

ČVUT FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



9.1 EKONOMICKÁ BILANCE BETONÁŽE

KONTROLOVAL: ING. TOMÁŠ VÁCHAL, ARQUITECTO TÉCNICO
VYPRACOVAL: JANKOVEC KAREL

9.1 Obsah

9.1.1 Úvodní údaje	3
9.1.2 Popis řešených sestav	4
9.1.3 Návrh čer a strojní sestavy pro autodomíchávač s čerpadlem.....	5
9.1.4 Výpočet autodomíchávače s čerpadlem	8
9.1.5 Ekonomická bilance autodomíchávače s čerpadlem.....	10
9.1.6 Výkres (schéma) rozestavění při betonáži	11
9.1.7 Popis betonáže a technické parametry	12
9.1.8 Návrh jeřábu a výpočet betonáže bádíí.....	13
9.1.9 Ekonomická bilance při použití jeřábu	13
9.1.10 Popis betonáže čerpadla s autodomíchávačem	14
9.1.11 Výpočet čerpadla s autodomíchávačem	15
9.1.12 Ekonomická bilance čerpadla s autodomíchávačem.....	17
9.1.13 Závěr a vyhodnocení	17

9.1.1 Úvodní údaje

1.1 VSTUPNÍ ÚDAJE:

Název stavby: BYTOVÝ DUM VLTAVSKÁ VYHLÍDKA PRAHA 7 - Holešovice

Místo stavby: katastrální území Holešovice

Charakter stavby: novostavba bytových domů

Stavebník: CENTRAL GROUP Vltavská vyhlídka s.r.o.
Na Strži 65/ 1702
140 00 Praha 4

Projektant stavby: CENTRAL GROUP a.s.
Na Strži 65,1702
140 00 Praha 4

1.2 ÚZEMÍ STAVBY:

Navrhovaný objekt bytového domu Vltavské vyhlídky je situován na předmětném pozemku par. č. 975, 976 v k.ú. Holešovice na místě stávajícího dočasně využívaného pozemku. Bytový dum leží v záplavovém území A1 - jehož ochrana je zajišťována městem. Terén na pozemku je rovinný s minimálním převýšením - výšková kóta celého pozemku je cca 187,30 - 187,80 m.n.m. Základní půdorysný tvar rozevřeného písmene „L“. Pozemek je dostupný z ulic Na Maninách, Jateční a V Háji.

9.1.2 Popis řešených sestav

Uvedené (spočtené) bilance budou řešením pouze jednoho objektu tzn. není nutné se jich držet pro využití výstavby celého komplexu, kde by zde zmíněné řešení nemuselo být nejvhodnějším i tam. Pro výpočet byl zvolen objekt A se sedmi nadzemními podlažními a dvěma podzemními, kde na betonáži svislých stěn a vodorovných stropů pracovalo shodně 5 pracovníků. Do výpočtu byli zahrnuti veškeré betonářské práce s výjimkou základové desky.

Objem betonáže svislých konstrukcí: 597,91 m³

Objem betonáže vodorovných konstrukcí: 1059,69 m³

- Použití mobilního čerpadla s autodomíchávačem
- Betonáž jeřábem s bádii a dopravou betonu autodomíchávačem
- Čerpadlo s domíchávačem

9.1.3 Návrh čerpadla a strojní sestavy pro mix s čerpadlem

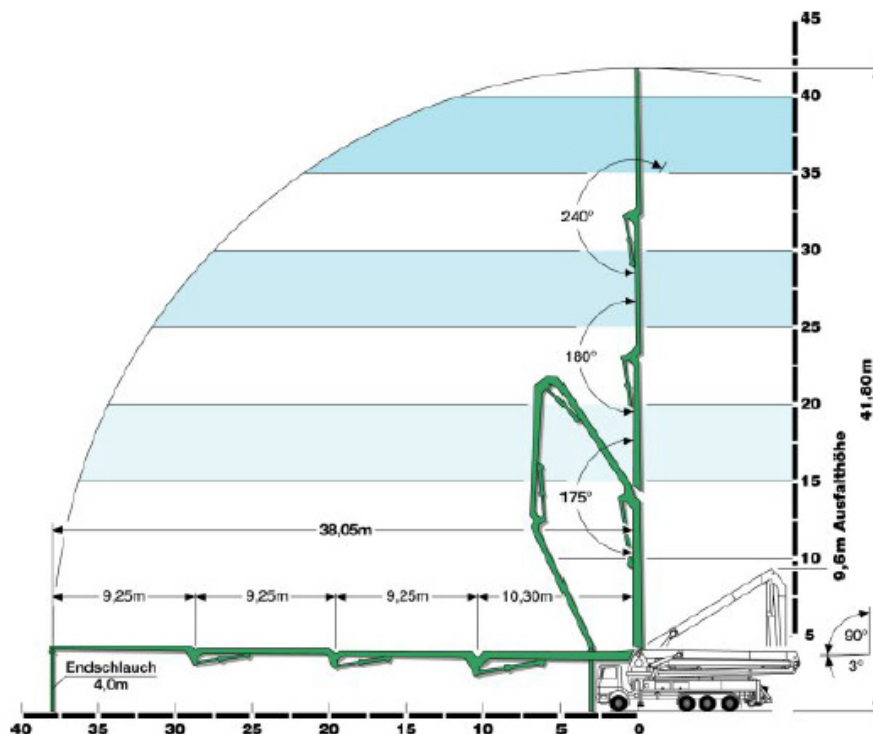
MOBILNÍ ČERPADLO S AUTODOMÍCHAVAČEM

Návrh:

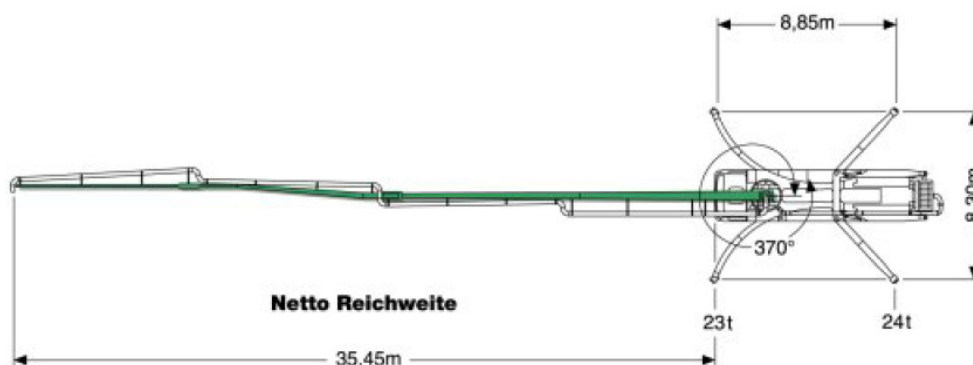
Technická data čerpadla S 42SX

Parametr	Jednotka	Hodnota
Vertikální dosah	41,8	[m]
Horizontální dosah	38,1	[m]
Skládání výložníku	R	-
Počet ramen	4	-
Dopravní potrubí	DN125	-
Pracovní rádius otoče	370	°
System zaparkování	SX	-
Zaparkování podpěr přední	8,3	[m]
Zaparkování podpěr zadní	8,3	[m]

Tab.: 9.1.1 Specifikace



Obr. 9.1 Schéma dosahu autočerpadla



Obr. 9.2 Půdorysné schéma dosahu autočerpadla

Typ	Pohon (l/min)	Dopravní válec (mm)	Hydraulický válec (mm)	Počet zdvihů (min ⁻¹)	Dopravované množství (m ³ /h)*	Tlak betonu max. (bar)
P 2023	450	230 x 2000	110 / 75		120	
P 2023	535	230 x 2000	110 / 75		157	
P 2025	535	250 x 2000	120 / 80	23	135	85
P 2025	636	250 x 2000	120 / 80	27	161	85
P 2525	535	250 x 2500	120 / 85	18	138	85
P 2525	636	250 x 2500	120 / 85	22	163	85

Současně nelze dosáhnout maximálního dopravovaného množství a maximálního tlaku!
 * Maximální teoretické dopravované množství

Obr. 9.4 Půdorysné schéma dosahu autočerpadla



Obr. 9.3 Pohled na autočerpadlo

AUTODOMÍCHÁVAČ SCHWING AM 7C



Obr. 9.4 Pohled na autodomíchávač

Autodomíchávače Stetter C3, výrobní řada BASIC LINE								
Typ domíchávače		AM 6 C	AM 7 C	AM 8 C	AM 9 C	AM 10 C	AM 12 C	AM 15 C
Jmenovitý objem	(m ³)	6	7	8	9	10	12	15
Geometr. objem	(l)	11530	12710	14120	15810	17040	19170	23520
Vodorys	(l)	7180	8150	9340	10390	11400	13280	16330
Stupeň plnění	(%)	52	55,1	56,7	56,9	58,7	62,6	63,8
Sklon bubnu	(°)	12,45	12,45	12,45	11,2	11,2	10	9,2
Separátní pohon SH	(typ/kW)	D914L04 58	D914L04 58	D914L05 75	D914L06 86,5	D914L06 86,5	D914L06 86,5	-
Otáčky bubnu	(U/min.)	0 - 12 / 14						
Hm. nastavby (FH/SH)**	(kg)	3370/3780	3463/3870	3770/4350	3920/4550	3990/4620	4950/5580	5380
A - Průměr bubnu	(mm)			2300				2400
B - Výška násypky*	(mm)	2425	2425	2499	2474	2532	2548	2568
C - Průjezd. výška*	(mm)	2429	2426	2503	2534	2592	2633	2671
D - Výsypná výška*	(mm)	1029	1027	1101	1089	1147	1169	1211

FH = pohon od motoru podvozku

SH = separátní pohon (Dieselmotor DEUTZ)

* bez pomocného rámu

** hmotnost kompletní montované a provozuschopné nastavby dle DIN 70020, odchylka ± 5%

Obr. 9.5 Technická specifikace autodomíchávače

Při betonáži vyšších pater a následujících objektů by bylo nutné pozměnit původní návrh autočerpadla z důvodů nedostačující délky ramene. Pro tyto účely by mohlo postačit autočerpadlo S 52 SX, které má horizontální dosah 48,0m a vertikální 52,0m přičemž maximální množství čerpané směsi je srovnatelné s typem S 42. Problém nastane při jeho rozpatkování, během kterého jeho zadní podpěry dosahují rozpětí 10,34 m což by znemožňovalo dopravu na veřejné komunikaci. Možným řešením by bylo uzavření vozovky po během betonáže z vnější strany staveniště a vytvoření náhradní trasy pro vozidla.

SLOŽENÍ ČETY

Ukládání betonu: 5 pracovníků
 Vibrace: 1 pracovník
 Kontraktor: 1 pracovník
 Obsluha čerpadla a mixu: 1 pracovník
 Zaučení stavební dělníci: 2 pracovníci

9.1.4 Výpočet austomíchávače s čerpadlem

Objem betonáže svislých konstrukcí: 597,91 m³
 Počet pracovníků: 5
 Vzdálenost betonárky : 850m

SVISLÉ KONSTRUKCE

$$Q_{čety,h} = \frac{n}{Nh} = \frac{5}{0,40} = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Doba betonáže:

$$T = \frac{Q_{svis}}{Q_{čety,h} \cdot 8} = \frac{597,91}{12,5 \cdot 8} = 5,98 \text{ dnů}$$

Doba ukládání:

$$t_{ukl} = \frac{V}{Q_{čety,h}} = \frac{7}{12,5} = 0,56\text{h}$$

Doba dopravy:

$$t_{dopr} = \frac{s}{v} = \frac{0,85}{30} = 0,028$$

Převzato z plánování tras $t_{dopr} = 2 \text{ min} = 0,03\text{h}$, na takto krátkém úseku by průměrnou rychlost vozidla ovlivňovalo mnoho faktorů.
 (zdroj: google maps)

$$t_{c,mix} = t_{nakl} + t_{ukl} + t_{dopr} = 0,25 + 0,56 + 0,03 = 0,84 \text{ h}$$

Výkon mixu:

$$Q_{mix} = \frac{V}{t_c} = \frac{7}{0,84} = 8,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

Počet mixů:

$$n = \frac{Q_{\text{čety},h}}{Q_{\text{mix}}} = \frac{12,5}{8,33} = 1,5$$

➤ Navrženy 2 autodomíchávače

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

$$Q_{\text{čety},h} = \frac{n}{Nh} = \frac{5}{0,35} = 14,29 \text{ m}^3/\text{h}$$

Doba betonáže:

$$T = \frac{Q_{\text{vod}}}{Q_{\text{čety},h} \cdot 8} = \frac{1059,69}{14,29 \cdot 8} = 9,27 \text{ dnů}$$

Doba ukládání:

$$t_{\text{ukl}} = \frac{V}{Q_{\text{čety},h}} = \frac{7}{14,29} = 0,49 \text{ h}$$

Doba dopravy:

$$t_{\text{dopr}} = 2 \text{ min} = 0,03 \text{ h}$$

$$t_{c,\text{mix}} = t_{\text{nakl}} + t_{\text{ukl}} + t_{\text{dopr}} = 0,25 + 0,49 + 0,03 = 0,77 \text{ h}$$

Výkon mixu:

$$Q_{\text{mix}} = \frac{V}{t_c} = \frac{7}{0,77} = 9,09 \text{ m}^3/\text{h}$$

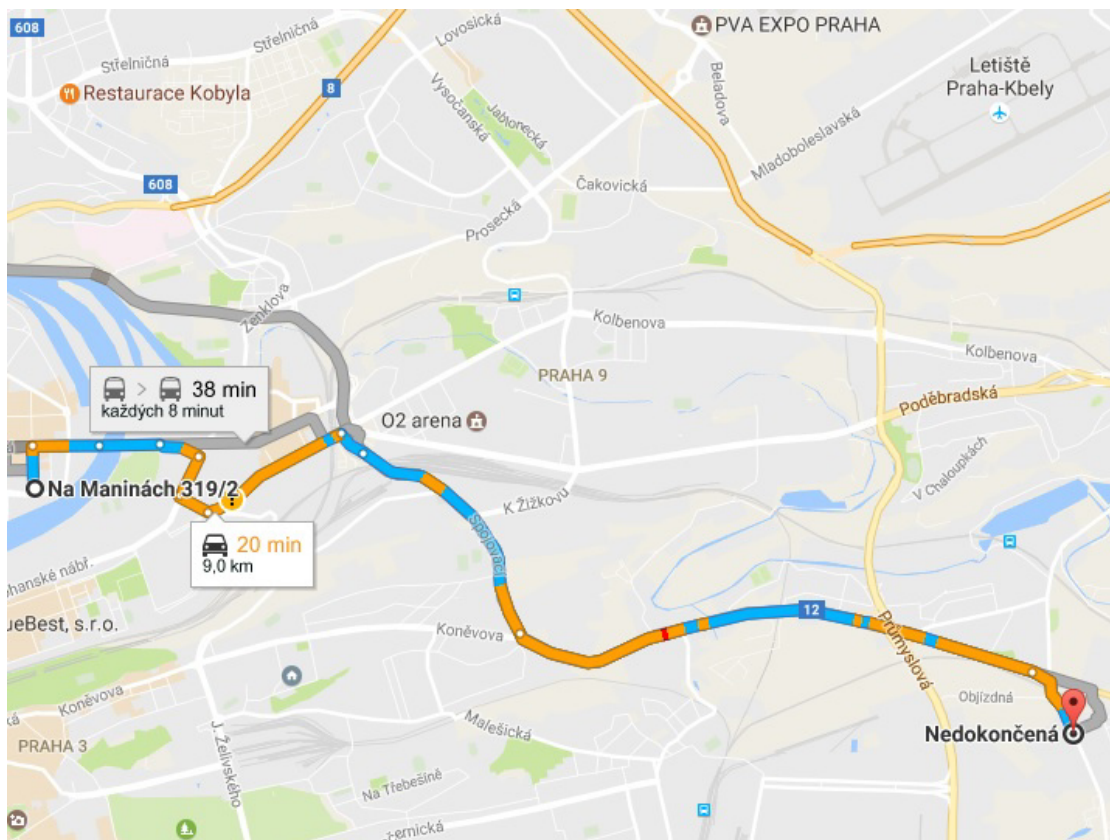
Počet mixů:

$$n = \frac{Q_{\text{čety},h}}{Q_{\text{mix}}} = \frac{14,29}{9,09} = 1,572$$

➤ Navrženy 2 autodomíchávače

9.1.5 Ekonomická bilance

Celková doba trvání: 17 dní

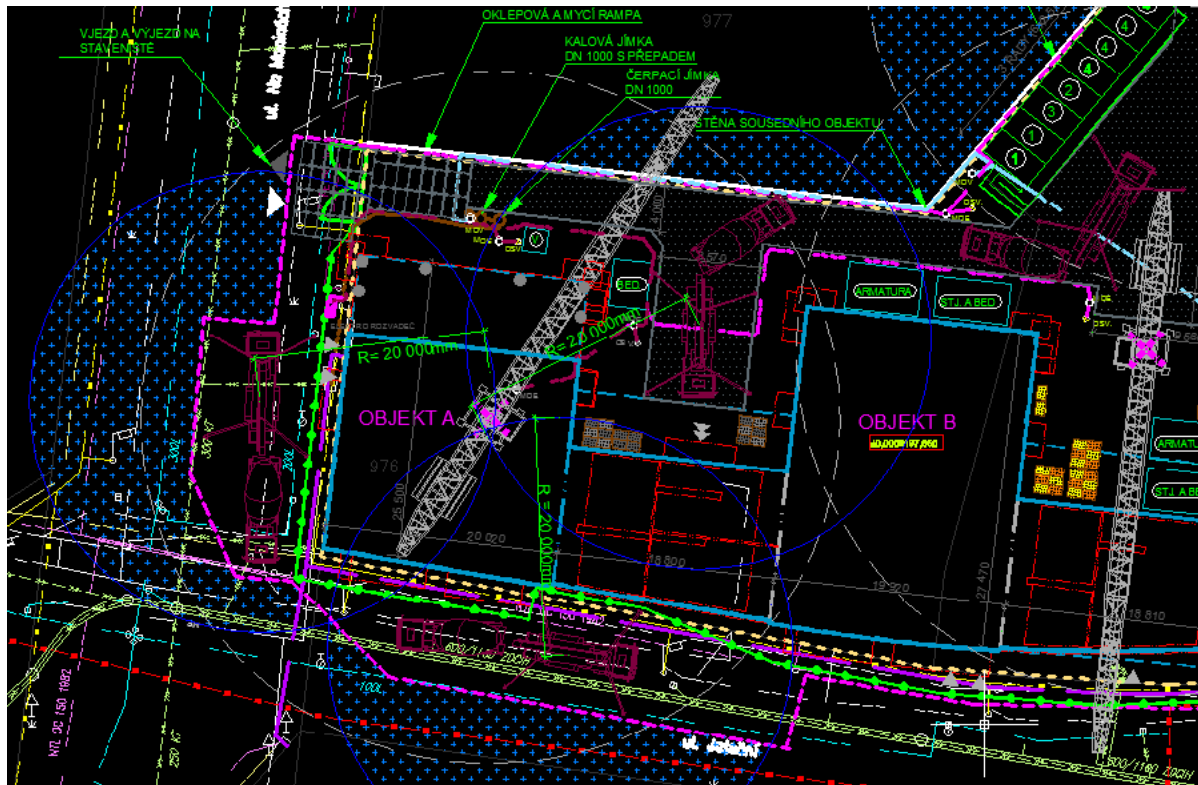


Obr. 9.11 Mapa dopravy autočerpadla

Ekonomická bilance č.1				
Položka	Měrná jednotka	Jednotková cena [Kč]	Množství	Celková cena [Kč]
Půjčovné čerpadla	Kč/h	2300	128	294 400,00 Kč
Poplatek za dopravu	Kč/km	60	9	540,00 Kč
Uvedení do provozu	Kč	920	1	920,00 Kč
Čištění	Kč	170	237	40 290,00 Kč
Doprava betonu	Kč/km	65	189	12 313,60 Kč
Cena betonu	Kč/m ³	2250	1658	3 729 600,00 Kč
Čekání autodomíchače	Kč/h	155	59	9 176,00 Kč
Celkem				4 087 239,60 Kč

Tab.: 9.1.4 Ekonomická bilance číslo 1

9.1.6 Výkres (schéma) rozestavění při betonáži



Obr.: 9.12 Schéma postavení a dosahu autočerpadel při betonáži objektu A

9.1.7 Popis betonáže s použitím jeřábu

Návrh jeřábu: Liebherr 90 EC - B6; $J_{1(R=30)} = 25,00$ m

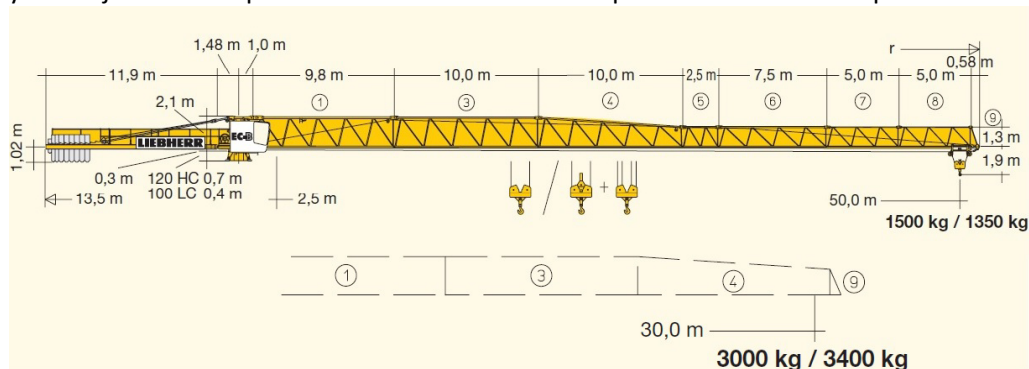
POŽADOVANÁ NOSNOST

1) Bádíe plněna betonem

- Bádíe na beton (Boscaro CT-99)
- Čerstvý beton

Zvedaná břemena	Objem [m ³]	Výška [mm]	Průměr [mm]	Nosnost [t]	Hmotnost [kg]	Hmotnost betonu [kg]	Hmotnost břemena (kg)
Bádíe na beton	1,00	1670	1250	2,6	215	2400	2 615,00

Celý návrh je uveden v prostorové struktuře - Návrh a posouzení zdvihacího prostředku.



Obr. 19: Schéma únosnosti věžového jeřábu Liebherr 90 EC - B6

m	r	m/kg	m/kg															
			15,0	17,5	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	
50,0	(r = 51,5)	2,5-27,2 3000	2,5-15,5 6000	6000	5220	4460	3880	3420	3040	2720	2460	2230	2030	1880	1710	1580	1460	1350
47,5	(r = 49,0)	2,5-28,5 3000	2,5-16,1 6000	6000	5470	4680	4080	3590	3200	2870	2590	2360	2150	1970	1820	1680	1550	
45,0	(r = 46,5)	2,5-29,5 3000	2,5-16,6 6000	6000	5670	4860	4230	3730	3320	2980	2700	2450	2240	2060	1890	1750		
42,5	(r = 44,0)	2,5-30,2 3000	2,5-17,0 6000	6000	5800	4970	4330	3820	3410	3060	2770	2520	2310	2120	1950			
40,0	(r = 41,5)	2,5-31,2 3000	2,5-17,5 6000	6000	6000	5140	4480	3960	3530	3170	2870	2620	2390	2200				
37,5	(r = 39,0)	2,5-31,8 3000	2,5-17,8 6000	6000	6000	5250	4580	4040	3610	3240	2940	2680	2450					
35,0	(r = 36,5)	2,5-32,6 3000	2,5-18,2 6000	6000	6000	5380	4690	4150	3700	3330	3020	2750						
32,5	(r = 34,0)	2,5-32,5 3000	2,5-18,3 6000	6000	6000	5430	4740	4190	3740	3370	3050							
30,0	(r = 31,5)	2,5-30,0 3000	2,5-18,5 6000	6000	6000	5490	4790	4230	3780	3400	3080							
27,5	(r = 29,0)	2,5-27,5 3000	2,5-16,6 6000	6000	5630	4830	4200	3710	3300									
25,0	(r = 26,5)	2,5-22,2 3000	2,5-12,5 6000	4850	4040	3440	2970	2600										
22,5	(r = 24,0)	2,5-22,5 3000	2,5-19,2 6000	6000	6000	5730	5000											
20,0	(r = 21,5)	2,5-20,0 3000	2,5-19,3 6000	6000	6000	5750												

Obr. 20: Schéma únosnosti věžového jeřábu Liebherr 90 EC - B6 v tabulce

9.1.8 Výpočet jeřábu s bádii

$$t_{c,jeř} = t_{p\ln} + t_{man} + t_{vypr} = 90 + 200 + \frac{1}{8} \cdot 3600 = 740 \text{ s} = 0,206 \text{ h}$$

$$Q_{jeř} = \frac{V_{badie}}{t_c} = \frac{1}{0,206} = 4,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Doba dopravy:

$$t_{dopr} = 2 \text{ min} = 0,03 \text{ h}$$

$$t_{c,mix} = t_{nakl} + t_{ukl} + t_{dopr} = 0,25 + 0,56 + 0,03 = 0,84 \text{ h}$$

Výkon mixu:

$$Q_{mix} = \frac{V}{t_c} = \frac{7}{0,84} = 8,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

Návrh autodomíchávačů:

$$n = \frac{Q_{čety,h}}{Q_{mix}} = \frac{4,85}{8,33} = 0,58$$

➤ Navržen 1 autodomíchávač

9.1.9 Ekonomická bilance

Celková doba trvání : 43 dny

Ekonomická bilance č.2				
Položka	Měrná jednotka	Jednotková cena [Kč]	Množství	Celková cena [Kč]
Pronájem jeřábu	Kč/den	9600	43	412 800,00 Kč
Jeřábík	Kč/h	255	344	87 720,00 Kč
Doprava jeřábu	Kč/ (h-přepravy)	3000	9	27 000,00 Kč
Montáž jeřábu	Kč	6000	1	6 000,00 Kč
DMT jeřábu	Kč	6000	1	6 000,00 Kč
Mobilní jeřáb	Kč/h	2900	16	46 400,00 Kč
Doprava m. jeřábu	Kč/km	105	9	945,00 Kč
Doprava betonu	Kč/km	65	189	12 313,60 Kč
Cena betonu	Kč/m ³	2250	1658	3 729 600,00 Kč
Čekání autodomíchávače	Kč/h	155	355	55 056,00 Kč
Celkem				4 383 834,60 Kč

Tab.: 9.1.5 Ekonomická bilance číslo 2

9.1.10 Popis čerpadla s domíchávačem

Návrh:

Čerpadlo s autodomíchávačem FBP 26

Technická data výložník KVM 26

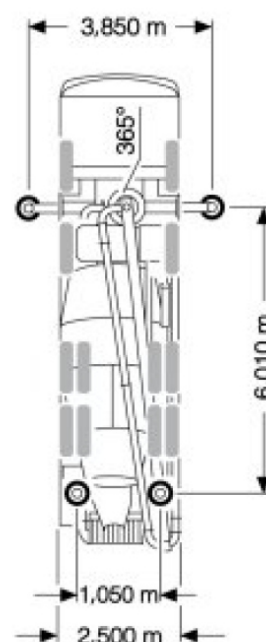
Parametr	Jednotka	Hodnota
Vertikální dosah	25,73	[m]
Horizontální dosah	21,58	[m]
Rozbalovací výška	7,7	[m]
Počet ramen	3	-
Dopravní potrubí	DN100	-
Pracovní rádius otoče	365	°
Úhel zdvihu	110	°
Úhel ramene 1	180	°
Úhel ramene 2	270	°

Tab.: 9.1.2 Specifikace KVM 26

Technická data domíchávač AM 7 FHC+

Parametr	Jednotka	Hodnota
Jmenovitý obsah	7.000	[l]

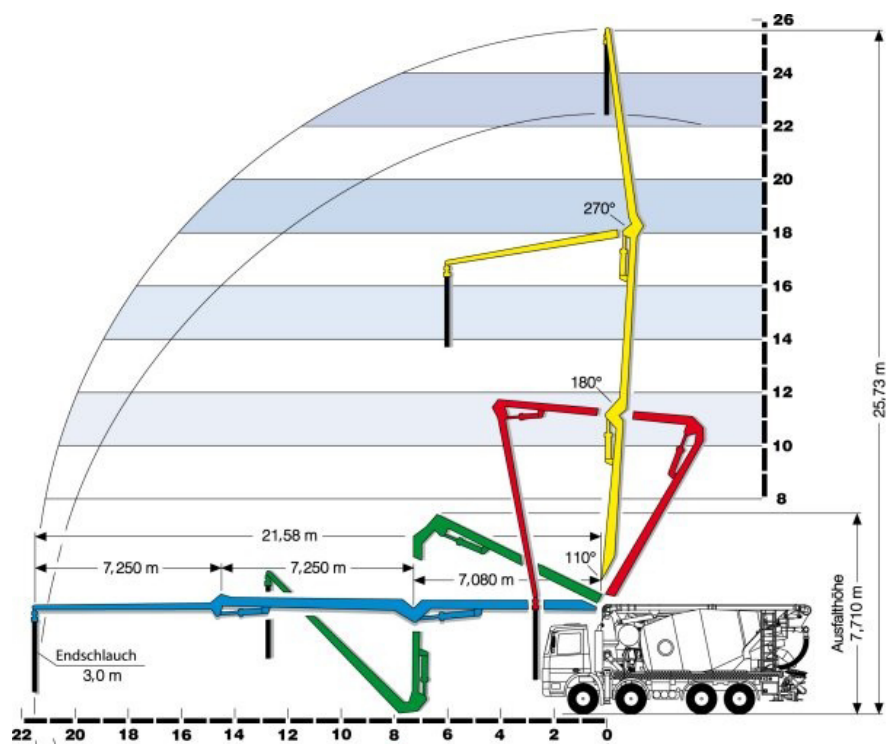
Tab.: 9.1.3 Specifikace AM 7 FHC+



Obr.: 9.1.9 Schéma FBP 26



Obr. 9.7: Pohled na čerpadlo s autodomíchávačem



Obr. 9.8: Schéma dosahu čerpadla s domíchávačem

Technická data

Čerpací jednotka BP 600 RK

Parametr	Jednotka	Hodnota
Dopravní výkon*	(m ³ /h)	61
Max. tlak	(bar)	71
Max. počet zdvihů	-	32
Dopravní válec (průměr x zdvih)	(mm)	200 x 1.000
Zdvihový objem , 2 válce	(l)	62,8
Násypka	(l)	260
Současně nelze dosáhnout maximálního dopravovaného množství a maximálního tlaku!		
* Maximální teoretické dopravované množství		

9.1.11 Výpočet čerpadla s autodomíchávačem

SVISLÉ KONSTRUKCE

$$Q_{čety,h} = \frac{n}{Nh} = \frac{5}{0,40} = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Doba betonáže:

$$T = \frac{Q_{svis}}{Q_{čety,h} \cdot 8} = \frac{597,91}{12,5 \cdot 8} = 5,98 \text{ dnů}$$

Doba ukládání:

$$t_{ukl} = \frac{V}{Q_{čety,h}} = \frac{7}{12,5} = 0,56h$$

Výkon čerpadla s domíchávačem:

$$t_{c,mix} = t_{nakl} + t_{ukl} + t_{dopr} = 0,25 + 0,56 + 0,03 = 0,84h$$

Výkon mixu:

$$Q_{mix} = \frac{V}{t_c} = \frac{7}{0,84} = 8,33 \text{ m}^3/h$$

Počet mixů:

$$n = \frac{Q_{čety,h}}{Q_{mix}} = \frac{12,5}{8,33} = 1,5$$

➤ Navrženy 2 autodomíchávače

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

$$Q_{čety,h} = \frac{n}{Nh} = \frac{5}{0,35} = 14,29 \text{ m}^3/h$$

Doba betonáže:

$$T = \frac{Q_{vod}}{Q_{čety,h} \cdot 8} = \frac{1059,69}{14,29 \cdot 8} = 9,27 \text{ dnů}$$

Doba ukládání:

$$t_{ukl} = \frac{V}{Q_{čety,h}} = \frac{7}{14,29} = 0,49h$$

Doba dopravy:

$$t_{dopr} = 2 \text{ min} = 0,03h$$

$$t_{c,mix} = t_{nakl} + t_{ukl} + t_{dopr} = 0,25 + 0,49 + 0,03 = 0,77h$$

Výkon mixu:

$$Q_{mix} = \frac{V}{t_c} = \frac{7}{0,77} = 9,09 \text{ m}^3/h$$

Počet mixů:

$$n = \frac{Q_{čety,h}}{Q_{mix}} = \frac{14,29}{9,09} = 1,572$$

➤ Navrženy 2 autodomíchávače

9.1.12 Ekonomická bilance

Celková doba trvání : 17dní

Ekonomická bilance č.3				
Položka	Měrná jednotka	Jednotková cena [Kč]	Množství	Celková cena [Kč]
Půjčované čerpadla s domíchávačem	Kč/h	1680	128	215 040,00 Kč
Čištění	Kč	170	237	40 290,00 Kč
Doprava betonu	Kč/km	65	189	12 313,60 Kč
Cena betonu	Kč/m ³	2250	1658	3 729 600,00 Kč
Celkem				3 997 243,60 Kč

Tab.: 9.1.6 Ekonomická bilance číslo 3

9.1.13 Závěr a vyhodnocení

Závěr		
Varianta	Počet dní	Celková cena [Kč]
Mix a čerpadlo	16	4 087 239,60 Kč
Jeřáb a bádie	43	4 383 834,60 Kč
Čerpadlo s autodomíchávačem	16	3 997 243,60 Kč

Tab.: 9.1.7 Vyhodnocení

Nejvýhodněji vychází z hlediska času i financí varianta čerpadla s autodomíchávači. Ačkoliv při použití na další objekty by mohl vzniknout problém s nedostačujícím ramenem (s ohledem na výšku budovy a vzdálenost od místa betonáže) a bylo by nutné navrhnout jiný typ čerpadla, než-li námi navržený FBP 26.