2.3.1 Stanovení pracovního cyklu nakladače .....	7
3.7.3 Návrh hydraulického drapáku .....	9
3.7.4 Návrh odvozních prostředků .....	10
3.7.4.1 Skladování výkopků a stavební suti .....	10
3.7.4.2 Výpočet odvozního prostředku .....	10
3.7.4.3 Odvozní prostředky pro rypadlo Caterpillar 330 .....	11
3.7.4.4 Odvozní prostředky pro rypadlo Cat 352F LRE.....	12
3.7.4.5 Odvozní prostředky pro hydraulický drapák .....	13
3.7.5 Návrh betonovacích strojů .....	14
3.7.5.1 Betonování milánských zdí .....	14
3.7.5.2 Návrh stacionárního čerpadla .....	15
3.7.5.3 Návrh malé betonářské věže.....	15
3.7.5.4 Návrh velké betonářské věže .....	15
3.7.5.5 Návrh počtu lidí v pracovních četách .....	15
3.7.5.6 Návrh počtu autodomíchávačů .....	17
3.7.5.6.1 Počet autodomíchávačů pro betonování základové desky.....	17
3.7.5.6.2 Počet autodomíchávačů pro betonování stropních konstrukcí .....	18
.....	18

3.7.5.6.3 Počet autodomíchávačů pro betonování sloupů .....	19
3.7.5.6.4 Počet autodomíchávačů pro betonování stěn .....	20
3.7.6 Návrh jeřábu .....	20
3.7.6.1 Posouzení jeřábu z hlediska únosnosti kritických břemen .....	21
Zdroje a použitá literatura.....	23
Seznam obrázků .....	25

## OBSAH

### 3.7.1 Navrhované strojní sestavy

1. Sestava číslo 1

Účel: Demolice stávajícího objektu

Složení: 2 rypadla s hydraulickými kladivy a nůžkami

2. Sestava číslo 2

Účel: Naložení suti a odvoz na skládku

Složení: 2 rypadla s lopatou, nakladač + odvozní prostředky

3. Sestava číslo 3

Účel: Výkopové a svahové práce

Složení: 3 rypadla s vhodnou lopatou, nakladač + odvozní prostředky

4. Sestava číslo 4

Účel: Vodící zídka

Složení: rypadlo, autodomíchávač

5. Sestava číslo 5

Účel: Milánské stěny

Složení: hydraulický drapák, pásový jeřáb, autodomíchávač

6. Sestava číslo 6

Účel: Betonáž základové desky a stropních konstrukcí

Složení: betonovací věže, autodomíchávač, statické čerpadlo

7. Sestava číslo 7

Účel: Betonování betonových stěn a sloupů

Složení: betonovací věž, autodomíchávač, statické čerpadlo, bádie

## 8. Sestava číslo 8

Účel: Vnitrostaveništní doprava

Složení: jeřáb

### 3.7.2 Návrh rypadel

Na stavbě se budou používat dva druhy pásových rypadel Caterpillar 330 a Caterpillar 352F LRE.

#### 3.7.2.1 Stanovení pracovního cyklu rypadla

Hodinový výkon rypadla se vypočte pomocí vzorce pro cyklicky pracující

stroje:  $Q = \frac{3600}{t_c} \cdot k_o \cdot k_{\check{c}} \cdot V \cdot \frac{k_p}{k_n}$  kde:

- $t_c$  – trvání teoretického pracovního cyklu (s)
- $V$  – objem lopaty rypadla ( $m^3$ )
- $k_o$  – koeficient pro přepočítání na rostlý stav zeminy
- $k_{\check{c}}$  – koeficient zohledňující časové, technické, pracovní a organizační překážky
- $k_n$  – koeficient přepočtu objemu na rostlý vztah
- $k_p$  – koeficient plnění

Výpočet hodinového výkonu pásového rypadla Caterpillar 330 pro výkopové práce s naložením odkopávky do nákladního automobilu nebo odložení vykopávky ke kraji stavební jámy. Zvolení koeficientů:

- $t_c$  – výpočet  $t_c = t_{r\acute{y}p} + 2 \cdot t_{tot} + t_{vys}$  kde:
  - $t_{r\acute{y}p}$ : doba rypání a nabírání lopaty rypadla = 2-5 s
  - $t_{tot}$ : doba otočení rypadla o  $90^\circ = 4-7$  s
  - $t_{vys}$ : doba vysypání do odvozního prostředku 2 s
  - $t_c = t_{r\acute{y}p} + 2 \cdot t_{tot} + t_{vys} = 5 + 2 \cdot 7 + 2 = 21$  s
- $V$  – objem lopaty rypadla =  $1,18 m^3$

- $k_0$  – koeficient pro přepočítání na rostlý stav zeminy se vybral na základě třídy rozpojitelnosti, zemina se považuje za průměrnou, tedy 0,75
- $k_\xi$  – koeficient zohledňující časové, technické, pracovní a organizační překážky se odhadl s ohledem na přesuny a hodinovou pauzu na oběd = 0,75
- $k_n$  – koeficient přepočtu objemu na rostlý vztah se stanovuje pomocí třídy výkopové horniny. Na základě geologického průzkumu převládá břidlice, tedy hornina s třídou těžitelnosti 5.  $k_n = 1,31$
- $k_p$  – koeficient plnění, součinitel plnění hloubkové lopaty, určí se na základě lopaty a zeminy, břidlice se řadí mezi tuhé jíly.  $k_p = 0,85$

$$Q = \frac{3600}{21} \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot \frac{0,85}{1,31} = 73,83 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0205 \text{ m}^3/\text{s}$$

Z výkonu lze stanovit strojhodinu pásového rypadla Caterpillar 330 za pomocí vzorce  $Sh = 1/Q = 1/73,83 = 0,0135$ .

Výpočet hodinového výkonu pásového rypadla Caterpillar 352F LRE s prodlouženým dosahem pro svislý přesun výkopů ze dna stavební jámy. Zvolení koeficientů:

- $t_c$  – výpočet  $t_c = t_{r\acute{y}p} + 2 \cdot t_{tot} + t_{vys}$  kde:
  - $t_{r\acute{y}p}$ : doba rýpání a nabírání lopaty rypadla = 35-40 s
  - $t_{tot}$ : doba otočení rypadla o  $90^\circ = 4-7$  s
  - $t_{vys}$ : doba vysypání do odvozního prostředku 2 s
  - $t_c = t_{r\acute{y}p} + 2 \cdot t_{tot} + t_{vys} = 40 + 2 \cdot 5 + 2 = 52$  s
- $V$  – objem lopaty rypadla =  $1,76 \text{ m}^3$
- $k_0$  – koeficient pro přepočítání na rostlý stav zeminy se vybral na základě třídy rozpojitelnosti, zemina se považuje za průměrnou, tedy 0,75

$k_\xi$  – koeficient zohledňující časové, technické, pracovní a organizační překážky se odhadl s ohledem na přesuny a hodinovou pauzu na oběd = 0,75

- $k_n$  – koeficient přepočtu objemu na rostlý vztah se stanovuje pomocí třídy výkopové horniny. Na základě geologického průzkumu převládá břidlice, tedy hornina s třídou těžitelnosti 5.  $k_n = 1,31$
- $k_p$  – koeficient plnění, součinitel plnění hloubkové lopaty, určí se na základě lopaty a zeminy, břidlice se řadí mezi tuhé jíly.  $K_p = 0,85$

$$Q = \frac{3600}{52} \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 1,19 \cdot \frac{0,85}{1,31} = 30,07 \text{ m}^3/\text{h} = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$$

Z výkonu lze stanovit strojhodinu pásového rypadla Caterpillar 352F LRE za pomoci vzorce  $Sh = 1/Q = 1/25,219 = 0,0325$ .

### 3.7.2.3 Návrh kolového nakladače

Nakladač CAT 966M bude sloužit pro přepravu vytěžené zeminy ve stavební jámě k okraji, aby rypadlo s prodlouženým dosahem dosáhlo na zeminu a mohlo ji vybírat nahoru.

#### 3.7.2.3.1 Stanovení pracovního cyklu nakladače

Hodinový výkon nakladače se vypočte za pomoci vzorce pro cyklicky pracující stroje:  $Q = \frac{3600}{t_c} \cdot k_o \cdot k_{\check{c}} \cdot V \cdot \frac{k_p}{k_n}$  kde:

- $t_c$  – trvání teoretického pracovního cyklu (s)
- $V$  – objem lopaty nakladače ( $\text{m}^3$ )
- $k_o$  – koeficient pro přepočet na rostlý stav zeminy
- $k_{\check{c}}$  – koeficient zohledňující časové, technické, pracovní a organizační překážky
- $k_n$  – koeficient přepočtu objemu na rostlý vztah
- $k_p$  – koeficient plnění

Výpočet hodinového výkonu kolového nakladače pro přemístění výkopku k okraji stavební jámy. Zvolení koeficientů:

- $t_c$  – výpočet  $t_c = t_{\text{nal}} + 2 \cdot t_{\text{tot}} + t_{\text{přem}} + t_{\text{vys}} + t_{\text{zp}}$  kde:
  - $t_{\text{nal}}$ : doba nabírání lopaty nakladače = 15,2 s
  - $t_{\text{tot}}$ : doba otočení otočení o  $180^\circ = 12$  s



- $t_{\text{přem}}$ : doba přemístění s plně naloženou lopatou, nejdelší vzdálenost, kterou urazí nakladač ve stavební jámě  $s_1 = 51$  m, kolový nakladač pojede rychlostí  $v_1 = 1,39$  m/s,  $t_{\text{přem}} = \frac{s_1}{v_1} = \frac{51}{1,39} = 36,69$  s
- $t_{\text{vys}}$ : doba vysypání do odvozního prostředku 2 s
- $t_{\text{tot}}$ : doba otočení o  $180^\circ = 12$  s
- $t_{\text{zp}}$ : doba přemístění s prázdnou lopatou, nejdelší vzdálenost, kterou urazí nakladač ve stavební jámě  $s_1 = 51$  m, kolový nakladač pojede rychlostí  $v_2 = 2$  m/s,  $t_{\text{zp}} = \frac{s_2}{v_2} = \frac{51}{2} = 25,5$  s
- $t_c = t_{\text{nal}} + 2 \cdot t_{\text{tot}} + t_{\text{přem}} + t_{\text{vys}} + t_{\text{zp}} = 15,2 + 2 \cdot 12 + 2 + 25,5 = 66,7$
- $V$  – objem lopaty rypadla =  $4,4$  m<sup>3</sup>
- $k_0$  – koeficient pro přepočítání na rostlý stav zeminy se vybral na základě třídy rozpojitelosti, zemina se považuje za průměrnou, tedy 0,75
- $k_\zeta$  – koeficient zohledňující časové, technické, pracovní a organizační překážky se odhadl s ohledem na přesuny a hodinovou pauzu na oběd = 0,75
- $k_n$  – koeficient přepočtu objemu na rostlý vztah se stanovuje pomocí třídy výkopové horniny. Na základě geologického průzkumu převládá břidlice, tedy hornina s třídou těžitelnosti 5.  $k_n = 1,31$
- $k_p$  – koeficient plnění, součinitel plnění lopaty, určí se na základě lopaty a zeminy, břidlice se řadí mezi tuhé jíly.  $k_p = 0,85$

$$Q = \frac{3600}{66,7} \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 4,4 \cdot \frac{0,85}{1,31} = 86,677 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0241 \text{ m}^3/\text{s}$$

Z výkonu lze stanovit strojhodinu kolového nakladače CAT 920 za pomoci vzorce  $Sh = 1/Q = 1/86,677 = 0,01153$ .

### 3.7.3 Návrh hydraulického drapáku

Hydraulický drapák HSG 5-18 se pověsí na pásový jeřáb HS 8130. Hydraulický drapák pracuje na stejném principu jako rypadlo, také se jedná o cyklicky pracující stroj, tudíž způsob pro vypočtení hodinového výkonu bude stejný.

Výpočet hodinového výkonu hydraulického drapáku. Zvolení koeficientů:

- $t_c$  – výpočet  $t_c = t_{výk} + t_{odk} + 2 \cdot t_{toč} + t_{vys}$  kde:
  - $t_{výk}$ : doba spouštění, těžení a vytažení = 40 s
  - $t_{odk}$ : doba odkopávání výkopku = 30 s
  - $t_{toč}$ : doba otočení drapáku o  $90^\circ$  = 15 s
  - $t_{vys}$ : doba vysypání do odvozního prostředku a uzavření drapáku = 20 s
  - $t_c = 40 + 30 + 15 + 20 = 105$  s
- $V$  – objem hydraulického drapáku =  $0,78 \text{ m}^3$
- $k_o$  – koeficient pro přepočet na rostlý stav zeminy se vybral na základě třídy rozpojitelosti, zemina se považuje za průměrnou, tedy 0,75
- $k_z$  – koeficient zohledňující časové, technické, pracovní a organizační překážky se odhadl s ohledem na přesuny a hodinovou pauzu na oběd = 0,75
- $k_n$  – koeficient přepočtu objemu na rostlý vztah se stanovuje pomocí třídy výkopové horniny. Na základě geologického průzkumu převládá břidlice, tedy hornina s třídou těžitelnosti 5.  $k_n = 1,31$
- $k_p$  – koeficient plnění, součinitel plnění hloubkové lopaty, určí se na základě lopaty a zeminy, břidlice se řadí mezi tuhé jíly.  $K_p = 0,85$

$$Q = \frac{3600}{105} \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 0,78 \cdot \frac{0,85}{1,31} = 9,76 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0027 \text{ m}^3/\text{s}$$

Z výkonu lze stanovit strojhodinu hydraulického drapáku za pomoci vzorce  $Sh = 1/Q = 1/9,76 = 0,102$ .

### 3.7.4 Návrh odvozních prostředků

Potřebný počet odvozních prostředků se navrhuje tak, aby nebyl ovlivněn výkon obsluhovaného stroje. Jako odvozní prostředek se využívá Tatra Phoenix Euro 6 s 18 m<sup>3</sup> sklápěcí korbou, s maximální rychlostí 88 km/h, s rychlostí 70 km/h s plným nákladem na korbě a rychlostí 3 km/h v terénu.

#### 3.7.4.1 Skladování výkopků a stavební suti

Z důvodu lokality výstavby bytového komplexu v zástavbě, kde je minimální prostor pro uložení výkopů a suti, se veškeré vykopávky a sutě odvázejí rovnou na deponii mimo stavbu.

Byla zvolena průmyslová deponie společnosti D&Z spol. s r.o. se sídlem na adrese Průmyslová 566/5, 10800 Praha 10 se vzdáleností 10,4 km od místa stavby. Třetina cesty vede na úseku s omezenou rychlostí 50 km/h a druhá třetina cesty má omezenou rychlost na 80 km/h.

#### 3.7.4.2 Výpočet odvozního prostředku

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s),

kde

- $t_1$  – čas nakládky rypadlem =  $\frac{V_{korby}}{Q_{ryp}}$  (s)
- $t_2$  – čas cesty naloženého prostředku na stavbě =  $\frac{s_2}{v_2}$  (s)
- $t_3$  – čas naloženého prostředku mimo stavbu =  $\frac{s_3}{v_3}$  (s)
- $t_4$  – čas vykládky (s)
- $t_5$  – čas prázdného prostředku zpět na stavbu =  $\frac{s_5}{v_5}$  (s)
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{s_6}{v_6}$  (s)

$V_{korby}$  je 18 m<sup>3</sup>,  $Q_{ryp}$  je výkon rypadla v m<sup>3</sup>/s,  $s$  jsou vzdálenosti jednotlivých úseků na trase na skládku a zpět,  $v$  jsou rychlosti na jednotlivých úsecích.

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c$ , se určí jako 20 % z celkového času cyklu.

$$\text{Čas využití za hodinu } T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600$$

$$\text{Počet potřebných cyklů za hodinu } p_{\text{cykl}} = \frac{T_e}{T_c}$$

$$\text{Počet potřebných odvozních prostředků } n_{\text{odv}} = \frac{Q_{\text{ryp}}}{p_{\text{cykl}} \cdot v_{\text{korby}}}$$

### 3.7.4.3 Odvozní prostředky pro rypadlo Caterpillar 330

Vzdálenost, kterou urazí naložené nákladní auto od místa naložení rypadlem do místa vjezdu na silniční komunikaci, se odhaduje na 200 m.  $Q_{\text{ryp}} = 73,83 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0205 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s),  
kde

- $t_1$  – čas nakládky rypadlem =  $\frac{18}{0,0205} = 878,048 \text{ s}$
- $t_2$  – čas cesty naloženého prostředku na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67 \text{ s}$
- $t_3$  – čas naloženého prostředku mimo stavbu =  $\frac{3400}{13,89} + \frac{7000}{19,44} = 604,86 \text{ s}$
- $t_4$  – čas vykládky 15 s
- $t_5$  – čas prázdného prostředku zpět na stavbu =  $\frac{3400}{13,89} + \frac{7000}{22,22} = 559,81 \text{ s}$
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67 \text{ s}$

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 878,048 + 66,67 + 604,86 + 15 + 559,81 + 66,67 = 2191,058 \text{ s}$

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c = 0,2 \cdot 2191,058 = 438,21 \text{ s}$

$$\text{Čas využití za hodinu } T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600 = \frac{2191,058}{2191,058 + 438,21} \cdot 3600 = 3000 \text{ s}$$

$$\text{Počet potřebných cyklů za hodinu } p_{\text{cykl}} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{3000}{2191,058} = 1,37 \text{ cyklů/hodina}$$

$$\text{Počet potřebných odvozních prostředků } n_{\text{odv}} = \frac{Q_{\text{ryp}}}{p_{\text{cykl}} \cdot v_{\text{korby}}} = \frac{73,83}{1,37 \cdot 18} =$$

2,99 počet potřebných prostředků pro plynulý odvoz zeminy a sutě je 3 nákladní automobily za hodinu

### 3.7.4.4 Odvozní prostředky pro rypadlo Cat 352F LRE

Vzdálenost, kterou urazí naložené nákladní auto od místa naložení rypadlem do místa vjezdu na silniční komunikaci, se odhaduje na 200 m.  $Q_{ryp} = 30,07 \text{ m}^3/\text{h} = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s),  
kde

- $t_1$  – čas nakládky rypadlem =  $\frac{18}{0,008} = 2250 \text{ s}$
- $t_2$  – čas cesty naloženého prostředku na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67 \text{ s}$
- $t_3$  – čas naloženého prostředku mimo stavbu =  $\frac{3400}{13,89} + \frac{7000}{19,44} = 604,86 \text{ s}$
- $t_4$  – čas vykládky 15 s
- $t_5$  – čas prázdného prostředku zpět na stavbu =  $\frac{3400}{13,89} + \frac{7000}{22,22} = 559,81 \text{ s}$
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67 \text{ s}$

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 2250 + 66,67 + 604,86 + 15 + 559,81 + 66,67 = 3563,01 \text{ s}$

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c = 0,2 \cdot 3884,44 = 712,602 \text{ s}$

Čas využití za hodinu  $T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600 = \frac{3563,01}{3563,01 + 712,602} \cdot 3600 = 3000 \text{ s}$

Počet potřebných cyklů za hodinu  $p_{cykl} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{3000}{3563,01} = 0,842 \text{ cyklů/hodina}$

Počet potřebných odvozních prostředků  $n_{odv} = \frac{Q_{ryp}}{p_{cykl} \cdot v_{korby}} = \frac{30,07}{0,842 \cdot 18} = 1,98$  počet potřebných prostředků pro plynulý odvoz zeminy a sutě je 2 nákladní auta za hodinu

### 3.7.4.5 Odvozní prostředky pro hydraulický drapák

Vzdálenost, kterou urazí naložené nákladní auto od místa naložení hydraulickým drapákem do místa vjezdu na silniční komunikaci, se odhaduje na 200 m.  $Q_{\text{drap}} = 9,76 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0027 \text{ m}^3/\text{s}$

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s),  
kde

- $t_1$  – čas nakládky rypadlem =  $\frac{18}{0,0027} = 6666,67 \text{ s}$
- $t_2$  – čas cesty naloženého prostředku na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67 \text{ s}$
- $t_3$  – čas naloženého prostředku mimo stavbu =  $\frac{3400}{13,89} + \frac{7000}{19,44} = 604,86 \text{ s}$
- $t_4$  – čas vykládky 15 s
- $t_5$  – čas prázdného prostředku zpět na stavbu =  $\frac{3400}{13,89} + \frac{7000}{22,22} = 559,81 \text{ s}$
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67 \text{ s}$

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 6666,67 + 66,67 + 604,86 + 15 + 559,81 + 66,67 = 7979,68 \text{ s}$

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c = 0,2 \cdot 7979,68 = 1595,936 \text{ s}$

Čas využití za hodinu  $T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600 = \frac{7979,68}{7979,68 + 1595,936} \cdot 3600 = 3000 \text{ s}$

Počet potřebných cyklů za hodinu  $p_{\text{cykl}} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{3000}{7979,68} = 0,376 \text{ cyklů/hodina}$

Počet potřebných odvozních prostředků  $n_{\text{odv}} = \frac{Q_{\text{drap}}}{p_{\text{cykl}} \cdot v_{\text{korby}}} = \frac{9,76}{0,376 \cdot 18} = 1,44$  -

počet potřebných prostředků pro plynulý odvoz zeminy je 2 nákladní auta za hodinu

### 3.7.5 Návrh betonovacích strojů

Kvůli lokalitě výstavby bytového komplexu v zástavbě, kde nebyl prostor pro využití betonové pumpy, se musely navrhnout alternativní metody pro betonování. Na stavbě byly zřízeny dvě velké betonovací věže s otočnými rameny a menší konstrukce se betonovala za pomoci bádie.

#### 3.7.5.1 Betonování milánských zdí

Betonování milánských stěn probíhá za pomoci přímého vlévání betonu z autodomíchávače. Jakmile se výkop vytěží, naplní se bentonitovou suspenzí, aby nedošlo k jeho porušení. Po osazení armokoše lze začít s přípravou na betonování. Do výkopu se vloží kontraktor dosahující až na dno rýhy, do nich se pak vlévá beton z autodomíchávače. Těžší beton vytlačuje bentonit, ten se průběžně čerpá do bentonitového hospodářství, kde se zrecykluje. Betonáž vždy probíhá bez přerušení. Kontraktory se postupně vytahují nahoru společně se zvedající s hladinou betonu.

Nejdelší záběr podzemních zdí je dlouhý 2,7 m o šířce 0,6 m a hloubce 11,6 m, tedy potřebný objem betonu bude 18,792 m<sup>3</sup>. Autodomíchávač má objem bubnu 8 m<sup>3</sup>, výpočet pro určení počtu autodomíchávačů pro plynulou betonáž je:

- počet potřebných autodomíchávačů:  $n = \frac{18,792}{8} = 2,349 \cong 3$
- čas vykládky betonu = 1 h
- první vlna betonování 2 autodomíchávače, druhá vlna 1
- $Nh = \frac{1}{Q} = \frac{1}{2 \cdot 8} = 0,0625$

Za pomoci výpočtu se zjistilo, že pro vybetonování podzemní stěny je zapotřebí 3 plně naložených autodomíchávačů. Betonáž se rozdělí na dvě vlny, a to z manipulačních důvodů.

### **3.7.5.2 Návrh stacionárního čerpadla**

Doprava betonu do samotných betonovacích věží probíhá za pomoci výkonného stacionárního čerpadla a vysokotlakých ocelových trubek uchycených ke konstrukci. Na stavbě se bude používat stacionární pumpa Putzmeister BSA 2111 HP E s dopravním výkonem 105 m<sup>3</sup>/h. Jejich počet a umístění se bude lišit podle etap výstavby.

### **3.7.5.3 Návrh malé betonářské věže**

Malá betonářská věž Putzmeister RV 7 se využije pouze pro výstavbu základu pro jeřáb. Za pomoci autojeřábu se umístí na dno stavební jámy na předem položené betonové panely. Slouží pouze pro betonáž základů pro jeřáb, poté se opět za pomoci autojeřábu vytáhne.

### **3.7.5.4 Návrh velké betonářské věže**

Na stavbě se vybudují celkem dvě betonářské věže Putzmeister MXR 35-4. Postaví se na základové desce a budou sloužit pro urychlení betonování základové desky, podkladní vrstvy, stěn a stropních desek. Umístění věží je přesně znázorněno ve výkresech zařízení staveniště.

### **3.7.5.5 Návrh počtu lidí v pracovních čtách**

Výkonová pracnost betonových prací závisí na pracovním výkonu dělníků, kteří beton zpracovávají, a také na typu betonované konstrukce. Normohodiny jednoho pracovníka při betonování:

- základové desky  $N_h = 0,292$
- stropních konstrukcí  $N_h = 0,35$
- sloupů  $N_h = 1,361$
- ŽB stěn  $N_h = 0,262$
- stěn z prostého betonu  $N_h = 0,562$



- jedna pracovní směna odpovídá  $T_c = 8\text{h}$

*Pozn. Hodnoty převzaty z programu KROS4 2024 studentská verze*

Největší záběr při betonování základové desky má  $383,9\text{ m}^3$ .

- potřebný čas pro zpracování:  $T_{zprac} = V \cdot N_h = 383,9 \cdot 0,292 = 112\text{ h}$
- počet dělníků, aby se daný objem zpracoval za jeden pracovní den

$$n_{prac} = \frac{T_{zprac}}{T_c} = \frac{112}{8} = 14 \cong 14 \text{ pracovníků, aby se záběr stihl za jeden pracovní den.}$$

Při betonáži základové desky budou spolupracovat dvě pracovní čety, každá o 8 lidech (7 pracovníků zpracovává beton, 1 obsluhuje betonovací věž).

Největší záběr při betonování stropních konstrukcí má  $237,5\text{ m}^3$

- potřebný čas pro zpracování:  $T_{zprac} = V \cdot N_h = 237,5 \cdot 0,35 = 83,125\text{ h}$
- počet dělníků, aby se daný objem zpracoval za jeden pracovní den

$$n_{prac} = \frac{T_{zprac}}{T_c} = \frac{83,125}{8} = 10,39 \cong 11 \text{ dělníků, aby se záběr stihl za jeden pracovní den.}$$

Při betonáži stropní desky budou spolupracovat dvě pracovní čety, každá o 7 lidech (6 pracovníků zpracovávajících beton, 1 obsluhující betonovací věž).

Největší záběr při betonování sloupů má  $7,695\text{ m}^3$

- potřebný čas pro zpracování:  $T_{zprac} = V \cdot N_h = 7,695 \cdot 1,361 = 10,47\text{ h}$
- počet dělníků, aby se daný objem zpracoval za jeden pracovní den

$$n_{prac} = \frac{T_{zprac}}{T_c} = \frac{10,47}{8} = 1,309 \cong 2 \text{ dělníci, aby se záběr stihl za jeden pracovní den.}$$

Při betonáži sloupů bude pracovat jedna četa o 3 lidech (2 dělníci zpracovávají beton, 1 obsluhuje betonovací věž).

Největší záběr při betonování stěn má 64,871 m<sup>3</sup>

- potřebný čas pro zpracování daného objemu  $T_{zprac} = \frac{64,871}{4,13} = 15,7$  h
- počet dělníků, aby se daný objem zpracoval za jeden pracovní den  
 $n_{prac} = \frac{T_{zprac}}{T_c} = \frac{15,7}{4,59} = 3,42 \cong 4$  dělníci, aby se záběr stihl za jeden pracovní den.
- $Nh = \frac{1}{Q} = \frac{1}{4 \cdot 3,42} = 0,135$

Při betonáži stěn budou spolupracovat dvě pracovní čety každá o 3 lidech (2 dělníci zpracovávají beton, 1 obsluhuje betonovací věž), každá bude obsluhovat svoji betonovací věž.

### 3.7.5.6 Návrh počtu autodomíchávačů

Maximální výkon stacionárního čerpadla je 105 m<sup>3</sup>/h. Dosáhnout takového čísla je však nereálné z důvodu pracovního výkonu při zpracování betonu člověkem. Výkon se liší od typu betonované konstrukce. Předpokládá se, že z betonárky budou jezdit autodomíchávače s objem bubnu o 9 m<sup>3</sup>. Rychlost čerpání betonu bude odpovídat pracovní potřebě dané čety.

Nejbližší betonárka (Betonárna Praha – Rohanské nábřeží) se nachází ve vzdálenosti 1,4 km od staveniště. Na celém úseku je omezena rychlost na 50 km/h. Trasa na stavbě je zhruba 200 m dlouhá, zde se bude stroj pohybovat rychlostí 3 m/s. Výpočet potřebného počtu autodomíchávačů je obdobný výpočtu pro výpočet potřebného počtu odvozních prostředků.

#### 3.7.5.6.1 Počet autodomíchávačů pro betonování základové desky

Čas pracovního cyklu autodomíchávačů:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s), kde

- $t_1$  – čas vykládky =  $\frac{V_{bubnu}}{Q_{zprac}} \cdot 3600 = \frac{8}{6 \cdot 3,42} \cdot 3600 = 1403,5$  s
- $t_2$  – čas prázdného prostředku na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s
- $t_3$  – čas prázdného prostředku do betonárky =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s

- $t_4$  – čas nakládky v betonárně 300 s
- $t_5$  – čas naloženého prostředku zpět na stavbu =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 1403,5 + 66,67 + 604,86 + 300 + 604,86 + 66,67 = 3046,56$  s

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c = 0,2 \cdot 3046,56 = 609,312$  s

Čas využití za hodinu  $T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600 = \frac{3046,56}{3046,56 + 609,312} \cdot 3600 = 3000$  s

Počet potřebných cyklů za hodinu  $p_{\text{cykl}} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{3000}{3046,56} = 0,985$  cyklů/hodina

Počet potřebných odvozních prostředků  $n_{\text{odv}} = \frac{Q_{\text{zprac}}}{P_{\text{cykl}} \cdot V_{\text{bub}}} = \frac{6 \cdot 3,42}{0,985 \cdot 8} = 2,6 \cong 3$

autodomíchávače za hodinu je potřebný počet pro plynulé betonování jednou betonářskou věží. Celkem je potřeba 6 autodomíchávačů za hodinu.

### 3.7.5.6.2 Počet autodomíchávačů pro betonování stropních konstrukcí

Čas pracovního cyklu autodomíchávačů:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s), kde

- $t_1$  – čas vykládky =  $\frac{V_{\text{bubnu}}}{Q_{\text{zprac}}} \cdot 3600 = \frac{8}{10 \cdot 2,85} \cdot 3600 = 1010,53$  s
- $t_2$  – čas prázdného prostředku na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s
- $t_3$  – čas prázdného prostředku do betonárky =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s
- $t_4$  – čas nakládky v betonárně 300 s
- $t_5$  – čas naloženého prostředku zpět na stavbu =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 1010,53 + 66,67 + 604,86 + 300 + 604,86 + 66,67 = 2653,59$  s

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c = 0,2 \cdot 2653,59 = 630,718$  s

Čas využití za hodinu  $T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600 = \frac{2653,59}{2653,59 + 630,718} \cdot 3600 = 3000$  s

$$\text{Počet potřebných cyklů za hodinu } p_{\text{cykl}} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{3000}{2653,59} = 1,13 \text{ cyklů/hodina}$$

$$\text{Počet potřebných odvozních prostředků } n_{\text{odv}} = \frac{Qzprac}{P_{\text{cykl}} \cdot Vbub} = \frac{10 \cdot 2,85}{1,13 \cdot 8} = 3,15 \cong 4$$

autodomíchávače za hodinu je potřebný počet pro plynulé betonování jednou betonářskou věží. Celkem je potřeba 8 autodomíchávačů za hodinu.

### 3.7.5.6.3 Počet autodomíchávačů pro betonování sloupů

Čas pracovního cyklu autodomíchávačů:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s), kde

- $t_1$  – čas vykládky =  $\frac{Vbubnu}{Qzprac} \cdot 3600 = \frac{8}{2 \cdot 0,88} \cdot 3600 = 16\,363,64$  s
- $t_2$  – čas prázdného prostředku na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s
- $t_3$  – čas prázdného prostředku do betonárky =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s
- $t_4$  – čas nakládky v betonárně 300 s
- $t_5$  – čas naloženého prostředku zpět na stavbu =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 16363,64 + 66,67 + 604,86 + 300 + 604,86 + 66,67 = 18\,006,7$  s

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c = 0,2 \cdot 18006,7 = 3601,34$  s

$$\text{Čas využití za hodinu } T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600 = \frac{18006,7}{18006,7 + 3601,34} \cdot 3600 = 3000 \text{ s}$$

$$\text{Počet potřebných cyklů za hodinu } p_{\text{cykl}} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{3000}{18006,7} = 0,167 \text{ cyklů/hodina}$$

$$\text{Počet potřebných odvozních prostředků } n_{\text{odv}} = \frac{Qzprac}{P_{\text{cykl}} \cdot Vbub} = \frac{2 \cdot 0,88}{0,167 \cdot 8} = 1,32 \cong 2$$

autodomíchávače za hodinu je potřebný počet pro plynulé betonování jednou betonářskou věží.

### 3.7.5.6.4 Počet autodomíchávačů pro betonování stěn

Čas pracovního cyklu autodomíchávačů:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$  (s), kde

- $t_1$  – čas vykládky =  $\frac{V_{bubnu}}{Q_{zprac}} \cdot 3600 = \frac{8}{4 \cdot 4,13} \cdot 3600 = 1743,34$  s
- $t_2$  – čas prázdného prostředku na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s
- $t_3$  – čas prázdného prostředku do betonárky =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s
- $t_4$  – čas nakládky v betonárně 300 s
- $t_5$  – čas naloženého prostředku zpět na stavbu =  $\frac{1400}{13,89} = 604,86$  s
- $t_6$  – čas cesty na výchozí pozici na stavbě =  $\frac{200}{3} = 66,67$  s

Čas pracovního cyklu pro odvozní prostředek:  $T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 1743,34 + 66,67 + 604,86 + 300 + 604,86 + 66,67 = 3386,4$  s

Čas ztrát  $T_z = 0,2 \cdot T_c = 0,2 \cdot 3386,4 = 677,28$  s

Čas využití za hodinu  $T_e = \frac{T_c}{T_c + T_z} \cdot 3600 = \frac{3386,4}{3386,4 + 677,28} \cdot 3600 = 3000$  s

Počet potřebných cyklů za hodinu  $p_{cykl} = \frac{T_e}{T_c} = \frac{3000}{3386,4} = 0,89$  cyklů/hodina

Počet potřebných odvozních prostředků  $n_{odv} = \frac{Q_{zprac}}{p_{cykl} \cdot V_{bub}} = \frac{4 \cdot 4,13}{0,89 \cdot 8} = 2,32 \cong 3$

autodomíchávače za hodinu je potřebný počet pro plynulé betonování jednou betonářskou věží. Celkem je potřeba 6 autodomíchávačů za hodinu.

### 3.7.6 Návrh jeřábu

Jeřáb na stavbě je velmi důležitý a musí se postavit co nejrychleji, a to z důvodu dispozice staveniště a místa výstavby, aby se mohlo pokračovat s výstavbou dalších etap. Jeřáb se primárně využívá pro přenos materiálu, bednění, výztuže a betonování za pomoci bádie.

Návrh jeřábu:

- Minimální výška jeřábu = výška budovy + manipulační výška + výška břemene + výška návěsu
- Výška budovy: 40,3 m i se suterénem

- Manipulační výška: 2 m
- Výška břemene: 0,5 m
- Výška návěsu: 1 m
- Minimální výška jeřábu =  $40,3 + 2 + 0,5 + 1 = 43,8$  m

Požadavky na návrh jeřábu

- Min. výška 43,8 m
- Vzdálenost kritického břemene 20 m
- Nosnost při vzdálenosti kritického břemene 2,2 t
- Dosah jeřábu min 36 m

Návrh jeřábu Liebherr 125 EC – B6

- Výška výložníku 51,7 m
- Dosah jeřábu 35 m
- Nosnost jeřábu na konci výložníku 3,5 t

### 3.7.6.1 Posouzení jeřábu z hlediska únosnosti kritických břemen

Navržený jeřáb se musí posoudit z hlediska, zda dokáže zvednout kritická břemena a dopravit je na určená místa na stavbě.

Zvolená kritická břemena:

#### 1) Prefabrikované rameno schodiště

Hmotnost: 2,7 t

Vzdálenost: 31 m, vzdálenost odpovídá maximálnímu dosahu při vyzvednutí břemene z nákladního automobilu

Výsledek posouzení: vyhovuje

#### 2) Plná betonovací bádie

Hmotnost: beton + vlastní hmotnost =  $2\,500 + 420 = 2\,920$  kg = 2,92 t

Vzdálenost: 30 m, nejvzdálenější betonovací úsek

Výsledek posouzení: vyhovuje

### 3) Bednicí sestava zdí

Hmotnost: největší sestava bude dlouhá 10 m a vysoká 3,3 m, m = 2,62t

Vzdálenost: 30 m, nejvzdálenější betonovací úsek

Výsledek posouzení: vyhovuje

### 4) Paleta zdiva

Hmotnost: Porotherm 25, m = 910 kg

Vzdálenost: 31 m, vzdálenost odpovídá maximálnímu dosahu při vyzvednutí břemene z nákladního automobilu

Výsledek posouzení: vyhovuje

### 5) Paleta lepidla

Hmotnost: 1.05t

Vzdálenost: 31 m, vzdálenost odpovídá maximálnímu dosahu při vyzvednutí břemene z nákladního automobilu

Výsledek posouzení: vyhovuje

#### LM 1

m	r	m	t	m															
				20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0	47,5	50,0	52,5	55,0	58,0
58,0 (r=59,6)	2,6-16,8	6	4,99	4,39	3,91	3,52	3,19	2,90	2,66	2,45	2,27	2,10	1,96	1,82	1,71	1,60	1,50	1,40	
55,0 (r=56,6)	2,6-17,3	6	5,16	4,56	4,07	3,67	3,33	3,04	2,79	2,58	2,39	2,22	2,07	1,93	1,81	1,70	1,60		
52,5 (r=54,1)	2,6-18,0	6	5,38	4,76	4,26	3,84	3,49	3,19	2,93	2,71	2,51	2,34	2,18	2,04	1,91	1,80			
50,0 (r=51,6)	2,6-18,7	6	5,60	4,95	4,43	4,00	3,63	3,32	3,06	2,82	2,62	2,44	2,27	2,13	2,00				
47,5 (r=49,1)	2,6-19,1	6	5,72	5,07	4,54	4,10	3,73	3,42	3,14	2,90	2,70	2,51	2,34	2,20					
45,0 (r=46,6)	2,6-19,8	6	5,93	5,26	4,71	4,26	3,88	3,55	3,27	3,02	2,81	2,62	2,45						
42,5 (r=44,1)	2,6-20,3	6	6,00	5,40	4,84	4,38	3,99	3,65	3,36	3,11	2,89	2,70							
40,0 (r=41,6)	2,6-21,0	6	6,00	5,59	5,01	4,53	4,13	3,78	3,48	3,22	3,00								
37,5 (r=39,1)	2,6-21,0	6	6,00	5,59	5,02	4,54	4,14	3,80	3,50	3,25									
35,0 (r=36,6)	2,6-21,0	6	6,00	5,59	5,02	4,54	4,14	3,79	3,50										
32,5 (r=34,1)	2,6-21,0	6	6,00	5,59	5,02	4,54	4,14	3,80											
30,0 (r=31,6)	2,6-21,0	6	6,00	5,59	5,02	4,55	4,15												
27,5 (r=29,1)	2,6-21,0	6	6,00	5,59	5,02	4,55													
25,0 (r=26,6)	2,6-21,0	6	6,00	5,63	5,10														
22,5 (r=24,1)	2,6-21,0	6	6,00	5,70															
20,0 (r=21,6)	2,6-20,0	6	6,00																

Obrázek 1 únosnost jeřábu Liebherr 125EC B6

Zdroj: Technický list Liebherr 125EC B6. Online. Dostupné z: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/7187fae2-f292-49a5-9809-0c94eab28419-2/liebherr-datasheet-125-ec-b-6.pdf](https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/7187fae2-f292-49a5-9809-0c94eab28419-2/liebherr-datasheet-125-ec-b-6.pdf). [cit. 2024-05-11].

## Zdroje a použitá literatura

[1] Přednáška principy a stroje pro zemní práce. Online. ŠULC, Rostislav.

Dostupné z: <http://technologie.fsv.cvut.cz/vyuka/vyucovane-predmety/122TS01/podklady-k-prednaskam/>.

[2] CAT 352F. Online. Dostupné

z: [https://www.youtube.com/watch?v=o51wBFZ6rbw&ab\\_channel=Swanty32e-Machine%26TruckVideosFromNorway](https://www.youtube.com/watch?v=o51wBFZ6rbw&ab_channel=Swanty32e-Machine%26TruckVideosFromNorway).

[2] CAT 352F. Online. Dostupné

z: [https://www.youtube.com/watch?v=Q9CsrDvgeHg&ab\\_channel=Morty%27s](https://www.youtube.com/watch?v=Q9CsrDvgeHg&ab_channel=Morty%27s).

[3] Liebherr HSG855. Online. Dostupné

z: [https://www.youtube.com/watch?v=afoKnx2wEk0&ab\\_channel=DREAMMACHINES](https://www.youtube.com/watch?v=afoKnx2wEk0&ab_channel=DREAMMACHINES).

[4] CAT 966M. Online. Dostupné

z: [https://www.youtube.com/watch?v=hESMa9KzIPM&ab\\_channel=JeanMichelJANUEL](https://www.youtube.com/watch?v=hESMa9KzIPM&ab_channel=JeanMichelJANUEL).

[5] Technický list CAT 330. Online. Dostupné z: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/technick%C3%BD%20list%20rypadla%20CAT.pdf.

[6] Technický list Liebherr 125EC B6. Online. Dostupné z: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/7187fae2-f292-49a5-9809-0c94eab28419-2/liebherr-datasheet-125-ec-b-6.pdf.

[7] Technický list CAT 352F LRE. Online. Dostupné z: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/technick%C3%BD%20list%20hloubkov%C3%A9ho%20rypadla.pdf.



[8] Technický list TATRA PHOENIX Euro 6. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/Technick%C3%BD%20list%20tatra.pdf.

[9] Technický list Liebherr HSG855. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/technick%C3%BD%20list%20drapaku.pdf.

[10] Technický list betonovací věže putzmeister RV7. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/Technick%C3%BD%20list%20mal%C3%A9%20beton%C3%A1%C5%99sk%C3%A9%20v%C4%9B%C5%BEe.pdf.

[11] Technický list betonovací věže putzmeister MXR 35-4. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/betonvac%C3%AD%20v%C4%9B%C5%BE.pdf.

[12] Technický list kolový nakladač CAT 966M. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/kolov%C3%BD%20naklada%C4%8D%20pou%C5%BEit.pdf.

[13] Technický list stacionární pumpy BSA 2111 HP E. Online. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/file:///C:/Users/nguye/Desktop/technick%C3%A9%20listy/stacion%C3%A1rn%C3%AD%20pumpa.pdf.

[14] Betonárna Praha – Rohanské nábřeží, TBG METROSTAV s.r.o. Online. Dostupné z: <https://www.tbg-metrostav.cz/betonarny/praha-rohansky-ostrov/>.

[15] Webber 700. Online. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/1640102590-weber-tmel-700-25kg>.

[16] Cihla Porotherm 25 AKU Z - Akustická. Online. Dostupné

z: <https://www.wienerberger.cz/zdivo-porotherm/produkty/cihly/porotherm-25-aku-z.html>.

[17] Tvárnice Ytong Standard 300. Online. Dostupné

z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/4400900000-ytong-standard-300-tvarnice-p2-400-hl-300x249x599>.

[18] Badie na beton Eichinger 1016.14. Online. Dostupné

z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/3902001114-badie-na-beton-1016-1016-14>.

[19] Stěnové bednění. Online. Dostupné

z: <https://shop.doka.com/shop/cz/cs/stenove-bedneni/ramova-bedneni/framax-xlife/ramovy-prvek-framax-xlife/p/036/>.

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1 únosnost jeřábu Liebherr 125EC B6..... 22