



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

VĚŽOVÉ JEŘÁBY V SOUČASNOSTI

TOWER CRANE ON THE PRESENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ONDŘEJ GIPKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN KUBÍN

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Ondřej Gipka

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Věžové jeřáby v současnosti

v anglickém jazyce:

Tower crane on the present

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rešeršní studie v současnosti vyráběných stavebních jeřábů.

Cíle bakalářské práce:

Cíle bakalářské práce:

Proveďte rešeršní studii v dnešní době vyráběných věžových jeřábů. Rozdělte tyto jeřáby podle několika hlavních vlastností (např. výška, dosah, nosnost, mobilita, atd.).

Vypracujte:

- studii věžových jeřábů
- dále dle pokynů vedoucího BP

Seznam odborné literatury:

[1] MYNÁŘ, B., KAŠPÁREK, J.: Dopravní a manipulační zařízení, Brno, Skriptum pro bakalářské studium
- internetové zdroje

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Kubín

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou věžových jeřábů v současnosti. Práce obsahuje rozdělení věžových jeřábů podle několika hlavních kritérií do skupin s ukázkou existujících modelů předních světových značek. Cílem práce je také porovnat jednotlivé modely jeřábů podle základních vlastností charakteristických pro věžové jeřáby v jednotlivých skupinách, jako je například nosnost, vyložení, zdvih, mobilita apod.

Klíčová slova

výložník, protivýložník, jeřábová visutá kočka, jeřábová věž, nosná špice

Abstract

The bachelor thesis deals with the issue of tower cranes nowadays. The thesis classifies tower cranes into groups according to main criteria including contemporary types of tower cranes from the world-known crane manufacturers. The aim of the thesis is to provide a comparison of different types of cranes with respect to key features typical for tower cranes in the particular groups, such as loading capacity, crane jib, load lifting, mobility etc.

The key words

crane jib, crab travel drive system, tower crane, counter jib, framework

Bibliografická citace

GIPKA, O. *Věžové jeřáby v současnosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 29 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Kubín

OBSAH

1 Úvod	3
2 Rozdělení věžových jeřábů	5
3 Dělení věžových jeřábů podle nosnosti	7
3.1 Lehké jeřáby s nosností do 3 t	8
3.2 Střední jeřáby s nosností od 3 do 6 t	8
3.3 Těžké jeřáby od 6 do 60 t	8
4 Dělení věžových jeřábů podle umístění otoče a typu jeřábové věže	9
4.1 Rychlostavitelné jeřáby s dolní otočí a kyvným výložníkem	9
4.1.1 Rychlostavitelné jeřáby s věží z plnostěnného profilu	9
4.1.2 Rychlostavitelné jeřáby s teleskopickým sloupem a výložníkem	11
4.1.3 Rychlostavitelné jeřáby s příhradovou věží - šplhací	11
4.2 Věžové jeřáby s horní otočí	13
4.2.1 Flat-top jeřáby	14
4.2.1 Jeřáby s nosnou špicí	16
4.2.3 Jeřáby s kladkovým výložníkem	18
4.3 Deriky	19
5 Dělení věžových jeřábů podle způsobu ukotvení	21
5.1 Věžové jeřáby s kolovým a pásovým podvozkiem	21
6 Závěr	23
7 Seznam použitých zdrojů	24
Seznam použité literatury	25
Seznam zdrojů na internetu	26
8 Seznam použitých zkratk a symbolů	27

1 ÚVOD

Věžové jeřáby jsou moderní formou váhových jeřábů používaných především na stavbách, kde nám často poskytují nejlepší kombinaci výšky zdvihu a jeho kapacity (nosnosti) {1}. Většina věžových jeřábů, s výjimkou rychlostavitelných jeřábů, se skládá z několika dílců svařovaných příhradových konstrukcí, které jsou na místě smontovány na principu rozebíratelné stavebnice, která je zajištěna formou lan a čepů. V mnoha případech jsou díly jednotlivých příhradových konstrukcí identické, což zjednodušuje přepravu a minimalizuje možnost špatného sestavení jeřábu. Výše zmíněné rychlostavitelné jeřáby jsou na staveniště dovezeny jako celek a pouze se rozloží pomocí hydraulického systému do požadovaného tvaru. Další variantou jsou jeřáby šplhací, které mají charakteristickou konstrukci jeřábové příhradové věže, kde na věži je připevněna speciální konstrukce s hydraulickým systémem, která slouží k přizvednutí věže do takové výšky, aby bylo možné do vzniklé mezery vložit další díl příhradové konstrukce. Jeřáb tak může efektivně růst se stavbou pouze s minimálními časovými ztrátami, protože není třeba rozebírat výložník a protivýložník.



Obr. 1 Jednotlivé díly příhradových konstrukcí [1]

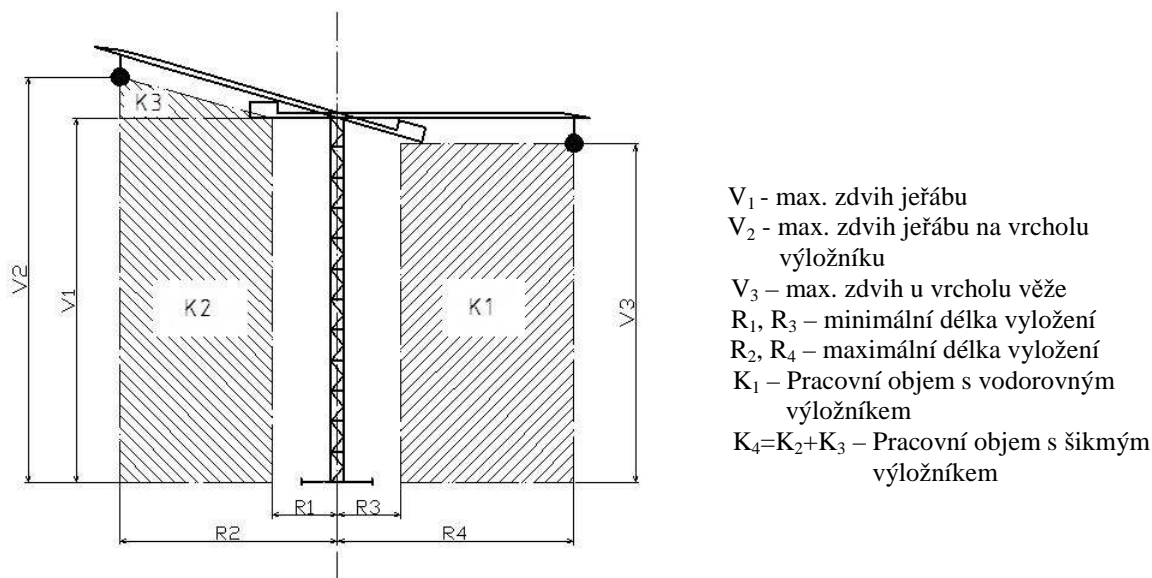
Dalším charakteristickým rysem konstrukce pro jednotlivé druhy věžových jeřábů je princip uložení protizávaží. U rychlostavitelných jeřábů bývá uloženo dole u „paty“ jeřábu a je spojeno s výložníkem pomocí lan a kladek. Tyto jeřáby jsou označovány jako jeřáby s dolní otočí nebo také jeřáby s kyvným výložníkem. Naopak věžové otočné jeřáby mají závaží umístěno na protivýložníku, který je uchycen symetricky s výložníkem na jeřábové věži. Takové jeřáby jsou označovány jako věžové jeřáby s horní otočí. Úplnou výjimkou jsou tzv. derriky, které mají specifickou konstrukci se závažím a výložníkem uloženým dole u příhradové věže nebo jeřábové špice. Výložník je přitom zvedán lany vedenými přes kladky, umístěné na vrcholu příhradové věže. Jako závaží jsou používány betonové bloky přesné váhy a tvaru.

Výložník je upevněn k jeřábovému sloupu či věži různými způsoby a má někdy specifickou konstrukci, která má zásadní vliv na charakteristiky jeřábu. U rychlostavitelných jeřábů se většinou setkáme s kloubovým připojením výložníku, který můžeme dle potřeby naklánět pod určitým úhlem. Tato volba zvýší maximální výšku zdvihu při snížení maximálního dosahu jeřábové kočky, někdy i na úkor nosnosti, ale není to podmínkou. Jako příklad můžeme uvést například věžový jeřáb se spodní otočí značky Liebherr typ TT 32. Jedná se o typ s teleskopickou jeřábovou věží a teleskopickým výložníkem, kdy nosnost na konci výložníku sklopeným pod úhlem 20° stoupne z 1100 kg na 1170 kg. Výložník je většinou složen z více částí spojenými klouby, které jsou napnuty lany. Tyto díly se dají vůči sobě sklopit, což zajišťuje lepší mobilitu a větší nosnost. Bohužel s touto úpravou klesá maximální délka vyložení, která je zkrácena o zalomený díl. Například u rychlostavitelného jeřábu Liebherr H 26 je výložník tvořen dvěma, kloubem spojenými částmi. Sklopením poslední části o 160° dosáhneme zvýšení nosnosti ze 1700 kg na 2000 kg na konci výložníku, přičemž maximální dosah klesne z 28 m na 14,8 m. Věže i výložníky bývají u vybraných modelů jeřábů teleskopické, nebo se dají nadstavovat pomocí jednotlivých dílů příhradových konstrukcí. Vždy ale platí, že jeřáb má maximální výšku i délku danou a zmenšení je libovolné v rámci určitého rozsahu. Většina značek pro tyto modifikace uvádí úpravu jednotlivých parametrů v tabulkách nebo grafech závislosti délky výložníku nebo věže na nosnosti.

Zdvih břemena je řešen u věžových jeřábů dvěma způsoby a to pomocí jeřábové kočky nebo pomocí jeřábového háku s kladnicí. Jeřábová kočka je obvykle čtyřkolový vozík pojíždějící po kolejnicích na výložníku. Na rámu jeřábové kočky je umístěno zvedací a pojížděcí ústrojí. U některých jeřábů jsou tato ústrojí umístěna mimo jeřábovou kočku, ta je pak tažena lanem nebo řetězem. Zdvihací lano nebo řetěz jsou vedeny přes kladky na jeřábovou kočku a zpět ke zdvihacímu ústrojí {2}. U jeřábů se sklopeným výložníkem bývá na konci výložníku pevně uchycen jeřábový hák s kladnicí. Háček může být připojený k jeřábové kočce či kladnici pomocí jednoduchého, dvojnásobného v některých případech i trojnásobného závěsu. Tato modifikace ve většině případů až zdvojnásobí nebo ztrojnásobí nosnost jeřábu na úkor rychlosti zdvihu břemena.

2 ROZDĚLENÍ VĚŽOVÝCH JEŘÁBŮ

Věžové jeřáby jsou rozdělovány podle jejich charakteristických vlastností a využití například tvar, nosnost, podvozek, konstrukce atd. Pro rozdělení jeřábů jsme si navíc také zavedli veličinu zvanou pracovní objem, která se pro jeřáby s vodorovným výložníkem spočítá jako objem dutého válce, jehož poloměry získám z maximálního a minimálního vyložení. Výšku tělesa doplní maximální výška vyložení.



Obr. 2 Pracovní objemy u jeřábů s vodorovným a šikmým výložníkem [2]

U jeřábu se sklopeným výložníkem musím tento vztah modifikovat na součet objemů dvou těles, kde první část tvoří dutý válec s výškou rovné výšce maximálního zdvihu jeřábu na počátku výložníku a druhou část tvoří rotační těleso s objemem rovnému negativu kulového kužele. Takže výsledné vzorce po matematických úpravách pro oba případy budou vypadat následovně.

$$K_1 = \Pi.(R_4 - R_3)^2.V_3 \quad [3]$$

$$K_4 = K_2 + K_1 = [\Pi.(R_2 - R_1)^2 .V_1] + \Pi(V_2 - V_1). \left[(R_2 - R_1)^2 - \frac{1}{3}.(R_2^2 + R_1.R_2 + R_1^2) \right] \quad [4]$$

Hodnoty uváděné v tabulkách rozdělení jednotlivých skupin jeřábů jsou uvažovány jako maximální u jeřábů s zcela rozvinutou (nezkrácenou) konstrukcí, tzn. bez lomeného výložníku popřípadě s maximálním vysunutím teleskopického výložníku, jeřábového sloupu nebo věže. Naklonění výložníku u některých druhů jeřábů je zaznamenáno v tabulce také, protože má zásadní vliv na maximální výšku zdvihu, v některých případech i na maximální

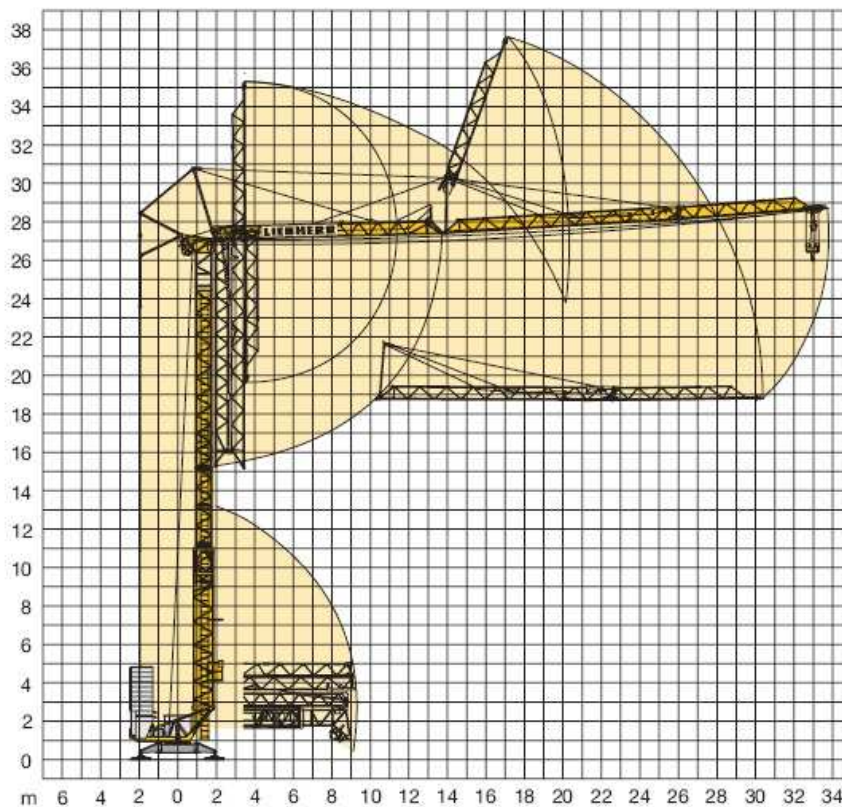
nosnost. Konstrukce rychlostavitelných jeřábů většinou povoluje naklonění výložníku pod úhlem 15°, 10°, 20°, 30° nebo 40°, u některých modelů lze výložník naklonit pod více úhly. Pro porovnání parametrů jednotlivých skupin jeřábů bylo zvoleno z nabízených modelů čtyř předních světových značek a to Liebherr, Terex Comedil, Potain a Heede. Bohužel se konstrukce jednotlivých modelů od sebe liší pouze v detailech, takže výsledné parametry jeřábů v jednotlivých skupinách si jsou dost podobné.

3 DĚLENÍ VĚŽOVÝCH JEŘÁBŮ PODLE NOSNOSTI

Maximální nosnost se u věžových jeřábů nabízených značkami Liebherr, Potain, Terex Comedil a Heede se pohybuje od 1-60 tun. Nosnost je nejmenší na konci výložníku a postupně se k jeřábové věži či sloupu zvětšuje až do určitého místa cca. 10-20 m od jeřábové věže, kde získá konstantní maximální hodnotu. Například u jeřábu Potain IGO T70 je maximální nosnost 4000 kg v rozmezí 3,1-16 m, pak se začíná snižovat až na 1300 kg na konci výložníku. Výrobce vždy v katalogu udává v tabulce nebo grafu jednotlivé závislosti délky vyložení na maximální nosnosti. Výhodou těchto grafů je, že zahrnují všechny varianty sestavení výložníku a jeřábové věže, ale odečítání hodnot je nepřesné a spíše orientační. U tabulek jsou hodnoty přesné, ale zahrnují pouze vybrané sestavení jeřábu. Většinou výrobce v katalogu nabízí několik tabulek pro různé délky výložníků. Největší vliv na nosnost má především umístění otoče jeřábu nebo použití jednoduchého dvojného nebo trojného závěsu břemene.

Tab. 1 Tabulka nosností pro jeřáb Potain IGO T70 [5]

40 m	3,1	16	18	20	22	24	26	26,2	28	30	32	34	36	38	40	m
		4000	3470	3060	2720	2450	2220	2200	2030	1860	1720	1600	1490	1390	1300	kg
																kg



Obr. 3 Graf nosností pro jeřáb Liebherr K 34 [6]

3.1 Lehké jeřáby s nosností do 3 t

Jeřáby s touto nosností se používají zejména na stavbu domů do 5 podlaží a 12 m šířky.

Zástupci : především rychlostavitelné jeřáby a nejnižší řady věžových jeřábů s horní otočí typu flat top např. : Liebherr 30EC-B2,5 nebo Terex Comedil CTT 51/A-2TS10...

3.2 Střední jeřáby s nosností od 3 do 6 t

Tyto jeřáby se používají zejména na stavbu vícepodlažních budov do 12 podlaží a pro obydlí stavěné z prefabrikátů.

Zástupci : vyšší řady rychlostavitelných jeřábů a nejnižší řady produktů ze všech skupin věžových jeřábů s horní otočí např.: Potain IGO 42, Liebherr 120K.1 nebo Potain MCT 78...

3.3 Těžké jeřáby od 6 do 60 t

Tyto jeřáby zahrnují velkou škálu nosností cca. Od 6-60 tun. Využívají se na stavbu výškových budov a rozsáhlých komplexů. Pro velký rozsah nosností jsou ještě rozdělovány do podskupin na :

- Středně těžké s nosností do 10 t
- Těžké s nosností 20-40 t
- Velmi těžké s nosností do 60 t

Zástupci : Většina jeřábů s horní otočí od středních řad až po nejvyšší např.: Liebherr 1250HC 20/40, Potain MD650, Terex Comedil SK 415-25...

4 DĚLENÍ VĚŽOVÝCH JEŘÁBŮ PODLE UMÍSTĚNÍ OTOČE A TYPU JEŘÁBOVÉ VĚŽE

V této kategorii jsou dvě hlavní skupiny věžových jeřábů a to jeřáby rychlostavitelné s dolní otočí a jeřáby věžové s horní otočí. Umístění otoče hraje důležitou roli v maximální nosnosti a vyložení jeřábu, kde u jeřábu s dolní otočí se maximální nosnost pohybuje v rozmezí 1000-6000 kg s délkou vyložení až 50 m. Maximální výšky vyložení 54,8 m u tohoto typu jeřábů dosahuje jeřáb Liebherr 120K. Naopak u jeřábu s horní otočí je nosnost v rozmezí 2000-60000 kg s délkou vyložení až 84 m. Maximální výška vyložení je až 119,1 m. Z těchto údajů je patrné použití jednotlivých typů jeřábů, kde rychlostavitelné jeřáby jsou více používány na menší budovy a rodinné domy, kde je zapotřebí rychlé samoobslužné sestavení jeřábu s malými nároky na prostor a věžové jeřáby s horní otočí naleznou zase své uplatnění u výstavby velkých komplexů a mrakodrapů, kde nehraje roli jejich nákladné sestavení, kdy je zapotřebí další většinou mobilní jeřáb. Velkou nevýhodou rychlostavitelných jeřábů je také jistě jejich omezená výška, kdy nejsme schopni nadstavovat jeřábovou věž s rostoucí stavbou. Jedinou výjimku tvoří jeřáby s teleskopickou věží jako je například Liebherr TT32. Poslední okrajovou skupinu věžových jeřábů tvoří ještě tzv. derricky. Tyto jeřáby se vyznačují svou atypickou konstrukcí a nosností spadající do střední třídy. Výrobci jsou tyto jeřáby nabízeny pouze jako okrajový sortiment se zastoupením několika modelů.

4.1 Rychlostavitelné jeřáby s dolní otočí a kyvným výložníkem

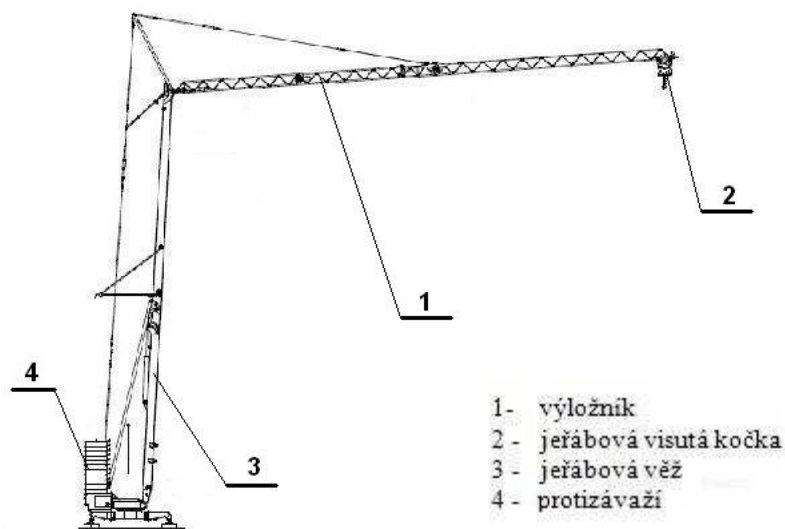
Rychlostavitelné jeřáby jsou dále rozdělovány podle jejich charakteristické konstrukce věže na jeřáby s jeřábovou věží z plnostěnného profilu, s jeřábovou věží tvořenou příhradovou konstrukcí a na jeřáby s teleskopickou věží a výložníkem. Tyto jeřáby můžeme dělit také podle druhu vztyčování jeřábové věže a to na věžové jeřáby šplhací a nešplhací.

4.1.1 Rychlostavitelné jeřáby s věží z plnostěnného profilu

Pro tyto rychlostavitelné jeřáby je charakteristická příhradová věž z plnostěnného profilu, která umožňuje snadné sestavení jeřábu. Z tabulky je jasné, že tato volba je vhodná pro jeřáby nejnižších řad s malou nosností. Kloubové zavěšení výložníku povoluje naklonění pod úhly 15° nebo 20°. Zdvih břemena je řešen jeřábovou kočkou.

Tab. 2 Tabulka rychlostavitelných jeřábů s jeřabovým sloupem

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]		Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]		Maximální výška vyložení [m]		Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
	0°	20°	Rozsah [m]	0°	20°	0°	20°		
Liebherr H13	0°	20°	1500	0°	20°	0°	20°	18336,8	2,9
	500	500	2,9-9,3	22	21,1	16	21,3		
Liebherr H26	0°	20°	2000	0°	20°	0°	20°	41894,5	2,8
	800	800	2,8-14,8	28	26,5	21	26,5		
Liebherr H32	0°	20°	2500	0°	20°	0°	20°	51132,6	2,8
	1100	800	2,8-15,2	30	28,3	22	29		
Potain IGO 36	0°	20°	4000	0°	20°	0°	20°	58124	3
	1100	1100	3 -10,7	32	30,24	22	30,8		
Potain IGO 42	0°	20°	4000	0°	20°	0°	20°	79369,4	3
	1100	1000	3-11,9	36	34	23,2	33		
Potain IGO 50	0°	20°	4000	0°	20°	0°	20°	99776,6	3
	1100	1100	3-14	40	37,6	23,2	33,8		
Terex C. CBR-16H	0°	15°	1000	0°	15°	0°	15°	9104,5	2,1
	500	500	2,1-8,8	16	15,5	15	17,7		
Terex C. CBR-21H	0°	15°	1600	0°	15°	0°	15°	13843,2	1,9
	600	500	1,9-7,7	18	17,5	17	20		
Terex C. CBR-32H	0°	15°	4000	0°	15°	0°	15°	105389	3,8
	1000	1000	3,8-13	40	38,8	25,6	32,2		



Obr. 4 Jeřáb s dolní otočí - Terex CBR 26 plus [7]

4.1.2 Rychlostavitelné jeřáby s teleskopickým sloupem a výložníkem

Do této kategorie patří pouze jeden nabízený jeřáb a to jeřáb značky Liebherr s označením řady TT. Tato řada je specifická dvojitým teleskopickým systémem, pomocí kterého můžeme libovolně prodloužit nebo zkrátit výložník nebo jeřábovou věž. Tyto jeřáby mají malé nároky na prostor při sestavení a mohou být transportovány ve vzpřímené pozici {3}.

Tab. 3 Tabulka rychlostavitelných jeřábů s teleskopickým výložníkem a sloupem

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]		Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]		Maximální výška vyložení [m]		Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
			Rozsah [m]						
Liebherr TT 32	0°	20°	2500 3,3-16,3	0°	20°	0°	20°	53749,1	3,3
	1100	1170		30	28,5	24	31,5		

4.1.3 Rychlostavitelné jeřáby s příhradovou věží - šplhací

Rychlostavitelné jeřáby šplhací mají teleskopickou příhradovou věž z uzavřených profilů a šplhací zařízení. Postup vztyčování jeřábu je jednoduchý a rychlý a provádí se ze země, jak je vidět na obr. 5. Kloubové zavěšení výložníku dovozuje naklonění pod úhlem 30°. Zdvih břemena je řešen jeřábovou kočkou.

Tab. 4 Tabulka šplhacích rychlostavitelných jeřábů

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]		Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]		Maximální výška vyložení [m]		Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
			Rozsah [m]						
Potain Igo T70	0°	30°	4000 3,1-16	0°	30°	0°	30°	160844,8	3,1
	1300	1300		40	N	32	44,5		
Potain Igo T85	0°	30°	6000 3,1-12,7	0°	30°	0°	30°	222653,8	3,1
	1250	1250		45	N	35	N		
Terex C. CBR-40H	0°	15°	4000 3,3-11,6	0°	15°	0°	15°	93641,8	3,3
	1000	1000		36	35	23	29		
Terex C. CBR-36H	0°	15°	4000 3,8 -13	0°	15°	0°	15°	128675,8	3,8
	1100	1100		40	38,8	25,6	32,8		

Tab. 5 Tabulka šplhacích rychlostavitelných jeřábů značky Liebherr

Značka jeřábu	Nosnost na konci vyložníku [kg]			Max. nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]		
				Rozsah [m]			
Liebherr 26K.1	0°	20°	40°	2500	0°	20°	40°
	1000	800	750	2,2-12	26	24,3	19,9
Liebherr 56K	0°	30°		2300	0°	30°	
	1200	1000		3,3-23,6	40	34,9	
Liebherr 120K	0°	30°		4000	0°	30°	
	1450	1750		4,5-20,4	50	39,3	

Tab. 6 Tabulka šplhacích rychlostavitelných jeřábů značky Liebherr

Značka jeřábu	Pracovní objem [m ³]	Min. délka vyložení [m]
Liebherr 26K.1	48844	2,2
Liebherr 56K	164363,3	3,3
Liebherr 120K	293730,3	4,5



Obr. 5 Ukázka šplhacího zařízení u rychlostavitelných jeřábů Potain [8]

4.2 Věžové jeřáby s horní otočí

Věžové jeřáby s horní otočí jsou stejně jako jeřáby rychlostavitelné děleny na šplhací a nešplhací, ale na rozdíl od nich jsou dále děleny podle druhu konstrukce a připojení výložníku a protivýložníku na jeřáby typu Flat-top, s nosnou špicí, s kladkovým výložníkem a derriky.

- Věžové jeřáby nešplhací

U nešplhacích jeřábů se můžeme setkat se dvěma způsoby sestavení jeřábové věže. První způsob je převoz sestavené jeřábové věže na požadované místo, kde je jeřábová věž pouze vztyčena. Tato metoda se používá pouze velmi zřídka, díky nepříznivé konstantní výšce jeřábu, obtížnému transportu a malým výškám vyložení. Druhý způsob spočívá v postupném sestavení jeřábové věže z menších dílů příhradových konstrukcí, jak je vidět na obr.1. Nevýhodou této metody jsou delší časy potřebné k vztyčení jeřábu a plná asistence dalšího jeřábu při sestavení, přestavbě i rozkládání jeřábu. Výhodou je snadný transport a volitelná výška věže.

- Věžové jeřáby šplhací

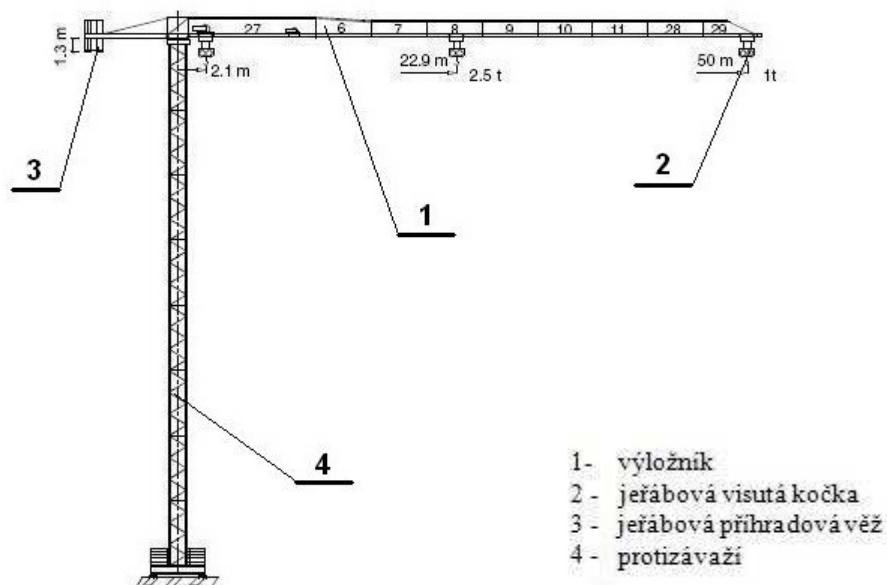
Šplhací jeřáby s horní otočí se od rychlostavitelných jeřábů liší především v systému vztyčování jeřábové věže. Šplhací konstrukce je umístěna na vrcholu jeřábové věže, kde jsou jeřábem dodávány jednotlivé díly příhradových konstrukcí, které jsou vkládány do mezery vzniklé po zvednutí jeřábové věže šplhacím systémem. Po vložení a zajištění vloženého dílu se šplhací systém posune pod výložník po nově uchyceném dílu a postup se může opakovat. Rozkládání jeřábu je prováděno obdobným způsobem, kdy šplhací konstrukce klesá dolů po věži, během čehož jsou vytahovány jednotlivé díly příhradových konstrukcí. Výhodou těchto jeřábů je potřeba asistence dalšího jeřábů pouze při počátečním sestavení jeřábu, kdy se sestaví jeřábová hlava, která se uchytí na šplhací systém. Jeřáb si pak sám podává jednotlivé díly příhradových konstrukcí, které jsou za asistence několika dělníku dopraveny na své místo a uchyceny jak můžeme vidět na obr. 6.



Obr. 6 Ukázka šplhacího zařízení u věžových otočných jeřábů [9]

4.2.1 Flat-top jeřáby

Rozdíl oproti klasickým jeřábům s horní otočí s tzv. nosnou špicí je v tom, že montáž Flat-top jeřábu je podstatně jednodušší. Na otoči jsou instalovány speciální rychlozámky, do kterých se uloží předem sestavený výložník a protivýložník {4}. Díky tomu nepotřebují tyto jeřáby žádná nosná lana nebo špice a kladou malé nároky na prostor, kde se dají využít i v zastřešených prostorech.



Obr. 7 Flat top Jeřáb s horní otočí - Terrex CTT 71-2.5 [10]

Tab. 7 Tabulka šplhacích Flat top jeřábů

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Liebherr 130EC-B8	1300	8000 2,8-13,9	60	68	698937	2,8
Potain MDT 368	3175,2	11975,04 2,4-22,9	75	93,6	1549837,5	2,4

Tab. 8 Tabulka nešplhacích Flat top jeřábů

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Liebherr 30EC-B2,5	1000	2500 2,7-13,8	30	30,5	71410,5	2,7
Liebherr 110EC-B6	1400	6000 2,5-17	55	49	424279,2	2,5
Terex Com. CTT 51/A-2TS10	1000	2000 1,8-21,6	40	55,1	252589,6	1,8

Terex Com. CTT 161/A-6TS	1450	6000 2,3-19,1	65	98,8	1220194,6	2,3
Terex Com. CTT 721- 40HD23	3400	40000 3,2-11,1	84	105,2	2157622,8	3,2
Potain MDT 308	2903,04	11975,04 3-20,1	70,2	73,2	1057079,2	2,4
Potain MDT 218A	1905,12	7983,36 3-18,6	65	70,4	850145,2	3
Potain MCT 78	1088,64	4989,6 3-12,5	50,9	50,9	366881,6	3

4.2.1 Jeřáby s nosnou špicí

Jeřáby s nosnou špicí mají specifickou konstrukci, kdy na výložníku je navíc upevněna nosná konstrukce ve tvaru špice pro uchycení nosných aretačních táhel a kladek. Z tabulky je patrné, že tato úprava výrazně zvyšuje nosnost jeřábů oproti klasickým Flat top modelům, až na 32 tun. Většina těchto jeřábů se dodává s kompletně smontovanou jeřábovou hlavou, kde špička věže, otočná plošina, otočné ložisko včetně výstupu na špičku věže a aretační táhla tvoří jeden celek {5}. Tento stavebnicový systém značně zkrátí čas potřebný pro sestavení jeřábu a zjednoduší přepravu jednotlivých dílů.

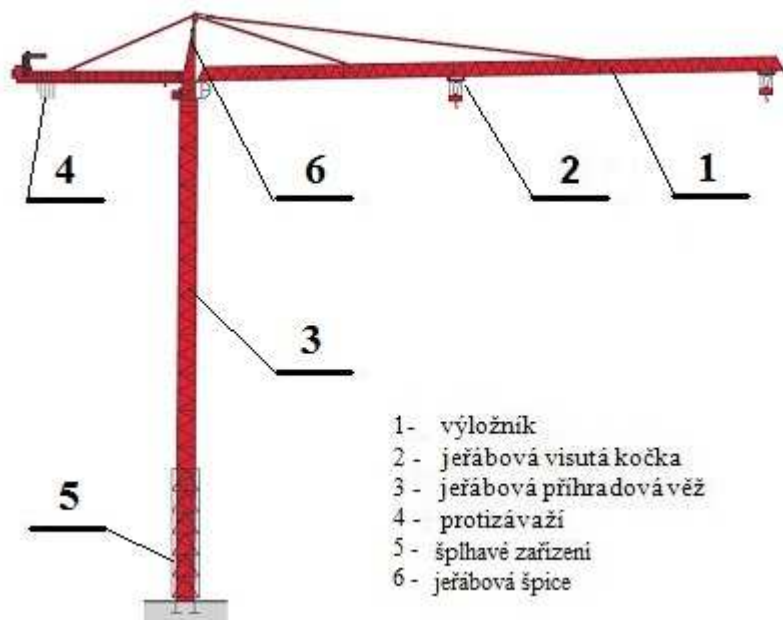
Tab. 9 Tabulka šplhacích věžových jeřábů s nosnou špicí

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Liebherr 420EC-H20	3200	20000 2,7-18,3	75	81,3	1335070,5	2,7
Liebherr 154EC-H10	1400	10000 2,2-13	60	63,8	669596,9	2,2
Liebherr 630EC-H40	5800	40000 4,3-14,7	80	74,2	1335773,2	4,3
Potain MD 485B M20	3084,5	9988 3,1-17,4	79,9	92,4	1712109,3	3,1
Potain MD 560A	3991,7	40007,5 4,3-12,8	79,9	80,8	1450748,1	4,3
Potain MD 650	5896,8	25038,7 4-24,4	79,9	80,2	1451426,3	4

Liebherr 125-HC L6/12	1900	6000 3-24,5	50	41,7	289380,2	3
Liebherr 280-HC L12/24	3200	12000 4-27,6	60	59,1	582238,1	4
Liebherr 540-HC L12/24	4800	12000 4-38,8	65	47,5	555252,3	4

Tab. 10 Tabulka nešplhacích věžových jeřábů s nosnou špicí

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Terex Com. SK 315-12,5	3100	12500 3-20,4	70	75,3	1061895,2	3
Terex Com. SK 415-25	3100	25000 3-13,6	75	68,6	1117187,8	3
Terex Com. SK 575-32	3900	32000 4-13,9	80	75,8	1375414,0	4



Obr. 8 Věžový jeřáb s nosnou špicí Potain MD560A [11]

4.2.3 Jeřáby s kladkovým výložníkem

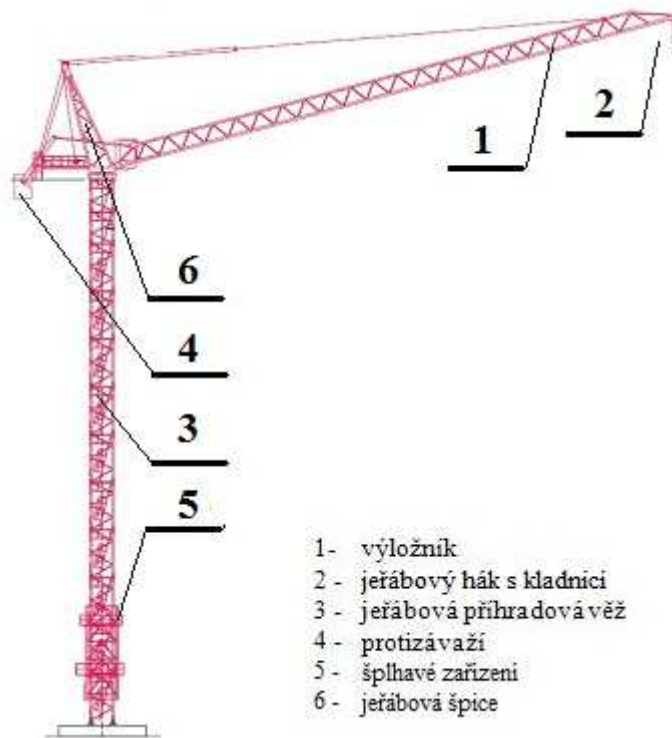
Pro tento typ jeřábů je typické řešení zdvihu břemena, kdy výložník nemá klasickou jeřábovou kočku, ale je řešen nakláněním výložníku pomocí táhel vedených přes jeřábovou špici. Na konci výložníku je pevně uchycena kladka, přes kterou je vedeno lano s hákem. Rozsahy náklonu výložníku se u jednotlivých značek liší, kdy u jeřábů značky Liebherr je náklon povolen v rozmezí 15-70°. Výrobce Terex Comedil u svých jeřábů povoluje maximální náklon až do 85°. Tyto jeřáby jsou určeny především pro práci v obzvlášť úzkých prostorech nebo ve velkých výškách.

Tab. 11 Tabulka šplhacích věžových jeřábů s kladkovým výložníkem

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Terex Com. CTL140-8TS	1800	4000 2,3-32,8	50	86,6	816738,7	2,3
Terex Com. CTL430-24	5500	12000 3,3-28,5	60	115,1	1504679,4	3,3
Terex Com. CTL180-16	2000	8000 2,8-25,5	55	122,2	1436195,7	2,8

Tab. 12 Tabulka nešplhacích věžových jeřábů s kladkovým výložníkem

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Liebherr 125HC L6/12	1900	6000 3-24,5	50	91,7	857205,7	3
Liebherr 280HC L12/24	3200	12000 4-27,6	60	119,1	1549500,3	4
Liebherr 540HC L12/24	4800	12000 4-38,8	65	112,5	1628652,7	4



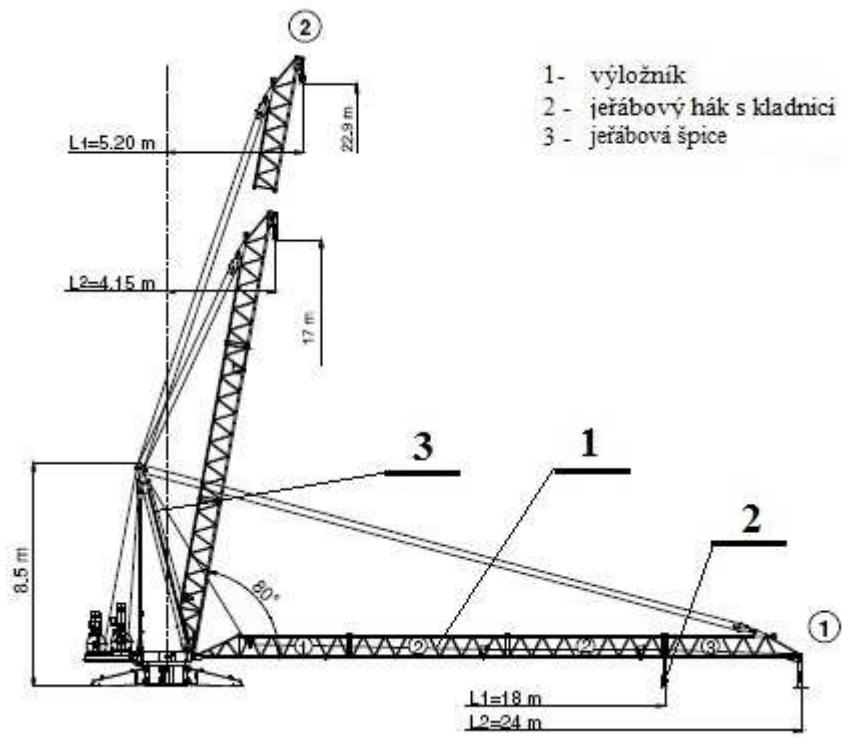
Obr. 9 Věžový jeřáb s kladkovým výložníkem Terex Comedil CTL 140-8TS [12]

4.3 Deriky

Deriky se vyznačují specifickou konstrukcí bez jeřabové věže. Mají kotvený výložník o velkých nosnostech, který je nakláněn lany vedenými přes vrchol jeřabové věže nebo špice. Jsou buď stabilní neotočné o nosnostech 10 až 100 t, nebo otočné o nosnostech až 1 000 t, případně pojízdné o nosnostech 50 až 1 000 t [6]. Zdvih břemena je u těchto jeřábů řešen pomocí naklánění výložníku v rozmezí 0-80°.

Tab. 13 Tabulka nešplhacích věžových jeřábů s kladkovým výložníkem

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Liebherr 200 DR5/10	5000	5000	25	20,6	1061895,2	6
Terex Com. CDK 83-12	3000	6000	24	22,9	1117187,8	5,2



Obr. 10 Derik Terex Comedil CDK 83-12 [13]

5 DĚLENÍ VĚŽOVÝCH JEŘÁBŮ PODLE ZPŮSOBU UKOTVENÍ

Jeřáby jsou nejčastěji ukotveny k zemi pomocí pojezdové dráhy, která vede kolem stavby a může být přímá i zakřivená. Po této pojezdové dráze se jeřáb může pohybovat podle potřeb obsluhy pomocí pojezdového systému. Další způsob ukotvení věžových jeřábů je statické, kde je jeho ocelový základní rám ukotven do železobetonového základu nebo je ukotven na krátké pojezdové dráze. Tohoto druhu ukotvení se využívá u stavby mnohopodlažních budov nebo u budov s malou půdorysnou plochou {7}. Druh ukotvení má vliv především na maximální výšku zdvihu jeřábu, kdy nejvyšší možné sestavení jeřábové věže poskytuje ukotvení do železobetonového základu. U rychlostavitelných jeřábů se setkáme především s usazením jeřábu na zemi bez ukotvení, kdy se vysunou jeřábu podpůrné nohy, které jsou zatíženy protizávažím. U jeřábů s horní otočí je situace zcela jiná, kdy si můžeme u většiny jeřábu zvolit princip ukotvení podle potřeb stavby. V nepřístupném terénu nebo u specifických staveb se také využívá jeřábů s pásovým nebo kolovým podvozkem, kdy se jeřáb může přemísťovat libovolně s nákladem. V místech bez možnosti ukotvení jeřábu k zemi např. (přístavy, ropné věže) mohou být jeřáby umístěny na plovoucím pontonu.

- S pojezdem - pojezd po jeřábové dráze
 - s pásovým podvozkem
 - s kolovým podvozkem
 - na pontonu
- Bez pojezdu - bez ukotvení
 - s ukotvením - ukotvení do podloží
 - ukotvení ke stavbě

5.1 Věžové jeřáby s kolovým a pásovým podvozkem

Jeřáby s kolovým a pásovým podvozkem spadají především do kategorie lehkých rychlostavitelných jeřábů. Modely se liší pouze konstrukcí jeřábové věže, kde všechny jeřáby, s výjimkou modelu Liebherr 32 TTR a Liebherr 42 KR.1, mají jeřábovou věž tvořenou plnostěnným profilem. Model Liebherr 32 TTR má teleskopickou věž a výložník podobně jako jeřáb Liebherr TT32. Model Liebherr 42 KR.1 má věž tvořenou z příhradových konstrukcí se šplacím systémem. Kolový nebo pásový podvozek poskytuje věžovým jeřábům nespornou výhodu v mobilitě a adaptabilitě při zdvihání břemena, naopak nevýhodou jsou malé výšky a délky vyložení.

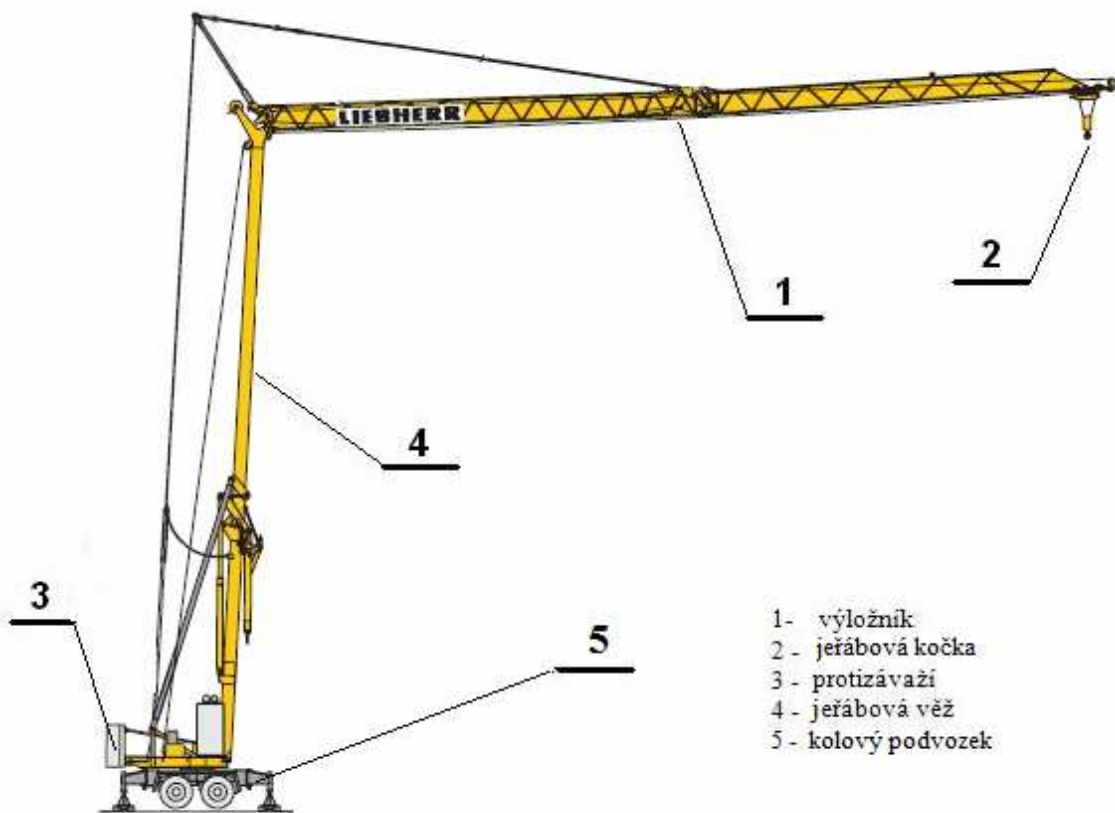
Tab. 14 Tabulka věžových jeřábů s kolovým podvozkem

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]		Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]		Maximální výška vyložení [m]		Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
			Rozsah [m]						
Liebherr 32 TTR	0°	20°	2500	0°	20°	0°	20°	53749,1	3,3
	1100	1170	3,3-16,3	30	28,5	24	31,5		
Liebherr 42 KR.1	0°	30°	2500	0°	30°	0°	30°	90697,7	3,3
	1200	1110	3,3-19,4	36	31,4	27	41,5		

Potain IGO MA13	0°	20°	1800	0°	20°	0°	20°	19068,1	2,4
	400	400	2,4-19,7	22	21	15,8	20,7		
Potain IGO MA21	0°	20°	1801,5	0°	20°	0°	20°	32464,9	2,8
	700,5	700,5	2,8-11,9	26	24,7	19,2	26,5		
Liebherr 13 HM	0°	20°	1500	0°	20°	0°	20°	18336,8	2,9
	500	500	2,9-9,3	22	21,2	16	21,3		
Liebherr 12 HM	0°	40°	2000	0°	40°	0°	40°	34380,6	3
	700	400	3-12	27	21,8	19	33,4		

Tab. 15 Tabulka věžových jeřábů s pásovým podvozkem

Značka jeřábu	Nosnost na konci výložníku [kg]	Maximální nosnost [kg]	Maximální délka vyložení [m]	Maximální výška vyložení [m]	Pracovní objem [m ³]	Minimální délka vyložení [m]
		Rozsah [m]				
Liebherr 120 KR.1	0°	4000	0°	0°	236084	4,5
	1450	4,5-19,7	50	36,3		



Obr. 10 Věžový jeřáb s kolovým podvozkem Liebherr 13HM [14]

6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo rozdělit a porovnat věžové jeřáby nabízené předními světovými výrobci v současnosti podle základních parametrů typických pro tato zařízení. Pro rozdělení a popis byli vybráni 4 hlavní dodavatelé u nás i v zahraničí a to výrobce Liebherr, Terex Comedil, Heede a Potain. V práci ale nejsou uvedeny modely výrobce jeřábů Heede, kvůli nekompletní dokumentaci v katalogu, kde výrobce neuvádí všechny základní parametry jednotlivých modelů. Jeřáby byly rozděleny do skupin podle nosnosti, druhu výložníku nebo věže, podvozku a podle systému vztyčování jeřábu. U jednotlivých skupin rozdělení jsou vždy uvedeny od každého výrobce 3 modely aktuálně nabízených jeřábů a to jeřáby řady nejvyšší, nejnižší a průměrné. Nejvyšší vliv na nosnost a maximální vyložení má u věžových jeřábů především konstrukce jeřábové věže a druh závěsu břemene, kde nejvyšší řady sériově vyráběných modelů dosahují maximální nosnosti 60 tun při výšce vyložení až 122 m. Nejlepších výsledků ve většině kategorií dosahují věžové jeřáby Liebherr, které mají bohatou nabídku modelů v každé kategorii a jako jediní nabízejí jeřáby s teleskopickým výložníkem a věží.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

{1} Kocky.tym [online]. 2005 [cit. 2010-05-06]. Kocky.tym. Dostupné z WWW: <www.kocky.tym.cz>

{2} MOTYČKA, Vít; ČERNÝ, Jaromír. *Věžové jeřáby v pozemním stavitelství*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. 146 s. ISBN 978-80-7204-505-1.

{3} *Kranimex* [online]. 1998 [cit. 2010-05-06]. Kranimex. Dostupné z WWW: <http://kranimex.cz/vezove-jezaby-liebherr?rada=15>

{4} *Stavební-technika* [online]. 1998 [cit. 2010-05-06]. Stavební-technika. Dostupné z WWW: <<http://stavebni-technika.cz/clanky/uspesna-vyrobnirada.flat.top-jezabu-liebherr/>>

{5} *Kranimex* [online]. 1998 [cit. 2010-05-06]. Kranimex. Dostupné z WWW: <http://kranimex.cz/vezove-jezaby-liebherr?rada=70>

{6} ŠVEC, O. *Jeřáby*. Tábor: Střední průmyslová škola strojnická Tábor, 2006. 28 s. Vedoucí ročníkové práce Ing. Eva Pinokonská

{7} MOTYČKA, Vít; ČERNÝ, Jaromír. *Věžové jeřáby v pozemním stavitelství*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. 146 s. ISBN 978-80-7204-505-1.

[1] [Www.competitionerecting.com](http://www.competitionerecting.com) [online]. 2003 [cit. 2010-05-10]. [Www.competitionerecting.com](http://www.competitionerecting.com). Dostupné z WWW: <<http://www.competitionerecting.com/images/crane4.gif>>

[5] [Www.potain.com](http://www.potain.com) [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. [Www.potain.com](http://www.potain.com). Dostupné z WWW: <<http://www.potain.com/common/documentView.cfm?documentId=110000000219700>>

[6] [Www.liebherr.com](http://www.liebherr.com) [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. [Www.liebherr.com](http://www.liebherr.com). Dostupné z WWW: <<http://www.liebherr.com/catXmedia/cc-ccm/Documents/b3349368-4799-47c0-af92-5baf6852c5ec.pdf>>

[7] [Www.comedil.com](http://www.comedil.com) [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. [Www.comedil.com](http://www.comedil.com). Dostupné z WWW: <http://www.comedil.com/en/idc03/groups/webcontent/@web/@cra/documents/web_content/ucm03_003908.pdf>

[8] *Www.potain.com* [online]. 1998 [cit. 2010-05-10]. *Www.potain.com*. Dostupné z WWW: <<http://www.potain.com/common/documentView.cfm?documentId=110000000205397>>

[9] *Frank.itlab.us* [online]. 2006 [cit. 2010-05-10]. *Frank.itlab.us*. Dostupné z WWW: <http://frank.itlab.us/bridge/large/apr_13_climb_1.jpg>

[10] *Www.comedil.com* [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. *Www.comedil.com*. Dostupné z WWW: <http://www.comedil.com/en/idc03/groups/webcontent/@web/@cra/documents/web_content/ucm03_004033.pdf>

[11] *Www.potain.com* [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. *Www.potain.com*. Dostupné z WWW: <<http://www.potain.com/common/documentView.cfm?documentId=110000000256559>>

[12] *Www.comedil.com* [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. *Www.comedil.com*. Dostupné z WWW: <http://www.comedil.com/en/idc03/groups/webcontent/@web/@cra/documents/web_content/ucm03_003918.pdf>

[13] *Www.comedil.com* [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. *Www.comedil.com*. Dostupné z WWW: <http://www.comedil.com/en/idc03/groups/webcontent/@web/@cra/documents/web_content/ucm03_003916.pdf>

[14] *Www.liebherr.com* [online]. 1997 [cit. 2010-05-10]. *Www.liebherr.com*. Dostupné z WWW: <<http://www.liebherr.com/catXmedia/cc-ccm/Documents/fc225277-af13-4ed7-9882-b3db21bbb8e7.pdf>>

Seznam použité literatury

MOTYČKA, Vít; ČERNÝ, Jaromír. *Věžové jeřáby v pozemním stavitelství*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2007. 146 s. ISBN 978-80-7204-505-1.

ŠVEC, O. *Jeřáby*. Tábor: Střední průmyslová škola strojnická Tábor, 2006. 28 s. Vedoucí ročníkové práce Ing. Eva Pinokonská

Seznam zdrojů na internetu

www.potain.com

www.comedil.com

www.liebherr.com

www.heede.com

www.kranimex.cz

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

K_1 [m³] - Pracovní objem věžového jeřábu s vodorovným výložníkem

K_4 [m³] - Pracovní objem věžového jeřábu se sklopeným výložníkem