

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Pacák** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **458831**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Management a ekonomika ve stavebnictví**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Dopravní a manipulační zařízení na stavbě

Název bakalářské práce anglicky:

Logistic and handling equipment on site

Pokyny pro vypracování:

Dopravní a manipulační zařízení na stavbě
Požadavky na staveniště
Kalkulace nákladů na strojhodinu

Seznam doporučené literatury:

Schneiderová Heralová, R. a kol.: Kalkulace nákladů ve stavebnictví. 1. vyd. Praha: Česká technika- nakladatelství ČVUT, 2017. 144 s. ISBN 978-80-01-06348-4
Schneiderová Heralová, R. a kol.: Ekonomika výstavbových projektů. 1. vyd. Praha: Powerprint, ČVUT, 2018, ISBN978-80-7568-130-0
POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLISKA a Aleš SLÍVA. Dopravní a manipulační zařízení I. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. ISBN 80-248-0043-8.
PAVLISKA, Jiří a Leopold HRABOVSKÝ. Dopravní a manipulační zařízení IV. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004. ISBN 80-248-0537-5.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Lucie Brožová, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **27.02.2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **26.05.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Lucie Brožová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci jsem zpracoval samostatně, pouze za odborné pomoci vedoucí bakalářské práce Ing. Lucie Brožové, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

V Praze, dne 27. 5. 2019

Podpis
Jan Pacák

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat paní Ing. Lucii Brožové, Ph.D. za cenné rady věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

Dopravní a manipulační zařízení na stavbě

Logistic and Handling Equipment on Site

Anotace

Hlavním tématem této bakalářské práce jsou dopravní a manipulační prostředky a zařízení, které se v současnosti používají na stavbách v České republice. V teoretické části se zaměřuje na popis vybraných strojů a zásadami jejich navrhování. Největší důraz je pak kladen na návrh věžových jeřábů. V praktické části jsou zásady návrhu věžových jeřábů konfrontovány s konkrétní stavební zakázkou bytového domu a určeny náklady z návrhu vyplývající. Dále jsou pak vytvořeny alternativní možnosti a porovnány z hlediska nákladů s možností realizovanou.

Annotation

The main topic of this bachelor thesis are transport and handling equipment and devices which are nowadays used on construction sites in the Czech Republic. The theoretical part focuses on the description of selected machines and the principles of their planning. The biggest focus is then put on the design of tower cranes. In the practical part, the design principles of tower cranes are confronted with the specific building contract of the apartment building and the costs resulting from the design are determined. In addition, alternative options are then created and compared in terms of cost with the option which was used.

Klíčová slova

doprava, náklady, stroje, věžové jeřáby, zásady navrhování

Keywords

costs, machines, principles of design, tower cranes, transportation

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Doprava materiálů	11
2.1	Dělení dopravních a manipulačních zařízení	12
3	Primární doprava	13
3.1	Sklápěče	13
3.1.1	Návrh odvozního prostředku pro zemní práce	14
3.2	Autodomíhávače	15
3.2.1	Návrh počtu autodomíhávačů pro sestavu s čerpadlem	17
4	Sekundární doprava	18
4.1	Jeřáby	18
4.2	Návrh jeřábu.....	18
4.2.1	Stanovení kapacitní normy výložníkového jeřábu.....	19
4.3	Mobilní jeřáby.....	20
4.4	Věžové jeřáby	22
4.4.1	Umístění věžových jeřábů na staveništi.....	24
4.4.2	Dělení věžových jeřábů	25
4.5	Výtahy	32
4.5.1	Dělení stavebních výtahů	32
4.6	Mobilní čerpadla	34
4.7	Stabilní čerpadla	36
5	Vazba mezi primární a sekundární dopravou	37
5.1	Způsoby zásobování	37
5.1.1	Dopravovaný materiál je na staveništi ukládán na skládku.....	37
5.1.2	Materiál je dopravován na staveniště přímo k prostředku zajišťujícímu okamžitou sekundární dopravu.....	37
6	Jeřáby na vzorové stavbě.....	38
6.1	Jeřáby v objektu – varianta 1 (realizovaná)	38
6.1.1	Výběrové řízení	41
6.1.2	Založení jeřábů	41
6.1.3	Umístění uvnitř objektu.....	47
6.1.4	Výpočet nákladů.....	49
6.2	Jeřáby mimo objekt – varianta 2.....	51
6.2.1	Výpočet nákladů.....	53
6.3	Koupe vlastních jeřábů – varianta 3	54
6.3.1	Výpočet nákladů.....	54

6.4	Jeřáby kalkulované dle ÚRS	56
6.4.1	Výpočet nákladů.....	57
6.5	Porovnání.....	57
6.6	Bezpečnost práce při používání zvedacích zařízení	59
6.6.1	Rizika	60
6.6.2	Povinnosti zaměstnavatele.....	60
6.6.3	Povinnosti zaměstnance	61
7	Závěr.....	62
	Seznam obrázků	63
	Seznam tabulek.....	64
	Seznam grafů.....	65
	Seznam použitých zdrojů	66
	Seznam příloh	69

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá dopravou materiálu, která je nedílnou součástí procesu výstavby. S touto problematikou jsou spojeny vysoké náklady a při použití správných strojů a jejich správném využití, může dojít k velké úspoře nákladů, respektive ke zvýšení zisku ze zakázky.

Teoretická část řeší nejdříve dopravu materiálu obecně jak na staveništi, tak i mimo něj. Dále popisuje jednotlivé vybrané typy dopravních a manipulačních prostředků a zařízení, s kterými je možné se na staveništích v České republice nejčastěji setkat. Největší prostor v této části práce dostávají zvedací zařízení, konkrétně věžové jeřáby, kvůli jejich potřebě na všech projektech budov i většině pozemních staveb a kvůli době, po kterou jsou na stavbě využívány. Jsou zde také rozebrány principy návrhu strojů z pohledu přípravy. Vzhledem k většímu důrazu na zvedací prostředky je pro ně jako pro jediné řešena i bezpečnost práce.

V praktické části jsou nejdříve teoretické zásady návrhu věžových jeřábů konfrontovány se stavební zakázkou vzorové stavby bytového domu. Je zde prezentován vývoj při návrhu a nabídce jednotlivých firem do výběrového řízení. Dále jsou analyzovány náklady na montáž, demontáž a provoz jeřábů na této stavbě. Následně jsou v praktické části vytvořeny a řešeny alternativní možnosti provozu věžových jeřábů. Tyto možnosti se liší jak z hlediska umístění a počtu jeřábů, tak i z hlediska vlastnictví. Posledním bodem praktické části je pak porovnání vykalkulovaných nákladů jednotlivých možností s databázemi ÚRS.

Cílem této práce je zjistit možnost provozování jeřábů, která je pro firmu nejvýhodnější a zhodnocení aktuálnosti cen v databázích ÚRS.

2 Doprava materiálů

Základní dělení dopravy ve stavebnictví, je dělení na dopravu primární a dopravu sekundární. V rámci primární dopravy jsou materiál a stavební konstrukce dopravovány z místa výroby nebo těžby na stavbu. Tato doprava probíhá za pomoci nákladních automobilů nebo železniční dopravy.

Sekundární doprava, dělí se ještě na dopravu dolní a horního okruhu, je vnitrostaveništní doprava, tj. doprava od místa přejímky materiálu až na konečné místo určení. Zajištěna je zdvihacími prostředky buď jako svislá stavebními výtahy, nebo jako svislá a vodorovná pomocí jeřábů.

Jiný výraz pro sekundární dopravu je manipulace, pod kterou na rozdíl od dopravy, rozumíme změnu polohy materiálu v jednom konkrétním místě nebo dopravu na krátkou vzdálenost. Zpravidla se jedná o nakládku, vykládku, překládku, balení a skladování materiálu. [1]

Podle normy ČSN 26 002 je manipulace s materiálem odborné přemísťování, ložení a usměrňování materiálu – věci ve výrobě, oběhu a skladování.

S dopravou zároveň souvisí další prvky zařízení staveniště jako sklady a skládky materiálu nebo tvorba zpevněných ploch, ale také zajištění mechanizace pro skládání.

Nejlépe je toto vidět na procesu dopravy betonu na stavbu. Primární dopravu zde tvoří autodomíchač, který doveze čerstvý beton z betonárny na staveniště. Zde se na zpevněné ploše beton z autodomíchače vyprázdní do badie či čerpadla a přesun odtud k místu uložení do betonové konstrukce je sekundární dopravou.

Z výše uvedeného vyplývá, že musíme rozlišovat dopravní prostředky a zařízení.

Dopravní prostředek je technický prostředek primární dopravy. Při přepravě se pohybuje prostředek včetně nákladu po dopravních cestách. [1]

Dopravní zařízení je zařízení určené pouze k manipulaci s materiálem dopraveným na zařízení jiným mechanismem. Podstatná část zařízení je stacionární a pohybuje se náklad s částí dopravního zařízení (např. výložníkem). [1]

Dopravou a manipulací se zabývají například následující normy:

ČSN 26 0001 Dopravní zařízení. Názvosloví a rozdělení.

ČSN 26 0002 Manipulace s materiálem. Názvosloví.

ČSN 26 0010 Transportní zařízení. Základní parametry.

ČSN 26 0070 Klasifikace a označování sypkých hmot.

ČSN 26 0074 Značky veličin pro dopravní zařízení.

ČSN 26 0360 Názvosloví pro dopravní pásy.

ČSN 26 03... Společné nosné prostředky.

ČSN 26 04... Řetězy a řetězová kola pro transportéry.

ČSN 26 13... Pásové dopravníky s korytkovým dopravním profilem.

ČSN 26 20... Korečkové elevátory.

ČSN 26 25... Redlerové transportéry.

ČSN 26 28... Dopravní šneky.

ČSN 26 40... Poháněné závěsové tratě.

ČSN 26 45... Válečkové tratě gravitační.

ČSN 26 57... Vibrační dopravníky.

ČSN 26 90... Manipulace s materiálem všeobecně.

ČSN 26 9004 Manipulační jednotky. Názvosloví.

ČSN 26 93... Palety, přepravky, regály.

ČSN ISO 5048 Pásové dopravníky s nosnými válečky. Výpočet výkonu a tahových sil

ČSN ISO 1819 Zařízení pro plynulou dopravu nákladů. Bezpečnostní předpisy. Všeobecná ustanovení.

ČSN ISO 7149 Zařízení pro plynulou dopravu nákladů. Bezpečnostní předpisy. Zvláštní ustanovení.

2.1 Dělení dopravních a manipulačních zařízení

Dopravní a manipulační zařízení se díky své velké různorodosti mohou dělit podle více hledisek:

- 1) Podle druhu pohybu dopravovaného materiálu:
 - s pohybem po volné dráze (nezdvihová zařízení)
 - s pohybem materiálu po vázané dráze (vedená zařízení)
 - s pohybem nezávislým na dráze
- 2) Podle druhu manipulovaného materiálu:
 - s kusovým materiálem
 - se sypkými substráty
 - univerzální
 - s kapalinami
 - s plyny
- 3) Podle funkce a konstrukce
 - zdvihací zařízení
 - zařízení plynulé dopravy
 - prostředky přerušované dopravy [2]

3 Primární doprava

Nákladní automobily tvoří důležitou část dopravy. Ve stavebnictví zajišťují naprostou většinu návozu jak materiálu, tak i pracovníků. V jiných odvětvích tvoří automobilové dopravě doprava vlaková, ale vzhledem k závislosti této dopravy na dráze, je možno zajistit vlakovou dopravou jen část trasy.

Podle typu karoserie dělíme nákladní automobily na:

- valníky – mají nesklopnou korbu (např. návozy palet s materiálem)
- sklápěče – mají sklápěcí korbu (např. odvoz zeminy)
- kontejnery – místo korby mají vany (např. odvoz suti)
- cisterna – pro kapalné nebo práškové hmoty
- skříňová nástavba – montážní vozy
- speciální nástavby – např. autodomíchávače
- tahače
- dodávky

Podle nosnosti:

- lehká vozidla – do 5 tun
- středně těžká vozidla – do 12 tun
- těžká vozidla – do 25 tun
- velmi těžká vozidla – nad 25 tun

Při návrhu nákladního automobilu, je nutné respektovat omezení daná zákonem, který předepisuje maximální povolenou hmotnost na nápravu. Také je nutné plánovat trasy po kterých se bude automobil pohybovat. Na trase se mohou vyskytnout mosty, které nejsou dimenzované na požadovanou hmotnost, podjezdy, které nevyhoví na výšku navrhovaného automobilu, nebo zatáčky a křižovatky, které automobil není schopný projet kvůli poloměru otáčení.

3.1 Sklápěče

Sklápěč je typ nástavby nákladního automobilu, který je tvarem podobný valníku. Na rozdíl od valníku disponuje však sklápěč hydraulikou, která mu umožňuje celou nástavbu včetně materiálu sklopit a vyprázdnit. Díky této možnosti jsou sklápěče využívány pro dopravu sypkého materiálu.

Na staveništi se dnes můžeme setkat s třemi typy sklápěčů a sice s jednostrannými (zadními), dvoustrannými a třístrannými sklápěči. Jednostranné sklápěče mohou korbu naklonit jen dozadu a pohyblivé je jen zadní čelo (viz Obr. 1). Dvoustranné sklápěče sklápí korbu pouze do boků a mají pohyblivé bočnice a pevné zadní čelo. Třístranné sklápěče pak mohou korbu naklonit jak dozadu, tak i do boků.



Obr. 1 Zadní sklápěč MEILLER P436 [3]

Modelová řada P	Modelová řada H		Modelová řada C+E						
Typ:	P330	P336	P430	P436	P450	P530	P536	P550	P560
Počet náprav:	3 nápravy	3 nápravy	4 nápravy	4 nápravy	4 nápravy	5 náprav	5 náprav	5 náprav	5 náprav
Jmenovité zatížení:	30 t	36 t	30 t	36 t	50 t	30 t	36 t	50 t	60 t
Verze*:	Medium	Heavy	Light	Medium	Heavy	Light	Medium	Heavy	Heavy
Jmenovitý objem:	do 18 m ³	do 24 m ³	do 17 m ³	do 20 m ³	do 28 m ³	do 17 m ³	do 20 m ³	do 28 m ³	do 30 m ³
Vhodné podvozky:	26 - 33 t	33 - 40 t	32 - 41 t	41 t	41 - 50 t	32 - 41 t	41 t	65 t	70 t
Výška bočnice:	1.200 - 2.000 mm	1.600 - 2.000 mm	1.200 - 1.500 mm	1.200 - 2.000 mm	1.600 - 2.000 mm	1.200 - 1.500 mm	1.200 - 2.000 mm	1.600 - 2.000 mm	1.600 - 2.000 mm
Varianty zadního čela**:	G1, G4, G6	G10, G11	S2, S6	S1, S2, S4, S6	G10, G11	S6	S6	G10, G11	G10, G11

Obr. 2 Tabulka parametrů korb MEILLER řady P [3]

3.1.1 Návrh odvozního prostředku pro zemní práce

Odvozní prostředek navrhujeme podle velikosti korby a nosnosti navrhovaného prostředku. Hmotnost odvážené zeminy by totiž mohla být vyšší než užité zatížení a korba by nemohla být plněna na maximální objem, tím by docházelo ke zvýšení nákladů. Použijeme tedy vzorec pro hmotnost plné korby:

$$m = V \cdot \rho \quad [\text{t}] \quad (1)$$

V – objem korby navrhovaného prostředku

ρ – objemová hmotnost přepravované zeminy

Dále stanovíme délku pracovního cyklu stroje. Do té započteme nakládání dopravního prostředku, zde vycházíme z již navrženého nakladače, dobu jízdy naloženého prostředku na skládku, čas nutný pro vyložení zeminy na skládce a dobu jízdy prázdného prostředku zpět na místo nakládky. [4]

Abychom získali hodinový výkon stroje vydělíme objem návrhové korby délkou pracovního cyklu:

$$Q_{op} = \frac{V}{T_{op}} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2)$$

V – objem korby navrhovaného prostředku

T_{op} – délka pracovního cyklu

Počet odvozních prostředků pak získáme poměrem hodinového výkonu navrženého rypadla k hodinovému výkonu odvozního prostředku. Výsledné číslo je nutné zaokrouhlit směrem nahoru, jinak by vnikaly časové ztráty u rypadla a s nimi spojené náklady. [4]

$$n_{op} = \frac{Q_{ryp}}{Q_{op}} \quad [\text{ks}] \quad (3)$$

Q_{ryp} – hodinový výkon rypadla

Q_{op} – hodinový výkon odvozního prostředku

3.2 Autodomíchávače






Autodomíchávače, v praxi označované spíše jako automixy nebo jen mixy, jsou dopravní prostředky, které se využívají pro dopravu čerstvého betonu nebo jiných směsí tekuté konzistence namíchaných v betonárně.

Konstrukcí karoserie jsou autodomíchávače speciální nástavbou podvozků nákladních aut. Hlavní částí je buben, který je vevnitř opatřen šroubovicí a který umožňuje stálé míchání při dopravě. Otáčení bubnu zajistí, že se beton cestou na stavbu nerozmísí (tzn. že jednotlivé složky betonu se během cesty, například vlivem vibrací, nesegregují).



Obr. 3 Domíchávač betonu CIFA SL 8 [5]

Technical data

The complete range	SL 7 - SLA7	SL 8 - SLA8	SL 9 - SLA9	SL 10 - SLA10	SL 12 - SLA12	
Drum						
Nominal capacity	m^3	7	8	9	10	12
Geometric volume	m^3	12.2	14.0	15.9	16.2	18.5
Filling ratio	%	57	57	56.3	62	65
Water line	m^3	7.8	9	10.2	10.8	12.7
Rotation speed	r.p.m.	14	14	14	14	14
Diameter	mm	2300	2300	2300	2350	2300
Rollers	n°	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 1	1 + 1
Water pump output	l/min	560	560	560	560	560
Water pump pressure	bar	4	4	4	4	4
Water meter scale	l	0 ÷ 500	0 ÷ 500	0 ÷ 500	0 ÷ 500	0 ÷ 500
Water tank capacity	l	400	400	400	800	800
Driven by						
P.T.O. <input type="checkbox"/> / Separate engine <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dimension						
A - min. length of frame	mm	5156 5250	5479 5710	5970 6200	6010 6240	6350 6830
B - min. length of mixer	mm	6310 6403	6660 6890	7177 7407	7215 7445	7560 8032
C - overhang	mm	1205	1205	1205	1205	1205
G - center of gravity	mm	1910 2250	2160 2598	2450 2895	2481 2862	2821 3226
H - max. height *	mm	2590	2650	2725	2770	2830
Max width	mm	2355	2355	2355	2380	2355
Total weight (empty) **	Kg	3157 3542	3718 4185	3966 4466	4172 4672	4374 4874
Truck Specification						
Axles truck						
	3 Axles	3-4 Axles	3-4 Axles	4 Axles	4 Axles	

* CIFA standard frame

** Weights may vary \pm 5% according to DIN 70200

Technical data and characteristics subject to modifications without notice

Obr. 4 Tabulka parametrů bubnů CIFA [5]

3.2.1 Návrh počtu autodomíchávačů pro sestavu s čerpadlem

Při návrhu autodomíchávačů postupujeme podobně jako při návrhu odvozních prostředků. Stanovíme délku pracovního cyklu autodomíchávače sečtením časů nutných na jednotlivé činnosti. Do cyklu započítáváme čas vykládky, odvíjející se od výkonu čety nebo čerpadla, dále čas cesty naloženého autodomíchávače na stavbě a mimo stavbu, čas cesty prázdného autodomíchávače do po stavbě a mimo stavbu a čas nutný pro nakládku čerstvého betonu v betonárce.

Hodinový výkon autodomíchávače spočteme jako podíl jmenovitého objemu bubnu zvoleného typu autodomíchávače a délky pracovního cyklu:

$$Q_{mix} = \frac{V}{T_{op}} \quad [m^3/h] \quad (4)$$

V – jmenovitý objem bubnu autodomíchávače

T_{op} – délka pracovního cyklu

Počet autodomíchávačů určíme vydělením hodinového výkonu pracovní čety hodinovým výkonem autodomíchávače:

$$n_{mix} = \frac{Q_{čety,h}}{Q_{mix}} \quad [ks] \quad (5)$$

$Q_{čety,h}$ – hodinový výkon pracovní čety

Q_{mix} – hodinový výkon autodomíchávače

Stejně jako u odvozních prostředků i zde je vhodné zaokrouhlit počet strojů směrem nahoru, aby nevznikaly časové ztráty.

4 Sekundární doprava

Sekundární doprava je část dopravy probíhající na staveništi za pomoci dopravních a manipulačních zařízení jako jsou čerpadla, zvedací zařízení nebo i stroje pro zemní práce. Zatímco pro primární dopravu jsou již vymezeny silnice, případně jiné dráhy, pro sekundární dopravu je zpevněné plochy navrhovat v rámci staveniště a při správném návrhu je tedy možné snížit náklady na strojích samotných, ale i na zařízení staveniště.

4.1 Jeřáby

Jeřáby jsou definovány jako zdvihací stroje, které jsou určené k přemísťování břemen ve svislém a vodorovném směru na vymezeném prostoru. [1]

Jeřáby jsou používány v průběhu hrubé stavby, poté jsou v případě věžových jeřábů demontovány, v případě mobilních jeřábů odvezeny ze stavby a nahrazeny stavebními výtahy, je-li to nutné.

Obecně vychází hlavní parametry jeřábů z návrhu zvedacích prostředků. Jsou jimi:

- nosnost jeřábu – hmotnost nejtěžšího manipulovaného prvku, kterou se smí jeřáb v provozu zatížit
- výška zdvihu – maximální výška, ve které může jeřáb s břemenem manipulovat
- rozměry a tvar pracovního pole – půdorysný průmět prostoru, který je jeřáb schopen pokrýt (nejčastěji obdélní nebo kruh)
- pracovní rychlost – rychlost pohybu jeřábu nebo některých jeho částí
 - zdvihací rychlost
 - pojezdová rychlost jeřábu
 - pojezdová rychlost jeřábové kočky
 - rychlost otáčení

K obecným parametrům pak přibývají další související s typem jeřábu, který je pro dané podmínky vhodný.

4.2 Návrh jeřábu

Při návrhu zvedacího prostředku je obecně nutné zohlednit:

- technologii realizovaného objektu – dává nám základní představu o tom, s jakými prvky a materiály budeme počítat (prvky montované výstavby, betonáž, rekonstrukce)
- druh, hmotnost a rozměry zvedaných prvků – zásadní pro dimenzování zvedacího prostředku
- výšku a půdorysné parametry realizovaného objektu – z nich určíme výšku a počet zvedacích prostředků

- hospodárnost a ekonomiku zvedacího prostředku
- velikost ploch u objektu a možnosti dopravy a montáž prostředku – souvisí s nimi část provozních nákladů (zábory)

Samostatnou kategorií jsou pak při návrhu náklady. Z této strany posuzujeme:

- náklady na dopravení zvedacího prostředku na staveniště a na odvoz ze staveniště
- náklady na přípravu plochy pro jeřáby
- náklady na montáž a demontáž
- provozní náklady (pronájem, odpočty, mzdy)
- náklady na opravy a údržby

4.2.1 Stanovení kapacitní normy výložníkového jeřábu

Kapacitní normu pro časově maximálně vytížený jeřáb určíme ze vztahu skutečné nosnosti jeřábu (tj. teoretické nosnosti snížené koeficientem využití) a délky pracovního cyklu:

$$Q_n = \frac{q_0 \cdot k_t}{d_c} \quad [\text{t/hod}] \quad (6)$$

q_0 – teoretická nosnost jeřábu

k_t – koeficient využití nosnosti

Do pracovního cyklu v případě jeřábů započítáváme z doby pojezdu d_p , doby zdvihu d_z a doby manipulace s břemenem d_m :

$$d_c = d_p + d_z + d_m \quad [\text{hod}] \quad (7)$$

$$d_p = \frac{2 \cdot l_p}{v_p} \quad (8)$$

$$d_z = \frac{2 \cdot l_z}{v_z} \quad (9)$$

l_p – délka pojezdu

l_z – délka zdvihu

v_p – rychlost pojezdu

v_z – rychlost zdvihu

Abychom získali kapacitní normu hodinovou je nutné ponížít ještě hodnotu Q_n koeficientem časového využití zohledňujícím nutné pauzy a prostoje: [6]

$$N_k^h = Q_n \cdot k_v \quad [\text{t/hod}] \quad (10)$$

4.3 Mobilní jeřáby

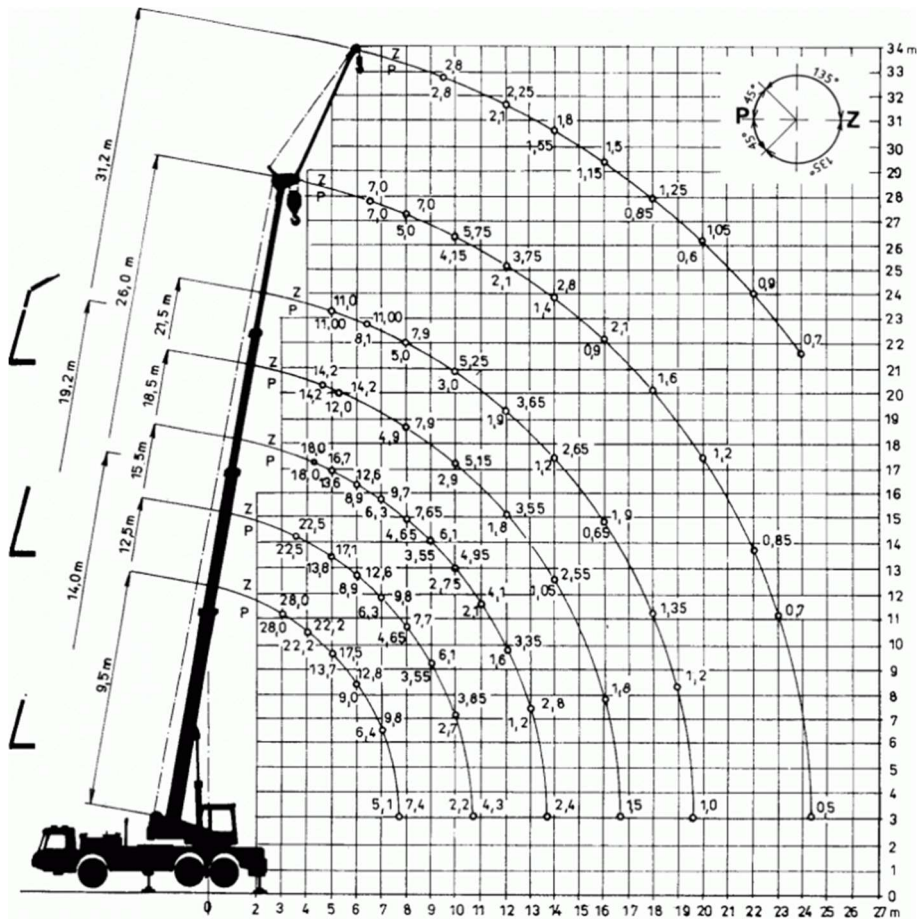
Mobilní jeřáby jsou charakterizovány schopností samostatného pohybu po staveništi i po veřejných komunikacích a k tomuto pohybu nevyžadují speciální dráhu. Samostatný pohyb zvětšuje rozměr pracovního pole a umožňuje jim přizpůsobovat se momentální situaci.

Hlavní části mobilních jeřábů jsou:

- jeřábové podvozky
 - automobilní – sériová výroba
 - kolové speciální – pro silniční provoz nebo pro terén
 - pásové
 - plovoucí
- způsoby pohonu stroje
 - dieselhydraulické s regulačními hydrogenerátory umožňujícími regulaci pohybu
 - dieselelektrické – u jeřábů vyšších nosností (100 a více tun). Dieselmotor pohání elektrogenerátor, který napájí elektromotory jednotlivých částí.
- jeřábové výložníky
 - příhradová konstrukce z trubkových nebo úhelníkových profilů, má neměnnou délku
 - teleskopická konstrukce tvořena čtyřúhelníkovým, šestiúhelníkovým nebo i osmiúhelníkovým uzavřeným profilem, kterou lze ve třech až sedmi dílech teleskopicky vysouvat

Hlavní parametry mobilních jeřábů:

- nosnost jeřábu – udávaná jako nosnost při minimálním vyložení a vysunutých podpěrách
- výška zdvihu
- vyložení od osy otáčení
- pracovní rychlost – rychlost pohybu jeřábu nebo některých jeho částí (viz Obr. 5) [7]



Obr. 5 Graf nosnosti autojeřábu ČKD AD 28 Tatra T815 [8]



Obr. 6 Autojeřáb Liebherr LTM 1090-4.2 s teleskopickým výložníkem [9]



Obr. 7 Jeřáb na pásovém podvozku Liebherr LTR 1060 [10]

4.4 Věžové jeřáby

Hlavní části věžových jeřábů jsou:

- jeřábové podvozky
 - kolejové – využívají kolejovou dráhu k pohybu po staveništi
 - automobilní – speciální podvozky
 - pásové
 - rámové – založené pevně
- jeřábové věže

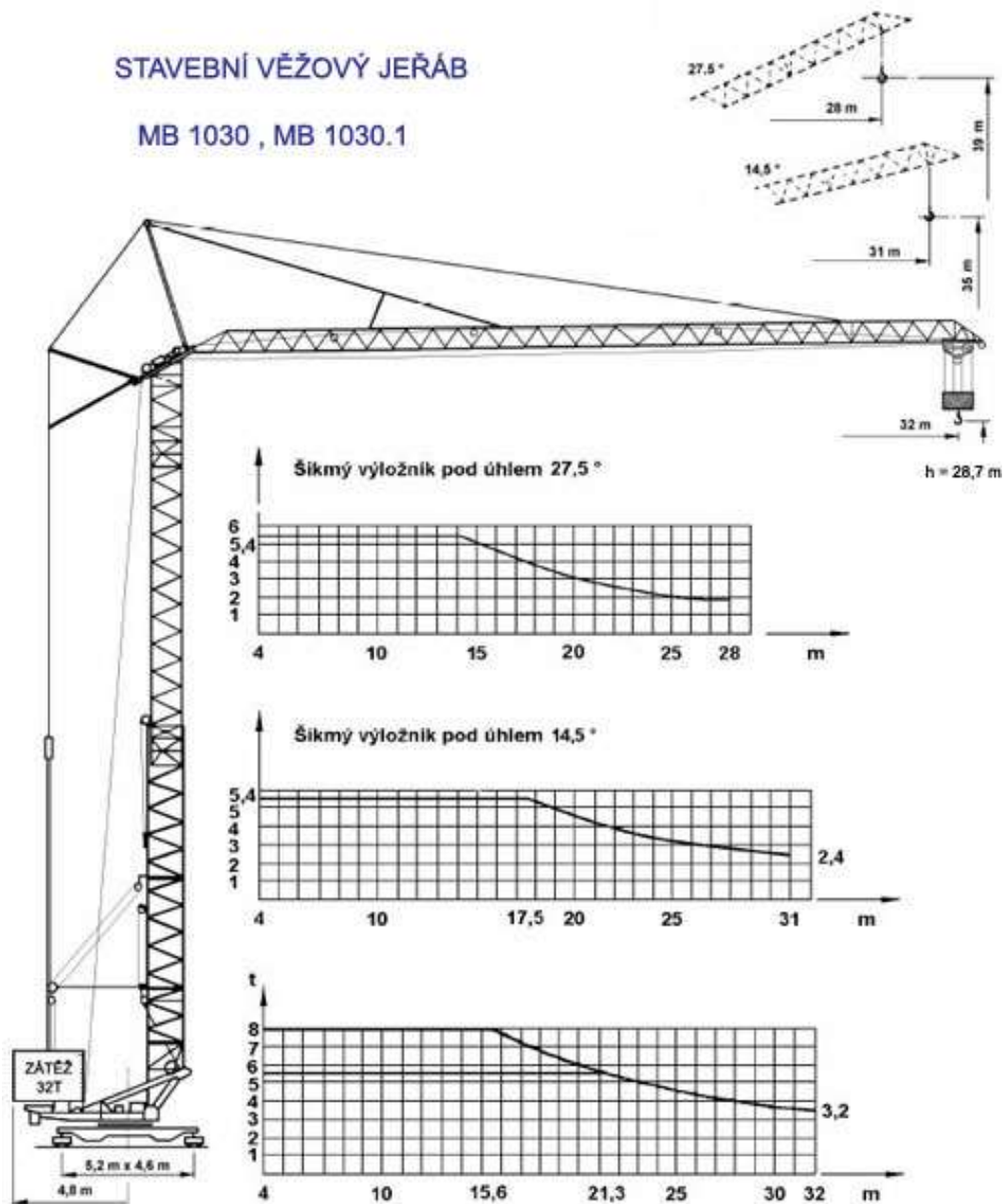
- sloupové – věž tvořená dutým čtyřhranným profilem s jedním nebo dvěma zasouvateľnými dílci
- příhradové – v současné době nejčastější, velmi variabilní výška přidáváním mezikusů
- šplhavé – výška věže je neměnná, ale zvedá se společně se stavbou mechanicky nebo hydraulicky
- jeřábové výložníky
 - vodorovné s pojízdnou kladkou, na které je zavěšeno lano s jeřábovým hákem
 - vodorovné teleskopické
 - sklopné, hák je zakotven pevně na konci výložníku
 - lomené – kombinace vodorovného a sklopného výložníku, kdy spodní díl je sklopný a vrchní díl vodorovný s pojízdnou kladkou [7]

Hlavní parametry věžových jeřábů:

- nosnost jeřábu
- výška zdvihu
- vyložení jeřábového háku – vodorovná vzdálenost břemene od svislé osy věže (souvisí s rozměrem pracovního pole)
- momenty nosnosti jeřábů – klopný moment M [kNm] vzniká na výložníku, který je zatížen břemenem Q [kN] ve vzdálenosti L [m] vyložení břemene od svislé osy jeřábové věže (viz Obr. 8)
- pracovní rychlost – rychlost pohybu jeřábu nebo některých jeho částí

STAVEBNÍ VĚŽOVÝ JEŘÁB

MB 1030 , MB 1030.1



Obr. 8 Graf nosnosti věžového jeřábu MB 1030 [11]

4.4.1 Umístění věžových jeřábů na staveništi

Umístění jeřábu je ovlivněno charakterem staveniště, tzn. prostorovými podmínkami (jako možnost umístění skládek nebo plocha pro založení) a stádiem výstavby, od kterého bude jeřáb používán. Dále konstrukčním a prostorovým řešením realizovaného objektu (jeřáb musí výložníkem pokrýt celý prostor objektu, případně je nutné navrhnout více jeřábů).

Nejčastěji se jeřáb umísťuje vedle budovaného objektu k jeho delší straně jako stacionární nebo pojízdný na jeřábové dráze (koleje). Při umísťování je nutné dodržovat bezpečné vzdálenosti od stavebních jam a objektů zařízení staveniště dle norem ČSN ISO 12480-1.

V některých případech, např. při výstavbě výškových objektů nebo ve stísněných podmínkách, lze jeřáb umístit do stavěného objektu a výstavba pak probíhá okolo něj. Dovnitř umístěný jeřáb stojí buď na základové desce nebo na stropní konstrukci, která ale musí být speciálně z tohoto důvodu podepřená. Je nutné pro toto podepření vypracovat statický posudek. [7]

Má-li realizovaná stavba půdorysné rozměry, které neumožňují navrhnout jen jeden stabilní jeřáb pro celou obsluhovanou oblast, navrhuje se pro obsluhu objektu jeřáb na kolejové dráze nebo dva a více stabilních jeřábů, které vykryjí obsluhovanou oblast. V tomto případě je pak vhodné navrhovat umístění tak, aby se dosahy jednotlivých výložníků částečně překrývaly. Tím se při některých dílčích stavebních pracích zkrátí doba jejich trvání, protože lze využít jeřáby společně. Při návrhu je nutné dbát na to, aby jeřáby byly rozmístěny tak, že nedojde k jejich vzájemné kolizi. [7]

Rozmístění navržených jeřábů musí posoudit inspektor bezpečnosti práce. A vyjádří se k nim dotčené strany (vedení, telekomunikace).

4.4.2 Dělení věžových jeřábů

Věžové jeřáby lze dělit podle jejich nosnosti, podle pracovního objemu nebo podle umístění otoče a typu jeřábové věže.

Podle nosnosti dělíme jeřáby na:

- lehké jeřáby s nosností do 3 t
- střední jeřáby s nosností od 3 do 6 t
- těžké jeřáby od 6 do 60 t

Z hlediska posledního jmenovaného dělení existují dvě hlavní skupiny věžových jeřábů. A sice jeřáby rychlostavitelné s dolní otočí a klasické stavební věžové jeřáby s horní otočí.

Rychlostavitelné jeřáby

Umístění otoče do paty u tohoto typu jeřábů způsobuje jeho menší nosnost. Ta se pohybuje mezi 1-6 t s délkou vyložení až 55 m (Liebherr 81 K). Z hlediska nosnosti tedy patří do kategorie lehkých, výjimečně pak středních jeřábů.

Tuto skupinu jeřábů můžeme pak dělit ještě dále podle charakteristické konstrukce věže na jeřáby s jeřábovou věží z plnostěnného profilu, jeřáby s teleskopickou věží a výložníkem a jeřáby s věží z příhradové konstrukce. Nebo podle typu sestavení jeřábové věže na jeřáby šplhací a nešplhací.

Velkou nevýhodou je nemodifikovatelnost jeřábové věže, kterou není možné navrhnout individuálně podle projektu, ale je fixní. Výjimku tvoří jeřáby s teleskopickou věží, které nabízí například Liebherr pod označením 32 TT (viz Obr. 10). [12]



Obr. 9 Rychlostavitelný jeřáb Liebherr 34 K [13]



Obr. 10 Vztyčování jeřábu Liebherr 32 TT s teleskopickou věží [14]

Fast-erecting cranes

H		max. m	t max.	m														
				14.8	15.0	28.0	30.0											
26 H	2	21.0 – 28.0	2.0	2.00		0.80												
32 H	2 4	22.0 – 29.0	2.5 4.0		2.50 3.20	1.25 1.15	1.10 1.00											

TT		max. m	t max.	m														
				18.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0								
32 TT	2 4	14.5 – 31.5	2.5 4.0	2.50 2.90	2.50 2.40	2.10 2.00	1.80 1.70	1.50 1.40	1.30 1.20							1.10 1.00		

K		max. m	t max.	m															
				12.0	24.0	25.5	26.0	28.0	30.0		31.0	33.0	35.0	36.0	37.0	40.0	42.0	45.0	50.0
26 K.1	2	14.0 – 37.0	2.5	2.50	1.15		1.00												
34 K	2 4	12.7 – 39.0	2.075 4.0			1.65 1.55			1.30 1.20			1.10 1.00							
42 K.1	2 4	13.0 – 41.5	2.5 4.0			2.10 2.00			1.65 1.55		1.40 1.30		1.20 1.10						
65 K	2	15.6 – 51.7	4.5				2.60				1.80			1.40					
81 K	2	17.4 – 55.0	6.0							2.90			2.15		1.65	1.40			
120 K.1	2 4	17.7 – 54.8	4.0 8.0								3.50 3.20			2.70 2.40		1.95 1.75	1.45 1.25		

HM Mobile		max. m	t max.	m						km/h	
				10.4	13.5	20.0	22.0	25.0	27.0		
13 HM.1	2	16.0 – 21.3	1.5	1.30		0.60	0.50				80
22 HM	2	19.0 – 33.4	2.0		2.00		0.80	0.70			80

R Crawler		max. m	t max.	m																				
				18.0	20.0	22.0	24.0	25.5	26.0		28.0	30.0	31.0	33.0	35.0	36.0	37.0	40.0	42.0	45.0	50.0			
32 TTR	2 4	14.5 – 31.5	2.5 4.0	2.50 2.90	2.50 2.40	2.10 2.00	1.80 1.70		1.50 1.40		1.30 1.20	1.10 1.00												
42 KR.1	2 4	13.0 – 41.5	2.5 4.0				2.10 2.00				1.65 1.55		1.40 1.30	1.20 1.10										
81 KR	2	18.7 – 36.9	6.0								2.90			2.15		1.65	1.40							
120 KR.1	2 4	19.0 – 36.3	4.0 8.0									3.50 3.20		2.70 2.40		1.95 1.75	1.45 1.25							

Top-slewing cranes on request

Obr. 11 Tabulka jeřábů řady H, TT, K, HM, R [15]

Klasické stavební věžové jeřáby s horní otočí

Jeřáby s touto konstrukcí dosahují vyšší únosnosti a vyšší délky vyložení. Únosnost se pohybuje v rozmezí 6-100 t, délka vyložení pak může dosahovat až 100 m (Liebherr 4000 HC 100). Spadají tedy do kategorií středních a těžkých jeřábů z hlediska nosnosti.

Opět je možné tuto skupinu dále dělit podle způsobu sestavení jeřábové věže na šplhací a nešplhací.

Nešplhací jeřáby jsou sestavovány dvěma způsoby. Při prvním způsobu je na stavbu dovážena věž v celku a tam je pouze vztyčena. Tento způsob není příliš využíván, protože s sebou nese omezení v podobě limitované výšce, kterou je možné transportovat. Proto je častější druhý způsob, který spočívá v postupném transportu a sestavení jeřábové věže z menších dílů příhradových konstrukcí. Metoda postupného sestavování potřebuje k vztyčení

věže více času jak při sestavení, tak i při rozkládání, ale transport je jednodušší a věž může být vyšší. [12]

Šplhací jeřáby využívají pro sestavení věže šplhací konstrukci (viz Obr. 12). Na počátku sestavování je nutné použít druhý jeřáb pro osazení spodního dílu věže, na ten se osadí šplhací konstrukce a sestaví se jeřábová hlava. Poté už druhý jeřáb není potřeba, což je hlavní výhoda oproti sestavování věže bez šplhací konstrukce. Dál už si jeřáb podává jednotlivé díly příhradové konstrukce sám pomocí vlastního výložníku a ty se uchycují do mezery vzniklé vysunutím šplhací konstrukce. Obdobným způsobem je jeřáb i demontován. Šplhací konstrukce klesá dolů po věži a jednotlivé díly jsou vytahovány a skládány jeřábem zpět na terén. [12]



Obr. 12 Šplhací konstrukce [16]

Další dělení spočívá v konstrukci jeřábové hlavy. Z tohoto hlediska rozdělujeme jeřáby na typ s plochou špičkou Flat-Top, s nosnou špicí a s kladkovým výložníkem. Speciálním typem jsou deriky.

Flat-Top jeřáby nepotřebují žádná nosná lana nebo špici, mají tedy menší nároky na prostor. Výložník i protivýložník se ukládají do rychlozámek instalovaných do otoče. Příkladem tohoto typu jeřábů je řada EC-B od Liebherr (viz Obr. 13).



Obr. 13 Jeřáb typu Flat-Top Liebherr 172 EC-B 8 Litronic [17]

EC-B	h h ₁ /h ₂	převýšení max. m	t max.	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	57.5	60.0	65.0	70.0	75.0	
50 EC-B 5	2 4	46.1	5.0	2.50 2.70	2.45 2.30	2.15 2.00	1.90 1.75	1.65 1.50	1.45 1.30	1.30 1.15	1.15 1.00	1.00 0.85												
63 EC-B 5	2 4	46.1	5.0	2.50 3.30	2.50 2.85	2.50 2.45	2.30 2.15	2.05 1.90	1.85 1.70	1.65 1.50	1.45 1.30	1.30 1.15	1.15 1.00	1.00 0.85										
71 EC-B 5	2 4	45.7	5.0	2.50 4.00	2.50 3.45	2.50 3.00	2.50 2.65	2.50 2.35	2.05 2.10	2.00 1.85	1.80 1.65	1.60 1.45	1.45 1.30	1.30 1.15	1.15 1.00	1.00 0.85								
71 EC-B 5 FR.tronic	2	45.7	5.0	4.15	3.60	3.15	2.80	2.50	2.25	2.00	1.80	1.60	1.45	1.30	1.15	1.00								
90 EC-B 6	2 4	53.6	6.0	3.00 5.75	3.00 5.00	2.75 2.60	3.00 3.30	3.00 3.40	3.00 3.05	2.90 2.75	2.60 2.65	2.35 2.20	2.10 1.95	1.90 1.75	1.70 1.55	1.50 1.35								
90 EC-B 6 FR.tronic	2	53.6	6.0	5.80	5.05	2.65	3.35	3.45	3.10	2.80	2.50	2.25	2.00	1.80	1.60	1.40								
110 EC-B 6	2 4	53.6	6.0	3.00 6.00	3.00 5.90	3.00 5.20	3.00 4.60	3.00 4.10	3.00 3.65	3.00 3.30	3.00 2.95	2.80 2.65	2.55 2.40	2.30 2.15	2.10 1.95	1.90 1.75	1.70 1.55	1.50 1.35						
110 EC-B 6 FR.tronic	2	53.6	6.0	6.00	5.95	5.25	4.65	4.15	3.70	3.35	3.00	2.70	2.45	2.20	2.00	1.80	1.60	1.40						
130 EC-B 6	2 4	64.1	6.0	3.00 6.00	3.00 6.00	3.00 6.00	3.00 5.90	3.00 5.20	3.00 4.60	3.00 4.10	3.00 3.65	3.00 3.30	3.00 2.95	2.80 2.65	2.55 2.40	2.30 2.15	2.10 1.95	1.90 1.75	1.70 1.55	1.50 1.35				
130 EC-B 8 FR.tronic	2	64.1	8.0	6.00	6.00	6.00	5.85	5.15	4.55	4.05	3.60	3.25	2.90	2.60	2.35	2.10	1.90	1.70	1.50	1.30				
160 EC-B 6 Litronic	2	63.1	6.0			6.00		5.90		4.95		4.55		3.85		3.25		2.60		2.00				
160 EC-B 8 Litronic	2	63.1	8.0			7.25		5.75		4.80		4.40		3.70		3.10		2.45		1.85				
200 EC-B 10 Litronic	2	69.0	10.0			8.35		6.70		5.60		5.30		4.45		3.70		3.10		2.65		2.20		
250 EC-B 12 Litronic	2	81.4	12.0			11.7		9.45		7.80		7.20		6.10		5.20		4.25		3.50		2.85	2.25	
285 EC-B 12 Litronic	2	85.5	12.0			12.0		10.0		8.50		8.00		6.90		5.90		5.10		4.30		3.70	3.15	2.60

Obr. 14 Tabulka jeřábů řady EC-B [15]

Druhý typ, tedy typ s nosnou špicí, má na výložníku upevněnou nosnou konstrukci pro upevnění aretačních táhel a kladek (viz Obr. 15). Tento typ výrazně zvyšuje únosnost jeřábů proti Flat-Top jeřábům.



Obr. 15 Jeřáb s nosnou špicí Liebherr 630 EC-H 50 Litronic [18]

Top-slewing cranes

EC-H High-Top	max. m	max.	m																
			36.0	40.0	41.5	45.0	48.0	50.0	51.5	55.0	60.0	61.5	65.0	70.0	71.5	75.0	80.0	81.5	
132 EC-H 8 FR.tronic	72.1	8.0		3.30		2.75			2.30		1.70								
132 EC-H 8 Litronic				3.65		3.05			2.55		1.85								
154 EC-H 6 Litronic	72.1	6.0		4.50		3.70			3.10		2.40	1.92							
200 EC-H 10 FR.tronic				5.10		4.10			3.40		2.85	2.40							
200 EC-H 10 Litronic	68.1	10.0		5.70		4.55			3.75		3.10	2.65							
280 EC-H 12 Litronic	86.8	12.0		9.10		7.80			6.70		5.75	4.90		4.20	3.60		2.80		
280 EC-H 16 Litronic	86.8	16.0		8.60		7.30			6.20		5.20	4.40		3.70	3.10				
420 EC-H 16 Litronic	92.9	16.0		11.5		10.1			8.90		7.80	6.70		5.60	4.60		3.70		
420 EC-H 20 Litronic	92.9	20.0		11.0		9.60			8.40		7.20	6.20		5.10	4.10		3.20		
550 EC-H 20 Litronic	86.9	20.0			18.0					12.0			8.30			5.70			4.00
550 EC-H 40 Litronic	85.5	40.0			18.0					12.0			8.30			5.70			4.00
630 EC-H 40 Litronic	80.0	40.0	20.0				14.3					10.5			8.10			5.80	
630 EC-H 50 Litronic	80.0	50.0	19.6				13.7					9.90			7.50			5.20	
630 EC-H 70 Litronic*	*	70.0	30.9m 10.7																
1000 EC-H 40 Litronic	88.4	40.0	31.5	27.2		23.8			21.0		20.0	18.8		16.7	14.8		13.0		11.5
1000 EC-H 50 Litronic	85.5	50.0	30.7	26.4		25.0			22.8		20.3	18.2		16.2	14.3		12.5		11.0

* on request

Obr. 16 Tabulka jeřábů řady EC-H [15]

Jeřáby s kladkovým výložníkem nemají klasickou jeřábovou kočku jako předchozí typy, ale zdvihají břemena za pomoci kyvného výložníku. Na konci výložníku je pevně uchycená kladka.

4.5 Výtahy

Výtahy jsou definovány jako zařízení umožňující v objektech a budovách komunikaci mezi jednotlivými podlažími ve svislém nebo šikmém směru. Umožňují bezpečný, pohodlný a energeticky nenáročný pohyb osob a předmětů ve směru vzestupném a sestupném. [19]

U výtahů s přerušovaným pohybem probíhá nastupování nebo nakládání ve stanici, když je klec v klidu. Existují i výtahy s nepřetržitým pohybem umožňující nástup za jízdy. Ty jsou ale ve stavebnictví nepoužitelné.

Stavební výtahy jsou dočasné zdvihací prostředky dopravující náklad, případně náklad a osoby ve svislém nebo šikmém směru po dráze vymezené vodítky. Prostředek je tvořen klecemi, kabinami, plošinami nebo nádobami.

Bývají zpravidla používány až pro dokončovací práce, kvůli rychlosti manipulace s nákladem a nižší finanční náročností.

Základní parametry výtahů:

- nosnost – maximální zatížení, pro které byl výtah navržen
- jmenovitá rychlost – teoretická rychlost klece, pro níž je výtah konstruován

Doplňující parametry výtahů:

- zdvih výtahu a počet stanic
- rozměry šachty, klece a strojovny
- napětí elektrické sítě
- hustota spínání a zatěžovatel
- druh řízení výtahu
- provedení a ovládání šachetních dveří
- umístění výtahu v budově a druh prostředí v budovách

Výtahy jsou poháněny nejčastěji elektromotory, vyskytují se též výtahy s pohonem pneumatickým a hydraulickým. [1]

4.5.1 Dělení stavebních výtahů

Stejně jako na jeřáby je i na stavební výtahy možno pohlížet a dělit je podle více hledisek. Z předchozího textu se nabízí například dělení podle druhu pohonu nebo podle druhu řízení, ale pro účely návrhy zařízení staveniště jsou důležitější dělení podle druhu nákladu a typu konstrukce.

Podle toho, co dopravují, dělíme výtahy na výtahy nákladní, které mohou dopravovat pouze materiál, a na výtahy osobonákladní, které mohou přepravovat pracovníky i materiál.

Podle typické konstrukce se pak rozlišují výtahy stožárové s lanovým pohonem, u kterých základ tvoří žebříkový stožár, v jehož spodní části je umístěn pohon. V horní části je umístěna kladnice. Navíjením nosného lana vedeného přes kladnici se pak klec výtahu zvedá nebo

klesá. Tyto výtahy jsou určeny pro dopravu materiálu. Příkladem může být žebříčkový výtah ALULIFT 200 výrobce STROS – Sedlčanské strojírny, a. s. (viz Obr. 17). [14]



Obr. 17 Nákladní výtah STROS ALULIFT 200 [20]

Druhým typem výtahové konstrukce je stožárový výtah s ozubeným hřebenem. U výtahů této konstrukce tvoří základ tří nebo čtyřboký stožár s ozubeným hřebenem. Klec výtahu se pohybuje po stožáru odvalováním ozubených pastorků po hřebenu. Pohonná jednotka je umístěna na střeše klece nebo v kleci. Tyto výtahy mohou být používány jak pro přepravu materiálu, tak i pro přepravu osob. Na jednom stožáru se mohou pohybovat i dvě klece, každá vybavená vlastní pohonnou jednotkou, což zvyšuje efektivitu a nese s sebou menší finanční a prostorovou náročnost. [21]



Obr. 18 Stavební výtah STROS NOV 2032 [20]

4.6 Mobilní čerpadla

Mobilní čerpadla jsou speciální nástavbou nákladních automobilů, na rozdíl od autodomíchávačů však zajišťují sekundární dopravu. Hlavní částí mobilních čerpadel je výložník, jehož délka se pohybuje od 17 m až po zhruba 63 m. V České republice má největší mobilní čerpadlo délku ramene 58 m, nejdelší výložník má ale délku 101 m. K tomuto rameni lze připojovat další hadice a dopravní vzdálenost tak ještě zvětšit, to ovšem na úkor manipulace, čímž se prodlužuje ukládání betonu.

V současné době je čerpadly, ať už mobilními nebo stabilními ukládáno asi 39 % betonu, v Praze až 60 %. [22]



Obr. 19 Čerpání betonu na základy rodinného domu [22]

Předností mobilních čerpadel je jejich výkon, který se i u menších čerpadel s výložníkem do 24 m pohybuje kolem 90 m³/hod, což je zhruba hodnota, které dosahují výkonná stabilní čerpadla.

Při navrhování betonáže pomocí mobilních čerpadel musíme zvážit jak prostorovou náročnost mobilního čerpadla po ustavení, tak i prostor nutný pro příjezd a nasměrování autodomíchávačů přijíždějících pro zásobení čerpadla. Dále je nutné si uvědomit, že čerpadlo je omezeno konstrukcí ramene a nemusí být schopné betonovat přes hranu budovy. Čerpadla potřebují pro práci rovnou zpevněnou plochu.

Typ čerpadla	M17	M24 PUMI	M28	M31	M34	M35	M36	M37	M38	M42	M43	M46	M47	M56	M58
Rozměry pro ustavení stroje (m)	4,97 m	7,00 m	6,00 m	6,00 m	8,00 m	7,1 m	8,50 m	8,60 m	7,50 m	8,60 m	8,70 m	12,50 m	13,50 m	15,60 m	17,50 m
Šířka vpředu (m)	2,5	4	6	6,3	6,2	6,3	6,3	6,96	6,3	8	8,3	8	8,3	9,3	8,9
Šířka vzadu (m)	2,5	2,5	3,6	6,3	5,7	6,2	6,3	6,75	7,3	8	8,3	8,9	8,3	12,1	12,5
Délka (m)	8,5	9,9	9,3	10	10,8	10,65	11,3	11,7	11,4	13,1	11,6	12	11,8	14,4	15
Výška (m)	17	24	28	31	34	35	36	37	38	42	43	46	47	56	58
Vzdálenost (m)	13,4	20	23,5	26,6	30	30,1	31,7	32,9	32,9	37,6	38,1	41	42,6	49,9	53,4
Hloubka (m)	8	12,4	17,5	20,5	22,5	23	23,7	25,3	25,3	30,7	28	31,5	36	40,3	44
Vzdálenost od kabiny auta (m)	12,4	19,2	21,46	24,3	27,5	27,1	29,3	30	30,3	34,7	35,1	38,2	42	45,6	49,6

Obr. 20 Rozměrová tabulka mobilních čerpadel [23]

4.7 Stabilní čerpadla

Jsou primárně určena k ukládání speciálních směsí (cementové potěry, anhydridy, maltové směsi), sekundárně pak pro čerpání klasických betonů velikosti kameniva do 16 mm. [24]

Jejich hlavní výhodou jsou malé rozměry, z kterých vyplývá i jejich nasazení. Vhodné jsou pro objekty s omezenými prostorovými možnostmi pro umístění čerpadla a pro akce s menším objemem čerpaného produktu.

Tato čerpadla nedisponují výložníkem, ale použitím hadic je možné dopravovat čerpané směsi na větší vzdálenost od stanoviště čerpadla v horizontálním i ve vertikálním směru. Dopravní vzdálenost a výška pak závisí jak na druhu čerpadla, tak i na druhu materiálu. Například pístové čerpadlo PUTZMEISTER P 718 TD (viz může čerpat anhydritové směsi na vzdálenost až 300 m beton však jen na vzdálenost 100 m.



Obr. 21 Pístové stabilní čerpadlo PUTZMEISTER P 718 TD [25]

5 Vazba mezi primární a sekundární dopravou

5.1 Způsoby zásobování

Primární a sekundární doprava jsou mezi sebou provázány a z toho vyplývají způsoby zásobování. Z tohoto hlediska lze rozdělit zásobování na dva základní typy.

5.1.1 Dopravovaný materiál je na staveništi ukládán na skládku

Tento způsob je výhodný tehdy, kdy je možné na staveništi využít plochu pro skládku a zároveň není možné na stavbě držet prostředek primární dopravy, kvůli rychlosti zabudování materiálu do stavby a s tím spojenými finančními náklady.

Zároveň ale s sebou nese tento způsob i řadu nevýhod. Mezi ně patří právě potřeba plochy na skládku materiálu, která není na všech stavbách k dispozici. V tomto případě je buď nutné využít jiný způsob zásobování, nebo zřízovat skládku v záborech, čímž vznikají další náklady. K nevýhodám také patří skládku po jejím zřízení udržívat. Další nevýhodou je dvojitá manipulace s materiálem, kdy se ukládá nejdříve na skládku a poté se teprve ukládá na stavbu. S tím je spojena také vyšší pravděpodobnost poškození a v případě, že k manipulaci využíváme jen jedno zařízení, vznikají časové ztráty. [7]

5.1.2 Materiál je dopravován na staveniště přímo k prostředku zajišťujícímu okamžitou sekundární dopravu

Pro tento způsob zásobování je zásadní funkce přípravy. Je potřeba optimálně sladit dodávky materiálu s jeho spotřebou na stavbě, jak z hlediska množství zaváženého materiálu, tak intervalů dodávky.

Předností tohoto způsobu méně manipulace s materiálem a tím pádem zrychlení stavebního procesu. Pokud ale nejsou dobře nastaveny parametry dodávek materiálu, nebo skutečný výkon montážní skupiny neodpovídá plánovanému, vznikají prostoje dopravních prostředků. Doporučuje se tedy zřízovat pohotovostní skládku. [7]

6 Jeřáby na vzorové stavbě

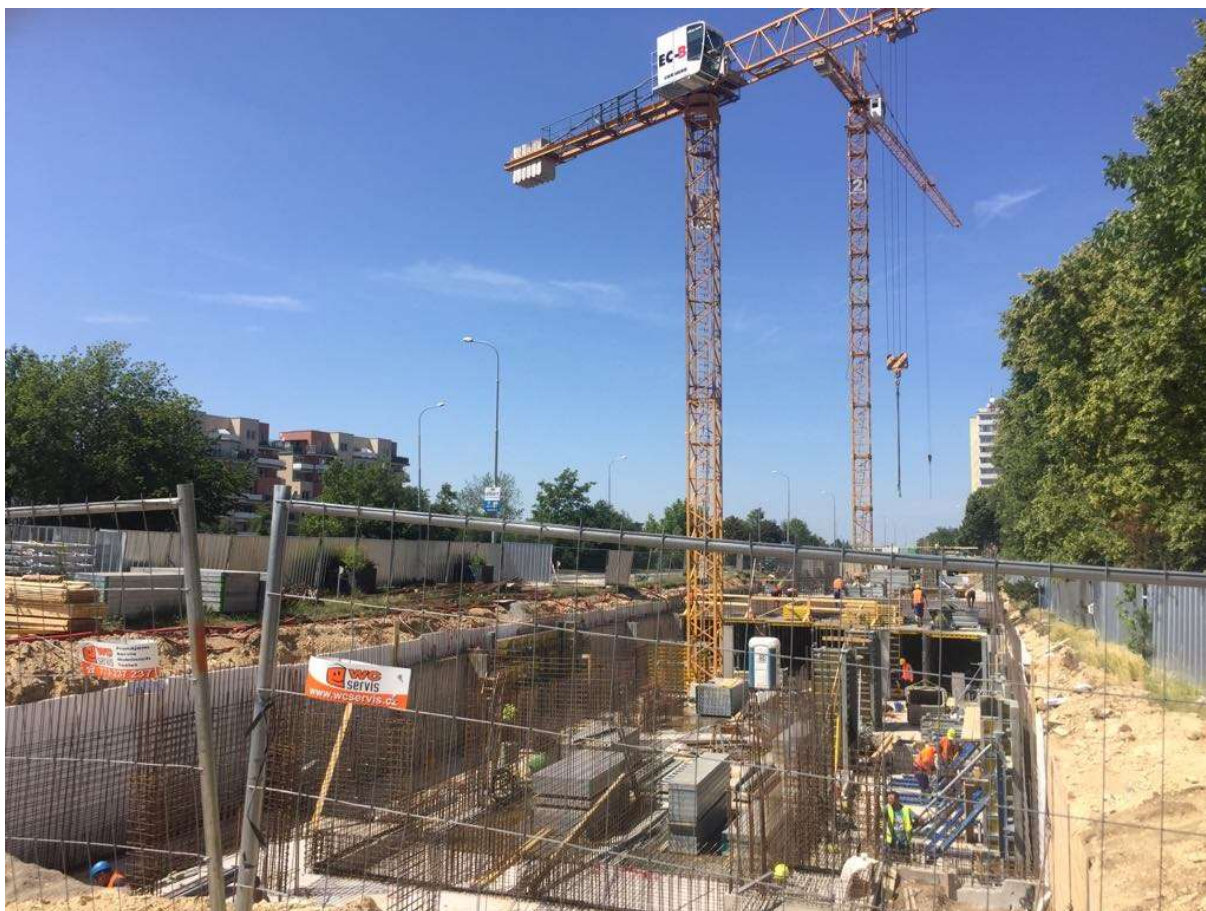
Tato část práce se zabývá návrhem věžového jeřábu na konkrétní stavbě bytového domu realizované v Praze českou stavební firmou. V rámci ochrany osobních údajů a vnitřních nařízení společnosti musí být veškeré údaje anonymizovány. Ve všech dokumentech, které byly společností poskytnuty, budou tedy začerněna jména a název projektu a společnosti.

Jde o novostavbu bytového domu o jednom podzemním a čtyřech nadzemních podlažích. Jedná se o developerský projekt realizovaný středně velkou stavební firmou.

6.1 Jeřáby v objektu – varianta 1 (realizovaná)

Byly navrženy dva věžové jeřáby Liebherr 71 EC-B5 (dále J1) a Liebherr 80 LC (dále J2) umístěné uvnitř budovaného objektu (viz Obr. 25). Dimenzování jeřábů bylo přenecháno subdodavatelské firmě zabývající se pronájmem jeřábů.

Podle stavebního deníku proběhla montáž jeřábu J2 3. 5. 2018 a demontován byl 13. 10. 2018. Jeřáb J1 byl na stavbu montován 29. 5. 2018 a demontáž proběhla 23. 11. 2018. Pro oba jeřáby bude počítáno s náklady na 6 plných měsíců provozu.



Obr. 22 Umístění jeřábů na stavbě [vlastní archiv]



Obr. 23 Montáž jeřábu J2 Liebherr 80 LC [vlastní archiv]



Obr. 24 Návoz jeřábu [vlastní archiv]



Obr. 25 Umístění jeřábů do situace var. 1 [PD]

6.1.1 Výběrové řízení

Výběrové řízení probíhá podle směrnic společnosti. U většiny projektů jsou nejdříve subdodavatelé poptáni v rámci nabídkového tendru a poté znovu v rámci tendru, který si zpracovává výrobní příprava. U tohoto projektu probíhal výběr trochu odlišně. Vzhledem k tomu, že šlo o vlastní developerský projekt, nebyl zhotovitel soutěžen, ale zadán přímo, z tohoto důvodu nebyly k dispozici poptávka z nabídkového tendru a výběr byl zpracován až výrobní přípravou.

Výběr probíhá v několika kolech. V prvním kole byly firmám zaslány poptávkové dopisy s termíny plnění, platebními podmínkami a instrukcemi pro podání nabídky. Spolu s dopisy byla zaslána i projektová dokumentace, konkrétně stavební část a situace, a technická zpráva.

Po prvním kole byly zhodnoceny návrhy a vybrán ten nejvhodnější, který byl poté zaslán všem firmám, které podaly v prvním kole nabídku, s žádostí o aktualizaci. Zároveň byl zaslán i návrh smlouvy o dílo a všeobecné smluvní podmínky s žádostí o připomínky.

Po druhém kole byla vytvořena srovnávací tabulka (viz Příloha 1) pro porovnání jednotlivých položek. U Společnosti 1, která výběr vyhrála je v tabulce konečná cena, namísto ceny z druhého kola. Dále je vidět, že pro řádné porovnání musela být přípravou dopočtena položka „Osvětlení“.

V případě Společnosti 4 je k dispozici jen konečná cena bez rozkladu na jednotlivé položky. Tato společnost zajišťovala na projektu zhotovení monolitických konstrukcí a jeřáb nabízela jako vlastní subdodávku.

Po vytvoření srovnávací tabulky už se jednalo jen se Společností 1, protože cenová nabídka byla finančně nejvýhodnější a zhotovitel měl s danou firmou z dřívějších zakázek pozitivní zkušenosti. Společnost 1 požádala o snížení splatnosti faktur z 60 dní na 30 dní a zrušení pozastávek, které jsou ve standardní smlouvě o dílo a u pronájmu jeřábů postrádají smysl. Podobně se po druhém kole vyjádřili všechny společnosti.

Ceny a požadavky jednotlivých společností byly zapracovány do výběrové tabulky (viz Příloha 2). V tabulce je také návrh výrobní přípravy na vítěze výběrového řízení. Tuto tabulku musí podepsat členové přípravy a členové vedení, kterým to ukládají směrnice. Teprve po schválení výběrové tabulky je možné zkompletovat a podepsat se subdodavatelem smlouvu o dílo.

6.1.2 Založení jeřábů

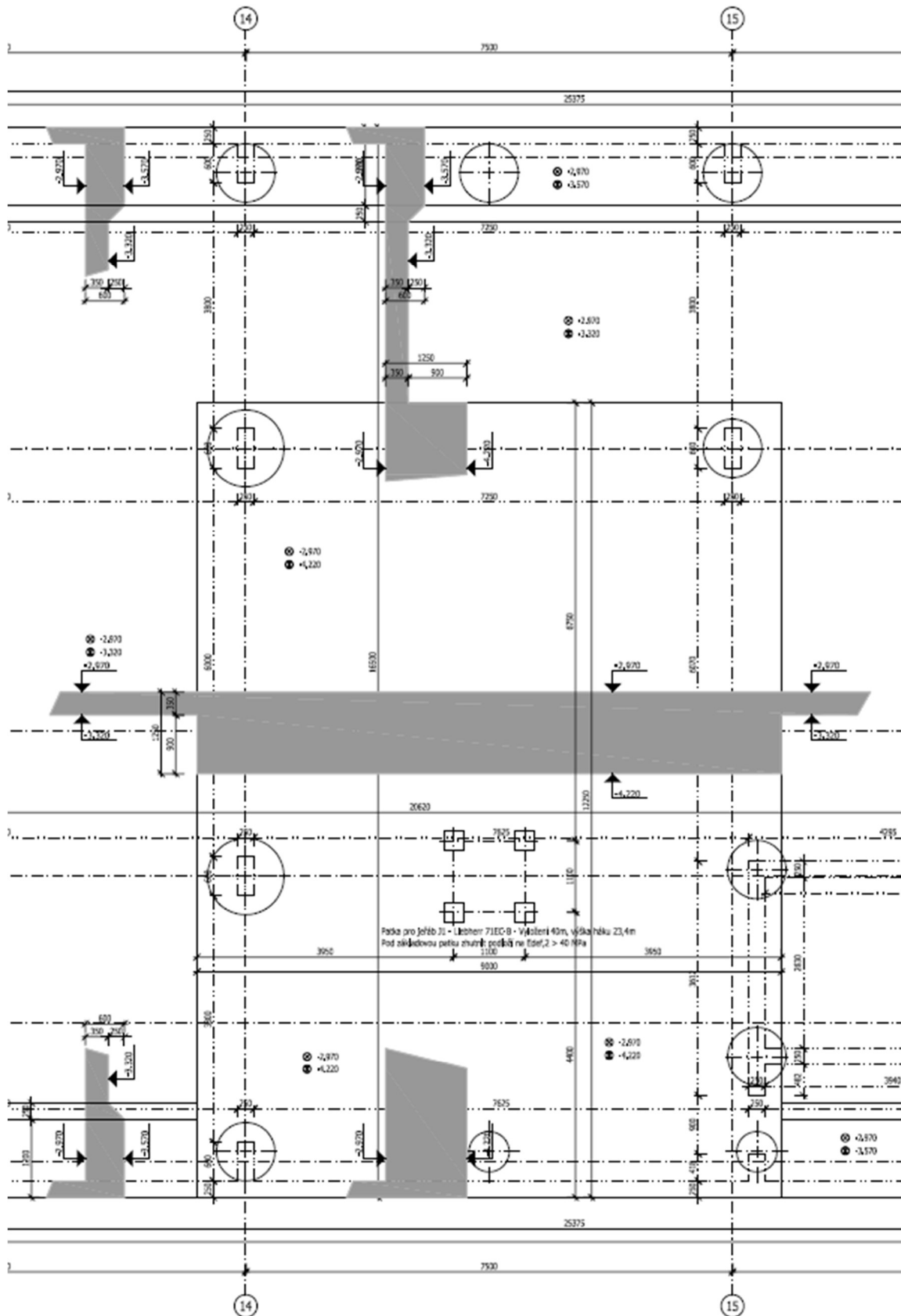
Oba jeřáby jsou založeny uvnitř objektu na základové desce budovaného objektu, která je pro složité základové podmínky založena na pilotách. V místě založení jeřábu je deska zesílena a vyztužena a zůstává trvalou součástí základové konstrukce. Navíc je zhruba na středu zesílené desky osazena sada kotev pro následné usazení jeřábu.



Obr. 26 Armování základové patky věžového jeřábu [vlastní archiv]

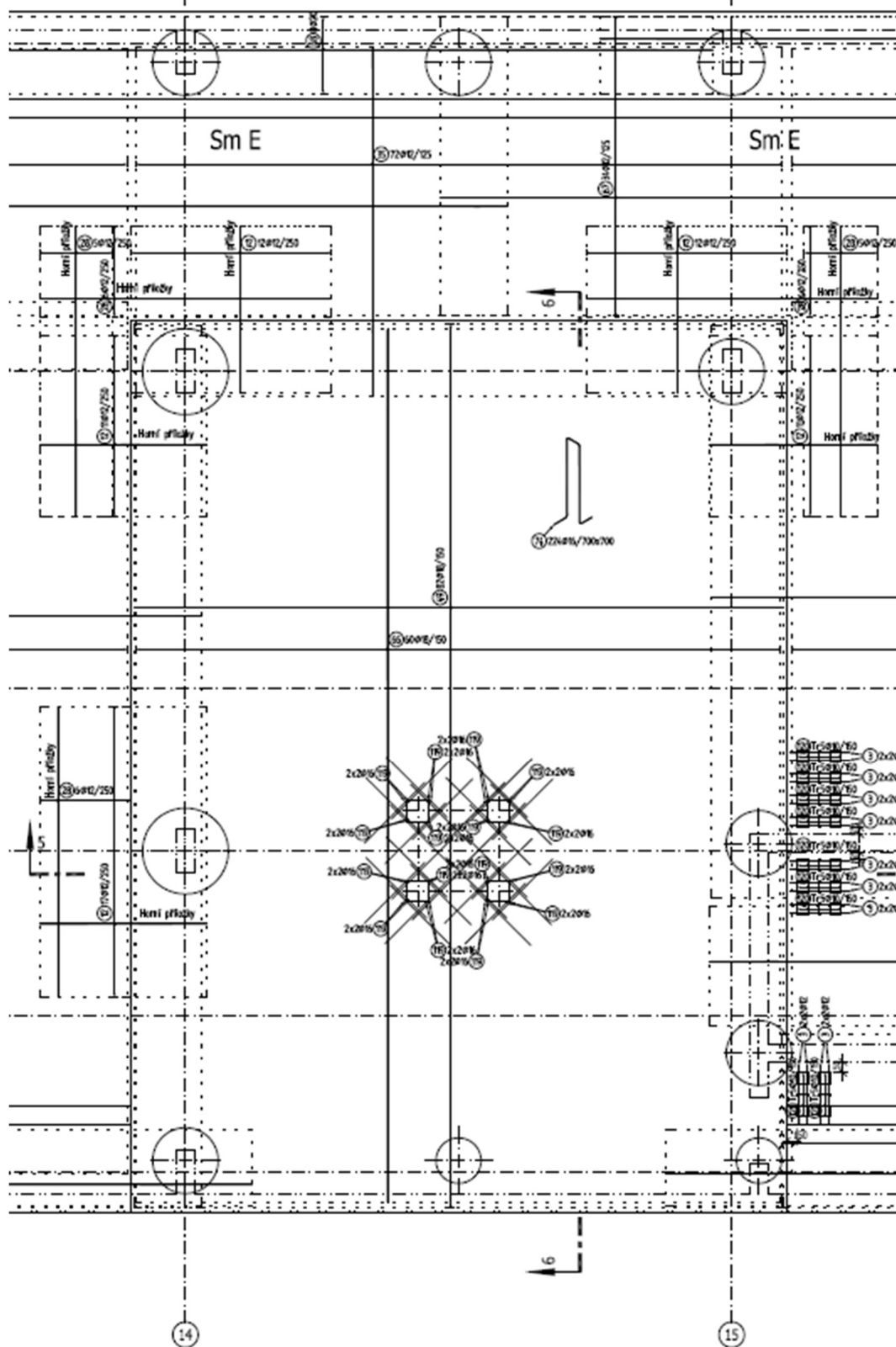


Obr. 27 Základová patka věžového jeřábu [vlastní archiv]



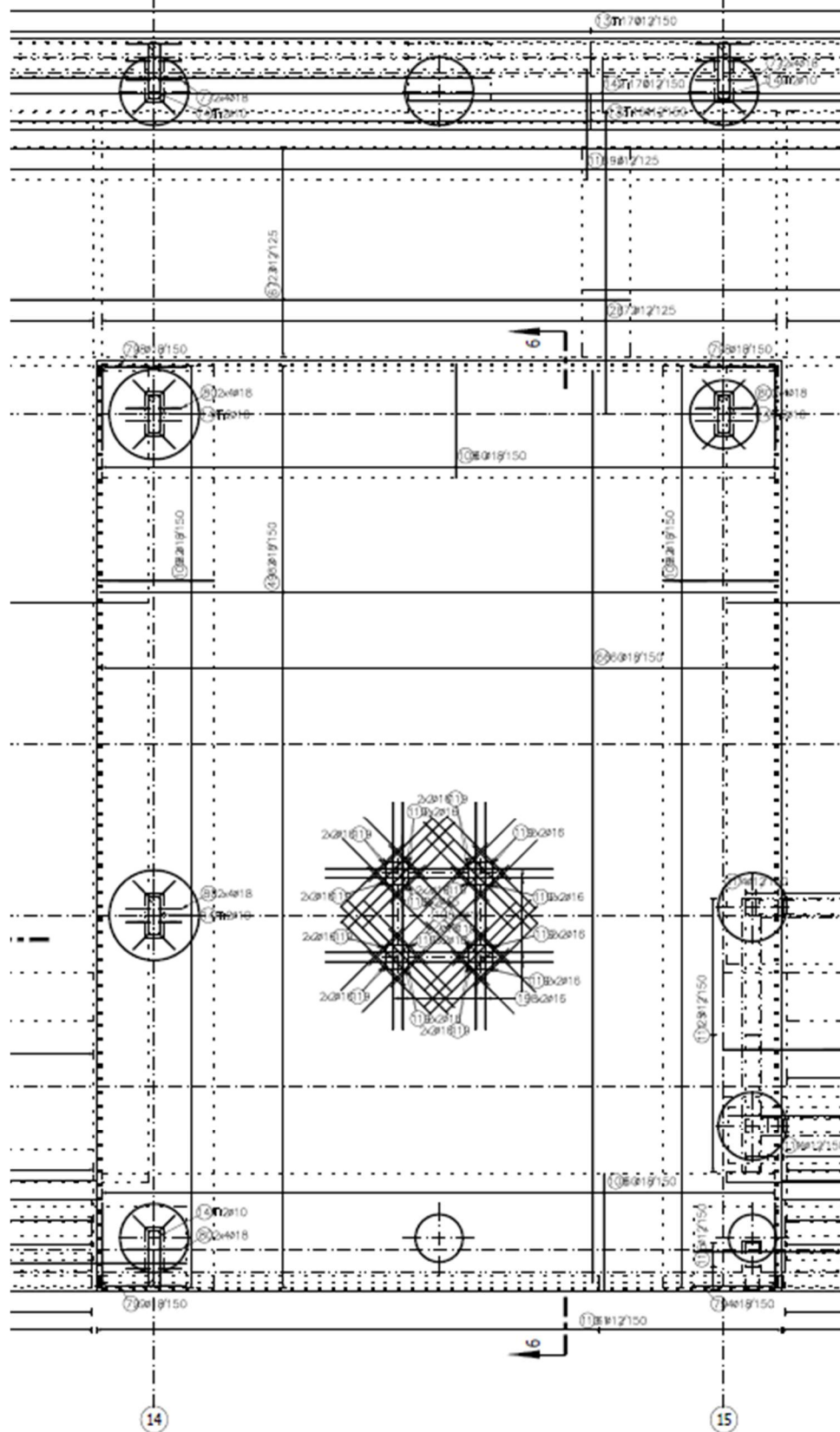
Obr. 28 Výkres základové desky v místě jeřábu J1 [PD]

VÁ DESKA ČÁST 3 - HORNÍ A SMYKOVÁ VÝZTUŽ 1:50

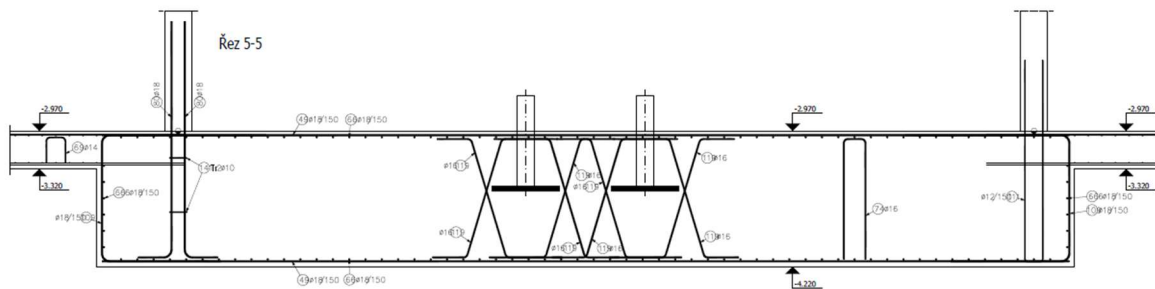


Obr. 29 Výkres horní a smykové výztuže J1 [PD]

DESKA ČÁST 3 - SPODNÍ A LEMOVACÍ VÝZTUŽ 1:50



Obr. 30 Výkres spodní výztuže J1 [PD]



Obr. 31 Řez jeřábovou patkou J1 [PD]

Množství betonu potřebné na jeřábovou patku J1:

$$V = d \cdot \check{s} \cdot v \quad [\text{m}^3] \quad (11)$$

$$V = 9,0 \cdot 12,25 \cdot 1,25 \quad [\text{m}^3] \quad (12)$$

$$V = 137,81 \quad [\text{m}^3] \quad (13)$$

d – délka

\check{s} – šířka

v – výška

Množství výztuže potřebné na jeřábovou patku J1:

Tabulka 1 Výkaz horní a smykové výztuže

Číslo prvku	Počet kusů	Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Délka kusu [m]	Délka celkem [m]	Hmotnost celkem [kg]
10	16	16	1,5783	2	32	50,51
19	16	16	1,5783	3	48	75,76
49	82	18	1,9976	12	984	1 965,64
66	60	18	1,9976	12	720	1 438,27
79	29	18	1,9976	2,15	62,35	124,55
108	120	18	1,9976	3,65	438	874,95
109	164	18	1,9976	3,7	606,8	1 212,14
110	61	12	0,8878	3,85	234,85	208,5
111	38	12	0,8878	3,85	146,3	129,89
119	64	16	1,5783	1,95	124,8	196,97
Celkem					3 397,10	6 277,17

Tabulka 2 Výkaz spodní výztuže

Číslo prvku	Počet kusů	Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Délka kusu [m]	Délka celkem [m]	Hmotnost celkem [kg]
12	63	12	0,8878	2,3	144,9	128,642
28	28	12	0,8878	4	112	99,4336
49	82	18	1,9976	8,9	729,8	1457,85
66	60	18	1,9976	12	720	1438,27
74	224	16	1,5783	2,8	627,2	989,91
Celkem					2333,9	4114,11

Celková hmotnost výztuže:

$$M = 6\,277,17 + 4\,114,11 \quad [\text{kg}] \quad (14)$$

$$M = 10\,391,28 \quad [\text{kg}] \quad (15)$$

Jednotkové náklady na zhotovení základové desky subdodavatelem zajišťujícím monolitické konstrukce (aktuální k 28. 3. 2018):

- jednotkový náklad na betonáž: 3 695 Kč/m³
- jednotkový náklad ukládku výztuže: 22 500 Kč/t

Celkové náklady na založení jeřábu J1 činí **743 012 Kč**.

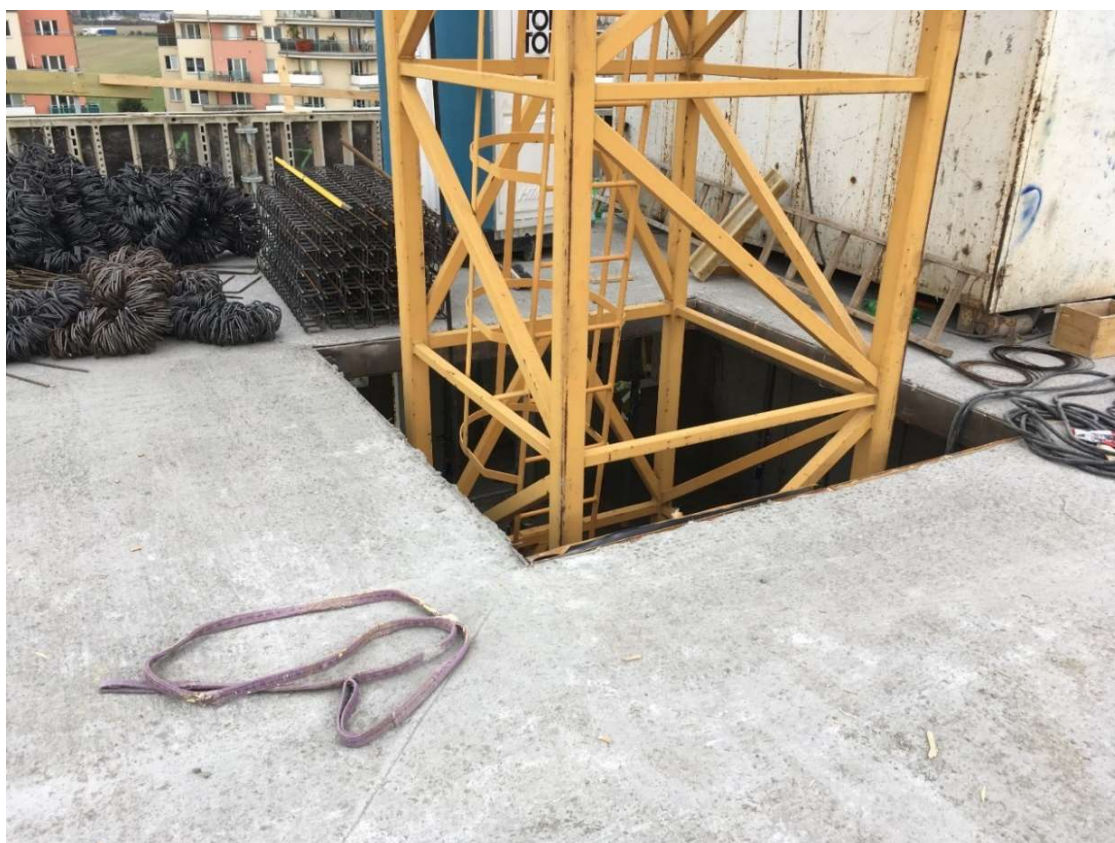
6.1.3 Umístění uvnitř objektu

Umístění jeřábů uvnitř objektu s sebou nese další náklady spojené s budováním objektu kolem jeřábu – vyztužení kolem otvoru, bednění otvoru. Pro navázání výztuže pro dobetonování otvoru se podél celé hrany váže vylamovací výztuž (viz Obr. 32).

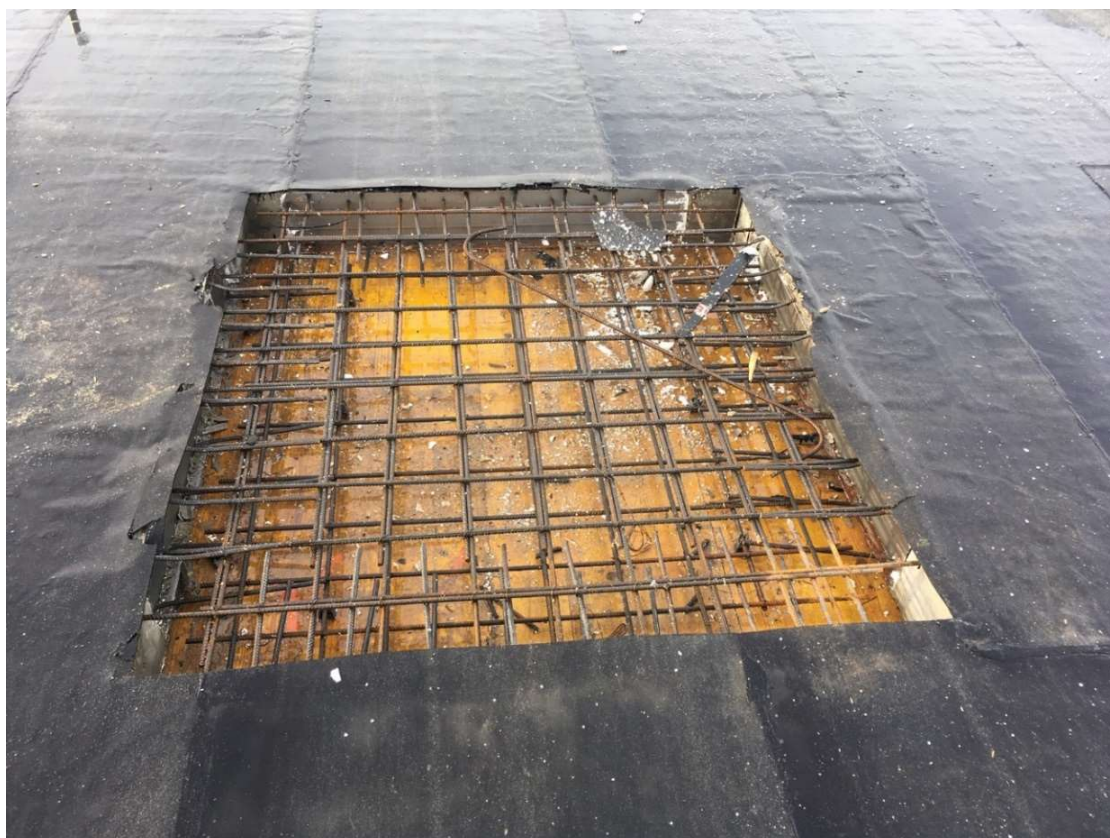
Další náklady mohou vzniknout při špatném sestavení harmonogramu. Je nutné počítat s časem nutným k dobetonování otvorů a možným posunutím činností navázaných na dokončení vodorovných konstrukcí (např. střešní plášť).



Obr. 32 Vyztužení stropní desky v místě prostupu jeřábu [vlastní archiv]



Obr. 33 Stropní deska v místě prostupu jeřábu [vlastní archiv]



Obr. 34 Navázání výztuže pro dobetonávku otvoru [vlastní archiv]

6.1.4 Výpočet nákladů

Pro zjednodušení bude vyztužení patek jeřábů J1 a J2 uvažováno stejné. Denní pracovní doba je 10 hodin. Měsíční náklady na mzdy jsou počítány jako průměr za všechna období. Mezi přílohami je vzorová měsíční fakturace mezd včetně výkazu hodin jeřábníků za červenec 2018 (viz Příloha 3).

Tabulka 3 Náklady na mzdy

Období	J1	J2
květen		81 480 Kč
červen	78 420 Kč	81 900 Kč
červenec	82 680 Kč	92 460 Kč
srpen	77 700 Kč	79 260 Kč
září	79 080 Kč	92 520 Kč
říjen	79 560 Kč	30 480 Kč
listopad	29 452 Kč	
Průměr	71 149 Kč	76 350 Kč

Tabulka 4 Náklady varianta 1

Typ nákladů	J1	J2	1 měsíc	6 měsíců
Jednorázové náklady				
Založení	743 012 Kč	743 012 Kč		
Sada základových kotev	87 880 Kč	99 606 Kč		
Doprava na stavbu	31 000 Kč	34 000 Kč		
Montáž vč. autojeřábu	67 000 Kč	121 000 Kč		
Demontáž vč. autojeřábu	69 000 Kč	121 000 Kč		
Odvoz ze stavby	31 000 Kč	34 000 Kč		
Revize	6 700 Kč	6 700 Kč		
Průběžné náklady				
Měsíční nájemné jeřábu	43 000 Kč	51 000 Kč	94 000 Kč	564 000 Kč
Měsíční nájemné osvětlení	2 800 Kč	2 800 Kč	5 600 Kč	33 600 Kč
Měsíční pojištění	1 107 Kč	1 242 Kč	2 349 Kč	14 094 Kč
Mzdy měsíčně (průměr)	71 149 Kč	76 350 Kč	147 499 Kč	884 992 Kč
Energie	9 410 Kč	9 410 Kč	18 820 Kč	112 918 Kč

Fond hodin:

$$H = n \cdot s \quad [\text{h}] \quad (16)$$

$$H = 183 \cdot 10 \quad [\text{h}] \quad (17)$$

$$H = 1\,830 \quad [\text{h}] \quad (18)$$

n – počet dní

s – délka směny

Náklady na hodinu jeřábu J1:

$$n_{h;J1.1} = \frac{\sum \text{jednorázové náklady J1} + 6 \cdot \sum \text{průběžné náklady J1}}{H} \quad [\text{Kč/h}] \quad (19)$$

$$n_{h;J1.1} = \frac{1\,035\,592 + 6 \cdot 127\,466}{1\,830} \quad [\text{Kč/h}] \quad (20)$$

$$n_{h;J1.1} = 984 \quad [\text{Kč/h}] \quad (21)$$

H – fond hodin

Náklady na hodinu jeřábu J2:

$$n_{h;J2.1} = \frac{\sum \text{jednorázové náklady J2} + 6 \cdot \sum \text{průběžné náklady J2}}{H} \quad [\text{Kč/h}] \quad (22)$$

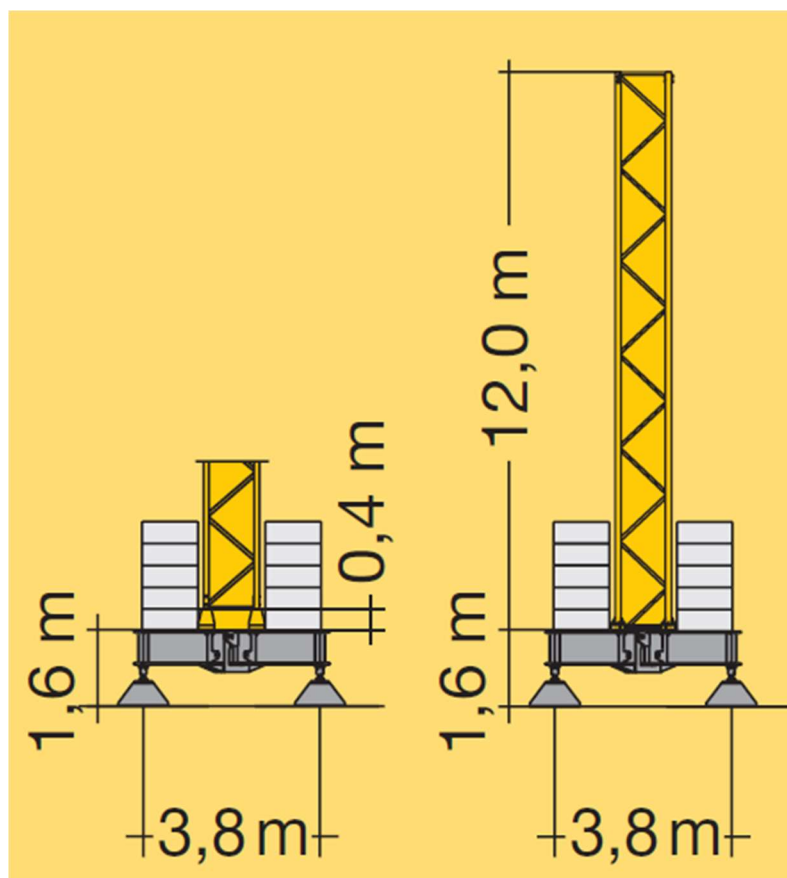
$$n_{h;J2.1} = \frac{1\,159\,318 + 6 \cdot 140\,802}{1\,830} \quad [\text{Kč/h}] \quad (23)$$

$$\mathbf{n_{h;J2.1} = 1\,095} \quad [\text{Kč/h}] \quad (24)$$

Celkové náklady za vybudování a šestiměsíční provoz jeřábů realizovaného řešení činí **3 804 514 Kč**.

6.2 Jeřáby mimo objekt – varianta 2

Jako alternativní řešení jsou navrženy dva jeřáby umístěné mimo objekt. Přesunutím jeřábů mimo budovaný objekt odpadají z výpočtu náklady na strojočinu náklady na vyztužení a vybetonování základů jeřábů. Naopak ale přibývají náklady za pronájem veřejného prostranství. V případě této konkrétní stavby činí pronájem veřejného prostoru 10 Kč/m²/den.



Obr. 35 Založení jeřábu J1 Liebherr 71 EC-B5 [26]



Obr. 36 Umístění jeřábů do situace var. 2

6.2.1 Výpočet nákladů

Tabulka 5 Náklady varianta 2

Typ nákladů	J1	J2	1 měsíc	6 měsíců
Jednorázové náklady				
Doprava na stavbu	31 000 Kč	34 000 Kč		
Montáž vč. autojeřábu	67 000 Kč	121 000 Kč		
Demontáž vč. autojeřábu	69 000 Kč	121 000 Kč		
Odvoz ze stavby	31 000 Kč	34 000 Kč		
Revize	6 700 Kč	6 700 Kč		
Průběžné náklady				
Zábory veřejného prostranství	15 952 Kč	17 080 Kč	33 032 Kč	198 189 Kč
Měsíční nájemné jeřábu	43 000 Kč	51 000 Kč	94 000 Kč	564 000 Kč
Měsíční nájemné osvětlení	2 800 Kč	2 800 Kč	5 600 Kč	33 600 Kč
Měsíční pojištění	1 107 Kč	1 242 Kč	2 349 Kč	14 094 Kč
Mzdy měsíčně (průměr)	71 149 Kč	76 350 Kč	147 499 Kč	884 992 Kč
Energie	9 410 Kč	9 410 Kč	18 820 Kč	112 918 Kč

Výpočet fondu hodin je stejný jako v předchozí variantě (viz rovnice (18)).

Náklady na hodinu jeřábu J1:

$$n_{h;J1.2} = \frac{\sum \text{jednorázové náklady J1} + 6 \cdot \sum \text{průběžné náklady J1}}{H} \quad [\text{Kč/h}] \quad (25)$$

$$n_{h;J1.2} = \frac{204\,700 + 6 \cdot 143\,417}{1\,830} \quad [\text{Kč/h}] \quad (26)$$

$$n_{h;J1.2} = \mathbf{582} \quad [\text{Kč/h}] \quad (27)$$

H – fond hodin

Náklady na hodinu jeřábu J2:

$$n_{h;J2.2} = \frac{\sum \text{jednorázové náklady J2} + 6 \cdot \sum \text{průběžné náklady J2}}{H} \quad [\text{Kč/h}] \quad (28)$$

$$n_{h;J2.2} = \frac{316\,700 + 6 \cdot 157\,882}{1\,830} \quad [\text{Kč/h}] \quad (29)$$

$$n_{h;J2.2} = \mathbf{691} \quad [\text{Kč/h}] \quad (30)$$

Celkové náklady varianty 2 jsou **2 329 193 Kč**

6.3 Koupě vlastních jeřábů – varianta 3

V této variantě budou zakoupeny bazarové jeřáby podle internetových inzerátů (viz Příloha 4; Příloha 5)

Pro výpočet nákladů strojohodiny při koupi vlastních jeřábů bude použita normativní kalkulace sazby strojohodiny. Jeřáby podle rozdělení daňových odpisů patří do 3. odpisové skupiny a odepisují se tedy po dobu 10 let. Roční odpisová sazba pro 1. rok je 5,5 %, pro další roky pak 10,5 %.

Pro náklady na montáže, revize a demontáže budou využity hodnoty z předchozích variant snížené o 3 % předpokládaného zisku subdodavatele. To neplatí u energií a nákladů na zábor veřejného prostranství, které zůstávají stejné.

Jeřáby budou založeny stejně jako ve variantě 2.

6.3.1 Výpočet nákladů

Tabulka 6 Náklady varianta 3

Typ nákladů	J1	J2	1 měsíc	6 měsíců
Pořizovací cena jeřábu (PC)	2 047 088 Kč	1 259 933 Kč		
Jednorázové náklady				
Montáž vč. autojeřábu (MT)	64 990 Kč	117 370 Kč		
Demontáž vč. autojeřábu (DMT)	66 930 Kč	117 370 Kč		
Revize (MT)	6 499 Kč	6 499 Kč		
Průběžné náklady				
Zábory veřejného prostranství	15 952 Kč	17 080 Kč	33 032 Kč	198 189 Kč
Měsíční pojištění	1 074 Kč	1 205 Kč	2 279 Kč	13 671 Kč
Mzdy měsíčně (průměr)	69 014 Kč	74 060 Kč	143 074 Kč	858 442 Kč
Energie	9 410 Kč	9 410 Kč	18 820 Kč	112 918 Kč

Výpočet normativu odpisů:

$$n_{od} = \frac{f}{100} \cdot \frac{s}{2} \quad (31)$$

$$n_{od} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{1,32}{2} \quad (32)$$

f – roční odpisová sazba

s – normativ směnnosti

Kvůli stáří jeřábů je nutné zvětšit normativ oprav z 0,0678 na 0,15.

Tabulka 7 Použité normativy

Popis	Hodnota pro J1	Hodnota pro J2
Normativ odpisů (n_{od})	0,0363	0,0363
Normativ ročního časového využití (t)	1711	1711
Normativ směnnosti (s)	1,32	1,32
Normativ oprav (n_{op})	0,15	0,15
Normativ převozů (n_{pr})	0,2460	0,2460
Počet montáží a demontáží (n_{md})	1	1

Sazba strojhodiny v klidu [6]:

$$S_1 = \frac{N_{od} + N_{op} + N_{pr} + N_{md}}{H} \quad (33)$$

$$S_1 = \frac{PC \cdot n_{od} + PC \cdot n_{op} + PC \cdot n_{pr} + MT \cdot n_{md} + DMT \cdot n_{md}}{t \cdot s} \quad (34)$$

N_{od} – náklady na odpisy

N_{op} – náklady na opravy

N_{pr} – náklady na převozy

N_{md} – náklady na montáže a demontáže

H – roční fond hodin

Sazba hodiny v provozu:

$$S_2 = \frac{6 \cdot \sum \text{průběžné náklady } Ji}{H_Z} \quad (35)$$

H_Z – počet hodin na stavbě

Sazba hodiny jeřábu J1:

$$S_1 = \frac{74\,309 + 307\,063 + 503\,584 + 71\,489 + 66\,930}{1711 \cdot 1,32} \quad (36)$$

$$S_1 = 453 \quad [\text{Kč/h}] \quad (37)$$

$$S_2 = \frac{6 \cdot 95\,449}{1830} \quad (38)$$

$$S_2 = 313 \quad [\text{Kč/h}] \quad (39)$$

$$n_{h;J1.3} = 453 + 313 \quad [\text{Kč/h}] \quad (40)$$

$$n_{h;J1.3} = 766 \quad [\text{Kč/h}] \quad (41)$$

Sazba hodiny jeřábu J2:

$$S_1 = \frac{45\,736 + 188\,990 + 309\,944 + 123\,869 + 117\,370}{1711 \cdot 1,32} \quad (42)$$

$$S_1 = 348 \quad [\text{Kč/h}] \quad (43)$$

$$S_2 = \frac{6 \cdot 101\,754}{1830} \quad (44)$$

$$S_2 = 334 \quad [\text{Kč/h}] \quad (45)$$

$$n_{h;J2.3} = 348 + 334 \quad [\text{Kč/h}] \quad (46)$$

$$n_{h;J2.3} = 682 \quad [\text{Kč/h}] \quad (47)$$

Celkové náklady za variantu 3 by byly **2 649 219 Kč**.

6.4 Jeřáby kalkulované dle ÚRS

K Oprava položky

Kód položky: 998012023 MJ: t Celkové množství: 3 882,308 Index. cena: 239,00
Z výkazu výměr

Zkrác. popis: Přesun hmot pro budovy monolitické v do 24 m

Položka	Výkaz výměr	TOV	Přirážka	Ceny dodavatelů	Ostatní	Plný popis a poznámka	Obrázek	Výskyty	
000 - TOV 000 (239,39) Nástroje Nastav TOV									
O	TC	Kód	Popis	MJ	Množství	J. cena	J. náklad	Celkový náklad	Celkové...
<input type="checkbox"/>	s1	712000-S...	Dělník	Nh	0,30500	108,00	32,94	127 883,23	1 184,10394
<input type="checkbox"/>	s1	832000-S...	Řidič	Nh	0,04000	121,00	4,84	18 790,37	155,29232
<input type="checkbox"/>	s1	833000-S...	Strojník	Nh	0,12000	108,00	12,96	50 314,71	465,87696
<input type="checkbox"/>	s1	11103003...	Jeřáb stavební věžový samovytýčitelný nosnost 8 t v 16,8 m	Sh	0,03500	980,00	34,30	133 163,16	135,88078
<input type="checkbox"/>	s1	11202001...	Stavební výtah osobní, nákladní nosnost 0,5 t v 30 m	Sh	0,06420	80,80	5,19	20 138,93	249,24417
<input type="checkbox"/>	s1	11203004...	Stavební vrátek lanový nosnost 0,3 t	Sh	0,01500	18,80	0,28	1 094,81	58,23462
<input type="checkbox"/>	s1	30203001...	Čerpadlo betonových směsí na automobilovém podvozku výkon 170 m3/h dosah 47 m	Sh	0,02500	1 170,00	29,25	113 557,51	97,05770

Mzdy	50,74
Odvody	17,25
Stroje	69,02
Tarif	0,00
PZN	137,01
Materiál	0,00
Poddodávky	0,00
Nekalkulované	0,00
PN	137,01
Režie	76,73
Zisk	25,65
Cena TOV	239,39

fx TC TD

OK Storno

Obr. 37 Rozbor TOV položky "Přesun hmot" [vlastní archiv]

Z obrázku výše je možné vyčíst, kolik kalkuluje na přesun hmot rozpočtářský program Kros podle cenové soustavy ÚRS.

Databáze nerozlišuje konkrétní stroje a nelze zadat přesné parametry jeřábu. Kalkulován je často jeřáb, který by ve skutečnosti nebylo možné použít.

6.4.1 Výpočet nákladů

Zde je ve výkazu výměr 3 882,3 t, což je celková hmotnost zděných a monolitických konstrukcí, pro jejichž zhotovení byly jeřáby využity.

Sazba strojořadiny je 980 Kč, k ní je nutné připočíst mzdu jeřábníka 108 Kč/Nh a odvody ze mzdy 34 %.

$$n_{h,URS} = 980 + 108 \cdot 1,34 \quad [\text{Kč/h}] \quad (48)$$

$$n_{h,URS} = \mathbf{1\ 125} \quad [\text{Kč/h}] \quad (49)$$

Celkové náklady jsou **183 478 Kč**. V této částce nejsou ale zahrnuty náklady na zábory veřejného prostranství. Tyto náklady jsou započteny v nákladech na umístění stavby (NUS nebo VRN), které jsou určeny procentuálně ze základních rozpočtových nákladů (ZRN).

6.5 Porovnání

V níže uvedeném grafu (Graf 1) jsou vyneseny hodnoty nákladů jednotlivých variant. Na první pohled je patrné, že vybraná varianta, tj. Varianta 1, je nejnákladnější. Naopak varianta s koupí jeřábů se jeví nejvýhodněji a varianta 2 také vychází lépe než varianta zvolená.

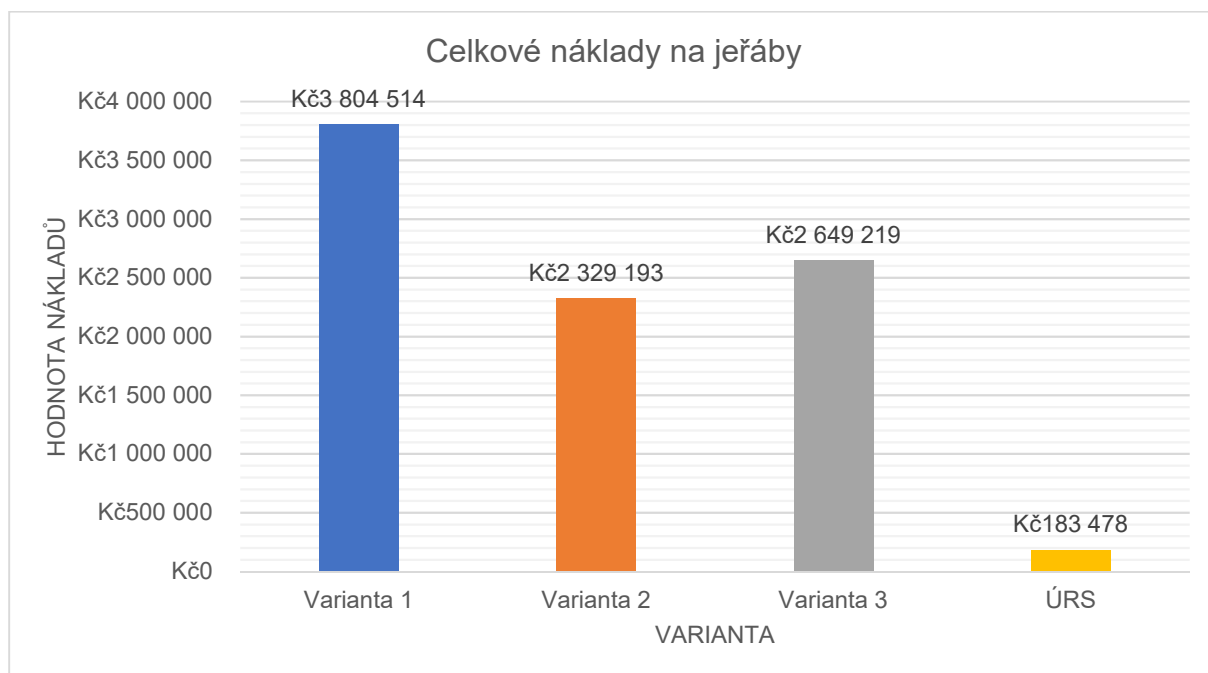
Pro srovnání je v grafu vynesena i hodnota nákladů z programu Kros, která neodpovídá ani nejlevnější variantě. V této hodnotě ovšem nejsou započtené náklady na případné zábory a založení. Tyto náklady jsou započteny v nákladech na umístění stavby.

Varianta 3 je navíc doplněna o hodnotu kompletní odepsání jeřábů. Zelený sloupec tedy představuje náklady varianty, pro kterou by byly zakoupeny jeřáby, které by se po dokončení stavby uskladnily a již by negenerovaly další náklady kromě odpisů.

Tabulka 8 Tabulka srovnání

	Celkové náklady za 6 měsíců	Hodinové náklady J1 při 6 měsících	Hodinové náklady J2 při 6 měsících
Varianta 1	3 804 514 Kč	984 Kč	1 095 Kč
Varianta 2	2 329 193 Kč	582 Kč	691 Kč
Varianta 3	2 649 219 Kč	737 Kč	659 Kč
ÚRS	183 478 Kč	1 125 Kč	1 125 Kč

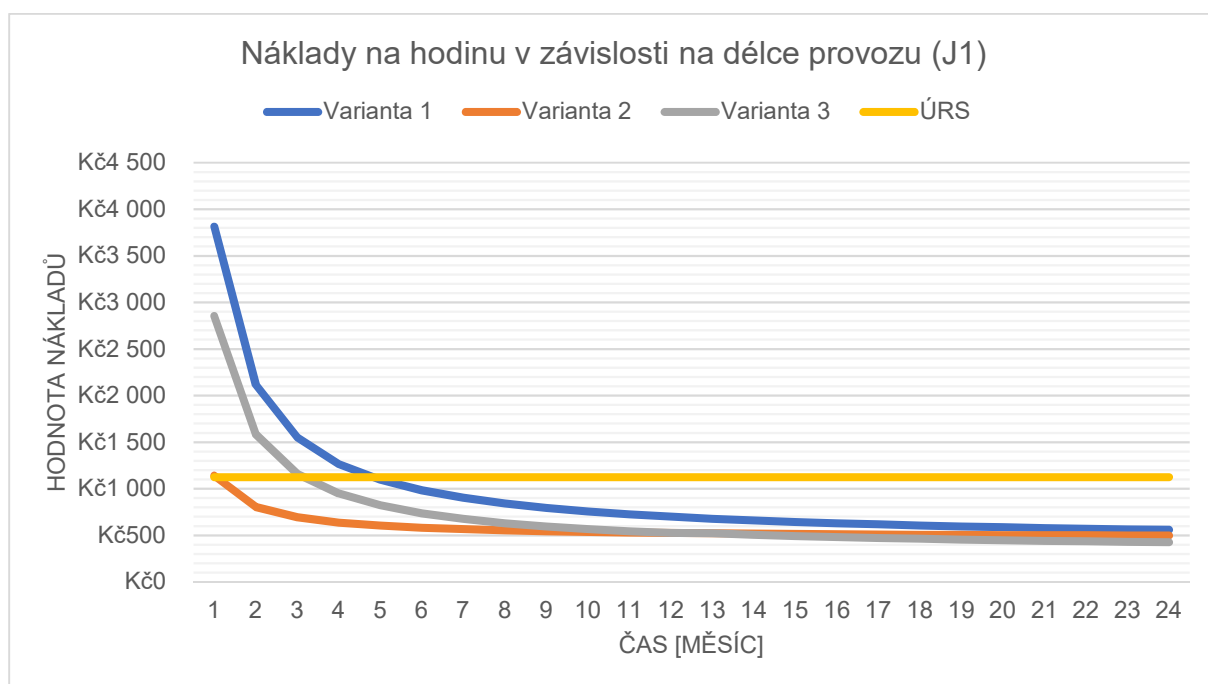
Graf 1 Celkové náklady



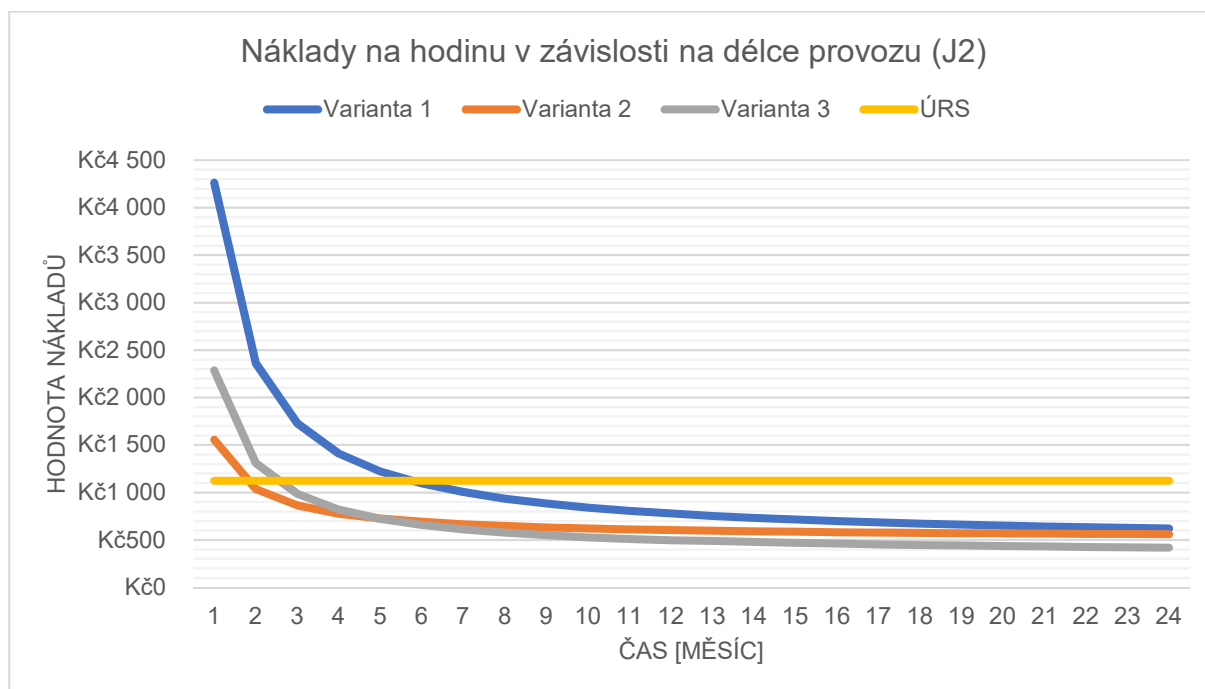
V následujících dvou spojnicových grafech (Graf 2; Graf 3) je zobrazen vývoj hodinových nákladů v závislosti na délce provozu jeřábů na stavbě. Při delším provozu se zvyšuje fond hodin a jednorázové náklady se rozprostírají. Je vidět, že ve 24 měsících jsou hodinové náklady všech variant téměř stejné.

Hodinové náklady z programu Kros neobsahují jednorázové náklady, proto jsou v grafu zobrazeny jako konstantní přímka.

Graf 2 Náklady na hodinu J1



Graf 3 Náklady na hodinu J2



6.6 Bezpečnost práce při používání zvedacích zařízení

Obecně se problematikou zabývá Zákoník práce č. 262/2006 Sb., zákon 309/2006 Sb. Dále pak nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí nařízení vlády č. 591/2006 Sb., které informuje o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, a nařízení vlády č. 362/2005 Sb., které pojednává o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Bezpečnosti v jeřábové dopravě se přímo týká technická norma ČSN ISO 12 480-1, což je česká verze mezinárodní normy ISO 12480-1.

Zdrojem rizik, případně pak zdrojem pracovních úrazů jsou: [27]

- nízké právní vědomí zaměstnavatelů i zaměstnanců
- neseznámení se s konkrétními riziky dané práce
- nepřidělení OOPP zaměstnavatelem nebo nevyužívání OOPP pracovníkem
- neseznámení se s návody na obsluhu konkrétního zařízení nebo s místními bezpečnostními předpisy (v případě jeřábů systém bezpečné práce)
- rizikové chování
- nízká kontrolní činnost vedoucích zaměstnanců

6.6.1 Rizika

Používání zdvihacích prostředků s sebou nese řadu vysokých rizik. To je způsobeno tím, že manipulují s břemeny nad prostorem, který obsluhují. Bezpečnost práce s nimi je tedy ovlivněna nejen jejich technickým stavem, ale také dodržování zásad bezpečnosti práce ze strany zúčastněných osob. Je zde významná úloha lidského faktoru. [28]

Jako příklad zde uvedu několik rizik spojených s používáním zvedacích prostředků:

- zachycení nebo sražení osoby pohybujícím se jeřábem
- vypadnutí břemene z úvazku a následný pád břemene z výšky
- přimáčknutí vazače břemene při vázání
- zneužití jeřábu nekompetentní osobou
- vyjetí nebo vykolejení jeřábu z dráhy
- ztráta stability a následný pád jeřábu způsobené přetížením
- poškození a následné přetržení nosného lana
- pád kladnice na osoby, které pracují pod jeřábem
- zasažení osob elektrickým proudem
- selhání zařízení – poškození, havárie

6.6.2 Povinnosti zaměstnavatele

Mezi základní povinnosti bezpečného užívání jeřábů patří řízení se normou ČSN ISO 12 480-1 Jeřáby – Bezpečné používání. Ta ukládá zaměstnavateli zpracovat systém bezpečné práce (SBP) a zároveň ho i dodržovat. Jedná se o provozní předpis, který musí být dodržován při všech činnostech zvedacího zařízení ať už se jedná o jeden zdvih nebo sérii více zdvihů. Jeho obsah je definován v ČSN ISO 12 480-1 čl. 4.1. Rozsah je závislý na podmínkách provozu zvedacího zařízení jako prostředí, ve kterém je zdvihací zařízení provozováno, a složitosti jednotlivých manipulací. [27]

Zaměstnavatel má povinnost písemně určit v konkrétní provozní jednotce pověřenou osobu, která zodpovídá za provoz a výběr jeřábu. Veškeré práva o povinnosti této osoby musí být také určeny v systému bezpečnosti práce. [28]

Dále je zaměstnavatel povinen svěřovat práci na jeřábu pouze zdravotně a odborně způsobilé osobě. Zajistit všem zaměstnancům školení BOZP a bezpečnostních předpisů a nabyté znalosti následně pravidelně ověřovat. Zaměstnavatel, respektive provozovatel jeřábu musí provádět v pravidelných intervalech, které určuje zákon prohlídky, revize a zkoušky. A nesmí povolit zaměstnancům práci na strojích, které revizi nemají nebo nejsou bezpečné.

Se zkouškami a revizemi souvisí osoba revizního technika ZZ, což je kompetentní osoba provádějící revize, revizní zkoušky, zkoušky vyrobených, smontovaných, generální opravou renovovaných zařízení. K provádění činnosti musí mít osvědčení odborné způsobilosti vydané orgánem dozoru na základě vykonané zkoušky, osvědčení revizního technika a úplné střední

nebo vyšší odborné vzdělání strojního nebo elektrotechnického zaměření s požadovanou praxí. [29]

6.6.3 Povinnosti zaměstnance

I zaměstnanci pracující se zdvihacími prostředky mají své povinnosti. Pokud dojde ze strany zaměstnance k porušení bezpečnostních předpisů, je to bráno jako porušení pracovní kázně. Pokud však dojde při porušení předpisu k pracovnímu úrazu, může to být posuzováno jako trestný čin.

Zaměstnanec musí striktně dodržovat všechna nařízení a veškeré bezpečnostní předpisy, s kterými byl seznámen. Pro práci musí využívat přidělené ochranné pracovní prostředky. Pravidelně se musí účastnit školení BOZP, lékařských prohlídek a vyšetření, na které jej zaměstnavatel vyšle. Musí úspěšně složit zkoušky z odborné způsobilosti. Při zjištění závad nebo nedostatků, které mohou ohrozit bezpečnost práce, musí bezodkladně informovat zaměstnavatele. [27]

V rámci povinností zaměstnanců se lze zaměřit na dvě konkrétní profese a sice jeřábníka a vazače.

Jeřábník je kompetentní osobou, která ovládá jeřáb při pohybu a manipulaci s břemeny. K jeho povinnostem patří: [29]

- před zahájením provozu zkontrolovat, zda není omezeno nebo zakázáno uvedení jeřábu do provozu.
- provedení kontroly v deníku ZZ a provést o tom záznam.
- provedení kontroly všech měřících zařízení, hydraulických, pneumatických nebo elektrických systémů.
- řízení se pokyny vazače nebo signalisty, a to pouze těch, kteří jsou viditelně označeni
- v případě nebezpečí reagovat na znamení „STŮJ“.
- při opuštění jeřábu vyjímat a vzít s sebou všechny klíče pro uvedení jeřábu do pohybu a přetěžovacích zařízení a klíče pro uzamykání jeřábu.
- neprovádět zakázané manipulace.

Vazač je kompetentní osoba určená a odpovědná za uvázání a odvázání břemen za využití vhodných příslušenství, za zahájení a řízení bezpečného pohybu jeřábu s břemeny. [29]

7 Závěr

Cílem práce bylo seznámení se základní problematikou některých dopravních a manipulačních zařízení, používaných na stavbách v České republice s největším důrazem na věžové jeřáby. V praktické části bylo cílem porovnat náklady vynaložené na jeřáby na konkrétní stavbě s náklady z alternativních řešení a s náklady, které jsou automaticky kalkulovány v rozpočtářském programu.

V rámci kapitoly 6 *Jeřáby na vzorové stavbě* a jejích podkapitol byl popsán průběh výběrového řízení na subdodávky u společnosti, která vzorovou stavbu realizovala. Dále byl vytvořen výkaz výměr pro založení jeřábu, který byl oceněn podle jednotkových cen firmy zajišťující realizaci základových konstrukcí, respektive všech monolitických konstrukcí. Na základě měsíčních fakturací byly určeny skutečné náklady na mzdy jeřábníků a na základě cenové nabídky náklady na strojočinu. Jejich součtem byly určeny náklady na hodinu provozu jeřábu. Náklady by ještě bylo možné doplnit o cenu za prováděcí dokumentaci pro vyztužení jeřábových patek. A náklady na patky zpřesnit odečtením výztuže běžného pole desky, případně připočítat vyztužení kolem prostupů v deskách, kterými jeřáby prochází. I tak se tato varianta jeví jako nejdražší.

Pro další varianty byly použity stejné nabídky snížené o cenu základových kotev a zvýšené o náklady na záborny a koupi jeřábů. Ačkoliv obě varianty vychází finančně lépe měly by být ještě projednány se statikem, kvůli únosnosti komunikace. V případě, že by únosnost nebyla dostatečná, musela by nabídka být doplněna o roznášecí desky nebo jiné řešení. Vzhledem k tomu, že stavba se nachází v hustě zasíťovaném území bylo by nutné pro tyto varianty získat vyjádření správců dotčených sítí a je možné, že by umístění jeřábů na veřejném prostranství nebylo možné.

Pro koupi jeřábů by pak bylo možné vytvořit scénáře využití strojů pro budoucí projekty a počítat náklady pomocí dynamické kalkulace. Také je třeba zvážit u této varianty, že v případě koupě nových jeřábů by hodinové náklady na provoz byly vyšší než u jeřábů bazarových.

Při srovnání reálných nákladů s náklady dle ÚRS je zřejmé, že větší část nákladů na jeřáby by musela být hrazena z NUS. Položka „Přesun hmot“ kalkuluje náklady na základě hmotnosti položek v rozpočtu HSV a nezohledňuje další parametry návrhu jeřábů. A přesto, že náklady na strojočinu jsou adekvátní, cel

Náklady na jeřáby a ostatní zařízení staveniště hradí hlavní dodavatel, praxi může hlavní dodavatel přenášet náklady na své subdodavatele tak, že jim z ceny dodávky strhává určité procento na provoz zařízení staveniště. Je ale nutné určit náklady co nejpřesněji ještě před podepsáním smlouvy o dílo, aby dodavateli nevznikaly vícenáklady.

Seznam obrázků

Obr. 1 Zadní sklápěč MEILLER P436 [3].....	14
Obr. 2 Tabulka parametrů korb MEILLER řady P [3]	14
Obr. 3 Domíchávač betonu CIFA SL 8 [5].....	16
Obr. 4 Tabulka parametrů bubnů CIFA [5].....	16
Obr. 5 Graf nosnosti autojeřábu ČKD AD 28 Tatra T815 [8]	21
Obr. 6 Autojeřáb Liebherr LTM 1090-4.2 s teleskopickým výložníkem [9].....	21
Obr. 7 Jeřáb na pásovém podvozku Liebherr LTR 1060 [10].....	22
Obr. 8 Graf nosnosti věžového jeřábu MB 1030 [11]	24
Obr. 9 Rychlostavitelný jeřáb Liebherr 34 K [13].....	26
Obr. 10 Vztyčování jeřábu Liebherr 32 TT s teleskopickou věží [14].....	26
Obr. 11 Tabulka jeřábů řady H, TT, K, HM, R [15].....	27
Obr. 12 Šplhací konstrukce [16]	28
Obr. 13 Jeřáb typu Flat-Top Liebherr 172 EC-B 8 Litronic [17]	29
Obr. 14 Tabulka jeřábů řady EC-B [15].....	30
Obr. 15 Jeřáb s nosnou špicí Liebherr 630 EC-H 50 Litronic [18]	31
Obr. 16 Tabulka jeřábů řady EC-H [15]	31
Obr. 17 Nákladní výtah STROS ALULIFT 200 [20].....	33
Obr. 18 Stavební výtah STROS NOV 2032 [20]	34
Obr. 19 Čerpání betonu na základy rodinného domu [22].....	35
Obr. 20 Rozměrová tabulka mobilních čerpadel [23]	35
Obr. 21 Pístové stabilní čerpadlo PUTZMEISTER P 718 TD [25]	36
Obr. 22 Umístění jeřábů na stavbě [vlastní archiv]	38
Obr. 23 Montáž jeřábu J2 Liebherr 80 LC [vlastní archiv]	39
Obr. 24 Návoz jeřábu [vlastní archiv].....	39
Obr. 25 Umístění jeřábů do situace var. 1 [PD].....	40
Obr. 26 Armování základové patky věžového jeřábu [vlastní archiv]	42
Obr. 27 Základová patka věžového jeřábu [vlastní archiv].....	42
Obr. 28 Výkres základové desky v místě jeřábu J1 [PD].....	43
Obr. 29 Výkres horní a smykové výztuže J1 [PD]	44
Obr. 30 Výkres spodní výztuže J1 [PD]	45
Obr. 31 Řez jeřábovou patkou J1 [PD]	46
Obr. 32 Vytužení stropní desky v místě prostupu jeřábu [vlastní archiv]	48
Obr. 33 Stropní deska v místě prostupu jeřábu [vlastní archiv].....	48
Obr. 34 Navázání výztuže pro dobetonávku otvoru [vlastní archiv].....	49
Obr. 35 Založení jeřábu J1 Liebherr 71 EC-B5 [26]	51
Obr. 36 Umístění jeřábů do situace var. 2	52
Obr. 37 Rozbor TOV položky "Přesun hmot" [vlastní archiv].....	56

Seznam tabulek

Tabulka 1 Výkaz horní a smykové výztuže	46
Tabulka 2 Výkaz spodní výztuže	47
Tabulka 3 Náklady na mzdy	49
Tabulka 4 Náklady varianta 1	50
Tabulka 5 Náklady varianta 2	53
Tabulka 6 Náklady varianta 3	54
Tabulka 7 Použité normativy	55
Tabulka 8 Tabulka srovnání	57

Seznam grafů

Graf 1 Celkové náklady	58
Graf 2 Náklady na hodinu J1	58
Graf 3 Náklady na hodinu J2	59

Seznam použitých zdrojů

1. SEKAL, Vlastimil. *Manipulační technika a základy logistiky*. Ústí nad Labem : Střední průmyslová škola strojní a elektrotechnická, 2005.
2. POLÁK, Jaromír, PAVLISKA, Jiří a SLÍVA, Aleš. *Dopravní a manipulační zařízení I*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. ISBN 80-248-0043-8.
3. Zadní sklápěč MEILLER. *Automobilový průmysl MEILLER*. [Online] [Citace: 14. 4 2019.] <https://www.meiller.com/cz/vyrobky/zadni-sklapec/#c644|tabber-6461>.
4. ŠTĚRBA, Martin, a další. Návrh základních stavebních strojů pro zemní práce. *Silnice a železnice*. 8, 2013, 03/2013, stránky 88-89.
5. CIFA S. p. A. Domíchávače betonu – betonářská technika CIFA. *Čerpadlo na beton, domíchávače betonu — betonářská technika CIFA*. [Online] [Citace: 14. 4 2019.] <https://www.cifa.cz/betonarska-technika/domichavace-betonu/>.
6. SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, Renáta, a další. *Kalkulace nákladů ve stavebnictví*. Praha : Fakulta stavební ČVUT v Praze, 2017. ISBN 978-80-01-06348-4.
7. MOTYČKA, Vít a ČERNÝ, Jaromír. *Věžové jeřáby v pozemním stavitelství*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-505-1.
8. 28t – Autojeřáb ČKD AD 28 Tatra T815 | Autojeřáby Brno. *Autojeřáby Brno*. [Online] [Citace: 6. 4 2019.] <https://autojeraby-brno.cz/autojeraby/ckd-ad-28-tatra-t815-nosnost-28t/>.
9. LTM 1090-4.2 Mobile crane - Liebherr. *Liebherr*. [Online] [Citace: 17. 4 2019.] <https://www.liebherr.com/en/deu/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/ltm-mobile-cranes/details/ltm109042.html>.
10. LTR 1060 Telescopic crawler crane - Liebherr. *Liebherr*. [Online] [Citace: 17. 4 2019.] <https://www.liebherr.com/en/deu/products/mobile-and-crawler-cranes/crawler-cranes/ltr-telescopic-crawler-cranes/details/ltr1060.html>.
11. CRANESERVICE BRNO, s.r.o. | Technické listy | Půjčovna věžových jeřábů | MB 1030.1 |. *CRANESERVICE BRNO, s.r.o.* [Online] [Citace: 6. 4 2019.] <http://www.craneservice.cz/22-mb-1030-1.html>.
12. GIPKA, Ondřej. *Věžové jeřáby v současnosti*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Kubín.
13. 34 K Fast-erecting crane - Liebherr. *Liebherr*. [Online] [Citace: 6. 4 2019.] <https://www.liebherr.com/en/ind/products/construction-machines/tower-cranes/fast-erecting-cranes/k-cranes/details/71200.html>.
14. Stroje ve stavební firmě Navláčil: jeřáb Liebherr 32TT. *Stavební firma Navláčil - stavíme na referencích*. [Online] [Citace: 6. 4 2019.] <https://www.navlacil.cz/jak-stavime/stroje/13?page=1>.
15. Tabulky jeřábů. *Jeřáby Liebherr, mísící zařízení, pracovní plošiny - Kranimex*. [Online] [Citace: 15. 4 2019.] <https://www.kranimex.cz/tabulky-jeřabu-liebherr>.
16. Highclimber. *The Construction Search Engine | Construction Contractors, News, Jobs & Building Magazine*. [Online] The Construction Index, 5. 2 2015. [Citace: 6. 4 2019.] <https://www.theconstructionindex.co.uk/news/view/highclimber>.

17. 172 EC-B 8 Litronic Flat-Top - Liebherr. *Liebherr*. [Online] [Citace: 6. 4 2019.] <https://www.liebherr.com/en/ind/products/construction-machines/tower-cranes/top-slewing-cranes/flat-top-ec-b/details/81258.html>.
18. 630 EC-H 50 Litronic High-Top - Liebherr. *Liebherr*. [Online] [Citace: 6. 4 2019.] <https://www.liebherr.com/en/ind/products/construction-machines/tower-cranes/top-slewing-cranes/high-top-ec-h/details/72376.html>.
19. POLÁK, Jaromír a SLÍVA, Aleš. *Dopravní a manipulační zařízení III*. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2005. ISBN 80-248-0963-X.
20. STROS - výrobce kvalitních stavebních a průmyslových výtahů. *STROS*. [Online] STROS SEDLČANSKÉ STROJÍRNY, a.s. [Citace: 7. 4 2019.] <http://www.stros.cz/cz/reference/nakladni-vytahy/>.
21. Stavební výtahy - pronájem a půjčovna stavebních výtahů. *Stavební výtahy, půjčovna stavebních strojů, zámečnictví | Holub Josef – HOZ*. [Online] [Citace: 7. 4 2019.] <https://www.hozholub.cz/11854/stavebni-vytahy/>.
22. 4. díl: Jak dopravit beton do konstrukce? Nejčastěji pomocí mobilních čerpadel na beton - Českomoravský beton – výroba betonu, doprava betonu a čerpání betonových směsí. *Českomoravský beton – výroba betonu, doprava betonu a čerpání betonových směsí*. [Online] Českomoravský beton, a.s, 26. 9 2017. [Citace: 15. 4 2019.] <http://www.transportbeton.cz/4-dil-jak-dopravit-beton-do-konstrukce-nejcasteji-pomoci-mobilnich-cerpadel-na-beton.html>.
23. *Rozměrová tabulka mobilních čerpadel*. Praha : Českomoravský beton, a. s., 2019.
24. *Katalog čerpadel CEMEX pro betonové a lité směsi*. Praha : CEMEX Czech Republic, s. r. o., 2017.
25. Čerpání betonu stabilním čerpadlem na nepřístupná místa | TRANSBETON. *Beton, doprava betonu, čerpání betonu | TRANSBETON*. [Online] TRANSBETON s. r. o. [Citace: 15. 4 19.] <https://www.transbeton.cz/aktuality/cerpani-betonu-stabilnim-cerpadlem-na-nepristupna-mista>.
26. 71 EC-B 5 FR.tronic - Liebherr. *Liebherr*. [Online] [Citace: 17. 5 2019.] <https://www.liebherr.com/en/cze/products/construction-machines/tower-cranes/top-slewing-cranes/flat-top-ec-b/details/81099.html>.
27. BOZP při práci s jeřáby. Rizika, povinnosti, legislativa | CRDR. *BOZP a PO - bezpečnost práce moderně a efektivně | CRDR*. [Online] CRDR spol. s r.o., 29. 9 2016. [Citace: 4. 4 2019.] <https://www.bozp.cz/aktuality/bozp-pri-praci-s-jeraby-a-zdvihacimi-zarizenimi-rizika-povinnosti-legislativa/>.
28. KYSELA, Jiří. Bezpečnost práce při provozu zdvihacích zařízení | BOZPinfo.cz. *BOZPinfo - Časopis JOSRA*. [Online] 13. 12 2017. [Citace: 4. 4 2019.] <https://www.bozpinfo.cz/bezpecnost-prace-pri-provozu-zdvihacich-zarizeni>.
29. LITWORA, Rudolf. *Bezpečná práce a bezpečné používání jeřábů*. Rožnov pod Radhoštěm : RoVS - Rožnovský vzdělávací servis, 2001.
30. Stavební výtahy nákladní | Výtahy - plošiny. *Výtahy - plošiny*. [Online] [Citace: 7. 4 2019.] <http://www.vytahy-plosiny.cz/pujcovna/stavebni-vytahy-nakladni/>.

Seznam příloh

Příloha 1 Srovnávací tabulka

Příloha 2 Výběrová tabulka

Příloha 3 Vzorová fakturace

Příloha 4 Inzerát Liebherr 71 EC-B

Příloha 5 Inzerát Liebherr 100 LC

Příloha 1
Srovnávací tabulka

Společnost 1		
J1	1měsíc	6měsíců
Nájem	43 000 Kč	258 000 Kč
Pojištění	1 107 Kč	6 642 Kč
osvětlení	2 800 Kč	16 800 Kč
jednoráz. Náklady		292 580 Kč
Celkem J1		574 022 Kč
Jeřábek Po-Pá 240kč/hod	48 000 Kč	288 000 Kč
Jeřábek So-Ne 300kč/hod	24 000 Kč	144 000 Kč
CELKEM		1 006 022 Kč
J2	1měsíc	6měsíců
Nájem	51 000 Kč	306 000 Kč
Pojištění	1 242 Kč	7 452 Kč
osvětlení	2 800 Kč	16 800 Kč
jednoráz. Náklady		416 306 Kč
Celkem J2		746 558 Kč
Jeřábek Po-Pá	48 000 Kč	288 000 Kč
Jeřábek So-Ne	24 000 Kč	144 000 Kč
CELKEM		1 178 558 Kč
J1+J2		2 184 580 Kč

Společnost 2		
J1	1měsíc	6měsíců
Nájem	66 000 Kč	396 000 Kč
Pojištění	2 500 Kč	15 000 Kč
osvětlení	2 800 Kč	16 800 Kč
jednoráz. Náklady		369 000 Kč
Celkem J1		796 800 Kč
Jeřábek Po-Pá 220kč/hod	44 000 Kč	264 000 Kč
Jeřábek So-Ne 240kč/hod	19 200 Kč	115 200 Kč
CELKEM		1 176 000 Kč
J2	1měsíc	6měsíců
Nájem	63 000 Kč	378 000 Kč
Pojištění	2 500 Kč	15 000 Kč
osvětlení	2 800 Kč	16 800 Kč
jednoráz. Náklady		345 000 Kč
Celkem J2		754 800 Kč
Jeřábek Po-Pá	44 000 Kč	264 000 Kč
Jeřábek So-Ne	19 200 Kč	115 200 Kč
CELKEM		1 134 000 Kč
J1+J2		2 310 000 Kč

pozn. dopočteno osvětlení na základě Společnosti 1

Společnost 3		
J1	1měsíc	6měsíců
Nájem	65 000 Kč	390 000 Kč
Pojištění	2 500 Kč	15 000 Kč
osvětlení	2 800 Kč	16 800 Kč
jednoráz. Náklady		402 600 Kč
Celkem J1		824 400 Kč
Jeřábek Po-Pá 220kč/hod	44 000 Kč	264 000 Kč
Jeřábek So-Ne 230kč/hod	18 400 Kč	110 400 Kč
CELKEM		1 198 800 Kč
J2	1měsíc	6měsíců
Nájem	70 000 Kč	420 000 Kč
Pojištění	2 500 Kč	15 000 Kč
osvětlení	2 800 Kč	16 800 Kč
jednoráz. Náklady		345 000 Kč
Celkem J2		796 800 Kč
Jeřábek Po-Pá	44 000 Kč	264 000 Kč
Jeřábek So-Ne	18 400 Kč	110 400 Kč
CELKEM		1 171 200 Kč
J1+J2		2 370 000 Kč

pozn. dopočteno osvětlení na základě Společnosti 1

Společnost 4		
J1	1měsíc	6měsíců
Nájem		
Pojištění		
osvětlení		
jednoráz. Náklady		
Celkem J1		0 Kč
Jeřábek Po-Pá		
Jeřábek So-Ne		
CELKEM		0 Kč
J2	1měsíc	6měsíců
Nájem		
Pojištění		
osvětlení		
jednoráz. Náklady		
Celkem J2		0 Kč
Jeřábek Po-Pá		
Jeřábek So-Ne		
CELKEM		0 Kč
J1+J2		2 981 861 Kč

Příloha 2
Výběrová tabulka



Návrh / schválení / výběru SUBdodavatele "Výběrová tabulka SUB"

Název projektu:	[REDACTED]	Č.projektu:	[REDACTED]	Typ nákladů	641210	Poř. číslo VT:	SUB 014
Subdodávka:	Pronájem jeřábů včetně obsluhy				Termín realizace	Zahájení:	
						Dokončení:	
Odbytová cena dle SoD:	2 600 000	Kč	bez DPH	Popis:	např. upřesnění rozsahu; případně další poptání SUB atd.		
Mezní hodnota pro výběr:	2 263 159	Kč	bez DPH	Pronájem jeřábů 2ks vč. Obsluhy			
Hodnota zadání (přímý náklad):	2 184 580	Kč	bez DPH				
(+) zisk / (-) ztráta ze zadání	78 579	Kč	bez DPH				

Poznámka:

Subdodavatel:	IČ	cena celkem bez DPH					Komentář
		počáteční	po 1.jednání	po 2.jednání	po 3. jednání	konečná	
Společnost 1	[REDACTED]	2 133 666	2 234 144	2 184 580		2 184 580	bez pozastáve, bez 2% ZS, sptanost 30 dní
Společnost 3	[REDACTED]	2 370 000				2 370 000	bez pozastáve, bez 2% ZS
Společnost 2	[REDACTED]	2 310 000				2 310 000	bez pozastáve, bez 2% ZS
Společnost 4	[REDACTED]	2 981 861				2 981 861	bez pozastáve, bez 2% ZS
Společnost 5	[REDACTED]						plná kapacita
Společnost 6	[REDACTED]						plná kapacita
Společnost 7	[REDACTED]						plná kapacita
Společnost 8	[REDACTED]						plná kapacita
Společnost 9	[REDACTED]						plná kapacita
Společnost 10	[REDACTED]						plná kapacita

Ocenění bylo zpracováno v souladu se schválenou PD ANO Když NE zdůvodnění proč:

Navrhovaný vítěz výběrového řízení: Společnost 1

Zdůvodnění: Ověřený a nejlevnější dodavatel

Návrh - doporučení:	Příprava:	Jméno:	[REDACTED]		Schválení výběru - Vedení [REDACTED]		
		Datum:	.....	Podpis:			
	Potvrzení výběru:						
	vedoucí střediska / VPT:	Jméno:	[REDACTED]				
	Datum:	.....	Podpis:	Výrobní ředitel:	Jméno:	[REDACTED]	
Schválení výběru:					Datum:	.....	Podpis:
Ředitel závodu (výrobní náměstek závodu):	Jméno:	[REDACTED]		Výkonný ředitel:			
	Datum:	.....	Podpis:				
Vedoucí útvaru nákup:	Jméno:	[REDACTED]		Generální ředitel:			
	Datum:	.....	Podpis:				

Příloha 3
Vzorová fakturace

Dodavatel: [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] Česká republika IČO: [REDACTED] DIČ: [REDACTED] Dodavatel je registrován pod spisovou značkou [REDACTED] u Městského soudu v Praze. Úhrada: Na bankovní účet Banka: KB: CZK - BĚŽNÝ - BVK Číslo účtu: [REDACTED] SWIFT: [REDACTED] IBAN: [REDACTED]	Variabilní symbol (uvádějte při platbě): 1085879 Konst.symbol: 0 Faktura - daňový doklad č.:	Strana č. 1 FO-879/2018
	Odběratel: Zákaznické číslo: 1126 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] IČO: [REDACTED] DIČ: [REDACTED]	Datum vystavení dokladu: 2.8.2018 Datum zdanitelného plnění: 31.7.2018	Datum splatnosti: 2.9.2018

Předmět zdanitelného plnění	Množství / j.	Cena za jedn. v CZK bez DPH	Cena celkem bez DPH	Sazba DPH
Fakturujeme Vám - sml. č. [REDACTED] 027/2018 (č.n. [REDACTED]) - pronájem st. jeřábů LIEBHERR včetně obsluhy - stavba: [REDACTED] 7/18				
jeřáb č. 1 - 71 EC-B5 práce jeřábníka po-pá s,n,sv	207,0 hod 110,0 hod	240,000 300,000	49 680,00 33 000,00	21%
jeřáb č. 2 - 80 LC práce jeřábníka po-pá s,n,sv	234,0 hod 121,0 hod	240,000 300,000	56 160,00 36 300,00	21%
kód klasifikace: 43.99.90 Příloha: výkaz práce				

Dodavatel: [REDACTED]	Variabilní symbol (uvádějte při platbě): 1085879
Odběratel: [REDACTED]	Konst.symbol: 0
	Strana č. 2
	Faktura - daňový doklad č.: FO-879/2018

Předmět zdanitelného plnění	Množství / J.	Cena za jedn. v CZK bez DPH	Cena celkem bez DPH	Sazba DPH
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------------------	--------------

Daň odvede zákazník

	Částky v CZK		
	Bez DPH	DPH	Celkem
základní sazba 21 %	175 140,00	0,00	175 140,00
Celkem	175 140,00	0,00	175 140,00
Zaokrouhlení			0,00
Na zálohách zapláceno			0,00
Částka k úhradě			175 140,00

Vystavil(a): [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED] ②

Vystaveno v systému ABRAGen

Telefon: [REDACTED]

Fax: [REDACTED]

Stavba: [redacted]

VÝKAZ ODPRACOVANÝCH HODIN JEŘÁBNÍKŮ

Měsíc: [redacted]

číslo: 2018

Jeřáb: 71 EC - B LIEBHERR

Výrobní číslo: 13 300

NE	SO							UE																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

HODINY: 343
OBEDY: - 31

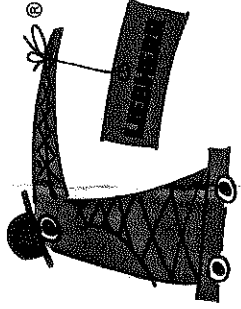
Jméno	Dny	Jméno	Dny	Jméno	Dny
[redacted]	17.8.018	[redacted]	17-20.8.2018	[redacted]	23.7-29.7.2018
[redacted]	30.7-31.7.2018				

Jeřábník:

Celkem hodin: 317 HOD.

Poznámka:

10-Reg 1024671
5/12 SO 110 bod.



[Signature]

Podpis obsluhy

[Signature]

Potvrzení stavby

Stavba: [REDACTED]

Měsíc: ČERVENEC 2008

VÝKAZ ODPRACOVANÝCH HODIN JEŘÁBNÍKŮ

tel. [REDACTED]
fax [REDACTED]
e-mail: [REDACTED]

Jeřáb: LIEBHERR 80 L L

Výrobní číslo: 800 72

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
11	12	13	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	13	13	13	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13

OBED - 27
372

CELKEM HODIN: 345

Jeřábník:

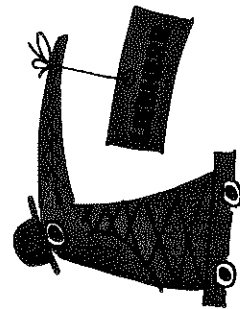
Jméno	Dny	Jméno	Dny	Jméno	Dny
1	7.7	[REDACTED]	27. - 31.7		
[REDACTED]	15.7				

Poznámka:

PO-PA 2346h.
SU-SO 1216h.

382
- 27 (OBED)

350 OK EUK



[REDACTED]

Podpis obsluhy

[REDACTED]

Potvrzení stavby

Příloha 4

Inzerát Liebherr 71 EC-B

Kč2,047,088 ex-VAT



See more photos on
[MachineryZone](#)

Type of ad :	For sale / Offers
Make :	Liebherr
Model :	71EC-B
Status :	Used - very good condition
Year :	2007
Lifting capacity :	5,0 T
Jib length :	45 m
Height :	45,0 m
Price excl. VAT :	Kč <input type="text" value="CZK (Kč)"/> ▼

Comments :

Башенный кран LIEBHERR 71EC-B
 Год выпуска - 2007
 Грузоподъемность - 5 000 кг
 Высота подъема - 45 м.
 Вылет стрелы - 45 м.
 Отличное состояние
 На крестовине
 В наличии - 2 штуки

Address :

Республика Беларусь - 220051 - Минск, ул. Слободская 2 - Belorussia



SteelMashines

Wholesaler
 Member since 3 years and 2 months



Республика Беларусь
 220051
 Минск, ул. Слободская 2
 Belorussia

Mr. Виталий Николайчук
 Russian Belarusian Polish English

(+375) 298815050

(+375) 298815050

(+375) 333732000

Příloha 5

Inzerát Liebherr 100 LC

Kč1,259,933 ex-VAT



Type of ad :	For sale / Offers
Make :	Liebherr
Model :	100LC
Status :	Used - very good condition
Year :	2009
Jib length :	50 m
Height :	36,0 m
Price excl. VAT :	Kč <input type="text" value="CZK (Kč)"/> ▼
Comments :	Fully serviced and repainted tower crane, with new wire ropes.
Address :	Sangonera la Verde - 30833 Murcia - Spain

TABANILLA, S.L.

Wholesaler

Member since 9 years and 12 months



Sangonera la Verde
30833 Murcia
Spain

Mr. Juan Antonio -
Spanish English French