



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

AUTOMOBILOVÉ JEŘÁBY NOSNOSTÍ 200 AŽ 1200 T

MOBIL CRANES WITH LIFTING CAPACITY FROM 200 TO 1200 TONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Novák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Tomáš Novák**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.**
Akademický rok: 2019/2020

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:

Automobilové jeřáby nosností 200 až 1200 t

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provedení přehledové studie a kritického rozboru těžkých automobilových jeřábů pro nosnosti 200 t až 1200 t. Rozbor jak s ohledem na konstrukční uspořádání jednotlivých koncepcí, tak i na provozní a technické parametry.

Cíle bakalářské práce:

Stručná historie vývoje automobilových jeřábů nosností nad 200 t.
Současná koncepční řešení.
Kategorizaci dle hlavních technických a rozměrových řešení včetně poměrných parametrů.
Přehledné tabulkové uspořádání výše uvedeného.
Stanovení vývojové tendence v konstrukčních řešeních.

Seznam doporučené literatury:

KULKA, Jozef, Martin MANTIČ a Michal PUŠKÁR. Žeriavy mostového typu. Vyd. 1. Košice: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2017. Edícia vedeckej a odbornej literatúry (Technická univerzita v Košiciach). ISBN 978-80-553-2908-6.

BIGOŠ, Peter, Jozef KULKA, Melichar KOPAS a Martin MANTIČ. Teória a stavba zdvíhacích a dopravných zariadení. Vyd. 1. Košice: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2012. Edícia vedeckej a odbornej literatúry (Technická univerzita v Košiciach). ISBN 978-80-553-1187-6.

SHIGLEY, Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. Konstruování strojních součástí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-2-4-2629-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá přehlednou studií o vývoji, konstrukci a současných typech automobilových jeřábů nosnosti 200 až 1200 tun. Úvodní stránky práce se zabývají jednak vysvětlením základních pojmů v oblasti jeřábů, ale také stručnou historií vzniku těchto strojů. Hlavní část práce je zaměřena na kategorizaci, uvedení hlavních světových výrobců, detailní popis částí automobilového jeřábu a uvedení odlišností v používané technologii u jednotlivých výrobců. Uvedenými výrobci jsou společnosti Liebherr, Tadano Faun, Tadano Demag, Manitowoc Grove, Link-Belt, Sany a XCMG. Další část práce se zabývá přehledem jednotlivých koncepcí od těchto výrobců s uvedením specifických parametrů. V závěru práce se nachází několik přehledných tabulkových uspořádání, které porovnávají vybrané modely dle maximální nosnosti, maximální výšky zdvihu, maximálního vyložení a dle zvolených poměrových veličin. Součástí práce jsou také kapitoly zaměřené na specifika při provozu a údržbě automobilových jeřábů a stanovení vývojové tendence.

KLÍČOVÁ SLOVA

Jeřáb, automobilový jeřáb, nosnost, konstrukce, teleskopický výložník, příhradový výložník

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the development, construction and current types of mobile cranes with a load capacity from 200 to 1200 tonnes. The introductory pages of the thesis deal with the basic concepts in the field of cranes as well as with the brief history of the origin of these machines. The main part of the work focuses on categorization, introduction of the world's major manufacturers, a detailed description of the parts of the mobile crane, and the differences in the technologies used by the individual manufacturers. The manufacturers mentioned are companies Liebherr, Tadano Faun, Tadano Demag, Manitowoc Grove, Link-Belt, Sany and XCMG. The next part of the thesis deals with an overview of the individual manufacturers' concepts and their specific parameters. The last part of the thesis consists of several clearly arranged charts that compare the selected models according to their maximum load capacity, maximum hoist height, maximum radius, and other selected parameters. The thesis also includes chapters focused on the specifics of the operation and the maintenance of mobile cranes and determines development trends.

KEYWORDS

Crane, automobile crane, lifting capacity, construction, telescopic boom, lattice boom

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Novák, T. *Automobilové jeřáby nosností 200 až 1200 t*. Brno, 2020. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 109 s. Vedoucí práce Miroslav Škopán.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Škopána, CSc. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 18. června 2020

.....

Tomáš Novák

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing. Miroslav Škopánovi, CSc. za vzorné vedení mé bakalářské práce a za relevantní připomínky k ní a také své rodině za podporu během studia.

OBSAH

Úvod.....	11
1 Základní pojmy v oblasti automobilových jeřábů.....	12
2 Historie vývoje automobilových jeřábů	13
3 Základní popis automobilového jeřábu	19
4 Kategorizace	24
4.1 Dle typu podvozku.....	24
4.1.1 Automobilový povozek.....	24
4.1.2 Kolový podvozek.....	25
4.1.3 Pásový podvozek	26
4.2 Dle typu výložníku.....	28
4.2.1 Teleskopický výložník	28
4.2.2 Kombinace teleskopického výložníku s příhradovým ramenem.....	29
4.2.3 Příhradový výložník.....	31
5 Přehled výrobců	33
5.1 Liebherr	33
5.2 Tadano Limited.....	33
5.2.1 Tadano Faun GmbH.....	33
5.2.2 Tadano Demag GmbH	34
5.3 Manitowoc Grove	34
5.4 Link-Belt	34
5.5 Sany.....	34
5.6 XCMG.....	34
6 Detailní popis hlavních částí automobilových jeřábů	35
6.1 Podvozek.....	35
6.1.1 Kabina řidiče	36
6.1.2 Pohonné ústrojí	37
6.1.3 Nápravy, brzdový systém a odpružení s koly	38
6.1.4 Typy konstrukce stabilizačních opěr	42
6.2 Konstrukce jeřábové nástavby.....	45
6.2.1 Konstrukce teleskopického výložníku	45
6.2.2 Konstrukce příhradového výložníku.....	49
6.2.3 Protizávaží a systém jeho upínání	51
6.2.4 Kabina jeřábníka.....	53
6.3 Hydraulický systém	54
6.4 Ovládací a bezpečnostní systém.....	54
6.5 Další potřebné komponenty.....	56
7 Specifika při provozu a údržbě automobilových jeřábů	57
7.1 Bezpečnostní a provozní přepisy	57
7.2 Revize a údržba automobilových jeřábů	57
7.3 Provoz automobilních jeřábů na komunikaci.....	58
7.4 Osoby zajišťující provoz automobilních jeřábů	58

8	Přehled modelů od výrobců	60
8.1	Liebherr	60
8.2	Tadano Limited.....	68
8.2.1	Tadano Faun GmbH.....	68
8.2.2	Tadano Demag GmbH	72
8.3	Manitowoc Grove	76
8.4	Link-Belt	79
8.5	Sany.....	80
8.6	XCMG.....	84
9	Porovnání modelů	86
9.1	Porovnání dle maximální nosnosti.....	86
9.2	Porovnání dle maximální výšky zdvihu	87
9.3	Porovnání dle maximálního vyložení	88
9.4	Porovnání dle poměrových a momentových veličin.....	89
9.4.1	Dosazení hmotnostních parametrů	89
9.4.2	Dosazení hmotnostních a rozměrových parametrů.....	91
10	Stanovení vývojové tendence	97
	Závěr	99
	Použité informační zdroje	100
	Seznam použitých zkratk a symbolů	108
	Seznam příloh	109

ÚVOD

Jednadvacáté století je doba, kterou charakterizují slova jako úspěchanost, přetechnizovanost, peníze, rychlost, mohutnost a megalomanství. Tato slova jsou v přímé úměře s potřebami lidí a vývojem společnosti v současnosti a zřejmě i v budoucnosti. Aby člověk dokázal splnit zadané cíle, přizpůsobil techniku potřebám svým a potřebám moderních staveb. Stavíme větší, vyšší a složitější soustrojí a stavby. K tomuto účelu se vyvíjela a vyvíjí i technika, kterou se zabývá tato práce. Jeřáby se používají denně a práce bez nich je teoreticky už nemožná. Používají se nejen z omezených možností lidské síly, ale také pro ulehčení a zrychlení práce se zvedáním a manipulací jakýchkoliv předmětů. Můžeme se s nimi setkat v mnoha oblastech průmyslu. Typickými místy jsou staveniště nových i starších objektů (tunely, domy, haly), vykládka a nakládka nákladních lodí, v halách pro manipulaci s materiálem a novými výrobky. Dle této skutečnosti lidé sestrojili několik druhů jeřábů, kde každý druh je vhodný pro nasazení na jiném místě. Mezi tyto druhy patří například mostový jeřáb, portálový jeřáb, věžový jeřáb, kolejový jeřáb, lodní jeřáb a mobilní jeřáb [1]. Právě na poslední zmíněný druh je zaměřena tato práce.

Mobilní jeřáby se vyznačují tím, že jsou schopny pohybu vlastní silou mezi jednotlivými pracovišti oproti jiným typům. Tak jak lze rozdělit jeřáby podle různých kritérií do mnoha skupin, lze rozdělit i samotné mobilní jeřáby. Mobilní jeřáby se nejčastěji rozlišují dle typu podvozku. Ten může být automobilní, pásový, kolejový, kolový nebo plovoucí [2]. Tato práce je z velké části zaměřena na jeřáby na automobilovém podvozku s nosností nad 200 tun. V menší míře zde jsou zahrnuty i jeřáby na kolovém a pásovém podvozku, jejichž nástavby jsou s automobilovými jeřáby téměř shodné a koncepce je pouze přizpůsobena danému podvozku. Automobilové jeřáby nosnosti nad 100 tun mají speciálně navržený podvozek a od konstrukce podvozku autojeřábů nosnosti pod 100 tun se tak mnohdy liší (nástavba nižší tonáže bývá přizpůsobena na dostupné nákladní podvozky).

Nejtěžší automobilové jeřáby byly původně navrženy a začaly se konstruovat hlavně pro stavby větrných elektráren. Dnes však nachází uplatnění pro jakékoliv stavby po celém světě. Jejich velická mobilita v kombinaci s rychlostí nasazení umožňuje stavět, zvedat a přemisťovat předměty na jakémkoliv místě na zemi. Díky této skutečnosti existuje velké množství výrobců, kteří se zabývají výrobou automobilových jeřábů a nabízejí velké množství druhů pro různé nosnosti.

Úvodem je důležité také zmínit, že jsou v této práci často využívány ilustrační obrázky jeřábů, jež pochází z modelářských stránek. Tyto ilustrační obrázky se nijak neliší od skutečných modelů a jsou na nich lépe zobrazeny důležité detaily jednotlivých částí. Je veliký výběr fotografií běžně dostupných na internetu, avšak řada z nich je znehodnocena špatnou kvalitou nebo nevhodným pozadím, proto jsou zde použity ilustrační obrázky modelářských stránek, na nichž je i nejmenší detail dobře zobrazen. Výrobce těchto modelů je mnohdy samotná firma vyrábějící daný typ.

CÍLE PRÁCE:

Cílem této práce je provedení přehledné studie, která je zaměřena na kategorizaci a konstrukci automobilových jeřábů nosnosti 200 až 1200 tun používaných v současné době. Snahou je taktéž uvedení několika světových výrobců, kteří tyto stroje vyrábí. Práce je rovněž zaměřena na prezentaci současně nabízených koncepčních řešení jednotlivých výrobců a na použití jejich nejmodernějších technologií.

1 ZÁKLADNÍ POJMY V OBLASTI AUTOMOBILOVÝCH JEŘÁBŮ

V této kapitole je uvedeno vysvětlení základních pojmů v oblasti automobilových jeřábů, které jsou používány v této práci. Část pojmů je vysvětlena v kapitole 4 a další část pojmů je podrobně rozebrána a vysvětlena v detailním popisu hlavních částí automobilových jeřábů (kapitola 6), avšak tyto pojmy jsou v značné míře použity v textu přechodím, proto jsou specifikovány na začátku práce, aby byl každý čtenář v obraze.

Jeřáb je zařízení spadající do kategorie zdvihadel. Slouží ke zvedání a přemisťování předmětů (břemen), které jsou zavěšené na konci lana spuštěného z konce ramene (výložníku).

Výložník, který se laicky nazývá rameno, je část manipulačního mechanismu. Pomocí výložníku dosahujeme požadované výšky a vzdálenosti k umístění břemena (vyložení).

Břemeno je odborný název pro jakýkoliv předmět, který pomocí jeřábu zdviháme a přemisťujeme na jiné místo.

Automobilový jeřáb je zvedací zařízení, které je namontované na automobilový nebo speciálně upravený podvozek s vlastním pohonem vycházející z koncepce nákladních vozidel.

Autojeřáb je zkrácený výraz automobilového jeřábu.

Nosnost je základní jednotka v oblasti dělení jeřábů, která je prvním kritériem při výběru automobilového jeřábu. Vyjadřuje hodnotu, která nám udává, jakou hmotnost je automobilový jeřáb v základních parametrech schopen zvednout. Zpravidla se jedná o teoretickou hodnotu.

Teleskopický výložník má skříňový profil a je tvořen z více odstupňovaných segmentů, které se do sebe mohou zasouvat a vysouvat.

Příhradový výložník, jehož konstrukci tvoří příhradová prutová soustava. Jedná se o jeden celek tvořen z pevných segmentů.

Hlava jeřábu je označení pro ukončení teleskopického nebo příhradového výložníku osazeného kladkami pro změnu tahu nosného lana a násobení tahu.

Pevné prodloužení je přídatné rameno, které je pevně uchyceno ke konci výložníku a nelze s ním při práci zásadně manipulovat.

Kyvné rameno je přídatné rameno, které je uchyceno ke konci výložníku. Při práci s ním lze měnit vyložení jeřábu.

2 HISTORIE VÝVOJE AUTOMOBILOVÝCH JEŘÁBŮ

Od počátků věků, kdy se člověk snažil si postavit přístřešek nad hlavou, využíval ke zvedání těžkých břemen pouze lidské síly. Postupem času vznikaly skupiny lidí, které jsou v dnešní době nazývané civilizace, která se snažila zabrat území a postavit hradby kolem něho, ze strachu před jinou civilizací. Při takové činnosti zvedali těžká břemena za pomoci hromadné lidské síly, ale na všechna břemena neměla civilizace dostatek síly. První náznaky jeřábů se začaly objevovat ve starověku. Snahou bylo dosažení potřebné síly při zvedání těžkých břemen a usnadnění práce. Zpočátku se jednalo o dopravní rampy, které byly poháněny lidskými silami. Významný krok byl vynález kladky. Později k ní přibýly navijáky, vrátky nebo šlapací kola, které byly zhotoveny ze dřeva, avšak stále byly poháněny lidskou silou. Na těchto jednoduchých strojích však byla již uplatněna podstata jeřábů, které se používají i dnes. Jedná se o použití kladkostroje [5].



Obr. 2.1 Vrátek vynalezen zhruba v 6. – 5. století př. n. l. [5]

Veliký pokrok v dobývání stavby zvedacího zařízení, který už můžeme označit jako jeřáb, se stal v 19. století, kdy lidstvo místo dřevěné konstrukce začalo používat ocel. Ta měla za následek, že se zlepšily vlastnosti jeřábu – zejména nosnost. Ve stejném století nastal ještě veliký průlom při objevení ocelového lana a motoru. Kombinace ocelového lana a dřeva se nadále používala do 20. století, jednalo se však o konstrukce jeřábů malých tonáží, které byly pevně přikotveny k zemi nebo byly připevněny na železničním vozu. Obě varianty jeřábů byly složitě využitelné. Bylo nezbytné postavit jeřáb na místě stavby, kde byl zapotřebí například pouze jeden zdvih. Následně byl jeřáb demontován a převezen na jiné místo potřebných jeřábových prací. U jeřábů na železničním vozu bylo nutné nejprve postavit železniční trať, aby se jeřáb mohl dopravit na místo potřebných jeřábových prací. Následně bylo možné vykonat jeřábové práce. To bylo velmi neekonomické a celkově náročné. Oba způsoby zabraly mnoho času a bylo zapotřebí hodně pracovníků [4] [5].



Obr. 2.2 Ocelový jeřáb z 19. století [5]

Jeřáb, který můžeme označit za automobilový jeřáb, přišel v souvislosti s první světovou válkou. Jeřáby, které se montovaly na jednom místě, nebyly tak efektivní. Během války byla potřeba velká produktivita a okamžitá manipulace s nákladem na nákladní vozy nebo přepravní lodě. V roce 1918 F. A. Smithe z Ohia sestrojil první jeřáb namontovaný na nákladní podvozek. Později v roce 1919 založil s dalšími představiteli mezinárodní společnost zabývající se výrobou autojeřábů. Společnost se nazývala International Crane Company se sídlem v Lorainu. Dalším průkopníkem, který se začal zabývat výrobou automobilových jeřábů, byl Henry Coles z Velké Británie. Společnost založená Henry Colesem v roce 1922 začala využívat k pohonu automobilových jeřábů spalovací motor a elektrický pohon pro jeřábové funkce [4].



Obr. 2.3 Jeřáb namontovaný na nákladní podvozek z roku 1922 [3]

Vylepšení automobilových jeřábů týkající se dosažení větší výšky a vyložení výložníku, přišlo s rokem 1947, kdy švédská společnost Hydrauliska Industri AB (Hiab) začala s výrobou hydraulických nastavbových jeřábů. Dosažení větších výšek spočívalo v tom, že si každý autojeřáb s sebou vozil přídatné výložníky. V roce 1962 se Colesově společnosti podařilo vyvinout teleskopicky vysouvatelný výložník, který použili při výrobě automobilových jeřábů. Označení těchto typů autojeřábů bylo Coles Hydra Speedcrane. V následujících letech se společnosti snažily vyrobit automobilové jeřáby k vyšší nosnosti. V roce 1968 se jednalo o verzi automobilového jeřábu s pohonem všech čtyř náprav a hmotností 30 tun, která sloužila pro vojenské použití. Roku 1976 vytvořila společnost Cosmos Cranes dvacetí pěti tunový automobilový jeřáb, u kterého použili tehdejší nejmodernější vývojové komponenty. Jednalo se především o kapalinové spojky, stabilizační opěry vysouvané pomocí hydraulických válců nebo poplachové zařízení [6].



Obr. 2.4 Dvacetí pěti tunový autojeřáb od společnosti Cosmos Cranes zkonstruovaný roku 1976 [7]

Informace o historii uvedené doposud měly čtenáři nastínit historii vzniku jeřábů. Jedná se však o informace, které popisují vznik a vývoj statických jeřábů nebo autojeřábů zvedajících malé hmotnosti břemen. Tato bakalářská práce se zabývá automobilovými jeřáby nosností nad 200 tun, avšak informace uvedené doposud jsou nutné, aby měl čtenář představu, kde má slovní spojení automobilový jeřáb počátky. Další informace o historii se zabývají počátky automobilových jeřábů vyšších nosností, kdy lidstvo dosáhlo možnosti postavit stavební stroje, které mají schopnost zvedat břemena ve stovkách tun.

S příchodem mikroprocesoru v 70. letech 20. století se změnil obraz tehdejší doby. Lidé aplikovali mikroprocesor na první tři generace počítačů. Tím vznikl počítač čtvrté generace, který lidstvu usnadnil práci napříč všemi odvětvími [8]. Ve stavebním oboru začali mít lidé tendenci stavět do větších výšek a zvedat břemena o hmotnostech ve stovkách tun. Po roce 1970

se zvýšil počet společností, které se začaly zabývat výrobou automobilových jeřábů. Některé firmy přebíraly koncepci autojeřábu od společnosti Cosmos Cranes a jiné se snažily postavit nový typ autojeřábu. Jedno měli společné. Všichni výrobci se snažily zkonstruovat automobilový jeřáb, který byl schopen dosáhnout velké výšky, velkého vyložení a zároveň zvednout velmi těžké břemeno. Do popředí se dostaly čtyři firmy, kterým se podařila konstrukce automobilových jeřábů schopných zvednout zátěž ve stovkách tun.

Firma Demag uvedla roku 1976 teleskopický jeřáb s nosností 160 tun. O tři roky později přišla s koncepcí příhradového jeřábu označeným TC-6250, který byl schopen nosnosti až 250 tun. Roku 1990 představila další verzi teleskopického jeřábu označenou AC 1600, který měl nosnost 500 tun. Do roku 1998 firma Demag vyráběla a konstruovala různé typy automobilových jeřábů do nosnosti 650 tun [18].



Obr. 2.5 Automobilový příhradový jeřáb TC-6250 s nosností 250 tun od společnosti Demag z roku 1979 [48]

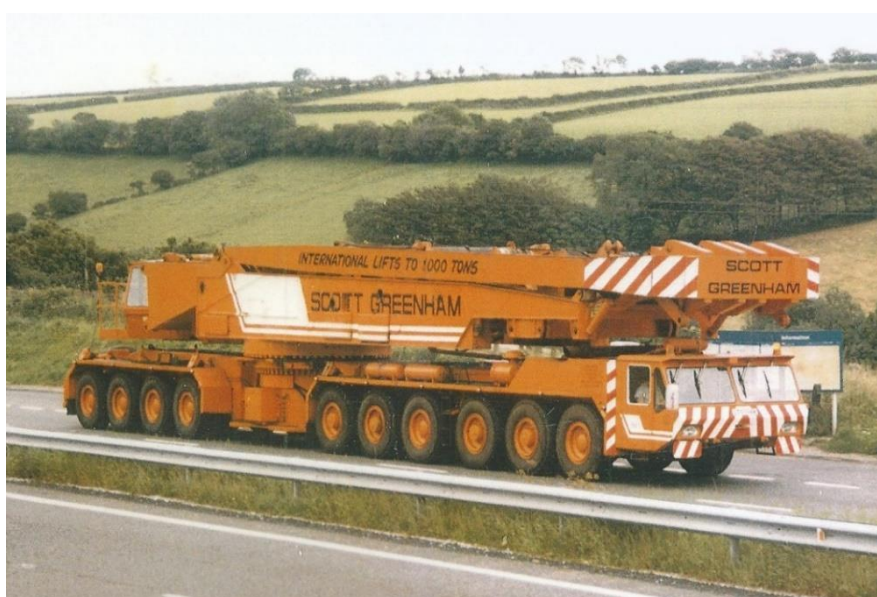
Druhou firmou, které se podařila konstrukce autojeřábu nad 200 tun je firma Liebherr, která uvedla roku 1980 model autojeřábu označený LT 1200, který měl nosnost 200 tun. V roce 1984 představila těžší verzi označenou LTM 1300, která měla nosnost 300 tun. O čtyři roky později byl představen další typ autojeřábu označený LTM 1400, jehož nosnost byla 400 tun. V roce 1992 byl představen typ s označením LTM 1800, který měl nosnost až 800 tun [46].



Obr. 2.6 Automobilový teleskopický jeřáb LT 1200 s nosností 200 tun od společnosti Liebherr z roku 1980 [49]

Další firmou, které se zdařila konstrukce těžkých mobilních jeřábů je firma Manitowoc Grove. Ta v roce 1990 uvedla model jeřábu 888 s nosností 220 tun. O čtyři roky později představila verzi M 250, která měla nosnost 250 tun [47].

Poslední stroj, který stojí za zmínku je automobilový jeřáb Gottwald AMK 1000. Byl zkonstruován společností Gottwald Düsseldorf, která se v té době zabývala stavbou kladkostrojů. Jedná se o firmu, která se po roce 2002 stala základem Holdingu Demag. Vývoj tohoto jeřábu začal v roce 1983. V roce 1985 vyjela jeho první kopie. Původně byl navržen na nosnost 600 tun, ale po dalších výpočtech byla tato tonáž upravena na 800 tun. Označení však hovoří o tom, že se jeho nosnost teoreticky pohybovala po několika zkouškách na tisíci tunách. Toho by však bylo možné dosáhnout pouze s krátkým těžkým ramenem, které ale nebylo nikdy vyrobeno. Běžná tonáž na 62 metrů dlouhém rameni byla maximálně 350 tun. I tento jeřáb bylo možné kombinovat s dalším kyvným ramenem nebo pevným prodloužením [59].



Obr. 2.7 Automobilový teleskopický jeřáb Gottwald AMK 1000 s nosností až 1000 tun [60]

Tyto jeřáby ovšem nebyly vybaveny systémem řízeným pomocí počítače, který v dnešní době nejen, že v první řadě hlídá bezpečnost práce celého stroje, ale zároveň celý stroj ovládá. Jejich celková konstrukce (počet náprav, rozměry, masivnost použitých materiálů) byla zbytečně předimenzovaná z důvodů, že bezpečné použití stroje záviselo především na schopnostech člověka. Rovněž se zlepšila kvalita používané oceli při výrobě těchto strojů, což umožnilo snižovat vlastní hmotnost stroje. Po roce 1995 se počítače začaly aplikovat jako řídicí a pomocné systémy, což usnadnilo a zpřesnilo ovládání automobilových jeřábů (přechod z ovládacích pák, které byly s hydraulickými rozvaděči propojené soustavou táhel a čepů na systém elektrických nebo hydraulických křížových joysticků).

Znovu je proto důležité zdůraznit, že i automobilové jeřáby vyráběny v dnešní době, byť jsou automatizovaně fungující s nejmodernější elektronikou, všechny používají původní vynález kladkostroje. Rozdíl spočívá pouze v tom, že dnešní materiály a technologie nám umožňují horní kladky tohoto stroje umístěné v hlavě jeřábu zdvihat do větších výšek a větších vzdáleností od osy jeřábu.

V následujících letech se vývoj automobilových jeřábů s nosností nad 200 tun značně urychlil. Použití počítače nejen jako řídicího systému přineslo výrobcům automobilových jeřábů mnoho výhod. Počítač v rukou inženýrů při navrhování konstrukcí značně urychlil zkoušky navržených technologických řešení. Mezi hlavní výhody na stroji potom patří zmenšení rozměrů vozidla, hlídání tlaků v hydraulických systémech, bezpečnost, zvýšení přesnosti práce a zpětná vazba k jeřábníkovi, hlídání zatížení a rovnováhy. Další vývoj u jednotlivých výrobců probíhal nezávisle na sobě. Zvýšil se počet firem zabývajících se výrobou automobilových jeřábů. Každý výrobce se snažil o vylepšení konstrukce nebo vylepšení systému, který jiný výrobce nemá, což se stalo v dnešní době trendem u všech společností napříč všem odvětvími. Výčet veškerého vývoje přesahuje rozsah této práce, proto jsou uvedené informace považovány za dostačující představu o historii automobilových jeřábů.

Za zmínku stojí vývoj automobilového jeřábu označený LTM 11200-9.1 od společnosti Liebherr, který byl v roce 2007 představen na mezinárodním světovém veletrhu Bauma. Tento veletrh se koná každé tři roky v německém Mnichově a je zaměřen na výstavu nejnovějších stavebních strojů, stavebních vozidel, stavebního zařízení a těžebních strojů. Tento stroj je v současné době považován za nejvýkonnější používaný automobilový teleskopický jeřáb na světě. Jeho maximální konstrukční nosnost je až 1200 tun ve vzdálenosti 2,5 metru od centra otáčení [50].

3 ZÁKLADNÍ POPIS AUTOMOBILOVÉHO JEŘÁBU

Automobilové jeřáby, označovány také jako samojízdné, spadají do kategorie jeřábů výložníkového typu. Základní skladbou jeřábu je automobilový, kolový nebo pásový podvozek s horním otočným vrškem. Podvozek slouží k dopravě jeřábu na menší nebo větší vzdálenost, horní otočná část slouží k vykonání potřebných jeřábových prací.

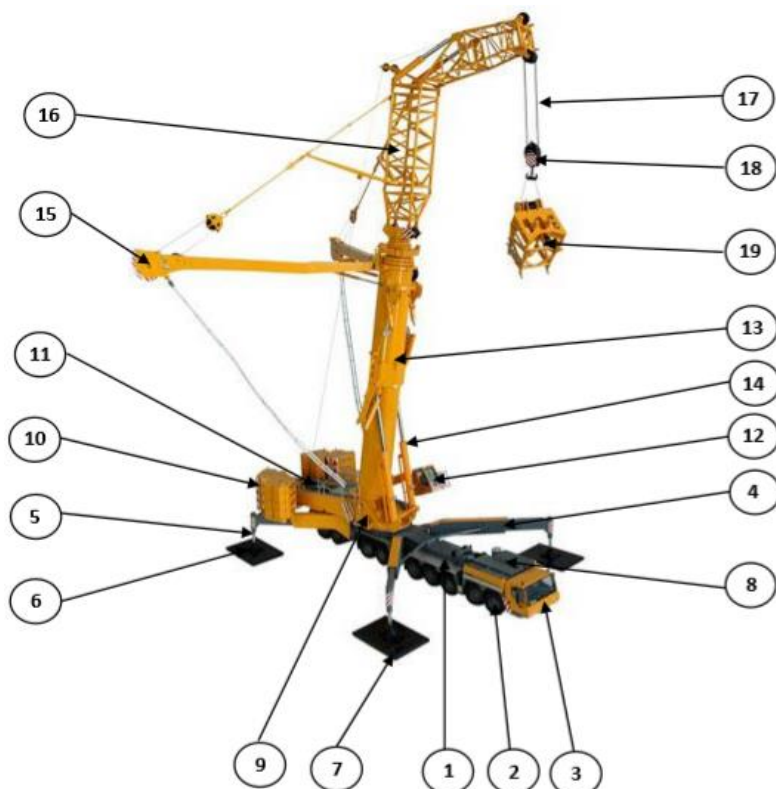
Automobilový podvozek se skládá z hlavního rámu vozidla, doplněného o masivní stabilizační opěry, které slouží pro stabilizaci a nivelaci podvozku při jeřábových pracích. U jeřábů nad 200 tun musíme předpokládat při práci s velkým tlakem na každý opěrný bod, proto se tyto opěry podkládají roznášecími deskami. Součástí podvozku je pohonný systém, říditelné nápravy, pérování a další systémy jako u běžných dopravních prostředků. Z důvodů značných rozměrů a hmotnosti, je většina moderních jeřábů vybavena všemi říditelnými napravami (krabí chod) a hydraulickým pérováním. Oba tyto systémy zajišťují snadnější pohyb po komunikacích a zajíždění na místo práce. Výhodou automobilového jeřábu je rychlost jeho nasazení na místa, kde je potřeba vykonat jeřábové práce.

Kolový podvozek se skládá z hlavního rámu vozidla doplněného o stabilizační opěry. Jeho konstrukce bývá co nejkratší. Výhodou této konstrukce je dobrá prostupnost nepevnějším terénem a možnost použití v omezených prostorách. Nevýhodou těchto strojů je problematické použití v běžném provozu (horší výhled ze společné kabiny stroje a těžký terénní podvozek).

Pásový podvozek se skládá z hlavního nosného rámu doplněného pásovými pohony a pohonnými systémy. Výhodou pásového podvozku je pohyblivost stroje s břemenem po staveništi. Nevýhodou je časová náročnost při přípravě a dopravě stroje na místo zdvihu.

Hlavní částí horního otočného vršku je příhradové nebo teleskopicky vysouvatelné rameno nazývané výložník. Automobilové jeřáby menších tonáží cca do 200 tun mají většinou vícedílný teleskopický výložník s příhradovou špicí [10]. Automobilové jeřáby s tonáží nad 200 tun používají variabilní ramenní systémy (obr. 3.5). Jedná se o kombinaci příhradového nebo vícedílného teleskopického výložníku s příhradovou špicí nebo s příhradovými nástavci doplněného y-systémem, případně dalším příhradovým ramenem (derik), které zajišťuje zvýšení nosnosti jeřábu pomocí dalšího balastního protizávaží [11]. Výložník je hlavní prostorovou částí jeřábu. Dle zvolené konfigurace zajišťuje výšku zdvihu a vyložení háku s kladnicí. Háček s kladnicí se může pohybovat nahoru a dolů pomocí lana, které navíjí lanový buben umístěný v zadní části točny autojeřábu. Mezi další důležité části na horním otočném vršku patří kabina jeřábníka a protizávaží. Horní otočná část rotuje pomocí hydraulického hydromotoru. Součástí točny, která spojuje horní vršek s kolovým podvozkem, je motorový systém. V dnešní době ekologického trendu se mění konstrukce a některé jeřáby využívají pro pohon těchto systémů motor podvozku.

Pro detailní popis částí automobilových jeřábů byl zvolen (obr. 3.1) automobilový jeřáb od společnosti Liebherr označený LTM 11200-9.1. Jedná se o automobilový jeřáb v základní konfiguraci s vícedílným teleskopickým výložníkem prodloužený příhradovým ramenem. Bylo zde zmíněno, že je možné použití samotného příhradového ramena nazývané derik. Pro znázornění tohoto typu jeřábu byl zvolen (obr. 3.2) automobilový jeřáb od společnosti Liebherr označený LG 1750 [9].

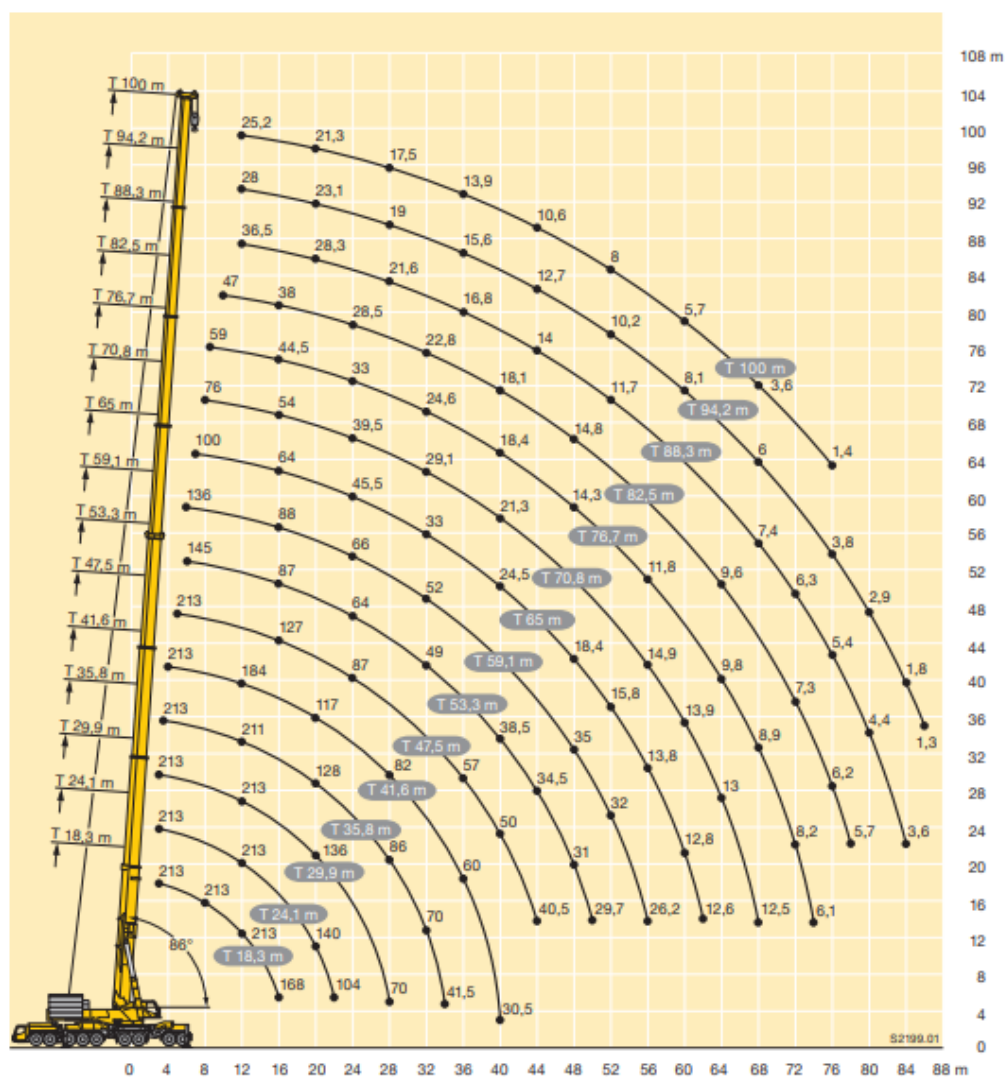


Obr. 3.1 Typ automobilového jeřábu Liebherr LTM 11200-9.1 a popis jeho hlavních částí [12]; 1 – kolový podvozek; 2 – kolo nápravy; 3 – kabina řidiče; 4 – rameno stabilizační opěry; 5 – hydraulicky vysouvateľné stabilizační opěry; 6 – dosedací opěra; 7 – deska pro rozložení váhy; 8 – Uložení motoru; 9 -horní otoč; 10 – protizávaží; 11 – lanový buben; 12 – kabina jeřábníka; 13 – teleskopický výložník; 14 – sklápěcí píst; 15 – y-systém; 16 – příhradový sklopný nástavec; 17 – lano; 18 – hák s kladnicí; 19 – břemeno

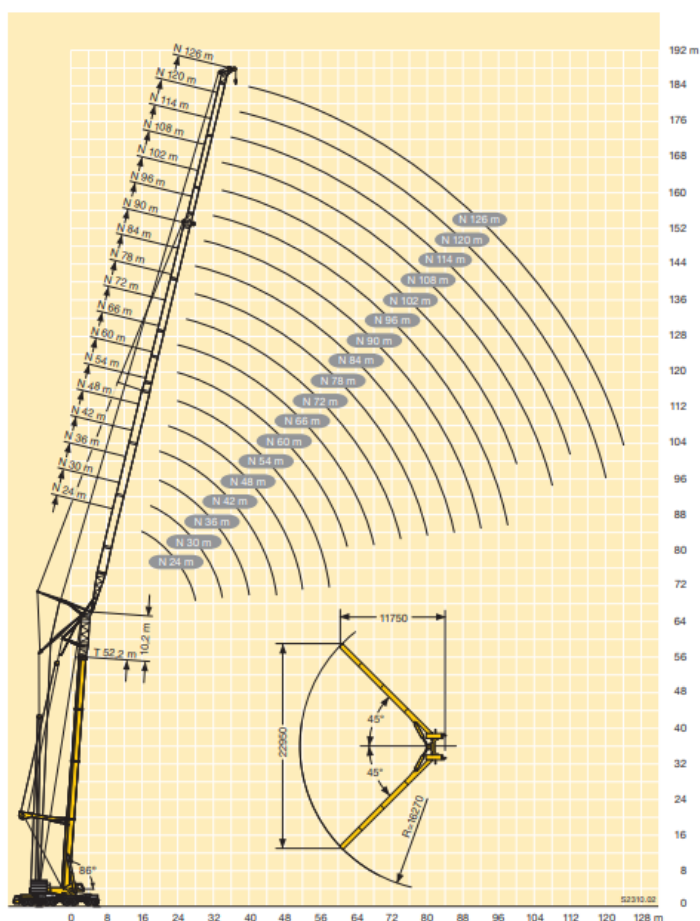


Obr. 3.2 Typ automobilového jeřábu Liebherr LG 1750, který znázorňuje funkci otočného vršku s přidavným příhradovým ramenem nazývané derik, které zajišťuje zvýšení nosnosti jeřábu pomocí dalšího balastního protizávaží. Příhradové rameno je dále doplněné systémem prodloužení ramene kyvnou špicí (v angličtině systém nazývaný luffing)[19]

Každý mobilní jeřáb má své zátěžové parametry, které jsou potřeba znát, aby nedošlo k havárii, případně aby byl jeřáb schopen danou realizaci provést. Mezi základní parametry mobilních jeřábů patří maximální nosnost, maximální vyložení a maximální výška zdvihu. Základní parametr mobilního jeřábu je maximální nosnost. Jedná se o maximální hmotnost břemene, kterou je jeřáb schopen bezpečně zvednout, zpravidla při maximálním protizávaží, základní délce ramene a minimálním vyložení ramene (2,5 – 3 metry). Základní parametr maximální nosnosti mobilních jeřábů vždy udává výrobce. Ten rovněž v konstrukci stroje počítá i s bezpečným přídavkem (zpravidla dalších 25% nosnosti stroje). Při vysouvání nebo při sklápění výložníku se parametr maximální nosnosti mění. Kombinaci těchto jevů popisuje zátěžový diagram nebo tabulka nosností, obě varianty udává vždy výrobce a jsou zahrnuty v příručím manuálu pro každý typ jeřábu [13]. Příruční manuály dále obsahují návody pro používání, bezpečnost práce, údržbu a stabilitu autojeřábu, řídí se technickou normou dle ČSN EN 13000 nebo ČSN ISO 4305 [14] [15].



Obr. 3.3 Zátěžový diagram bez příhradových nástavců automobilového jeřábu Liebherr LTM 11200-9.1 [16]



Obr. 3.4 Zátěžový diagram s příhradovými nástavci a y-systémem automobilového jeřábu Liebherr LTM 11200-9.1 [16]



Obr. 3.5 Příklady použití variabilních systémů ramene automobilového jeřábu Liebherr LTM 1500-8.1 [51]

55 m

T3

Y

360°

202 t

EN

	31,6 m*	37,4 m*	43,3 m*	49,1 m*	55 m*		
2,5	1200					2,5	
3	1000					3	
3,5	900					3,5	
4	830					4	
4,5	700					4,5	
5	580					5	
6	360					6	
7	354	354	349	333	315	283	7
8	343	326	323	313	301	270	8
9	317	299	299	290	280	258	9
10	294	277	278	271	262	246	10
12	256	239	240	238	231	223	12
14	226	210	211	211	206	199	14
16	202	186	187	188	185	178	16
18	176	165	167	168	164	158	18
20	153	145	147	148	146	141	20
22	134	128	131	131	131	127	22
24	118	114	117	117	117	114	24
26	105	102	105	105	106	104	26
28	87	90	95	95	96	95	28
30	47,5	51	86	87	87	86	30
32			78	79	79	79	32
34			66	72	73	72	34
36				66	67	66	36
38				61	61	61	38
40				49	57	56	40
42					52	52	42
44					47,5	47,5	44
46					36	43,5	46
48						40	48
50						35,5	50

Obr. 3.6 Tabulka nosností automobilového jeřábu Liebherr LTM 11200-9.1 [16]

Dle výše přiložených zátěžových diagramů (obr. 3.3, obr. 3.4) a tabulky nosností (obr. 3.6) pro automobilový jeřáb Liebherr LTM 11200-9.1, je na první pohled zřejmé, že čím více bude teleskopický výložník vysunut a rameno sklopené, tím menší hmotnost břemene je autojeřáb schopen zvednout. Jedná se o klasickou rovnováhu na dvouramenné páce. Výrobce udává pro každou konfiguraci jeřábů samostatný zátěžový diagram. U zvoleného typu automobilového jeřábu Liebherr LTM 11200-9.1 je velké množství konfigurací délky výložníku s kombinací množstvím použitého protizávaží. Na každou variantu výrobce udává samostatný zátěžový graf nebo tabulku nosností. Při práci je nutné zvolit i správné nastavení programu na počítači zátěžového zařízení jeřábu, aby nastavení programu souhlasilo s použitou konfigurací při práci. Při překročení předepsaných hodnot výrobcem (přidání většího počtu závaží) by mohlo dojít k deformaci konstrukce, prohnutí, rozlomení nebo zborcení automobilového jeřábu. Z těchto důvodů jsou ke každému typu automobilových jeřábů tyto zátěžové diagramy a tabulky nosností, ze kterých je na první pohled zřejmé, zda je automobilový jeřáb schopen zvednout potřebnou hmotnost břemena a přemístit ho na potřebné místo. Z přiložené tabulky (obr. 3.6) si můžeme všimnout, že maximální nosnost 1200 tun, kterou je schopen automobilový jeřáb Liebherr LTM 11200-9.1 zvednout, a která je předepsaná výrobcem je pro velmi malé vyložení a naklopení výložníku. Kdybychom potřebovali takovou hmotnost umístit do větších vzdáleností, museli bychom zvolit jiný typ automobilového jeřábu s větší nosností [17]. Více o aktuálních typech automobilových jeřábů je uvedeno v dalším textu práce.

4 KATEGORIZACE

Automobilové jeřáby nosností nad 200 tun rozdělujeme do dvou základních skupin. První skupinou je rozdělení dle typu podvozku, který může být automobilový, kolový nebo pásový. Druhou skupinou je rozdělení dle typu výložníku. Zde je veliké množství variant použití, aby bylo dosaženo ideálních parametrů pro danou konkrétní zakázku týkající se dosažení nejvyšší výšky, největšího vyložení nebo ideální nosnosti. Typy výložníků se používají teleskopický, příhradový, kombinace teleskopu s příhradovým ramenem, teleskopický výložník doplněný příhradovou špicí nebo doplněný Y systémem, případně vložený příhradový výložník s použitím dalšího balastního protizávaží. Každý výrobce udává vlastní označení modelů a rozdělení do základních kategorií, které je podle konstrukčního uspořádání podvozku, konstrukčního uspořádání otočného vršku a podle účelu použití.

4.1 DLE TYPU PODVOZKU

Podvozek je důležitou základní částí stavebního stroje. Slouží k pohybu stavebního stroje na místa potřebných jeřábových prací a k pohybu v místě jeřábových prací. Dle tohoto kritéria je potřeba vybrat vhodnost podvozku na zakázku. Při výběru zohledňujeme, zda budeme potřebovat pojíždět s břemenem po stavbě, nebo zda potřebujeme vykonat jeřábové práce na jednom místě.

4.1.1 AUTOMOBILOVÝ POVOZEK

Automobilový podvozek je speciálně vyrobený pro každý typ autojeřábu nosnosti nad 200 tun. Musí být zkonstruován tak, aby byl schopen pohybu na místa jeřábových prací po běžné komunikaci i po nezpevněném terénu, a také aby splňoval požadavek na maximální nosnost při nastrojeném jeřábu. Při pohybu po běžné komunikaci musí rovněž splňovat vyhlášky silničního provozu v dané zemi, kde je použit (maximální nápravové tlaky). Automobilový podvozek může být vyroben ve dvou variantách. První variantou je teleskopický automobilový jeřáb, který si vozí většinou kompletní horní nástavbu stále s sebou. Výjimku tvoří demontáže stroje v případně nízké únosnosti terénu, případně rozměrové limity. Druhou variantou je, že součástí automobilového podvozku je pouze opěrný systém s otočnou nástavbou, což znamená, že se po běžné komunikaci pohybuje bez ramene. To na místo jeřábových prací dopraví nákladní auta nebo podvalníky a automobilový jeřáb je následně sestaven pomocí autojeřábu menší nosnosti. Při vykonávání jeřábových prací musí být použity stabilizační opěry, které jsou součástí automobilového podvozku nebo se připevňují na automobilový podvozek na místě vykonání jeřábových prací z důvodů přepravní hmotnosti. Tyto jeřáby se mohou po běžných komunikacích pohybovat rychlostí až 85 km/h a na nezpevněném povrchu jim nehrozí zapadnutí díky pohonu všech kol. Podvozek může mít dle typu výrobce od pěti do devíti náprav, které jsou řiditelné, což jim umožňuje se vypořádat s jakoukoliv překážkou na běžné komunikaci nebo při složitosti zajištění na stavenišť [20].



Obr. 4.1 Teleskopický automobilový jeřáb Manitowoc GMK5250XL-1. Standartní koncepce mobilního podvozku včetně ramene [21]



Obr. 4.2 Automobilový jeřábový podvozek Liebherr LG 1750, koncepce pro příhradovou nástavbu [23]

4.1.2 KOLOVÝ PODVOZEK

Kolový podvozek se z funkčního hlediska neliší od automobilového podvozku. Je uzpůsoben pro pohyb ve velmi nezpevněném terénu, kde pravděpodobnost, že by automobilový podvozek zapadl, případně nezvládl terénní zlomy. Zásadní rozdíl kolového podvozku od automobilového podvozku je, že konstrukce kolového podvozku dosahuje poměrně malých délkových rozměrů. Této skutečnosti je dosaženo pomocí odebrání některých nedůležitých komponentů sloužících pro pohyb, odebrání kabiny řidiče a použití jedné společné kabiny sloužící, jak pro pohyb stroje, tak pro ovládání nastavbové části a použití mohutných terénních pneumatik. Vlivem těchto úprav se rychlost kolového podvozku

pohybuje do 25 km/h. Jeřáby na kolovém podvozku tak musí být přepravovány pomocí podvalníku nebo návěsu. Tento kolový podvozek se označuje Rough terrain cranes [101].

Konstrukce podvozku i horního otočného vršku je z velké části totožná s jeřáby na automobilovém podvozku, proto je práce dále orientována hlavně na stroje na automobilovém podvozku.

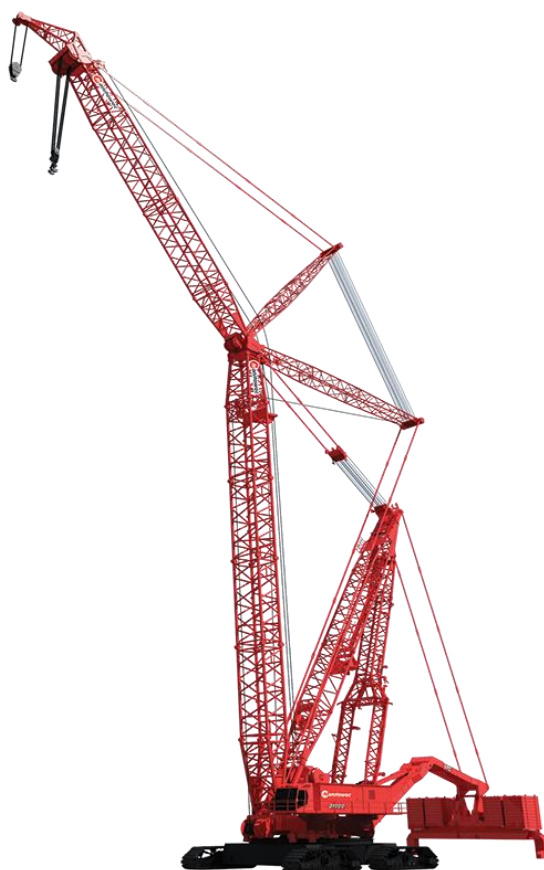


Obr. 4.3 Kolový jeřáb RT200E do těžkého terénu od společnosti XCMG [101]

4.1.3 PÁSOVÝ PODVOZEK

Tento typ podvozku se rovněž používán na nezpevněném terénu, kde nemůže být použit automobilový jeřáb z důvodů velké pravděpodobnosti zapadnutí. Dále se používají na stavbách, kde je potřeba pojíždět po staveništi s břemeny. Pásový podvozek je konstruován tak, že může nebo nemusí být použito stabilizačních opěr při výkonu jeřábových prací. Díky této skutečnosti je schopen zvednout břemeno ve stovkách tun a pojíždět s ním po stavbě. Pro pojíždění s takovýmto břemenem ovšem i zde je potřeba příprava přepravní trasy pro pásy (rozmístění panelů nebo pražců na přepravní cestě). Pásový jeřáb se nemůže pohybovat po běžných komunikacích. Přeprava je po částech za pomoci podvalníku nebo návěsu. Na místě vykonání jeřábových prací je pásový jeřáb kompletován, což zvládne sám nebo za pomoci automobilového jeřábu menších tonáží. Teleskopické pásové jeřáby nižších nosností mohou být na staveniště dopraveny jako jeden celek [17].

Konstrukce podobných tonáží nástavby jeřábu na pásovém podvozku je z velké části totožná s jeřáby na automobilovém podvozku. Dále je práce orientována hlavně na stroje s automobilovým podvozkem.



Obr. 4.4 Příhradový jeřáb na pásovém podvozku Manitowoc LBC 31000 [25]



Obr. 4.5 Teleskopický jeřáb na pásovém podvozku Link-Belt TCC 2500 [24]

4.2 DLE TYPU VÝLOŽNÍKU

Výložník je nejviditelnější základní částí stavebního stroje. Pomocí výložníku dosahujeme požadované výšky a vyložení pro umístění břemene nebo pro manipulaci s ním. S tím souvisí výběr jeřábu, který nemůže být náhodný. Při výběru zohledňujeme hmotnost břemene, výšku a vzdálenost umístění břemene od osy jeřábu. Dle těchto kritérií vybíráme vhodný typ automobilového jeřábu s výložníkem nebo vhodnou variantu kombinací výložníku s příhradovými rameny. Nesmíme zapomenout rovněž na prostorové možnosti nejbližšího místa pro ukotvení a případnou montáž jeřábu.

4.2.1 TELESKOPICKÝ VÝLOŽNÍK

Základním prvkem většiny automobilových jeřábů je teleskopické rameno, které je u jeřábů nosností nad 200 tun konstruováno jako plnostěnné. Teleskopické rameno je u většiny typů automobilových jeřábů součástí stavebního stroje a je spojeno pevně s nástavbou. Pouze ve výjimečných případech se demontuje. Teleskopický výložník je sestaven z několika dílů, které jsou do sebe zasunuty a tvoří podstatu teleskopu. To je také největší výhoda této konstrukce, kdy v relativně krátkém čase dosahují stroje velké délky ramene. Pro zvýšení nosnosti a boční stability mohou být ramena doplněna Y systémem. Nevýhodou této konstrukce je špatný poměr mezi nosností a stoupajícím vyložením. Je dán poměrně velikou hmotností teleskopu. Z těchto důvodů od jeřábu s nosností nad 400 tun jsou teleskopy konstruovány jako stavebnice. To znamená možnost použít více sestav počtu tubusů. Další nevýhodou při použití samotného teleskopu se se stoupajícím vyložením snižuje výška hlavy. To ovlivňuje úměrnost mezi maximální výškou zdvihu při maximálním vyložení. Proto jsou tyto stroje doplňovány další příhradovou konstrukcí [22].



Obr. 4.6 Teleskopický automobilový jeřáb Demag AC 220-5. Rozbalené teleskopické rameno s vysunutým jedním dílem teleskopického ramene [26]

4.2.2 KOMBINACE TELESKOPICKÉHO VÝLOŽNÍKU S PŘÍHRADOVÝM RAMENEM

Jedná se o automobilový jeřáb, kde základním prvkem je teleskopické rameno. To může být rozšířené o přidavné nástavce. Těmito nástavci docílíme možnosti umístit břemeno do větší výšky, vzdálenosti nebo dosáhnout velkého vyložení a velké výšky současně. Přidáním jakéhokoli nástavce k teleskopickému ramenu se nám mění charakteristika zatížení. Použitím přidavných nástavců se zvyšuje čas k nasazení autojeřábu na stavbě. Je to zapříčiněno tím, že přidavné nástavce, pevnostní systémy a protizávaží jsou dopravovány na místo potřebných prací za pomoci nákladních vozů nebo podvalníků. Čas se nám dále zvyšuje sestavováním konfigurace autojeřábu s nástavci na stavbě. Kompletace se provádí za pomoci jeřábu menších tonáží. Předem se dopodrobna počítají náklady spojeny s aplikací daného typu autojeřábu, který má použít přidavná příhradová ramena, nebo zda není levnější použít automobilový jeřáb s větší tonáží. Při této úvaze dále rozhoduje, odkud automobilový jeřáb vyšší tonáže bude cestovat (náklady na dopravu), zda je schopen v místě provést jeřábové práce (délkové rozměry a hmotnostní parametry autojeřábu jsou větší) a zda takový autojeřáb existuje. Je možné provést velké množství kombinací teleskopu s příhradovými nástavci a pevnostními systémy. Jedná se o příhradové prodloužení, sklopné příhradové prodloužení, kyvné příhradové prodloužení (luffing), kombinace těchto systémů (každý typ jeřábu obsahuje varianty konfigurací volně dosažitelné na internetu). Uvádím zde použití jednotlivých koncepcí pro kombinaci s teleskopickým ramenem doplněné ilustračními obrázky.

TELESKOPICKÝ VÝLOŽNÍK PRODLOUŽENÝ PŘÍHRADOVOU ŠPICÍ

Teleskopické rameno lze prodloužit příhradovou špicí, která se osazuje v ose ramena nebo může být skloněna pod úhlem až 45°. Sklonění může být pevně dané nebo hydraulicky měnitelné od 0° do 45°. Výškový dosah jeřábu se tak zvýší. Příhradovou špicí si automobilový jeřáb může vést připevněnou na horní nástavbě (autojeřáby do 250 tun). Instalace příhradové špice je poměrně rychlá a snadná. U automobilových jeřábů do 250 tun se základní příhradová špice instaluje přímo z ramene. Další konfigurace se montují za pomoci menšího jeřábu. Toto použití je vhodné pro nižší hmotnosti zdvihu, případně dosažení omezeného vyložení ve velkých výškách (střechy panelových domů) [22].



Obr. 4.7 Teleskopický automobilový jeřáb Tadano Faun AFT220G-5 v pracovním režimu. Rozbalené teleskopické rameno s vysunutým vícedílným výložníkem prodloužený příhradovou špicí [27]

TELESKOPICKÝ VÝLOŽNÍK S KYVNÝM PRODLOUŽENÍM (LUFFING)

Kombinace teleskopu s kyvným prodloužením se používá pro místa zdvihacích prací, kde je vyžadující velký poloměr vyložení. Tento systém použití spočívá v tom, že teleskopickým výložníkem vztyčeným do své maximální polohy dosáhneme požadované výšky lomu (vyložení) a práce provádíme změnou úhlu kyvného prodloužení. Používá se zejména při jeřábových pracích nad objekty, které svojí výškou brání sklopení samostatného výložníku do požadované polohy. Další výhodou provedení je lepší poměr nosnosti při stoupajícím vyložení. Tuto konfiguraci při nedostatečné délce teleskopu lze doplnit rovněž příhradovým prodloužením ke zvýšení základní výšky ramene [33].



Obr. 4.8 Teleskopický automobilový jeřáb Liebherr LTM 1500-8.1. Rozbalené teleskopické rameno s kyvným prodloužením (luffing) [29]

Extrémem této kategorie je kyvné teleskopické prodloužení od společnosti Tadano Faun nazývané HTLJ (fully hydraulic telescopic luffing) [116].



Obr. 4.9 Teleskopické rameno s kyvným teleskopickým ramenem [116]

TELESKOPICKÝ VÝLOŽNÍK S Y SYSTÉMEM

Tento systém se používá u automobilových jeřábů nad 300 tun. Přidání Y systému způsobí zvýšení nosnosti, která je požadována u jeřábu s dlouhým ramenem. Další výhodou tohoto systému je zvýšení boční stability teleskopického ramene. Tímto systémem lze doplnit všechny konfigurace zmíněných předešlých konstrukcí, pokud jej výrobce používá [32].



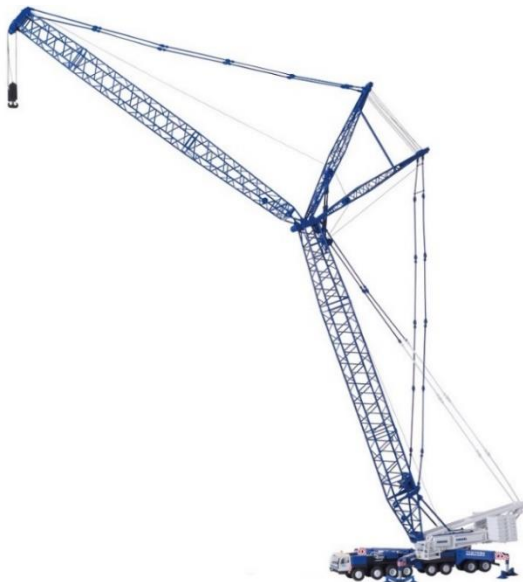
Obr. 4.10 Teleskopický automobilový jeřáb Liebherr LTM 11200-9.1. Rozbalené sklopné rameno doplněné y-systémem pro zvýšení pevnosti výložníku [28]

4.2.3 PŘÍHRADOVÝ VÝLOŽNÍK

Příhradový automobilový jeřáb kombinuje flexibilitu pásového jeřábu s pohyblivostí vysokorychlostního mobilního jeřábu. Jak již bylo zmíněno, tento typ podvozku se mezi místy vykonání jeřábových prací přesunuje pouze s otočnou nástavbou a opěrným systémem. Nevozí si výložník s sebou. Ten je tvořen příhradovými nástavci. Ty mu na stavbu vozí nákladní auta nebo podvalníky. Sestavení příhradového autojeřábu je časově náročné a může trvat i několik dní. Výložník se často sestavuje z více dílů, proto je zapotřebí velkého prostoru a pomocného jeřábu menší tonáže. Příhradové automobilové jeřáby byly vyrobeny z důvodů zvedání velmi těžkých břemen s dosažením velkých vyložení, které teleskopické jeřáby nejsou schopny provést. Tyto jeřáby se vzhledem ke svému nasazení vyrábějí v takzvané lehké nebo těžké verzi. Tomu odpovídá masivnost příhradové konstrukce. Zvýšení nosnosti jeřábu docílíme konfigurací s dalším ramenem (derik) a použitím dalšího odkládacího balastního protizávaží. I u těchto jeřábů můžeme základní strom (rameno) doplnit kyvným prodloužením pro dosažení velkých výšek a velkých vyložení. I zde je nespočet kombinací a tu správnou stanoví technik na základě hmotnosti břemene a prostorových možnostech na staveništi. Tyto stroje pracují již s takovými břemeny a v takových podmínkách, že menší mobilní jeřáb (řádově 200 tun) je trvale přítomen pracím a slouží k takzvanému balastování (rovnováha mezi zatížením háku a tonáží protizávaží) [31].

PŘÍHRADOVÝ VÝLOŽNÍK S KYVNÝM PRODLOUŽENÍM (LUFFING)

Možnost dosažení velkých výšek (u předvedeného jeřábu LG 1550 až 105 metrů základní strom) a velkého vyložení (u předvedeného jeřábu LG 1550 až 92 metrů). Kombinací těchto systémů lze dosáhnout výšky až 186 metrů s vyložení 124 metrů [22].



Obr. 4.11 Příhradový automobilový jeřáb Liebherr LG 1550. Příhradové rameno s kyvným prodloužením (luffing) [30]

PŘÍHRADOVÝ VÝLOŽNÍK DOPLNĚNÝ SUPERLIFT (DERIK)

Těžká varianta doplněná derikem pro velmi těžké břemeno (razicí tunelovací štít).



Obr. 4.12 Příhradový automobilový jeřáb Liebherr LG 1750. Základní těžká varianta doplněná o superlift s přidavným balastním závažím [31]

5 PŘEHLED VÝROBCŮ

V této kapitole je uvedeno několik předních výrobců automobilových jeřábů, které se vyskytují v evropských zemích, a s jejichž produkty se můžeme setkat na našem území. Evropskými výrobci jsou společnosti Liebherr, Tadano Faun a Tadano Demag. Americkými výrobci jsou společnosti Manitowoc Grove a Link-Belt. Dále jsou uvedeny dva čínští zástupci, jejichž produkty se začínají vyskytovat v evropských zemích, jedná se o firmy Sany a XCMG. Čínské stroje však zde nebudou blíže popisovány, neboť se celosvětově spekuluje o tom, že velké procento konstrukce jeřábu jsou kopie ostatních výrobců. Všichni tito výrobci se zabývají výrobou automobilových jeřábů nosností nad 200 tun, ale i výrobou autojeřábů menších nosností. Za zmínku stojí, že jediným českým výrobcem je firma ČKD Mobilní jeřáby a.s., která se však zabývá výrobou autojeřábů malých nosností (řádově do 30 tun).

5.1 LIEBHERR

Jedná se o německou společnost, která je jednou z největších výrobců jeřábů a stavebních strojů. Byla založena roku 1949 Hansem Liebherrem ve městě Kirchdorf an der Iller. Sídlo firmy se nachází ve Švýcarsku ve městě Bulle, kam bylo přesunuto v roce 1982 z důvodu vyhnutí se platby za dědickou daň. Společnost má v 11 zemích 25 výrobních závodů. Značnou část jejich produkce je konstrukce a vývoj technologií pro teleskopické nebo příhradové automobilové a pásové jeřáby, lodní a přístavní jeřáby, portálové jeřáby a další speciální jeřáby používané ve stavebním průmyslu. Jeřáby na automobilovém a pásovém podvozku, kterými se v této práci zabývám, jsou vyráběny v jednom z největších výrobních závodů této firmy, který se nachází v německém městě Ehingen. Firma má patentováno několik revolučních systémů, které umožnily zdokonalit jejich modely. Jedná se především o systémy VarioBase, ECOMODE, TELEMATIK, VarioBallast nebo LICCON, které jsou detailně popsány v kapitole 6. Firma se dále zabývá výrobou obráběcích strojů, spotřební elektroniky pro domácnost (ledničky, mrazničky, vinotéky), klimatizačního vybavení a pohonných systémů pro letecký průmysl [64].

5.2 TADANO LIMITED

Tadano Limited je japonská firma, která byla založena roku 1919 Masuohem Tadano. Společnost se řadu let zabývala pouze výrobou jeřábů malých nosností a pracovních plošin. V současné době se firma zabývá výrobou automobilových jeřábů skrze své dceřiné společnosti nazývané Tadano Faun a Tadano Demag [65].

5.2.1 TADANO FAUN GMBH

Jedná se o německého výrobce zabývajícího se výrobou mobilních jeřábů. Společnost dříve nazývaná pouze Faun byla založena Justusem Christianem Braunem v roce 1845. Firma zpočátku fungovala jako slévárna. Později se začala zabývat výrobou komunálních vozidel. Výrobě automobilních jeřábů se začala věnovat až po druhé světové válce. Z důvodů finančních problémů se stala v roce 1990 dceřinou společností Tadano Limited. Od té doby se společnost nazývá Tadano Faun GmbH a věnuje se výrobě a vývoji teleskopických automobilových jeřábů. V nedávné době si nechala patentovat novou konstrukci teleskopického ramene nazývanou Triple-Boom, která je popsána v kapitole 6 [66].

5.2.2 TADANO DEMAG GMBH

Dalším německým výrobcem zabývajícím se výrobou automobilních a pásových jeřábů je Tadano Demag. Historie společnosti začíná v roce 1910, kdy pod vedením Wolfganga Andrease Reutera došlo ke sloučení několika společností do jedné. Tato firma se zpočátku věnovala výrobě jeřábů umístěných na železničním voze. Později začala s konstrukcí jeřábů umístěných na nákladním voze, až se dostala k výrobě speciálních automobilových jeřábů. Společnost během své historie zažila mnoho spojení a rozdělení s jinými firmami a vystupovala tak pod různými názvy (například Manenesmann Demag, Demag Holding, Terex Demag). Poslední změna ve vedení firmy se stala v roce 2019, kdy společnost Tadano Limited převzala Demag a uvedla ji jako svoji dceřinou společnost. V současné době tak Demag vystupuje pod jménem Tadano Demag GmbH [67] [68].

5.3 MANITOWOC GROVE

Jedná se o americkou společnost, která se řadí mezi největší světové výrobce teleskopických nebo příhradových mobilních, pásových a věžových jeřábů. Byla založena roku 1902 dvěma společníky Charlesem Westem a Eliasem Gunnellem. Firma se na svém počátku zabývala pouze výrobou lodí. V roce 1925 se začala věnovat konstrukci jeřábu. V současné době má firma 14 výrobních závodů v osmi zemích. Má patentováno několik vývojových systémů, které využívá na svých modelech. Mezi ně patří například systém MEGATRAK nebo TWIN-LOCK [47] [69].

5.4 LINK-BELT

Další americkou společností je Link-Belt označován také jako Link-Belt Cranes. Tato firma se zabývá vývojem a výrobou stavebních strojů se specializací na teleskopické a příhradové mobilní jeřáby. Byla založena Williamem Danem Ewartem v roce 1880. Firma se zpočátku věnovala výrobě zemědělských strojů a až později po roce 1939 začala s výrobou automobilových jeřábů [70].

5.5 SANY

Čínská společnost Sany byla založena roku 1986. Zakladatelé společnosti Liang Wengen, Tang Xiugu, Mao Zhongwu a Yuan Jinhua se od počátků věnují výrobě těžkých stavebních strojů. Jedná se o jeřáby, betonové stroje, rýpadla, silniční stroje, ropné vrtací stroje a stroje určené pro těžbu. V současné době má firma 25 výrobních závodů ve čtrnácti zemích a exportují své výrobky do celého světa [71] [72].

5.6 XCMG

XCMG je čínská společnost, která se zabývá výrobou stavebních strojů. Věnuje se vývoji a výrobě automobilových, pásových a věžových jeřábů. Informace o ní začínají v roce 1943, ale oficiálně byla založena až v roce 1989. V současné době se na našem území vyskytují především nakladače a vibrační válce od této společnosti, avšak distribuce autojeřábů se v budoucnosti může rovněž očekávat [73].

6 DETAILNÍ POPIS HLAVNÍCH ČÁSTÍ AUTOMOBILOVÝCH JEŘÁBŮ

Vzhledem k tomu, že konstrukce autojeřábů vychází z jakési základní podoby dané historií vývoje, každý výrobce ve svých návrzích jednotlivých komponentů a součástí uplatňuje vlastní konstrukci a technologické novinky. Tento popis nejčastěji vychází a odkazuje se na konstrukci automobilových jeřábů od společnosti Liebherr, neboť má autor s těmito stroji nejčastější vlastní zkušenost a považuje je v případě vývoje momentálně jako top ve svém oboru. I přesto jsou u ostatních firem jiná podstatná koncepční řešení, které jsou v práci uvedena.

Automobilový jeřáb je speciálně navržený, vyrobený a sestavený stavební stroj. Jeho celek tvoří několik důležitých částí. Některé se konstruují nebo upravují na každý typ autojeřábu odlišně. Jedná se především o konstrukci podvozku v návaznosti k druhu konstrukce nástavbové části. Konstrukce těchto částí se liší v masivnosti a velikosti. Další části a systémy autojeřábu (pohon, typy konstrukce opěrných patek, protizávaží a systém upínání, hydraulika a rozvod, systém monitorování zatížení jeřábů) se používají identické nebo s minimální změnou v konstrukci pro většinu typů jeřábů daného výrobce.

6.1 PODVOZEK

Jak již bylo zmíněno, podvozek je základní částí stavebního stroje. Jeho součásti jsou k němu připevněny buď pevně, nebo pohyblivě, nebo se na něho montují na stavbě. Součástí podvozku jsou rovněž další komponenty, které slouží k bezpečnosti a samotnému použití stroje, stejně tak k jeho pohybu po komunikacích (kola, brzdy, směrové ukazatele,...). Jeho konstrukce musí být taková, aby odolávala vzniklým zatížením a silovým účinkům vznikajícím, jak při jízdě, tak při práci stroje.

Kostru podvozku tvoří základní masivní rám skříňové konstrukce z konstrukční oceli, který je svařovaný. Nad přední část rámu je zavěšena odpružená samonosná kabina řidiče. Pohybovým hnacím ústrojím je u většiny typů přepínávaný vznětový motor, který je nejčastěji umístěn v přední části základního rámu za kabinou řidiče. Z důvodu využití prostoru je motor obvykle z části vnořen mezi hlavní nosníky rámu. Další možné uložení přepínávaného vznětového motoru a převodového ústrojí je pod kabinou řidiče. Horní část rámu je zpravidla rovná z důvodů potřeb nástavby jeřábu (360° stupňová rotace nástavby). Rám je vybaven různými komponenty pro nastavení a provoz nástavby jeřábu. Druhá polovina části rámu je poté upravena a zesílena pro montáž ložiska nástavby. Na něm se nachází otočná nástavba, na kterou se montuje mimo jiné výložník. Pro obsluhu je horní část rámu doplněna podlahovými rošty nebo plechy. Na spodní části rámu jsou upevněny nápravy. Součástí nápravy je brzdový systém, odpružení, nivelace podvozku a kola. Jednou z dalších důležitých částí rámu jsou kotevní místa nebo tubusy, jejichž součástí je speciální konstrukce pro stabilizační opěry, které jsou zpravidla čtyři. Ty se umísťují ve dvou variantách. Buď v párech v přední a zadní části rámu, nebo samostatně do křížového uspořádání pod točnu na základní rám. Celý rám je zakrytý kapotáží a blatníky z důvodu zamezení většího znečištění funkčních částí a komponent, které zajišťují chod stroje a bezpečnosti při jízdě. Součástí této kapotáže jsou přístupové žebříky. Při návrhu zakrytí základního rámu byl kladen důraz i na vzhled [34].

6.1.1 KABINA ŘIDIČE

Kabina řidiče se moc neliší od koncepce a použití klasických nákladních automobilů. Slouží k ovládání podvozku při dopravě stroje na místo prací. Je vybavena běžnými nejmodernějšími ovládacími prvky, které ovlivňují pohyb stroje (jedná se o volant, signalizační systémy, tachometr, ukazatel paliva,...). Na rozdíl od klasických nákladních automobilů je doplněna ovládacím panelem, řídícím přídavné funkce, které zajišťují větší obratnost stroje, jenž je z důvodu jeho délkových rozměrů značně složitá (jedná se o tlačítka pro krabí chod, tlačítka pro nivelaci, pohon všech kol). Rozmístění ovládacího panelu a ovládacích prvků je v kabině důmyslně umístěno, aby byla zajištěna jednoduchá a rychlá práce. Kabina je dále vybavena pohodlnými nastavitelnými sedadly, topením, klimatizací, rádiem, GPS, bezpečnostními systémy, bezpečnostními kamerami pro dobrý výhled z vozidla i na mrtvá místa. Její konstrukce je tvořena samonosnou svařovanou ocelovou prosklenou kosterou. Je doplněna předními světlomety, zpětnými zrcátky, bezpečnostním zasklením, výstražným majákem, kamerovým systémem a komunikačním zařízením. I zde je kladen důraz na design. Celá konstrukce je namontována na základní rám podvozku pomocí odpružení pro zvýšení komfortu posádky za jízdy. Vybavení kabiny se mění dle výrobce [35] [36].



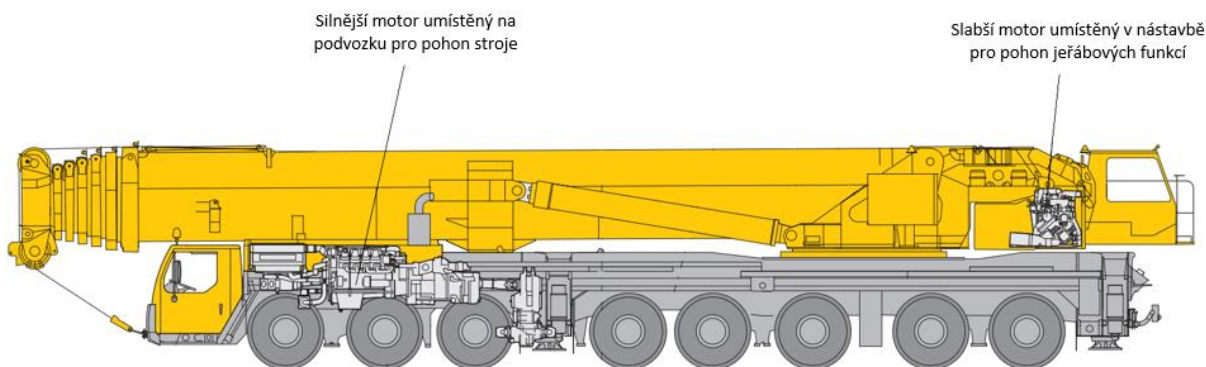
Obr. 6.1 Pohled na kompletní vybavení uvnitř kabiny řidiče [36]



Obr. 6.2 Detailní zobrazení vybavení kabiny řidiče; 1 – nastavitelné sedadlo, 2 – skladovací přihrádky, 3- ovládací panely pro pohyb vozidla, 4 – vybavení kabiny rádiem a zpětnou kamerou [36]

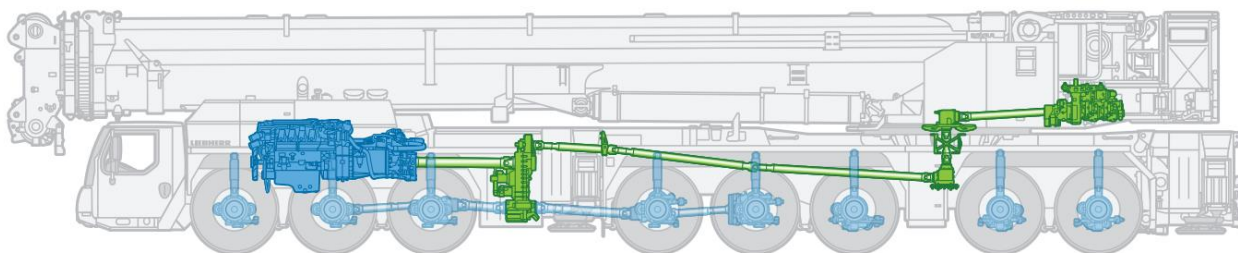
6.1.2 POHONNÉ ÚSTROJÍ

Srdcem všech automobilových jeřábů je agregát. V automobilovém průmyslu běžně nazývaný motor. Agregáty používané v autojeřábech jsou samozřejmě přeplňované vznětové spalovací motory. Do nedávných let se u těchto těžkých automobilových jeřábů používaly motory dva. Jeden silnější umístěný na podvozku zajišťoval mobilitu stroje, druhý slabší umístěný v nástavbě poháněl jeřábové funkce. Tyto typy autojeřábu jsou v současné době nejčastěji používané [51].



Obr. 6.3 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1500-8.1 od společnosti Liebherr s použitím dvou motorů. Obrázek značí uložení obou motorů [51]

Ekologický trend posledních let ale výrobce orientuje směrem k používání jednoho společného motoru, jako je tomu u autojeřábů malých nosností. Použití jednoho společného motoru nám zajišťuje jednak pohon náprav, tedy pojezd stroje, ale i pohon hydrogenerátorů zajišťujících chod nástavby. Systém použití jednoho motoru (například u výrobce Liebherr je systém označený jako ECOMODE) minimalizuje spotřebu paliva a emise hluku při provozu nástavby tak, že obsluhou nastavená požadovaná pracovní rychlost je řídicím systémem jeřábu upravena na optimální otáčky. Motor může být přímo nebo pomocí kloubové hřídele spojen s automatickou převodovou skříní doplněnou o hydrodynamický měnič nebo hydraulickou spojku. Z převodové skříně je poté krouticí moment přenášen pomocí kloubových hřídelí na jednotlivé nápravy podvozku [52].



Obr. 6.4 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1650-8.1 od společnosti Liebherr s použitím jednoho motoru. Obrázek značí přenos krouticího momentu pomocí kloubových hřídelů. Modrá barva značí převod na pohon náprav a zelená barva značí převod na pohon nástavby [52]

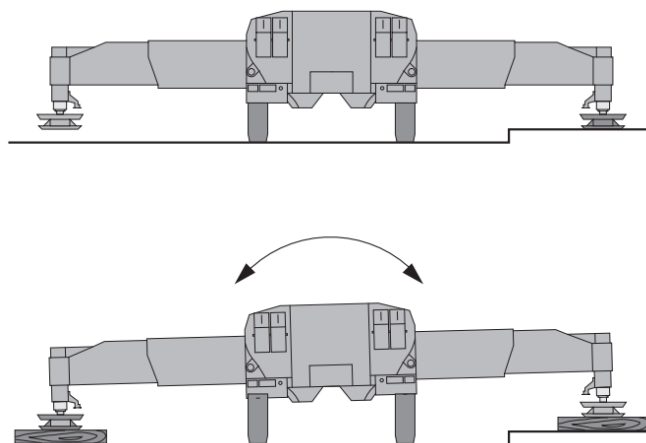
Většina výrobců automobilních jeřábů se nezabývá vývojem vlastních pohonných ústrojí. Používá motory, převodovky a ostatní pohonné komponenty od výrobců nákladních automobilů. Například autojeřáby Tadano faun používají motory Mercedes. Výrobce Liebherr je jednou z mála firem, která si vyrábí motory a nápravy své, ale převodovky používá od výrobce ZF.

6.1.3 NÁPRAVY, BRZDNÝ SYSTÉM A ODPRUŽENÍ S KOLY

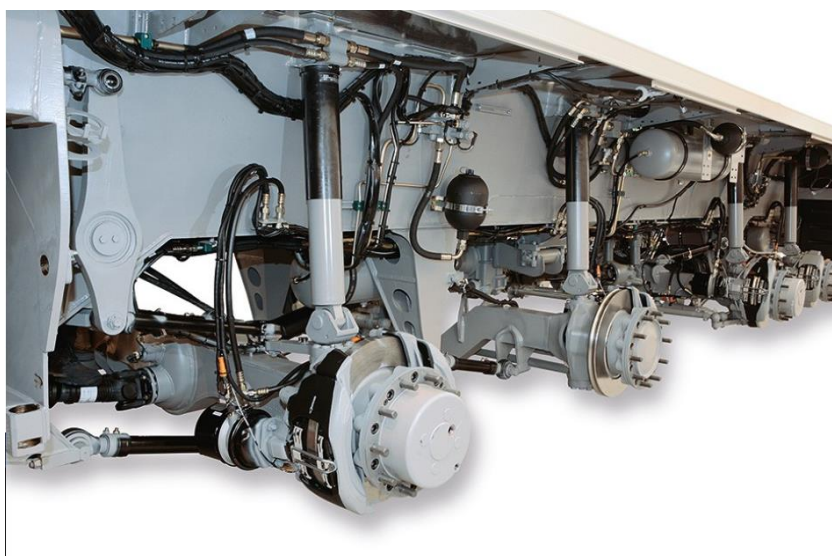
Automobilové jeřáby nad 200 tun dosahují značných délkových rozměrů. Konstrukce autojeřábu musí být schopna vydržet silové účinky od tíhy břemene, protizávaží a komponentů, které stroje nesou při práci. Z těchto důvodů stroje dosahují až 20 metrů na délku. Kvůli této skutečnosti automobilové jeřáby nad 200 tun disponují velkou hmotností. Tato hmotnost se pohybuje od 55 do 150 tun při nenastrojeném stavu. Pro umožnění pohybu těchto strojů bylo zapotřebí přidat takový počet náprav, aby se s ohledem na maximální zatížení jedné nápravy celková hmotnost stroje rozložila na únosnou mez. Počet náprav byl také volen s ohledem na splnění vyhlášky silničního provozu v dané zemi na maximální nápravové tlaky při jízdě po běžné komunikaci. Tato vyhláška je stanovena z důvodu, aby automobilový jeřáb neponičil běžnou komunikaci. V současné době se počet náprav pohybuje od pěti do devíti. I tak je v České republice požadováno při provozu těchto strojů povolení pro nadrozměrnou přepravu. Většina jeřábů má zatížení na nápravu od 12 do 16 tun (výrobce vychází z předpisů většiny zemí Evropy a to 12 tun na nápravu) a dovolené zatížení na jednu nápravu v České republice je 9 tun [37]. Každý typ autojeřábu má trochu odlišné uspořádání. Toto uspořádání se odvíjí od celkové hmotnosti a jejího rozložení vycházejícího z parametrů stroje. Každý typ má proto jiné délkové rozměry a potřebuje jiný, a jinde rozmístěných počet ovladatelných náprav. Nápravy je potřeba rozmístit tak, aby bylo dodrženo rovnovážné zatížení podvozku na terén.

Nápravy jsou zavěšené na spodní části základního rámu. Zavěšení je provedeno pomocí hydro-pneumatických, nebo hydraulických válců, které zajišťují odpružení stroje a umožňují pohodlnou jízdu. Systém tohoto odpružení se používá z důvodu možnosti změny nivelace podvozku, ať už z důvodu lepší průchodnosti terénem, nebo snadnějšího ukotvení stroje při nedokonalé rovnosti okolního terénu (Obr. 6.5). Rovněž tento systém zajišťuje stále stejné pružící vlastnosti při různém zatížení nástavbou (únosnost podvozku při pojezdech s nastrojeným jeřábem). Nevýhodou je snad jenom omezená pracovní výška výkyvu nápravy. Proto se u těchto strojů požaduje kvalitní příprava stanoviště jeřábu a přístupové komunikace. Ne všechny nápravy musí být hnané, proto dle typu autojeřábu se na strojích používají hnací nápravy s diferenciály a kolovými reduktory, nebo jen nosné nápravy s náboji kol. Každá náprava je dále vybavena pneumatickými kotoučovými brzdami. Tyto brzdy jsou relativně bezúdržbové a mají nízké provozní náklady. Rychle se aktivují a mají plynulé brždění. Jejich účinek se nemění se stoupající teplotou. Jsou vybaveny protiblokovacím systémem ABS, který zabráňuje zablokování kol během brždění. Starší typy autojeřábu používají stále pneumatické bubnové brzdy bez ABS systému. Konce náprav se nazývají hlavy nebo náboje. Na ně se montují brzdy a pomocí šroubů se připevní kola. Kola musejí být velmi pevné konstrukce, protože přenáší celé zatížení stroje při přepravě. Skládají se z ocelového ráfku s diskem a pneumatiky. Pneumatika je navlečená na ráfku kola a nahuštěná vzduchem na velmi vysoký tlak. Kostra pneumatiky je tvořena několikavrstvou textilií obalenou z vnější strany vrstvou pryže. Patky pneumatiky jsou vyztuženy ocelovými dráty. Vzorek pneumatiky se odvíjí od typu použití. Pryžový běhoun může mít vzorek pro použití na silnici, v terénu, nebo může být kombinací. Jedná se o speciální velmi pevnou konstrukci pneumatiky a jejich výrobou se

zabývají pouze největší výrobci pneumatik (Michelin, Bridgestone, v České republice Mitas) [36][38]. Toto uspořádání se shoduje pro většinu autojeřábů od různých výrobců.



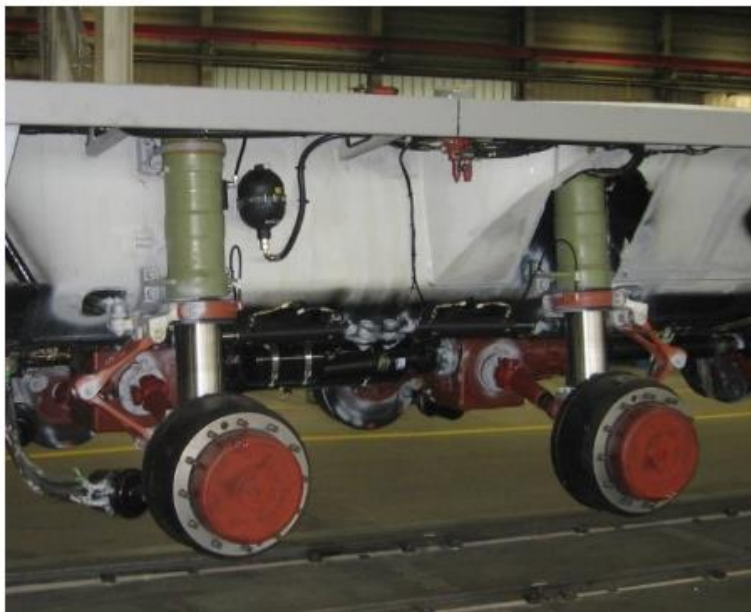
Obr. 6.5 Příklad použití systému odpružení (hydro-pneumatických válců) pro nivelaci vozidla [51]



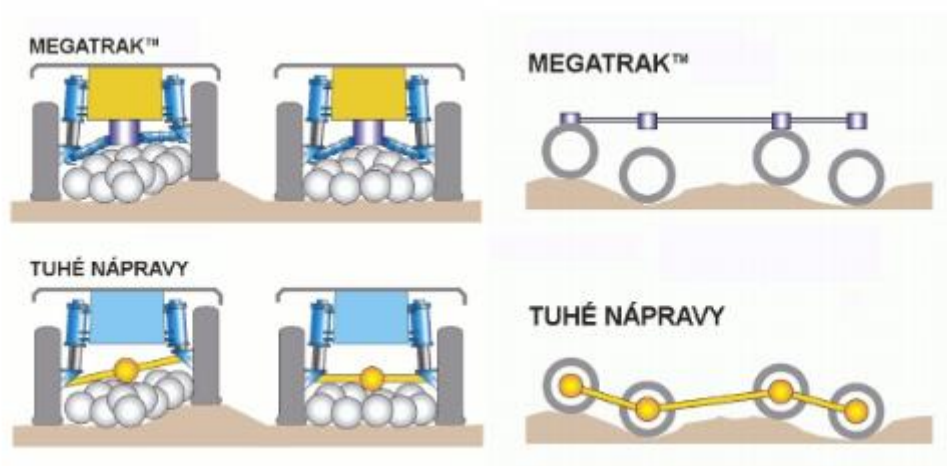
Obr. 6.6 Běžné uspořádání náprav na základním rámu podvozku. Tuhé nápravy [36]

V dnešní době se však firmy mezi sebou předhánějí a snaží se přijít s něčím novým. Firmě Manitowoc Grove se podařilo navrhnout jinou koncepci systému náprav. Tato koncepce se nazývá MEGATRAK a její princip spočívá v tom, že nepoužívá tuhé nápravy (hřídel - poloosa uložená v nápravě), ale používá samostatné zavěšení kola, jejichž ovládání s ostatními koly je propojeno pouze hydraulicky. Pohon poté zajišťuje soustava kloubových hřídelí, které propojují nejen diferenciální skříně mezi sebou, ale i skříně a kola. Výhodou této konstrukce je lepší

prostupnost terénem a větší pružící zdvih kola. Pod autojeřábem vzrůstá světlá výška a při jízdě na nerovném terénu je každé kolo vždy v kontaktu se zemí [35] [39].



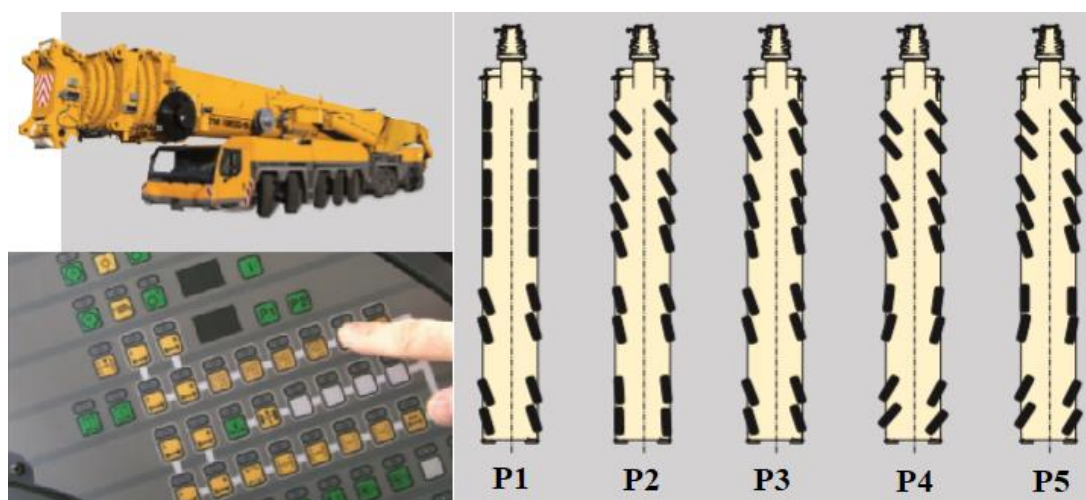
Obr. 6.7 Systém podvozku nazývaný MEGATRAK. Uspořádání náprav na základním rámu podvozku navržené firmou Manitowoc Grove [39]



Obr. 6.8 Porovnání systému podvozku běžných tuhých náprav a systému MEGATRAK při jízdě v nerovném terénu [39]

Všechny nápravy mohou být poháněné, říditelné nebo pevné. Výhodou říditelných náprav je schopnost autojeřábu se vypořádat s většinou překážek (zabočení do zatáčky, vytočení se na malém prostoru kolem objektu, zajiždění na stavenišťě) i přes jeho velké rozměry. Je navrženo několik způsobů, jak lze kombinovat natočení předních a zadních kol. Vhodnost použití je popsána v příručním manuálu každého typu autojeřábu. Zapnutí systému natočení se nachází

v kabině řidiče a u nejnovějších typů lze toto ovládání kombinovat s dálkovým ovladačem. Ovládací panel obsahuje pro každou variantu natočení své vlastní tlačítko. Každý výrobce uvádí parametr standardního řízení. Například u jeřábu Liebherr LTM 1300-6.2 je tento parametr uveden 12 x 6 x 12. Tyto hodnoty nám uvádějí, že automobilový jeřáb obsahuje 12 kol (první hodnota), 6 kol je poháněných (druhá hodnota) a 12 kol je říditelných, tedy se mohou natočit (třetí hodnota). U některých typů autojeřábů si zákazník může vybrat z více typů možnosti řízení. Výrobce u tohoto typu dále nabízí možnost řízení 12 x 8 x 12. Další výhodou natočení kol je, že se méně namáhá konstrukce pneumatiky při zatáčení a tím pádem se snižuje poloměr zatáčení stroje [36].



Obr. 6.9 Automobilní jeřáb Liebherr LTM 11200-9.1, který má možnost výběru z pěti různých programů pro řízení kol. Ukázka ovládacího panelu, kde se daná varianta aktivuje. Například program P3 je krabí chod [40]



Obr. 6.10 Praktická ukázka využití řízených náprav u automobilového jeřábu Liebherr LTM 11200-9.1. Aplikace programu P5 při jízdě po silnici [41]

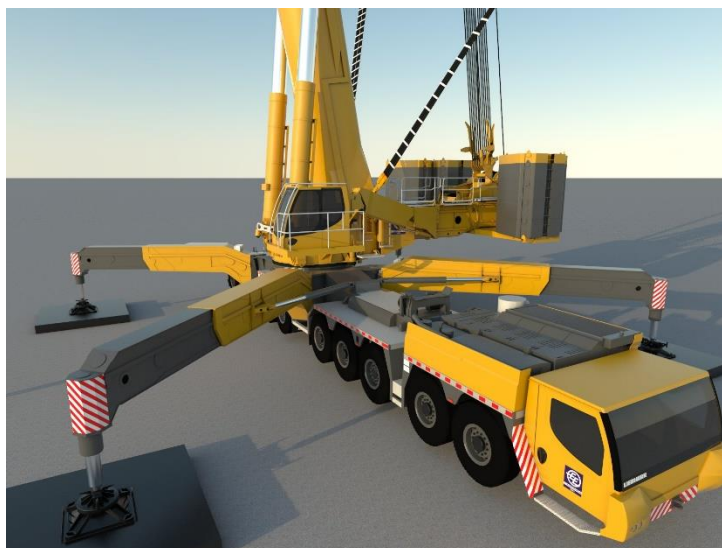
6.1.4 TYPY KONSTRUKCE STABILIZAČNÍCH OPĚŘ

Další nedílnou částí podvozku automobilových jeřábů jsou stabilizační opěry. Slouží k přenesení zátěže stroje při výkonu jeřábových prací do okolního terénu. Používají se z důvodu eliminace zatížení pojezdového ústrojí a pružícího systému podvozku při práci stroje, neboť při jeřábových pracích dochází k celkovým mírným náklonům stroje způsobených pružností konstrukce. Z těchto důvodů proto i výrobce v manuálech nařizuje úplné vyvážení podvozku, aby se zabránilo jeho případnému poškození. Použitím stabilizačních opěr se zvětší opěrný obrazec jeřábu. Tím se zvýší stabilita jeřábu a možnost umístit břemeno do větší vzdálenosti. Jak množství protizávaží, tak délka vysunutí opěr vůči hmotnosti zvedaného břemene je z fyziky rovnováha na dvouramenné páce.

Konstrukci stabilizační opěry tvoří silný rám z konstrukční oceli. U automobilových jeřábů nad 200 tun se používají dva typy uložení. Oba typy uložení na základním rámu jsou umístěny souměrně k ose vozidla tak, aby bylo zajištěno vyvážení výložníku s břemenem a protizávažím. U starších jeřábů rozmístění opěr tvoří obdélník. Tím je dosaženo dokonalé stability a vyvážení. Vzhledem ke stavebním možnostem se ale v poslední době od tohoto upouští. První variantou uložení je v párech, kdy jsou opěry teleskopicky výsuvné z podvozku. Uložení prvního páru opěr se nachází zhruba v první třetině stroje mezi nápravami a uložení dalších dvou opěr je na konci rámu. Vodorovný výsuvný pohyb opěr z vně rámu zajišťují hydraulické válce. Zadní pár z důvodu přepravní hmotnosti může být demontovatelný. Druhou variantou uložení je křížové uspořádání, kdy pomocí otočných čepů jsou teleskopické podpěry pevně uchyceny u rámu pod ložiskem točny. U této varianty je výsuvný pohyb proveden hydraulickými válci v tubusech podpěry a otočný pohyb hydraulickými válci a soustavou pák umístěnými mezi podpěrrou a rámem stroje. I zde je možnost podpěry velmi snadno demontovat z důvodu přepravní hmotnosti (výrobce tuto variantu předpokládá, proto jsou systémy vybaveny demontážními sadami, hadice a kabely rychlospojkami). Přesné umístění a uspořádání je pro každý typ autojeřábu individuální. Každá opěra se po vysunutí zajistí čepy a závlačkami. Nivelitu stroje zajišťuje na konci další hydraulický válec, který se vysouvá vertikálně. Válec má na svém konci kulový kloub s kluzným ložiskem (eliminuje již zmíněný náklon stroje při změně zatížení), na kterém má umístěnou opěrnou desku. Tento válec zajišťuje samotné opření stroje o okolní terén. Při opření o okolní terén dojde ke zvednutí celého podvozku a kola ztratí kontakt se zemí, tím docílíme eliminace již zmíněných nežádoucích vlivů. Autojeřáb má na obou vnějších stranách vozidla panel pro ovládání stabilizačních opěr (nejnovější typy mají tento systém doplněn dálkovým ovládáním). Panel zajišťuje ovládání vodorovného případně otočného pohybu vysunutí, horizontálního vysunutí a tlačítka pro nivelaci vozidla. Vodorovné vysunutí opěr je možné na každé straně zvlášť z důvodu bezpečnosti (pokud by na druhé straně vozidla stála osoba, mohli bychom jí způsobit zranění). Horizontální vysunutí opěr a nivelace vozidla je možná z obou stran vozidla. Nivelace vozidla může být vykonána ručně nebo pomocí automatického systému vyrovnání. Nejnovější stroje jsou z důvodů bezpečnosti doplněny dalšími výstražnými systémy (s ovládáním pravé strany podpěr se aktivují výstražná světla a majáky na zmíněné straně a opačně) [38] [42].

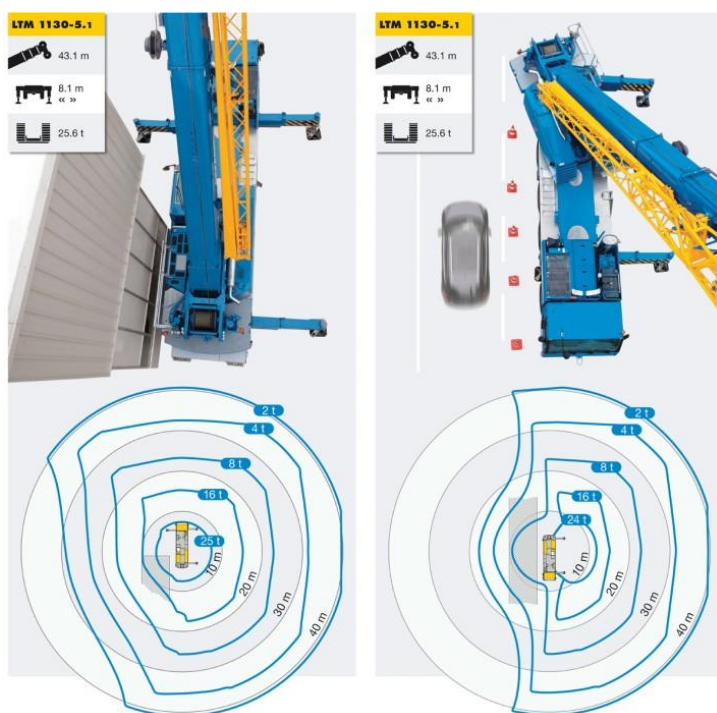


Obr. 6.11 První varianta uložení stabilizačních opěr vně rámu [43]



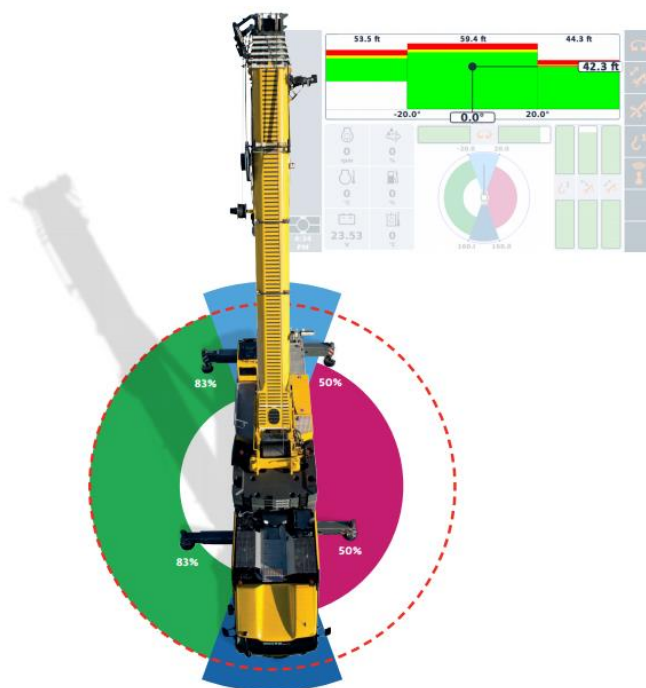
Obr. 6.12 Druhá varianta uložení nazývaná hvězdicový typ [44]

Tak jako se firmě Manitowoc Grove podařilo navrhnout odlišnou koncepci podvozku MEGATRAK, tak se firmě Liebherr podařilo navrhnout revoluční systém vysunutí opěr nazývaný VarioBase. Tento systém umožňuje možnost vysunout každou opěru na jinou vzdálenost a řídicí systém okamžitě upraví zátěžový graf. Tento systém použití je vhodný při nasazení jeřábu v omezených prostorách, kde je omezena možnost vysunutí podpěry do maximální délky. Tím dosáhneme zkrácení času nasazení autojeřábu, hledáním lepšího místa nebo nutnosti nasazení silnějšího stroje. Výrobce ve svém manuálu uvádí diagramy hmotnosti a vyložení při použití tohoto systému [36].



Obr. 6.13 VarioBase systém s ilustračními obrázky použití v omezených prostorech a diagramy udávající nosnost jeřábu do různé vzdálenosti [45]

I v tomto však zmíněná firma Manitowoc Grove používá obdobu systému VarioBase a to systém MAXbase – variabilní vysouvání opěr. Tento systém rozděluje pracovní prostor jeřábu na sektory, čímž zvyšuje nosnost v základních sektorech (přes zád', přes kabinu řidiče) oproti standardní křivce 360 stupňů při 100% podpěrách. V ostatních sektorech potom řídicí software omezuje pracovní činnost [58].



Obr. 6.14 MAXbase systém znázorňující rozdělení pracovního prostoru na sektory [58]

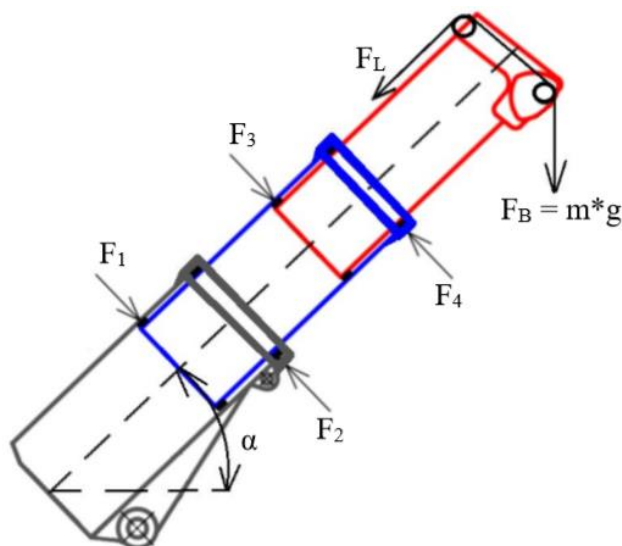
6.2 KONSTRUKCE JEŘÁBOVÉ NÁSTAVBY

Horní otočná nástavba obsahuje všechny důležité části a komponenty, které zajišťují zdvih a manipulaci s břemeny. Je uložena na axiálním ložisku se zubovým věncem, který je zabudovaný v druhé polovině na zesíleném rámu podvozku. Otočný pohyb nástavby zajišťuje hydraulický hydromotor, který přes planetové převodovky doplněné brzdovým systémem pohání ozubený pastorek zapadající do věnce ložiska. To se odvaluje, čímž způsobuje žádoucí rotační pohyb nástavby. Konstrukci nástavby tvoří svařovaný rám z konstrukční oceli. V zadní části konstrukce je uložení pro hlavní čep teleskopického ramene. V případě příhradových ramenem se toto uložení posouvá úměrně k těžišti nástavby. Sklopný pohyb ramene zajišťuje jeden nebo více hydraulických válců, které jsou připevněny patními čepy k točně a výložníkovými čepy k zesílenému rámu ramene. K základnímu rámu nástavby je dále připevněna kabina jeřábníka, protizávaží se systémem jeho upínání a jeden nebo více lanových bubnů s příslušenstvím. Lanový buben je umístěn v zadní části nástavby zpravidla až za hlavním čepem ramene. Slouží k samotnému zdvihu břemene. U automobilových jeřábů nad 300 tun se používá lanových bubnů více a montují se až na stavbě. Jak jsem již psal v kapitole pohonného ústrojí (kapitola 6.1.2.), u většiny současných koncepčních řešení těžkých automobilových jeřábů je součástí nástavby motorový systém (vývojová tendence stanovuje jiné řešení, kterým je použití motoru podvozku pro pohon nástavby, který nahrazuje motorový systém umístěný v nástavbě). Ten je spojený s hydrogenerátory, které zajišťují tlakový rozvod oleje pro pohon hydraulických systémů a elektrický proud pro ovládací a kontrolní systémy. Další neméně důležitou částí je poměrně značná zásoba hydraulického oleje v nádrži včetně systému jeho čištění, chlazení a pohonných hmot pro chod motoru. Všechny pohyblivé čepové spoje jsou mazány po celém stroji prostřednictvím centrálního mazání mazacím tukem. Celý rám je opět zakrytován kapotáží, jednak z důvodu bezpečnosti, a také pro zamezení znečištění funkčních částí a komponent, které zajišťují chod nástavbové části. I zde byl při návrhu kladen důraz na vzhled [38].

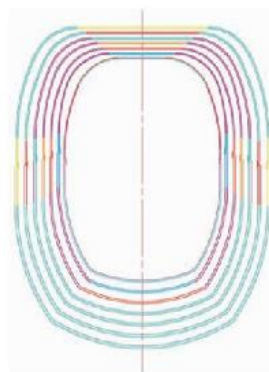
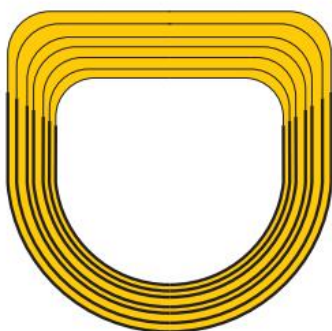
6.2.1 KONSTRUKCE TELESKOPICKÉHO VÝLOŽNÍKU

Skladbu teleskopického výložníku tvoří několik odstupňovaných, zasouvajících se do sebe celků. Základní rám je skříňového profilu svařený z ohraněných plechů. Tyto profily se konstruují jako plnostěnné, což umožňuje uložení jednotlivých dílů v sobě. Vnitřní prostor ramene je vyplněn hydraulickým systémem sloužícím k vysouvání požadovaných délek a sestav ramene. Poslední nejmenší díl je ukončen hlavou ramene, jejíž součástí je soustava kladek a speciálně upravená kotevní místa pro příhradové nástavce. Každý díl je na svém horním konci doplněn masivním vyztužením z důvodů eliminování roztržení materiálu v kritických místech. To je z důvodu, že pod tíhou břemene se překrývající části tubusu zalamují a namáhají hranu konce jednotlivých dílů. Každý díl, který je vysunut, působí velkou silou na spodní stěnu konce dílu, ve kterém je zasunut (díl má snahu se lomit přes okraj) [38]. Znázornění tohoto problému značí obrázek číslo 6.15. Tyto výztuhy jsou doplněny kluznými pouzdry a mazacími body pro eliminaci opotřebení spodní hrany tubusu při jeho vysouvání. Z těchto důvodů se u těchto strojů doporučuje teleskopický pohyb v maximálně vztyčeném výložníku bez zatížení břemenem. Původní konstrukce výložníku byla ve tvaru obdélníku. Tyto konstrukce však byly velmi zranitelné při jakýchkoliv bočních zatíženích (vítr, rozhoupání břemene), proto byl postupem času tvar modernizován a spodní kluzná stěna dostala tvar oválný. Tím bylo dosaženo vyšší boční tuhosti výložníku, což znamená, že se zlepšil poměr mezi pevností a hmotností. V současnosti je používaným materiálem ocel s vysokou mezí

pevnosti, která se svařuje speciálními svařovacími automaty. Dnešní simulační programy v počítači umožňují inženýrům navrhnout výložník s tímto materiálem co nejlehčí, aby byly v plné výši využity vlastnosti materiálu [35] [38].

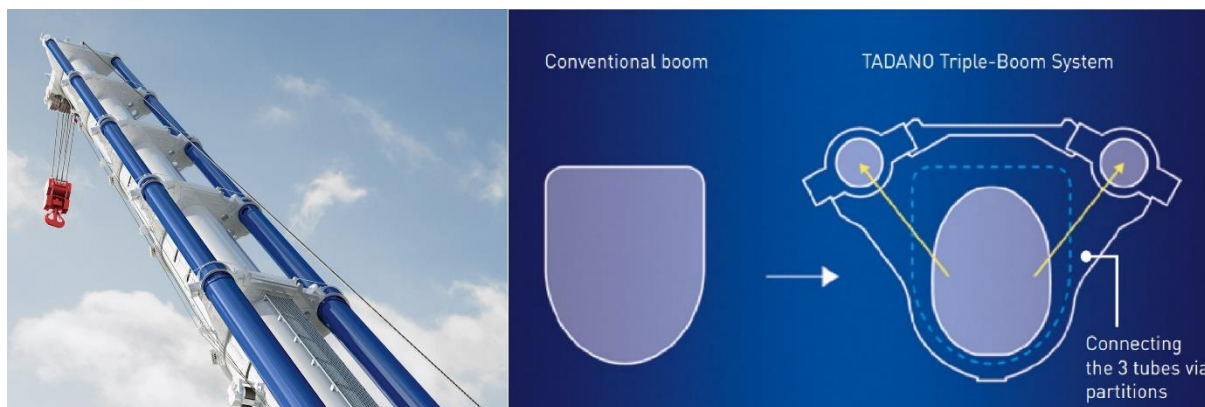


Obr. 6.15 Zesílené konce každého dílu výložníku z důvodů působících sil (F_1, F_2, F_3, F_4) na spodní a horní okraj výložníku [51]



Obr. 6.16 Současné koncepce používaných tvarů výložníku [35] [51]

V nedávné době přišla firma Tadano Faun s novým systémem konstrukce teleskopického ramene zvaného Triple-Boom. Jedná se o doplnění klasického teleskopu dvěma dalšími teleskopickými tubusy. Firma uvádí, že toto provedení má v poměru ke hmotnosti teleskopu ještě lepší parametry, co se týče tuhosti konstrukce. Doporučuje ho především při použití s dlouhými teleskopy. Firma toto provedení používá momentálně pouze u autojeřábů s nosností 600 tun, ale do budoucna by chtěla toto řešení aplikovat i na nižší tonáže [61].



Obr. 6.17 Konstrukce teleskopického rameno u typu automobilového jeřábu ATF 600G-8 [61]

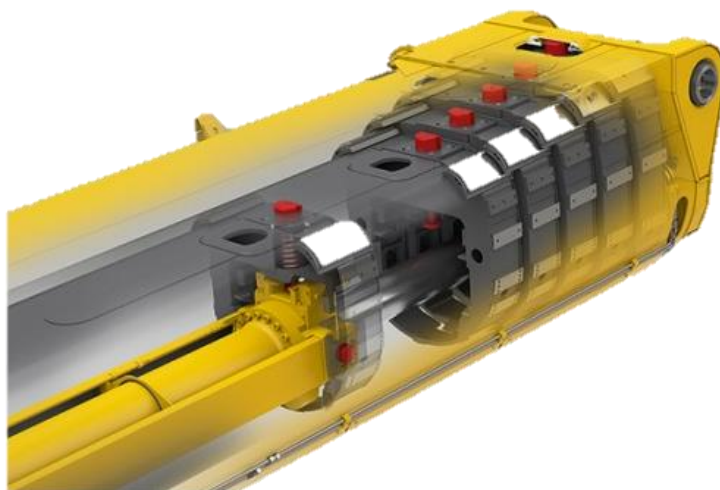
V současné době se používají automobilové jeřáby, které mají v konstrukci teleskopické výložníky až se sedmi teleskopickými sekcemi. Z důvodů velké hmotnosti teleskopu se jeřáby s vyššími nosnostmi přemísťují mezi stavbami se základními sekcemi. Zbylé sekce dopraví podvalníky na stavbu, kde se následně montují na autojeřáb. U automobilových jeřábů nad 1000 tun se výložník demontuje celý. Autojeřáb se poté přesune mezi místy vykonání jeřábových prací pouze s otočnou nástavbou a opěrným systémem jako je tomu u příhradových jeřábů [53].

V dřívějších dobách automobilové jeřáby používaly pro výsuvný pohyb jednotlivých dílů hydromechanický systém, který spočíval ve funkci, že jednostupňový hydraulický válec byl pevně spojen s prvním dílem. Další díly byly následně propojeny pomocí kombinace tažných lan. Pohyb jednotlivých dílů byl přímo úměrný dílu prvnímu. Nevýhodou tohoto systému je pružnost lan a při zatěžování ramene dochází k nepatrnému zajištění jednotlivých dílů a vznikají tak trhavé pohyby. U delších ramen poté bylo nutné předsouvání jednotlivých dílů na zemi a jejich pevné začepování. Tato koncepce se dnes používá u jeřábů menších nosností, které mají výložník složen maximálně ze tří dílů. [54].



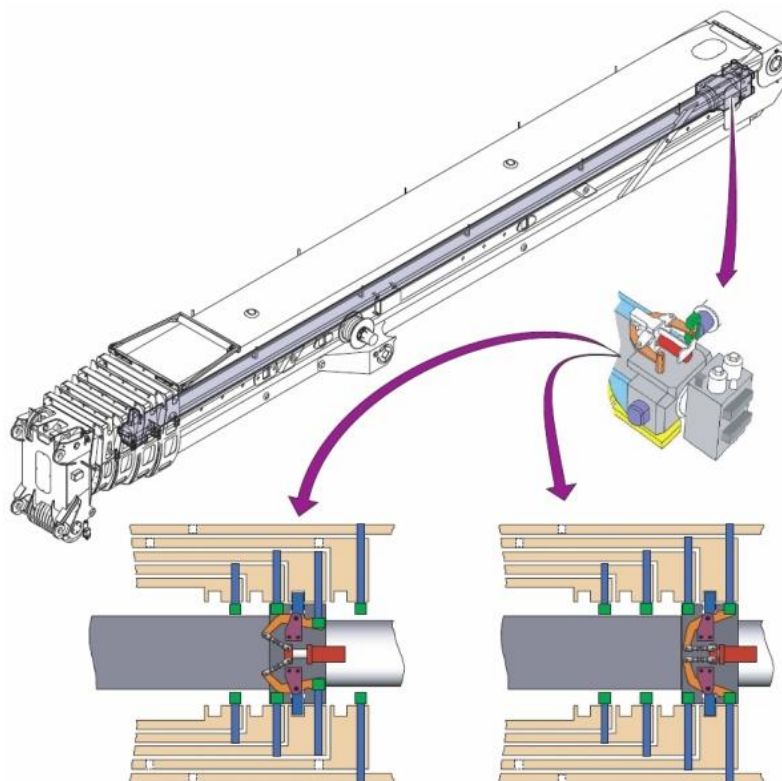
Obr. 6.18 Teleskopický výložník se systémem tažných lan [54]

Společnost Liebherr je označována jako první průkopník s vysokorychlostním teleskopickým systémem nazývaný TELEMATIK, který dnes používá na svých modelech většina firem zabývajících se výrobou automobilových jeřábů. Konstrukce TELEMATIKU spočívá v tom, že se uvnitř ramene nachází jeden hydraulický válec umístěný v podélné ose, který zajišťuje výsuvný pohyb jednotlivých dílů. Součástí každého dílu je v dolní části umístěný takzvaný kleštinový systém. Jedná se o skříň s hydraulicky ovládanými pružinovými čepy, které při dosažení požadované předvolené polohy zajistí aktuální díl do dílu následujícího. Poté se hydraulický válec odepne od kleštiny a posune do své výchozí polohy, kde začne vysunovat s tímto i další díl. Pohyb válce a samotnou aretaci každého dílu ovládá a kontroluje elektronický systém řízený počítačem. Nevýhodou tohoto řešení je snad pouze pevně daný počet konfigurací vysunutí. Tato koncepce zjednodušila konstrukci, šetří hmotnost a zajišťuje rychlé vysunutí všech dílů. Ušetřenou hmotností se tak mohla zvýšit nosná kapacita stroje [53].



Obr. 6.19 Teleskopický výložník se systémem TELEMATIC. Systém znázorňuje šest kleštinových skříní včetně hlavního hydraulického válce [53]

Upravený systém TELEMATIC používá firma Manitowoc Grove. Ta má patentovaný svůj systém nazývaný TWIN-LOCK, který vychází z TELEMATIKU. Jejich konstrukce se liší umístěním pracovních poloh sloužících pro aretaci jednotlivých dílů, a také počtem použitých aretačních čepů. Umístění pracovních poloh se u TWIN-LOCKU nachází na bočních stěnách výložníku a k aretaci se použijí dva čepy [55].



Obr. 6.20 Teleskopický výložník se systémem TWIN-LOCK [55]

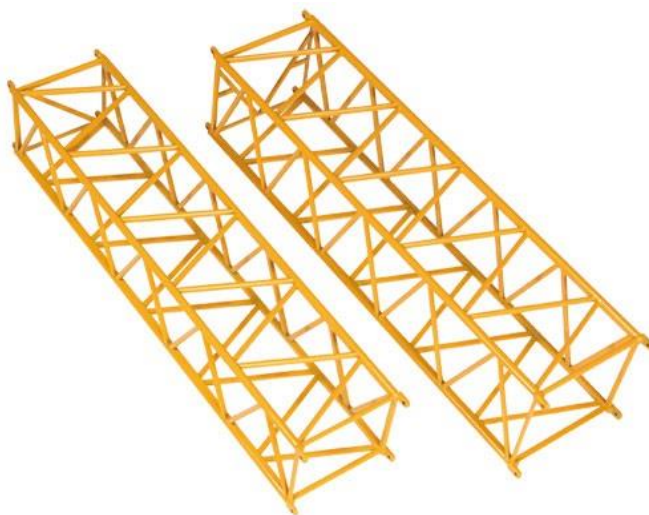
Dalšími součástmi výložníku jsou vodící plechy a kladky, které slouží pro vedení lana. Na boční straně výložníku jsou namontovány samonavíjecí bubny. Tyto bubny přenášejí elektrický proud k zařízení umístěnému na hlavě ramene (koncový vypínač, anemometr na měření rychlosti větru, kamerové systémy) a měří délku natažení ramene. Výložník je dále osazen po určitých místech osvětlením pro práci za snížené viditelnosti.

6.2.2 KONSTRUKCE PŘÍHRADOVÉHO VÝLOŽNÍKU

Konstrukce příhradových jeřábů (ramen) vychází z použití jednotlivých sekcí pevně příhradové konstrukce využívané ve strojírenství již řadu let. Konstrukce jednoho dílu příhradového výložníku je tvořena prutovou soustavou (silnostěnné bezešvé ocelové trubky). Základní rám tvoří čtyři základní podélně uložené pruty (sloupy), které jsou rozmístěny do čtverce. Tyto pruty jsou na obou koncích osazeny čepovým uložením sloužícím ke spojení s další sekcí (koncové díly osazeny atypickým uložením nebo hlavou jeřábu). Konce sekce jsou kolmo propojeny dalšími čtyřmi pruty. To způsobí, že konstrukce tvoří jakýsi kvádr. Pro zvýšení nosnosti konstrukce se ve stěnách tohoto tělesa rozmisťují další pruty, které jsou uloženy pod úhlem (diagonálně). Všechny pruty jsou vzájemně ve stykových bodech pevně spojeny svařem. Z důvodů stavebnicového systému jsou průběžné sekce vyráběny v délkách 6 a 12 metrů. Výjimkou v konstrukci sekcí tvoří přechodové díly, základní a konečný díl jeřábu a konstrukce dílu luffing. Zde se zpravidla jedná o tvary lichoběžníkových těles. Tyto díly jsou z důvodů menších tělesových průřezů zesíleny. Konstrukce příhradového výložníku se vyrábí ve dvou variantách. V oboru nazývané jako těžká a lehká varianta. Je to z důvodů použití na

konkrétní zakázku. Na velmi těžká břemena se používá těžká varianta (příhradová konstrukce je tvořena silnostěnnými trubkami s větším počtem diagonálních vzpěr). Na lehčí břemena se používá lehká varianta. Tyto varianty se dají kombinovat za použití přechodových příhradových dílů pro použití při práci s lehčími břemeny do větších výšek zdvihu nebo většího vyložení (hlavní sloup jeřábu tvoří těžká varianta, luffing systém v kombinaci s kyvným ramenem tvoří lehká varianta). Při navrhování použití sestavy jeřábu vždycky rozhoduje poměr mezi hmotností břemene k hmotnosti použité varianty. Lze samozřejmě na každou zakázku použít těžkou variantu, ale šlo by o velmi neekonomický provoz. Lehká varianta už z názvu značí použití lehčích konstrukcí, tudíž při dopravě jeřábu na staveniště jsou náklady na přepravu nižší. Spojení jednotlivých sekcí probíhá pomocí čepů, které se zajišťují závlačky nebo pojistnými kroužky. Každý díl ramene je vybaven pochozími lávkami, jistícími lany, úchyty pro kabeláže a manipulačními oky. Průběžné díly jsou z důvodů přepravní kompatibility vybaveny v rozích konstrukce ochrannými kluzáky [36].

U příhradových jeřábů se nepoužívají podpěrné hydraulické válce, jako je tomu u teleskopických. Horní strana ramene je spojena táhly a lany přes vahadlo nebo přidavné rameno (označené derik nebo superlift) se závažím protiváhy. Jejich vzdálenost (vahadlo – rameno nebo derik-rameno) se mění pomocí kladkostroje a tím dochází ke změně vyložení.



Obr. 6.21 Příhradový výložník v lehké a těžké verzi [56]



Obr. 6.22 Koncový díl příhradového výložníku [75]



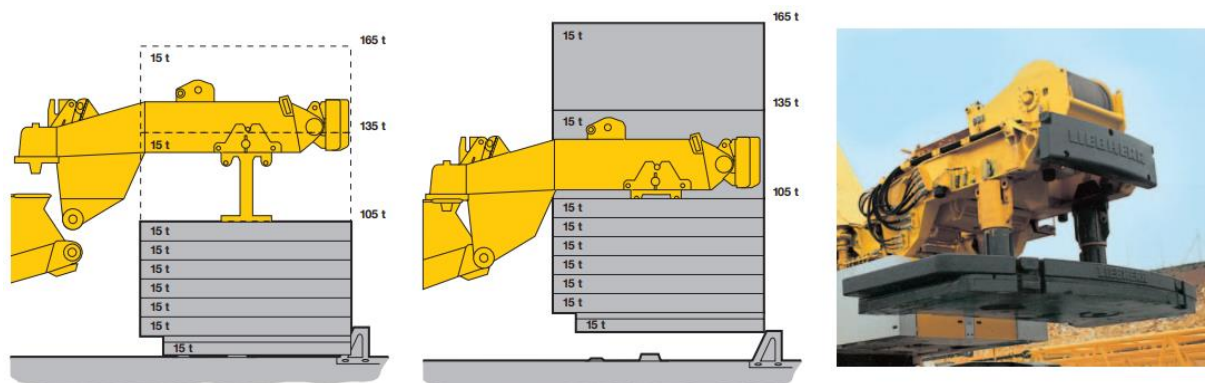
Obr. 6.23 Systém upínání ramene pomocí vahadla a přidavných lan [62]

6.2.3 PROTIZÁVAŽÍ A SYSTÉM JEHO UPÍNÁNÍ

Protizávaží se na automobilových jeřábech používá z důvodů vyvážení hmotnosti břemene. Je tvořeno několika odstupňovanými segmenty, které se na sebe skládají. Tyto segmenty jsou kompatibilní na každý typ autojeřábu daného výrobce. Z důvodu přepravní hmotnosti si automobilové jeřáby nad 200 tun protizávaží sami nevozí. Automobilovým jeřábům nad 200 tun je protizávaží dopravováno přepravními vozy. Stejně jako druh konfigurace jeřábu (počet použitých segmentů ramene nebo délka vytažení teleskopu) i hmotnost protiváhy určí technik dle specifikace zdvihu. Výbava jeřábu od výrobce obsahuje maximální možnou protiváhu, která se ovšem používá z ekonomických důvodů pouze, je-li nezbytně nutná k danému zdvihu.

Prostor pro jeho umístění se nachází v zadní části nástavby za lanovým bubnem. Skládá se ze základní desky doplněné upínacím systémem a jednotlivými segmenty. U nejnovějších jeřábů je tato konstrukce uzpůsobena systému, který nabízí možnost měnit vertikální vzdálenost od osy rotace (nazývaný VarioBallast systém). Výhodou tohoto systému je umístění závaží co nejdále od středu otáčení, čímž dosáhneme možnosti zvednout těžší břemeno při použití stejného množství segmentů protizávaží. Stejný stroj potom lze použít v podmínkách limitujících z důvodů omezených prostorů [36].

Montáž protizávaží si většina autojeřábů provádí sama. Základní deska se umístí na rám vozidla nebo v bezprostřední blízkosti stroje. Jejich součástí jsou upínací oka nebo hydraulické válce. Poté se na tuto desku umístí počet požadovaných segmentů. Tyto segmenty jsou vyrobeny tak, že jeden do druhého zapadá pomocí jakýchkoli zámků. Tím je zaručena osovost vzniklých sloupů. Otočením nástavby na závěr do požadované polohy a hydraulickým nebo lanovým systémem dojde k upnutí sestavy protiváhy.



Obr. 6.24 Systém upínání protizávaží [51]



Obr. 6.25 VarioBallast systém upínání protizávaží [52]

Dalším použitým protizávažím u nejtěžších strojů příhradové konstrukce je použití dodatečného závaží přes systém vloženého ramene derik (superlift). Toto závaží se upevní na speciální rám, který jeřáb použije až pod zatížením břemenem. Při odkládání břemene poté současně odkládá i celý rám se závažím, aby zůstala zachována rovnováha stroje. U pásových jeřábů bývá tento rám doplněn pojezdovým zařízením a je pevně spojen s jeřábem.



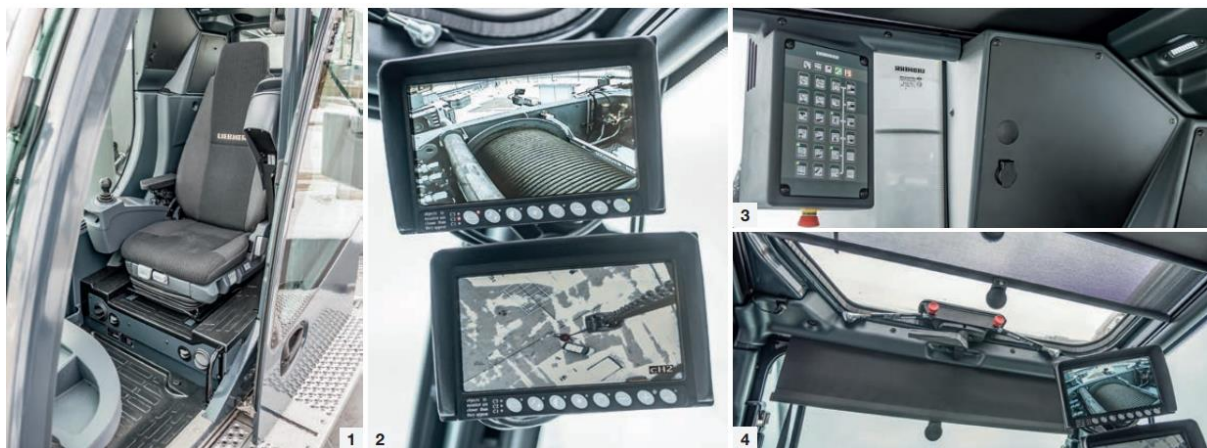
Obr. 6.26 Automobilový jeřáb v sestavě s příhradovým ramenem, derikem a dalším balastním závažím [63]

6.2.4 KABINA JEŘÁBNÍKA

Kabina jeřábníka je hlavní ovládací centrum stroje. Slouží pro ovládání nastavbové části. Její rám je hliníkové nebo ocelové konstrukce, který je svařený a prosklený bezpečnostním sklem. Některá pro lepší komunikaci s okolím otevíratelná. U většiny typů autojeřábů je pohyblivě uložena k rámu nástavby na levé straně. Kabina se otáčí spolu s jeřábovou nástavbou a disponuje funkcí možnosti naklopení až o 20 stupňů pro lepší výhled jeřábníka na břemeno. V cestovní poloze u některých automobilových jeřábů nemůže zůstat v poloze na levé straně z důvodu přepravních rozměrů. Je hydraulicky otočena do polohy za výložník. Kabina je vybavena nastavitelným, tvarovaným sedadlem s integrovanými elektronickými ovladači pro všechny ovládací funkce nástavby. Tyto ovladače (joysticky) jsou vestavěny do opěrek. Dalším vybavením kabiny jsou ergonomicky propracované kontrolní a ovládací panely a ovladače, topení, klimatizace, sluneční clony, rádio, kamerový systém, bezpečnostní systém, elektronický a informační systémy s displejem, komunikační zařízení s vazači a signalistou. Moderní kabiny jsou doplňovány světelnou signalizací zatížení vně kabiny pro lepší přehled a bezpečnost o stavu zdvihu pro ostatní pracovníky a vazače přímo se účastnící práce. I zde byl kladen důraz na kvalitní zpracování interiéru a snadnou dostupnost všech prvků ze sedadla jeřábníka [57].



Obr. 6.27 Zobrazení celé koncepce kabiny jeřábníka a možnost naklopení o 20 stupňů [36]



Obr. 6.28 Detailní zobrazení vybavení kabiny jeřábníka; 1 – snadný vstup do kabiny a znázornění pohodlného sedadla, 2 – Kamerový systém umístěný na hlavě ramene pro lepší viditelnost pracovní oblasti. Druhá kamera umístěná pro pohled na navijáky 3- ovládací panely pro funkce ramene, 4 – Rolety pro střešní a přední okno pro ochranu před sluncem [36]

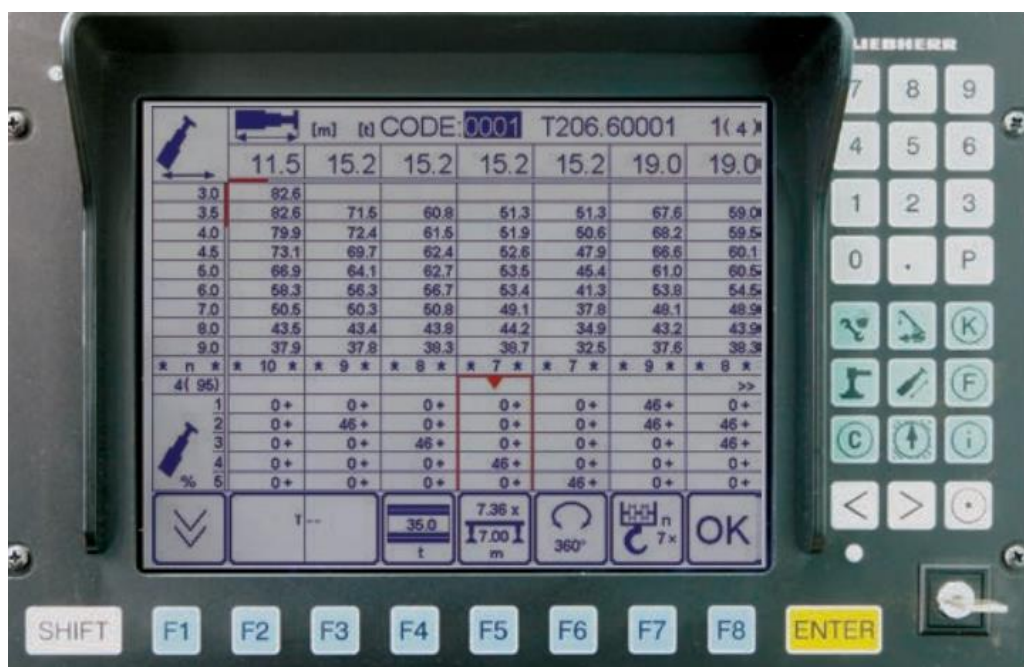
6.3 HYDRAULICKÝ SYSTÉM

Pro pohon všech celků jeřábových částí stroje je u automobilních jeřábů využito hydraulického systému. Spalovací motor přes převodové ústrojí pohání několik vícestupňových hydrogenerátorů (čerpadel), které vytváří tlak hydraulické kapaliny (olej) v systému. Výhodou tohoto pohonu je především jeho jednoduchost a snadná použitelnost na celém stroji. Další výhodou je snadná regulace množství ovládacích kapalin v jednotlivých systémech. Hydrogenerátory používané na jeřábech jsou zubové nebo pístové konstrukce použité s ohledem na druh funkce jeřábu. Při jejich použití výrobce přihlíží k velikosti potřebného tlaku v systému nebo k rychlosti proudění kapaliny. Hydraulická kapalina je po stroji rozvedena tlakovým potrubím doplněným v kloubových místech tlakovými hadicemi. V demontovatelných částech jsou hadice ukončeny kulovými rychlospojkami. Jednotlivé pohyby jeřábu jsou zajištěny přímočarými (hydraulický válec s pístem) nebo rotačními hydromotory. Rotační hydromotor slouží k pohonu lanových bubnů a otáčení nástavby. Přímocharé hydromotory jsou použity pro vysouvání teleskopického výložníku, zdvih výložníku, nivelaci a pohyb opěr. Mimo tyto hlavní hydraulické systémy stroj obsahuje řadu dalších ovládacích motorů. K regulaci a ovládání těchto motorů se používají hydraulické rozvaděče s pojistnými ventily, hydraulické zámky a další regulační a ovládací obvody.

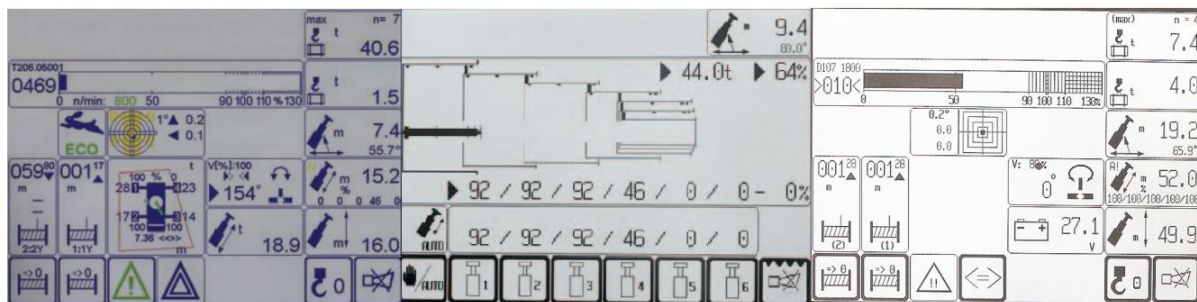
6.4 OVLÁDACÍ A BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉM

Jak již bylo zmíněno v historii vývoje automobilových jeřábů, nejzásadnější pokrok při navrhování takto silných strojů, o kterých je práce psána, bylo doplnění konstrukce a ovládání jeřábu moderní elektronikou a softwarem ovládajícím pracovní funkce jeřábu. Hlavní funkce jeřábu jsou ovládány křížovými samostředícími joysticky propojené, buď ovládacím elektrickým, nebo hydraulickým okruhem s hlavními hydraulickými rozvaděči (ty jsou doplněny o bezpečnostní zařízení, ať je to omezovač zátěžového momentu, pojistné ventily

nebo koncové spínače). To umožňuje provádět až čtyři funkce současně. Ovládání je doplněno pedálem pro zvýšení výkonu a brzdou otočné nastavby. Pomocné funkce jeřábu jsou ovládány tlačítky buď na joystickách, nebo v nejbližším dosahu jeřábníka. Všechny funkce jsou monitorovány řídicím systémem a v počítači upraveny na ideální parametry funkcí (například zrychlování a zpomalování vrátku, automatické vysouvání teleskopu – TELEMATIK). Konstrukce stroje je v jednotlivých systémech doplněna soustavou tenzometrických měřidel, elektronických úhloměrů, laserových měřidel, mikropsínačů, elektronických vodovah a dalších součástí, které vyhodnocují aktuální stav stroje v počítači. Systém ovládání je zobrazován před jeřábníkem na jednom nebo více monitorech a díky tomu má jeřábník přímou kontrolu nad svým ovládáním, nad zatížením stroje a nad aktuálními provozními parametry jeřábu. Každý výrobce má tento systém nepatrně odlišný, v podstatě však stejný. Display zobrazuje aktuální vyložení, hmotnost břemene, maximální zdvih atd. Parametry na display se aktuálně mění v přímé souvislosti s ovládáním. Nejdůležitějším zobrazovaným obrazem je zátěžová křivka stroje, která udává aktuální procenta zatížení stroje (součástí je blokace stroje při přetížení). Display je doplněn tlačítkovým číselníkem, případně ovládacími tlačítky funkcí (někteří výrobci používají dotykový display). Přímou na display si jeřábník předvolí parametry nastavení (délka výložníku, maximální úhel zdvihu, výřez otočného profilu, procenta rychlostí). Monitor může zobrazit hodně údajů uložených v paměti počítače a na vyžádání jeřábníka provede aktuální zobrazení. Nejdůležitější činností jeřábníka před započítím práce spočívá ve správném nastavení aktuálního programu. Stejně jako celý stroj i všechny tyto systémy neustále výrobci zdokonalují. Firma Liebherr používá systém LICCON, v nejnovějších verzích LICCON 2 [36] [51].



Obr. 6.29 Monitor autojeřábu Liebherr zobrazující základní tabulku nosností. Tlačítka F1 – F8 slouží k uložení základních parametrů nastavení jeřábu. Tlačítka napravo od monitoru k listování mezi funkcemi nastavení. Monitor je vpravo dole doplněn deblokačním klíčkem [36]



Obr. 6.30 Příklad použití funkcí nastavení od výrobce Liebherr. Vlevo display doplněn tlaky ptek a systémem VarioBase, na středu ovládací display TELEMATIK, vpravo zobrazení provozních funkcí motoru [51]

6.5 DALŠÍ POTŘEBNÉ KOMPONENTY

Jednou z dalších důležitých součástí stroje je kladnice s hákem. Jedná se o křížové rotační uložení háku s bočními plechy a soustavu kladek pro kladkostroj stroje. Počet kladek je přímo úměrný nosnosti jeřábu a maximálnímu tahu lanového bubnu na jedno lano. V současné době se kladky z důvodu hmotnosti a tření vyrábějí ze silonu nebo alkamidu. Kladnice je doplněna hákem nebo dvojhákem s bezpečnostními západkami dle nosnosti. Hmotnost kladnice se může měnit doplňujícími závažími dle počtu lanových závitů. Ve vybavení stroje bývá i několik kladnic různých nosností.



Obr. 6.31 Dvě kladnice s dvojhákem [92]

7 SPECIFIKA PŘI PROVOZU A ÚDRŽBĚ AUTOMOBILOVÝCH JEŘÁBŮ

V dosavadním textu práce jsme se dozvěděli, co je to automobilový jeřáb, jak funguje, jak vznikl, nebo jak ho můžeme kategorizovat. Ovládání těchto strojů ovšem stále závisí na člověku, proto je důležité zmínit předpisy, které musí být dodržovány při používání těchto strojů. Hlavním předpisem je bezpečnost, na kterou se klade největší důraz u všech používaných strojů napříč všemi odvětvími. S bezpečností je spojena pravidelná revize a údržba automobilových jeřábů. Další předpis, který vychází ze zákona, a je též spojován s bezpečností, je provoz automobilových jeřábů na komunikaci, kde je snahou předejít dopravním nehodám, které se stávají každý den. Provoz takovýchto strojů nezávisí na jednom člověku, proto je zde uváděna i podkapitola, která se zabývá osobami, které zajišťují provoz automobilových jeřábů.

7.1 BEZPEČNOSTNÍ A PROVOZNÍ PŘEPISY

Mezi základní bezpečnostní a provozní předpisy pro každou posádku jeřábu je dodržovat postup prací při montáži stroje, stejně jako při práci s ním, kterou udává výrobce.

Základním prvkem při práci je poté dodržování zátěžových grafů a nepřekračování nosnosti stroje. Před započítím práce (zpravidla před vlastním plánováním nasazení jeřábu) je nutné z hlediska bezpečnosti zohlednit okolní nebezpečí (vzdálenost elektrického vedení, únosnost terénu, vliv počasí – síla větru).

Další bezpečnostní předpis, který výrobce předepisuje, je bezpečný pohyb po mobilním jeřábu při denní prohlídce, montáži nebo demontáži nástavců, montáži nebo demontáži protizávaží a při pohybu na stroji při práci. To znamená, že každá odpovědná osoba starající se o automobilový jeřáb je povinna používat výrobcem stanovené výstupy, držet se zábradlí a madel, používat stanovený pracovní oděv, obuv, ochranné helmy, případně použít bezpečnostních postrojů a jistících prvků, kterými jsou stroje vybaveny.

7.2 REVIZE A ÚDRŽBA AUTOMOBILOVÝCH JEŘÁBŮ

Každé zdvihací zařízení musí být podrobeno revizním a údržbovým prohlídkám stroje. Stejně tak i automobilové jeřáby. Každý jeřáb, pokud nedošlo k havarijní situaci, je nutno podrobit pravidelným revizím. Četnost zkoušek zpravidla udává výrobce. Většinou se provádí desetileté a roční revize. Během této zkoušky (roční) revizní technik provádí předepsané úkony, při nichž musí zjistit, zda na stroji nedošlo dobou používání k nějaké více či méně skryté závadě, zda na stroji vlivem používání nevznikají větší vûle řízení, zda odpovídá signalizace bezpečnostního systému skutečnosti. Tyto práce probíhají několik hodin a jejich postup doporučuje výrobce. Během desetileté zkoušky revizní technik provádí podobné operace. Klade však daleko větší důraz na kontrolu konstrukčních spojů (podrobná kontrola na zjištění stavu koroze a únavových prasklin v konstrukci stroje, kontrola stavu tlakového potrubí a hadic) [100].

Každý den před zahájením provozu automobilových jeřábů musí být splněna předepsaná vizuální prohlídka stroje, která slouží ke zvýšení bezpečného použití, a aby se zamezilo

případné havárii stroje. Tato kontrola je uvedena v návodu k používání stroje, kterou každý výrobce doporučuje. Denní prohlídka se týká kontroly stavu provozních kapalin, případně zamezení jejich úniku z některé části systému, vizuální prohlídka pneumatik, kontrola stabilizačních opěr a pístnic, kontrola protizávaží, vizuální prohlídka elektrického zařízení, funkční kontrola ovládacího systému, funkční kontrola výstražného zařízení, kontrola stavu výložníku a příhradových nástavců, prohlídka správného uložení lana v kladkách a bubnech, kontrola háku se západkou a kladnicemi, kontrola čepů, závlaček a pojistek. Tuto prohlídku provádí jeřábník nebo jiná odpovědná osoba starající se o provoz autojeřábu. Pro každý automobilový jeřáb musí být evidován deník zdvihacího zařízení, do kterého se denní kontrola uvádí. Uvádí se do něho také každodenní používání stroje [100].

7.3 PROVOZ AUTOMOBILNÍCH JEŘÁBŮ NA KOMUNIKACI

V kapitole 6.1 bylo řečeno, že většina výrobců vychází z předpisů zemí Evropy, kde se povolené zatížení na jednu nápravu pohybuje v rozmezí 12 - 16 tun. Dle této skutečnosti konstruuji výrobci automobilové jeřáby se zatížením na jednu nápravu v daném rozmezí. V České republice je dovolené zatížení 9 tun, proto je nutné každý rok platit a mít v platnosti povolení pro nadrozměrnou přepravu pro každý automobilový jeřáb zvlášť. Tato směrnice se řídí vyhláškou č. 209/2018 Sb. [37].

Před jízdou po běžné komunikaci je nutno automobilový jeřáb upravit do přepravního režimu, který je stanoven výrobcem. To znamená stabilizační opěry zasunuty a zajištěny v přepravní poloze případně demontovány z autojeřábu. Teleskopický výložník sbalen a uložen v místech tomu určených (případně demontován kvůli přepravní hmotnosti). U vybraných autojeřábů nutnost kabinu jeřábníka umístit do přepravní polohy. Protizávaží musí být demontováno, hák s kladnicí uchycen v místech tomu určených, případně demontován. Přídavné kladnice, podpěrné plotny, dřevěné hranoly, vázací prostředky musí být bezpečně uloženy v místech tomu určených [100].

Při jízdě po veřejné komunikaci musí automobilové jeřáby používat výstražná světla zvaná majáky. Dále automobilové jeřáby musí být doprovázeny doprovodným vozidlem, které rovněž používá výstražná světla a obě vozidla musí mít zajištěnu společnou komunikaci (vysílačky). Při jízdě po běžných komunikacích musí řidič dbát zvýšené opatrnosti na průjezdný profil, nosnost mostů a krajnic vozovky a sledování dopravní situace za ním (tvoření kolony). Z těchto důvodů se často u velmi těžkých automobilových jeřábů stanovuje přesná trasa pohybu a plánuje přeprava v nočních hodinách, kdy je provoz minimální [100].

7.4 OSOBY ZAJIŠŤUJÍCÍ PROVOZ AUTOMOBILNÍCH JEŘÁBŮ

Provoz automobilového jeřábu nad 200 tun závisí na více pracovnících. Většinou nákup takového jeřábu provádí společnost, která vlastní několik autojeřábů různých nosností a zaměstnává více lidí. Pracovníci musí být pravidelně školeni a musí mít jistou praxi v oblasti jeřábů [100].

Technik automobilového jeřábu je osoba, která rozhoduje na stavbě o použití daného typu jeřábu. Na základě zákaznických parametrů a skutečné obhlídky stavby rozhodne

s přihlédnutím k podmínkám na místě nasazení a hmotnosti břemene o nasazení konkrétního jeřábu.

Jeřábník je hlavní osoba, která je odpovědná za správné ovládání jeřábu předepsané výrobcem a za dodržení všech bezpečnostních a technických požadavků při práci stroje. Při jeřábových pracích se jeřábník řídí pokyny vazače břemen nebo signalisty. Posádku těchto jeřábů tvoří většinou dva jeřábníci, kteří se střídají. Je to z důvodu dokonalé znalosti stroje a spolupráce při jeho přepravě i obsluze.

Vazač břemen je osoba odpovědná za zvolení vhodných vázacích prostředků a správné uvázání břemene. Vazač břemen také dává pokyn k pohybu jeřábu. Vazač může být i signalistou.

Signalista je osoba zajišťující jeřábové práce v místech, kde není možný oční kontakt mezi jeřábníkem a vazačem břemen, případně jeřábníkem a pracovním místem montáže. Proto se používá další osoba, která má za úkol předání komunikace. Signalista musí být v takovém místě, aby měl dobrý výhled jak na vazače břemen, tak na osoby v blízkosti břemene. Komunikace probíhá zpravidla profesionálními radiostanicemi (vysílačky).

Pracovník montáže a demontáže je osoba zajišťující úpravu vozu před jízdou na běžné komunikaci (demontáž stabilizačních opěr, montáž protizávaží, ...) a také osoba, která zajišťuje montáž přídatných nástavců a pevnostních systémů. Těchto pracovníků je většinou více.

Další pracovníci, kteří se starají o provoz automobilového jeřábu nad 200 tun, jsou revizní technik, pracovník údržby, řidič doprovodného vozu, řidiči podvalníků, které dopravují protizávaží, přídatné nástavce a pevnostní systémy.

8 PŘEHLED MODELŮ OD VÝROBCŮ

Zde jsou uvedeny jednotlivé modely automobilových jeřábů nosností od 200 do 1200 tun, které vybraní světový výrobci v současnosti nabízí na svých internetových stránkách. Přehled je zaměřen pouze na kategorizaci teleskopických a příhradových jeřábů na automobilovém podvozku. V menší míře jsou zde uvedeny i modely, které už výrobci nevyrábí (nenabízí na svých internetových stránkách), ale stále se používají na stavbách. U každé firmy je uvedeno a vysvětleno označení, které firma používá pro jeřáby na automobilovém podvozku. Jsou zde uvedena i další označení, která společnosti používají pro jiný typ stroje. U každého výrobce jsou uvedeny a popsány jednotlivé modely zvlášť dle hlavních technických a rozměrových parametrů, které mají výrobci uvedeny v technické dokumentaci stroje. Mezi hlavní technické parametry patří maximální nosnost při minimálním vyložení, délka teleskopického výložníku, rozpětí délek příhradových příhradových nástavců, počet náprav a maximální hmotnost protizávaží. Dále jsou u každého modelu uvedeny informace o počtu používaných motorů a také to, jakým způsobem může kombinovat příhradové nástavce a pevnostní systémy (pokud je může použít).

Důležitým technickým parametrem je rovněž hmotnost vozidla. Její přesnou hodnotu ovšem žádný z uvedených výrobců neuvádí na svých internetových stránkách, neboť jsou jeřáby konstruovány na zatížení od 12 do 16 tun na nápravu (viz kapitoly 6.1.3 a 7.3). Dle této skutečnosti je konstrukce jeřábu předpřipravena a váha upravována osobami zajišťujícími provoz automobilového jeřábu v dané zemi (demontáž háku, demontáž stabilizačních opěr,...). I po provedení těchto operací je nutné platit povolení pro nadrozměrnou přepravu (viz 7.3). Pro názornou představu je v příloze I uveden příklad automobilového jeřábu LTM 1650-8.1 od společnosti Liebherr, na kterém je jasně znázorněno, jak lze operativně měnit zatížení na jednotlivé nápravy pomocí montáží a demontáží jednotlivých částí. Hmotnost vozidla si můžeme teoreticky spočítat pomocí matematického výpočtu. Ten spočívá ve vynásobení dovoleného zatížení počtem náprav. Jako příklad je použit model LTM 1230-5.1 od společnosti Liebherr. Tento model obsahuje pět náprav. Po vynásobení dolní hodnotou dovoleného zatížení, tedy dvanácti, dostaneme hodnotu šedesát tun. Jedná se o číslo uvádějící teoretickou hmotnost vozidla v tunách. V přehledu jednotlivých autojeřábů dále není hodnota hmotnosti uvedena, neboť je závislá na aktuální konfiguraci stroje.

8.1 LIEBHERR

Firma Liebherr pro své modely uvádí několik označení. Označení týkající se této bakalářské práce je LTM a LG. LTM je označení pro teleskopické automobilové jeřáby. Označení LG je pro příhradové automobilové jeřáby. Další označení, které firma uvádí (LTC, LTF, LTR, LR) je pro mobilní jeřáby odlišné konstrukce, které spadají do kategorie nosnosti pod 200 tun nebo pro jeřáby na pásovém, nebo jiném podvozku. Za písmenným označením LTM nebo LG následuje číselné označení. Jako příklad použijí model LTM 1230-5.1. Význam tohoto označení je následující [20]:

1 230- 5. 1

= série produktu

= nosnost v tunách

= počet náprav

= verze autojeřábu

V současné době firma Liebherr vyrábí a nabízí na svých internetových stránkách následující modely automobilových jeřábů.

TELESKOPICKÉ AUTOMOBILOVÉ JEŘÁBY:**Automobilový jeřáb LTM 1230-5.1 [74]**

Obr. 8.1 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1230-5.1 od společnosti Liebherr [74]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	230 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	12,7 – 75 m
Přídavné příhradové nástavce:	3,4 – 43 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,8 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	72 t

Příslušenství: jeden motor, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb LTM 1250-5.1 [74]

Obr. 8.2 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1250-5.1 od společnosti Liebherr [74]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	250 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,1 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,4 - 50 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,8 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	88

Příslušenství: jeden motor, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb LTM 1300-6.2 [74]

Obr. 8.3 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1300-6.2 od společnosti Liebherr [74]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	300 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	14,7 - 78 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,5 - 70 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,4 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	96 t

Príslušenství: jeden motor, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing)

Automobilový jeřáb LTM 1350-6.1 [74]

Obr. 8.4 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1350-6.1 od společnosti Liebherr [102]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	350 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	14,9 - 70 m
Přídavné příhradové nástavce:	6 - 78 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,4 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	140 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), y-systém

Automobilový jeřáb LTM 1400-7.1 [74]

Obr. 8.5 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1400-7.1 od společnosti Liebherr [103]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	400 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	15,4 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce:	7 - 84 m
Počet náprav:	7
Rozměry vozidla (d x š x v):	16,7 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	140 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb LTM 1450-8.1 [74]

Obr. 8.6 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1450-8.1 od společnosti Liebherr [104]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	450 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	16,1 - 85 m
Přídavné příhradové nástavce:	7 - 84 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	18,5 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	134 t

Příslušenství: jeden motor, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing)

Automobilový jeřáb LTM 1500-8.1 [74]*Obr. 8.7 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1500-8.1 od společnosti Liebherr [76]*

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	500 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	16,1 - 84 m
Přídavné příhradové nástavce:	6 - 91 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	18,1 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	165 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb LTM 1650-8.1 [74]*Obr. 8.8 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1650-8.1 od společnosti Liebherr [105]*

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	700 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	16,7 – 80 m
Přídavné příhradové nástavce:	6 – 91 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	19,6 x 3 x 3,8 m
Maximální možné protizávaží:	175 t

Príslušenství: jeden motor, odnímatelné zadní podpěry, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb LTM 1750-9.1 [74]

Obr. 8.9 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1750-9.1 od společnosti Liebherr [82]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	800 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	16,3 - 52 m
Přídavné příhradové nástavce:	6 - 91 m
Počet náprav:	9
Rozměry vozidla (d x š x v):	20,9 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	204 t

Příslušenství: Dva motory, odnímatelné všechny podpěry, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb LTM 11200-9.1 [74]

Obr. 8.10 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 11200-9.1 od společnosti Liebherr [81]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	1200 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	18,3 - 100 m
Přídavné příhradové nástavce:	6,5 - 126 m
Počet náprav:	9
Rozměry vozidla (d x š x v):	19,9 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	202 t

Příslušenství: Dva motory, demontovatelný výložník, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

PŘÍHRADOVÉ AUTOMOBILOVÉ JEŘÁBY:**Automobilový jeřáb LG 1750 [31]**

Obr. 8.11 Příhradový automobilový jeřáb LG 1750 od společnosti Liebherr [77]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	750 t / 7 m
Maximální výška zdvihu:	193 m
Délka základního příhradového výložníku:	21 - 140 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	19,2 x 3 x 5,5 m
Maximální možné protizávaží:	650 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), superlift

Firma Liebherr dříve vyráběla modely s označením LTM 1200-5.1, LTM 1220-5.1, LTM 1225-5.1, LTM 1250-6.1, LTM 1300-6.1, LTM 1800-8.1, LG 1320, LG 1550, které se v současné době stále používají. Od konstrukce těchto modelů se upustilo, buď z důvodu jejich pracovního nasazení při práci, nebo proto, že z těchto modelů vychází všechna nabízená současná koncepční řešení zmíněná výše. Liší se pouze malými konstrukčními změnami (zvýšení nebo snížení nosnosti, přidání nebo odebrání počtu náprav). Například model s označením LTM 1225-5.1 byl předchůdcem současně nabízeného modelu s označením LTM 1230-5.1. Z výše uvedených modelů jsou zde uvedeny pouze dva, neboť s nimi autor práce přišel do styku na stavbách.

TELESKOPICKÉ AUTOMOBILOVÉ JEŘÁBY**Automobilový jeřáb LTM 1200-5.1 [78]**

Obr. 8.12 Teleskopický automobilový jeřáb LTM 1200-5.1 od společnosti Liebherr [78]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	200 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,2 – 72 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,4 – 36 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,4 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	72 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

PŘÍHRADOVÉ AUTOMOBILOVÉ JEŘÁBY**Automobilový jeřáb LG 1550 [79]**

Obr. 8.13 Příhradový automobilový jeřáb LG 1550 od společnosti Liebherr [80]

Maximální nosnost při minimálním vyložení:	550 t / 4,5 m
Maximální výška zdvihu:	186 m
Délka základního příhradového výložníku:	21 - 105 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	17,9 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	410 t

Příslušenství: Dva motory, společný podvozek pro LG 1550 a LTM 1800, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), superlift

8.2 TADANO LIMITED

Společnost Tadano Limited na svých internetových stránkách uvádí odkaz nazvaný produkty. Po rozbalení tohoto odkazu se Vám nabídne možnost otevřít další odkazy. Pro tuto práci jsou důležité odkazy s názvy All Terrain Cranes a Truck Cranes. Po kliknutí na tyto odkazy budete přesměrováni na internetové stránky dceřiných společností této firmy. Odkaz All Terrain Cranes přesměruje na internetové stránky Tadano Demag a odkaz Truck Cranes přesměruje na internetové stránky Tadano Faun [84].

8.2.1 TADANO FAUN GMBH

Tadano Faun se zabývá výrobou pouze teleskopických jeřábů. Výrobu automobilových jeřábů tato společnost rozděluje do tří etap. Tyto etapy nesou názvy Euromot 3A/3B, EU Stage IV. a EU Stage V. Firma všechny své modely značí ATF s číselným označením, které specifikuje danou etapu. Označení v etapě Euromot 3A/3B je ATF xxxG-5 EM 3A/B, v etapě EU Stage IV. je ATF xxxG-8 a v etapě EU Stage V. je ATF-xxx-5.1. Místa označená xxx udávají nosnost daného typu. Rozdíl mezi těmito etapami spočívá jednak v použitém motoru a také v tom, že plynutím doby nastával vývoj a zdokonalení stávajících konstrukcí a systémů. To znamená, že například v roce 2006 firma zkonstruovala automobilový jeřáb ATF 220G-5 EM 3B, který spadá do etapy Euromot 3A/3B. Postupem času se však vyvinul systém, který je lepší než předchozí. V dnešní době jsou hlediskem také emise, proto se u některých modelů nahrazují silné motory za slabší, které danému modelu za stejných podmínek stačí. Za těchto předpokladů byl v roce 2015 zkonstruován nový model s označením ATF-220-5.1, který se řadí do vývojové etapy EU Stage V. a je upraven dle výše zmíněných kritérií. Další označení, které firma uvádí (HK a GTC) je pro mobilní jeřáby odlišné konstrukce, které spadají do kategorie nosnosti pod 200 tun nebo pro jeřáby na pásovém podvozku [83].

EUROMOT 3A/3B:

Automobilový jeřáb ATF 220G-5 EM 3B [83]



Obr. 8.14 Teleskopický automobilový jeřáb ATF 220G-5 EM 3B od společnosti Tadano Faun [106]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	220 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	13,2 - 68 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,4 – 37,2 m
Počet náprav:	5

Rozměry vozidla (d x š x v): 13,5 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží: 71 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb ATF 400G-6 EM 3B [83]



Obr. 8.15 Teleskopický automobilový jeřáb ATF 400G-6 EM 3B od společnosti Tadano Faun [107]

Max. nosnost při minimálním vyložení: 400 t / 2,7 m
Délka teleskopického výložníku: 15 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce: 5,5 – 78,5 m
Počet náprav: 6
Rozměry vozidla (d x š x v): 15,6 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží: 138 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

EU STAGE IV:

V této etapě se vývojový inženýři zaměřili na změnu designu zejména kabiny řidiče, ale i dalších prvků. Dalšími změnami jsou rozměry stroje, upravení válců v motoru a jejich regulace výkonu.

Automobilový jeřáb ATF 200G-5 [85]



Obr. 8.16 Teleskopický automobilový jeřáb ATF 200G-5 od společnosti Tadano Faun [108]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	200 t / 2,7 m
Délka teleskopického výložníku:	13,2 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,8 - 36 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,5 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží:	50 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb ATF 220G-5 [85]



Obr. 8.17 Teleskopický automobilový jeřáb ATF 220G-5 od společnosti Tadano Faun [109]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	220 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	13,2 - 68 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,8 - 36 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,5 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží:	71 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb ATF 400G-6 [85]



Obr. 8.18 Teleskopický automobilový jeřáb ATF 400G-6 od společnosti Tadano Faun [110]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	400 t / 2,7 m
Délka teleskopického výložníku:	15 - 60 m

Přídavné příhradové nástavce:	5,5 – 78,5 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,9 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží:	136 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb ATF 600G-8 [85]



Obr. 8.19 Teleskopický automobilový jeřáb ATF 600G-8 od společnosti Tadano Faun [111]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	600 t / 3,5 m
Délka teleskopického výložníku:	15,3 - 56 m
Přídavné příhradové nástavce:	11,5 – 94 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	21,7 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží:	180 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing)

EU STAGE V:

U této etapy nastaly změny nepatrné, které na první pohled nejsou zřejmé, proto zde nejsou uvedeny ilustrační obrázky. Jednalo se o rozměrové úpravy stroje, úpravu výkonu motoru a změny v řídicím systému.

Automobilový jeřáb ATF-200-5.1 [86]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	200 t / 2,7 m
Délka teleskopického výložníku:	13,2 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,8 - 36 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,7 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží:	50 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb ATF-220-5.1 [86]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	220 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	13,2 - 68 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,8 - 36 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,7 x 3 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží:	71 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

8.2.2 TADANO DEMAG GMBH

Tadano Demag se věnuje výrobě teleskopických a příhradových jeřábů. Konceptní řešení se samotným příhradovým výložníkem však aplikuje pouze na pásové podvozky. Automobilové jeřáby firma označuje písemným označením AC s číselným označením, které udává maximální nosnost stroje a počet náprav. Například autojeřáb označený AC 220-5 udává, že jeho maximální nosnost je 220 tun a obsahuje pět náprav. Běžně jsou tyto jeřáby na stavbách označeny názvem TEREX DEMAG (již zmíněné obchodní změny v kapitole 5.2.2). Jiná označení, které firma uvádí (AC CITY a CC) je pro jeřáby s jinou koncepcí spadající do menší nosnosti a pro jeřáby na pásovém podvozku [87].

Automobilový jeřáb AC 220-5 [87]

Obr. 8.20 Teleskopický automobilový jeřáb AC 220-5 od společnosti Tadano Demag [88]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	220 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	12,8 - 78 m
Přídavné příhradové nástavce:	12 – 21 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,3 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	70,2 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb AC 250-5 [87]

Obr. 8.21 Teleskopický automobilový jeřáb AC 250-5 od společnosti Tadano Demag [89]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	250 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	12,7 - 70 m
Přídavné příhradové nástavce:	11,4 – 45 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,3 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	70,2 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb AC 300-6 [87]

Obr. 8.22 Teleskopický automobilový jeřáb AC 300-6 od společnosti Tadano Demag [90]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	300 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	14,5 - 80 m
Přídavné příhradové nástavce:	4,6 - 63 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,3 x 3,1 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	93,8 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing)

Automobilový jeřáb AC 350-6 [87]

Obr. 8.23 Teleskopický automobilový jeřáb AC 350-6 od společnosti Tadano Demag [91]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	350 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	13,7 - 64 m
Přídavné příhradové nástavce:	9 - 72 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15 x 3,1 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	116,7 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb AC 500-8 [87]

Obr. 8.24 Teleskopický automobilový jeřáb AC 500-8 od společnosti Tadano Demag [112]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	500 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	14,7 - 56 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,7 – 90 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	17,1 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	180 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb AC 700-9 [87]

Obr. 8.25 Teleskopický automobilový jeřáb AC 700-9 od společnosti Tadano Demag [89]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	700 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	15,5 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce:	5,7 – 96 m
Počet náprav:	9
Rozměry vozidla (d x š x v):	18,6 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	160 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb AC 1000-9 [87]

Obr. 8.26 Teleskopický automobilový jeřáb AC 1000-9 od společnosti Tadano Demag [113]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	1200 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	13,5 – 100 m
Přídavné příhradové nástavce:	8 - 126 m
Počet náprav:	9
Rozměry vozidla (d x š x v):	20,6 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	228 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

8.3 MANITOWOC GROVE

Společnost Manitowoc Grove označuje výrobu teleskopických automobilových jeřábů písemným označením GMK s číselným označením, které specifikuje počet náprav a maximální nosnost stroje. V současné době je například nabízený model s označením GMK5200-1. Číselné označení nám specifikuje: první číslo je počet náprav a další tři čísla označují maximální nosnost stroje. U některých modelů stejné nosnosti výrobce udává další písmeno (L a XL), které specifikuje délku výložníku. Další číslo psané přes pomlčku vyjadřuje sérii produktů. Firma Manitowoc Grove se také zabývá výrobou příhradových mobilních jeřábů, které využívá pouze na pásovém podvozku. Ty se označují písmenným označením MLC nebo pod samotným číselným označením [35].

Automobilový jeřáb GMK5200-1 [35]



Obr. 8.27 Teleskopický automobilový jeřáb GMK5200-1 od společnosti Manitowoc Grove [35]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	200 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,7 – 64 m
Přídavné příhradové nástavce:	8,1 - 34 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,6 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	70 t

Príslušenství: Jeden motor, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb GMK5250L-1 [35]

Obr. 8.28 Teleskopický automobilový jeřáb GMK5250L-1 od společnosti Manitowoc Grove [35]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	250 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,3 – 70 m
Přídavné příhradové nástavce:	12,5 - 37 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,7 x 3 x 3,8 m
Maximální možné protizávaží:	80 t

Příslušenství: Jeden motor, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb GMK5250XL-1 [35]

Obr. 8.29 Teleskopický automobilový jeřáb GMK5250XL-1 od společnosti Manitowoc Grove [35]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	250 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,4 – 79 m
Přídavné příhradové nástavce:	11,2 – 33,8 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,7 x 3 x 3,8 m
Maximální možné protizávaží:	80 t

Příslušenství: Jeden motor, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb GMK6300L-1 [35]

Obr. 8.30 Teleskopický automobilový jeřáb GMK6300L-1 od společnosti Manitowoc Grove [35]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	300 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	15,6 - 80 m
Přídavné příhradové nástavce:	12 - 37 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,7 x 3 x 3,8 m
Maximální možné protizávaží:	92,5 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb GMK6400 [35]

Obr. 8.31 Teleskopický automobilový jeřáb GMK6400 od společnosti Manitowoc Grove [35]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	400 t / 2,4 m
Délka teleskopického výložníku:	15,4 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce:	12 - 79 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,7 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	135 t

Príslušenství: Jeden motor, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb GMK7550 [35]

Obr. 8.32 Teleskopický automobilový jeřáb GMK7550 od společnosti Manitowoc Grove [35]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	550 t / 2,4 m
Délka teleskopického výložníku:	16 - 60 m
Přídavné příhradové nástavce:	12 - 79 m
Počet náprav:	7
Rozměry vozidla (d x š x v):	16,9 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	160 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

8.4 LINK-BELT

Link-Belt nabízí velké množství typů automobilových jeřábů, ale většina z nich je malé nosnosti nebo na pásovém podvozku. Teleskopické automobilové jeřáby nad 200 tun dosud zkonstruovala pouze dva. Jsou uvedeny pod označením ATC. Firma Link-Belt je druhou společností, která se zabývá výrobou příhradových jeřábů umístěných i na automobilovém podvozku, avšak dosud zkonstruovala pouze pár modelů, jejichž maximální nosnost nepřesahuje 160 tun. V současné době nabízí pouze jediný model označený HC-238H II, který má maximální nosnost 150 tun. Další označení (RTC, HTC, HTT, HSL, TCC), které firma uvádí je pro autojeřáby menší nosnosti nebo pro jeřáby umístěné na pásovém podvozku [93].

Automobilový jeřáb ATC-3210 [94]

Obr. 8.33 Teleskopický automobilový jeřáb ATC-3210 od společnosti Link-Belt [95]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	210 t / 2,4 m
Délka teleskopického výložníku:	13,5 - 61 m
Přídavné příhradové nástavce:	3,6 – 36 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,6 x 2,7 x 3,8 m
Maximální možné protizávaží:	52,4 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb ATC-3275 [94]



Obr. 8.34 Teleskopický automobilový jeřáb ATC-3275 od společnosti Link-Belt [96]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	250 t / 2,5 m
Délka teleskopického výložníku:	13,3 - 68 m
Přídavné příhradové nástavce:	12,2 – 36 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,6 x 2,7 x 3,9 m
Maximální možné protizávaží:	71 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

8.5 SANY

Sany se zabývá výrobou teleskopických a příhradových mobilních jeřábů. Samotným příhradovým výložníkem ovšem osazuje pouze jeřáby na pásovém podvozku. SAC je označení pro teleskopické automobilové jeřáby. Písemné označení je opět doplněno číselným, které vyjadřuje maximální nosnost stroje. Další označení (SPC, STC, SRC, SCC), které firma uvádí je pro autojeřáby menší nosnosti nebo pro jeřáby umístěné na pásovém podvozku [97].

Automobilový jeřáb SAC2200S [97]

Obr. 8.35 Teleskopický automobilový jeřáb SAC2200S od společnosti Sany [97]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	220 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,1 - 68 m
Přídavné příhradové nástavce:	12,2 – 43 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,8 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	76,5 t

Příslušenství: Jeden motor, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb SAC2500S [97]

Obr. 8.36 Teleskopický automobilový jeřáb SAC2500S od společnosti Sany [97]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	250 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,8 - 73 m
Přídavné příhradové nástavce:	12,2 – 43 m
Počet náprav:	5
Rozměry vozidla (d x š x v):	13,6 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	80 t

Příslušenství: Jeden motor, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb SAC3000S [97]

Obr. 8.37 Teleskopický automobilový jeřáb SAC3000S od společnosti Sany [97]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	300 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	15,4 – 81 m
Přídavné příhradové nástavce:	6 - 42 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,4 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	140 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, Y systém

Automobilový jeřáb SAC3500S [97]

Obr. 8.38 Teleskopický automobilový jeřáb SAC3500S od společnosti Sany [97]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	350 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	15 - 70 m
Přídavné příhradové nástavce:	6 - 78 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	15,8 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	100 t

Príslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb SAC4500S [97]*Obr. 8.39 Teleskopický automobilový jeřáb SAC4500S od společnosti Sany [97]*

Max. nosnost při minimálním vyložení:	450 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	16,1 - 84 m
Přídavné příhradové nástavce:	6 - 78 m
Počet náprav:	6
Rozměry vozidla (d x š x v):	16,6 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	142 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb SAC6000 [97]*Obr. 8.40 Teleskopický automobilový jeřáb SAC6000 od společnosti Sany [97]*

Max. nosnost při minimálním vyložení:	600 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	17,1 - 90 m
Přídavné příhradové nástavce:	12 - 90 m
Počet náprav:	8
Rozměry vozidla (d x š x v):	18,9 x 3 x 4 m
Maximální možné protizávaží:	165 t

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

8.6 XCMG

XCMG se rovněž zabývá výrobou teleskopických a příhradových mobilních jeřábů. Samotný příhradový výložník upevňuje pouze na jeřáby na pásovém podvozku. Firma své modely označuje QAY s dalším číselným označením, které udává nosnost stroje. V současné době společnost nabízí teleskopické automobilové jeřáby s nosnostmi 200, 220, 240, 260, 300, 400, 500, 800, 1200 tun. U této firmy jsou uvedeny pouze tři modely z důvodu, že firma neposkytuje na internetu běžně dostupné technické a rozměrové parametry, které jsou využívány v této práci. Uvedené tři modely mají za úkol čtenáři nastínit svůj vzhled a přibližný typ konstrukce [98].

Automobilový jeřáb QAY240 [98]



Obr. 8.41 Teleskopický automobilový jeřáb QAY240 od společnosti XCMG [114]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	240 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	13,2 - 67 m
Přídavné příhradové nástavce:	11,5 - 36 m
Počet náprav:	6

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení

Automobilový jeřáb QAY300 [98]



Obr. 8.42 Teleskopický automobilový jeřáb QAY300 od společnosti XCMG [99]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	300 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	15,4 - 61 m
Přídavné příhradové nástavce:	10 - 28 m
Počet náprav:	7

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

Automobilový jeřáb QAY500 [98]



Obr. 8.43 Teleskopický automobilový jeřáb QAY500 od společnosti XCMG [115]

Max. nosnost při minimálním vyložení:	500 t / 3 m
Délka teleskopického výložníku:	16,1 - 84 m
Přídavné příhradové nástavce:	10 - 50 m
Počet náprav:	8

Příslušenství: Dva motory, přímé prodloužení, kyvné prodloužení (luffing), Y systém

9 POROVNÁNÍ MODELŮ

Tato kapitola se zabývá porovnáním jednotlivých koncepčních řešení, které v současné době výrobci nabízí. Všechny modely automobilových jeřábů, které jsou zde porovnávány, byly uvedeny v kapitole 8. Pouze produkty od společnosti XCMG zde nejsou zahrnuty z důvodu, že na internetu nejsou běžně dostupné všechny parametry, podle kterých jsou modely porovnávány.

Nejprve je provedeno porovnání dle třech hlavních parametrů, které jsou důležitými informacemi při výběru vhodného typu jeřábu pro danou zakázku. Jedná se o maximální nosnost, maximální výšku zdvihu a maximální vyložení ramene. Toto porovnání je provedeno pro deset nejtěžších automobilových jeřábů, dále pro automobilové jeřáby nosnosti 250 a 300 tun, kde se každý výrobce zabývá výrobou alespoň jednoho typu autojeřábu. Toto porovnání je založené na základě seřazení maximálních hodnot od nejlepších po nejhorší.

Další část této kapitoly je zaměřena na porovnání jednotlivých koncepčních řešení pomocí dosazení porovnávaných parametrů do poměrových a momentových veličin. Díky tomuto dosazení je dosaženo odlišného porovnání, které je vhodné k porovnání jednak mezi jednotlivými modely, ale také k porovnání účinnosti samotného automobilového jeřábu.

V příloze II je uvedeno přehledné tabulkové uspořádání, ve kterém se nachází vzestupné seřazení (podle maximální nosnosti) všech modelů uvedených v kapitole 8. Z tohoto tabulkového uspořádání jsou tvořeny všechny tabulky, které se nachází v této kapitole. Dalším důvodem tvorby tohoto tabulkového uspořádání je větší přehled, lepší orientace a rychlejší porovnání všech modelů zmíněných v této práci.

9.1 POROVNÁNÍ DLE MAXIMÁLNÍ NOSNOSTI

Tab. 9.1 Sestupné seřazení 10 nejtěžších automobilových jeřábů podle velikosti maximální nosnosti při určitém vyložení

Výrobce	Název modelu	Typ automobilového jeřábu	Max. nosnost/vyložení [t / m]
Liebherr	LTM 11200-9.1	Teleskopický	1200 / 2,5
Tadano Demag	AC 1000-9	Teleskopický	1200 / 2,5
Liebherr	LTM 1750-9.1	Teleskopický	800 / 3
	LG 1750	Příhradový	750 / 7
Tadano Demag	AC 700-9	Teleskopický	700 / 2,5
Liebherr	LTM 1650-8.1	Teleskopický	700 / 3
Tadano Faun	ATF 600G-8	Teleskopický	600 / 3,5
Sany	SAC6000	Teleskopický	600 / 3
Liebherr	LG 1550	Příhradový	550 / 4,5
Manitowoc Grove	GMK7550	Teleskopický	550 / 2,4

9.2 POROVNÁNÍ DLE MAXIMÁLNÍ VÝŠKY ZDVIHU

Tab. 9.2 Sestupné seřazení 10 nejtěžších automobilových jeřábů podle maximální výšky zdvihu a maximální nosnosti, kterou jsou schopni v této výšce zvednout

Výrobce	Název modelu	Typ automobilového jeřábu	Max. výška zdvihu/nosnost [m / t]
Liebherr	LG 1750	Příhradový	193 / 30,5
	LTM 11200-9.1	Teleskopický	188 / 6,3
	LG 1550	Příhradový	186 / 28
Tadano Demag	AC 1000-9	Teleskopický	163 / 9,3
Liebherr	LTM 1750-9.1	Teleskopický	154 / 7,8
	LTM 1650-8.1	Teleskopický	153 / n
Tadano Demag	AC 700-9	Teleskopický	150 / 8,1
Tadano Faun	ATF 600G-8	Teleskopický	147 / 9,4
Sany	SAC6000	Teleskopický	146 / 7,2
Manitowoc Grove	GMK7550	Teleskopický	135 / 15,2

Tab. 9.3 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 250 tun podle maximální výšky zdvihu a maximální nosnosti, kterou jsou schopni v této výšce zvednout

Výrobce	Název modelu	Max. výška zdvihu/nosnost [m / t]
Manitowoc Grove	GMK5250XL-1	110 / 2,4
Sany	SAC2500S	110 / 1,7
Tadano Demag	AC 250-5	108 / 3,1
Liebherr	LTM 1250-5.1	108 / 2,5
Manitowoc Grove	GMK5250L-1	107 / 2,2
Link-Belt	ATC-3275	104 / 2,4

Tab. 9.4 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 300 tun podle maximální výšky zdvihu a maximální nosnosti, kterou jsou schopni v této výšce zvednout

Výrobce	Název modelu	Max. výška zdvihu/nosnost [m / t]
Tadano Demag	AC 300-6	119 / 2,8
Manitowoc Grove	GMK6300L-1	118 / 2,1
Liebherr	LTM 1300-6.2	114 / 1,9
Sany	SAC3000S	112 / 4,7

9.3 POROVNÁNÍ DLE MAXIMÁLNÍHO VYLOŽENÍ

Tab. 9.5 Sestupné seřazení 10 nejtěžších automobilových jeřábů podle maximálního vyložení ramene a maximální nosnosti, kterou jsou schopni v této vzdálenosti zvednout

Výrobce	Název modelu	Typ automobilového jeřábu	Max. vyložení/nosnost [m / t]
Liebherr	LG 1750	Příhradový	136 / 7,7
	LTM 11200-9.1	Teleskopický	136 / 1,9
Tadano Demag	AC 1000-9	Teleskopický	130 / 2,7
Liebherr	LG 1550	Příhradový	124 / 2,3
	LTM 1750-9.1	Teleskopický	112 / 3,8
Tadano Demag	AC 700-9	Teleskopický	110 / 3,8
Liebherr	LTM 1650-8.1	Teleskopický	110 / n
Manitowoc Grove	GMK7550	Teleskopický	108 / 3,2
Tadano Faun	ATF 600G-8	Teleskopický	104 / 2,3
Sany	SAC6000	Teleskopický	102 / 3,3

Tab. 9.6 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 250 tun podle maximálního vyložení ramene a maximální nosnosti, kterou jsou schopni v této vzdálenosti zvednout

Výrobce	Název modelu	Max. vyložení/nosnost [m / t]
Liebherr	LTM 1250-5.1	96 / 1
Manitowoc Grove	GMK5250XL-1	88 / 1
	GMK5250L-1	88 / 0,9
Sany	SAC2500S	84 / 1,1
Link-Belt	ATC-3275	82 / 1
Tadano Demag	AC 250-5	78 / 1,3

Tab. 9.7 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 300 tun podle maximálního vyložení ramene a maximální nosnosti, kterou jsou schopni v této vzdálenosti zvednout

Výrobce	Název modelu	Max. vyložení/nosnost [m / t]
Liebherr	LTM 1300-6.2	94 / 1,1
Manitowoc Grove	GMK6300L-1	94 / 0,9
Sany	SAC3000S	86 / 1,2
Tadano Demag	AC 300-6	86 / 1

9.4 POROVNÁNÍ DLE POMĚROVÝCH A MOMENTOVÝCH VELIČIN

Odlišné porovnání, které je možné provést, je porovnání pomocí poměrových a momentových veličin. Principem poměrových a momentových veličin jsou chytře sestavené vzorce, které nabízí jiný úhel pohledu na porovnání mezi jednotlivými modely. Do vzorců jsou dosazeny tři hlavní parametry použité výše (maximální nosnost, maximální výška zdvihu a maximální vyložení) a jsou založeny na principu násobení a dělení. Tímto způsobem vzniknou poměrové nebo momentové veličiny, které nabízí odlišné seřazení maximálních hodnot od nejlepších po nejhorší.

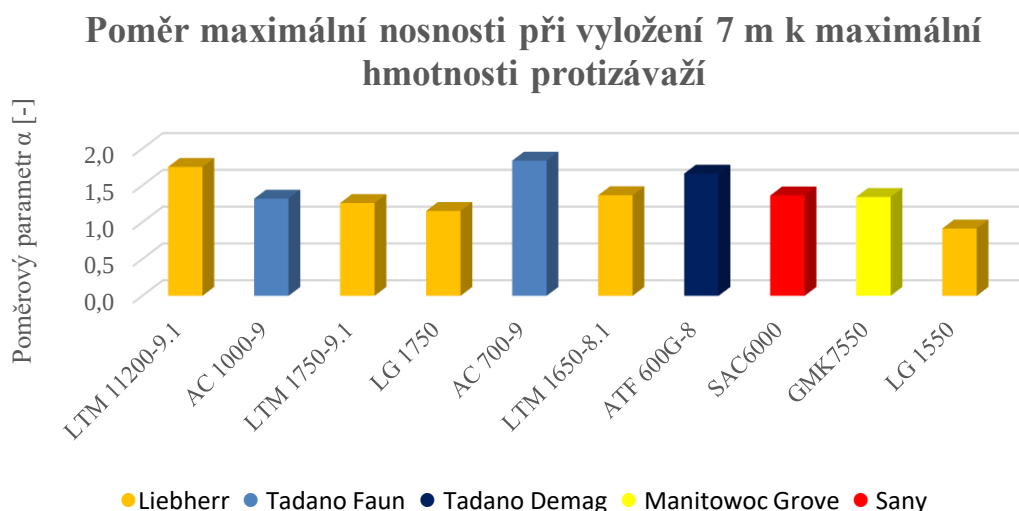
9.4.1 DOSAZENÍ HMOTNOSTNÍCH PARAMETRŮ

Poměrový parametr α vyjadřuje poměr maximální nosnosti stroje k maximální hmotnosti protizávaží. Tento parametr má za úkol upřesnit poměr nosnosti jeřábu s ohledem k ekonomickým nákladům na jeho přistavení (více protizávaží = vyšší náklady na kamionovou dopravu). Z důvodu objektivního výpočtu je parametr minimálního vyložení použit dle typu s nejvyšší minimální vzdáleností.

$$\text{Poměrový parametr } \alpha = \frac{\text{Maximální nosnost při určitém vyložení}}{\text{Maximální hmotnost protizávaží}} [-]$$

Tab. 9.8 Sestupné seřazení 10 nejtěžších automobilových jeřábů podle poměru maximální nosnosti při vyložení 7 metrů k maximální hmotnosti protizávaží

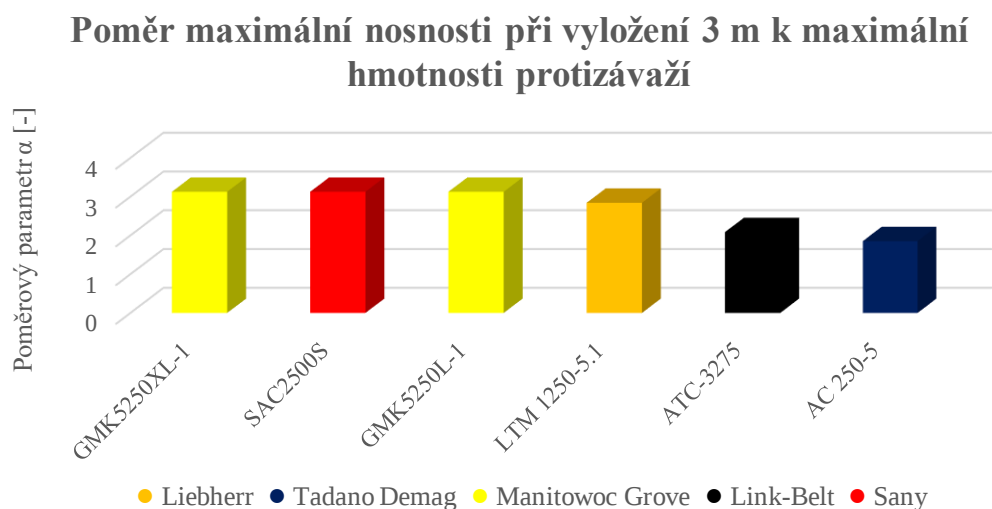
Výrobce	Název modelu	Typ automobilového jeřábu	Max. nosnost/ vyložení [t / m]	Nosnost při vyložení 7 m [t]	Max. hmotnost protizávaží [t]	Poměrový parametr α [-]
Tadano Demag	AC 700-9	Teleskopický	700 / 2,5	294,0	160	1,838
Liebherr	LTM 11200-9.1	Teleskopický	1200 / 2,5	354,0	202	1,752
Tadano Faun	ATF 600G-8	Teleskopický	600 / 3,5	299,0	180	1,661
Liebherr	LTM 1650-8.1	Teleskopický	700 / 3	239,3	175	1,367
Sany	SAC6000	Teleskopický	600 / 3	225,0	165	1,364
Manitowoc Grove	GMK7550	Teleskopický	550 / 2,4	215,0	160	1,344
Tadano Demag	AC 1000-9	Teleskopický	1200 / 2,5	301,0	228	1,320
Liebherr	LTM 1750-9.1	Teleskopický	800 / 3	257,2	204	1,261
	LG 1750	Příhradový	750 / 7	750,0	650	1,154
	LG 1550	Příhradový	550 / 4,5	375,0	410	0,915



Obr. 9.1 Grafické znázornění poměrového parametru α pro 10 nejtěžších automobilových jeřábů

Tab. 9.9 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 250 tun podle poměru maximální nosnosti při vyložení 3 metry k maximální hmotnosti protizávaží

Výrobce	Název modelu	Max. nosnost/vyložení [m / t]	Nosnost při vyložení 3 m [t]	Max. hmotnost protizávaží [t]	Poměrový parametr α [-]
Manitowoc Grove	GMK5250XL-1	250 / 3	250	80,0	3,125
Sany	SAC2500S	250 / 3	250	80,0	3,125
Manitowoc Grove	GMK5250L-1	250 / 3	250	80,0	3,125
Liebherr	LTM 1250-5.1	250 / 3	250	88,0	2,841
Link-Belt	ATC-3275	250 / 2,5	148	71,0	2,085
Tadano Demag	AC 250-5	250 / 2,5	130	70,2	1,852

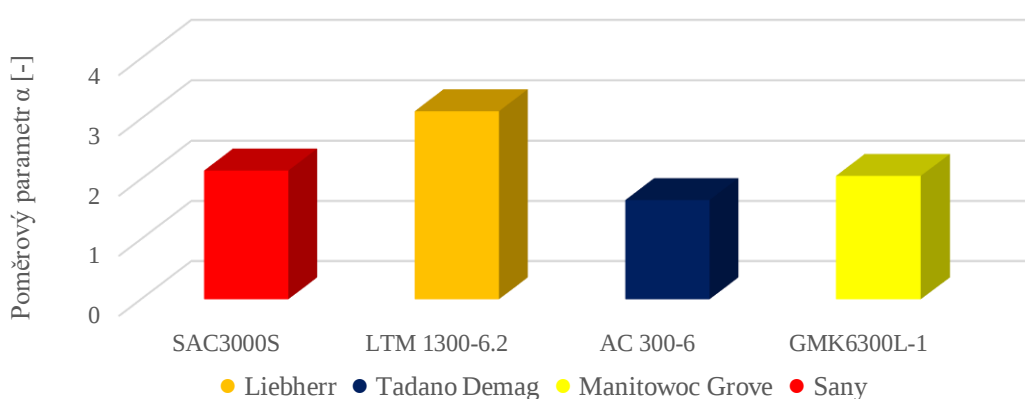


Obr. 9.2 Grafické znázornění poměrového parametru α pro automobilové jeřáby nosnosti 250 tun

Tab. 9.10 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 300 tun podle poměru maximální nosnosti při vyložení 3 metry k maximální hmotnosti protizávaží

Výrobce	Název modelu	Max. nosnost/vyložení [m / t]	Nosnost při vyložení 3 m [t]	Max. hmotnost protizávaží [t]	Poměrový parametr α [-]
Liebherr	LTM 1300-6.2	300 / 3	300	96,0	3,125
Sany	SAC3000S	300 / 3	300	140,0	2,143
Manitowoc Grove	GMK6300L-1	300 / 2,5	190	92,5	2,054
Tadano Demag	AC 300-6	300 / 2,5	155	93,8	1,652

Poměr maximální nosnosti při vyložení 3 m k maximální hmotnosti protizávaží



Obr. 9.3 Grafické znázornění poměrového parametru α pro automobilové jeřáby nosnosti 300 tun

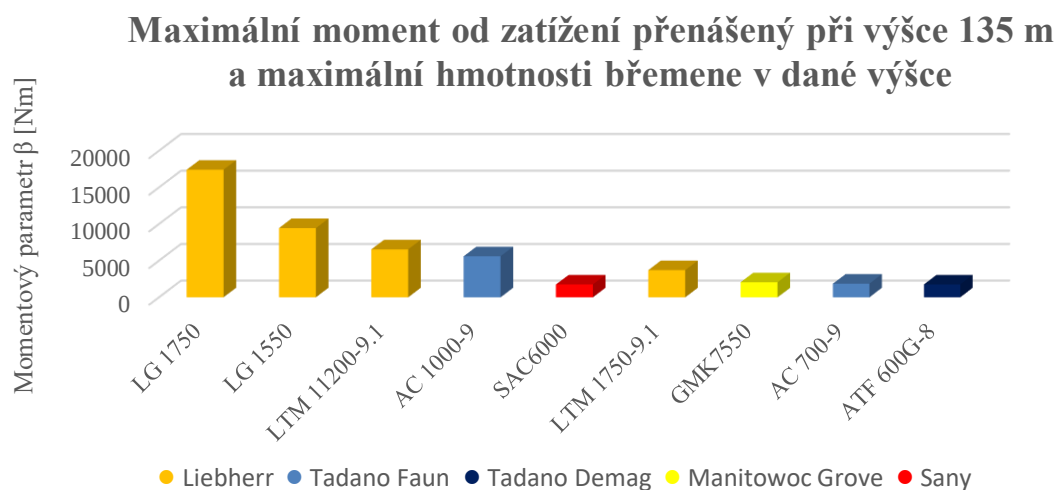
9.4.2 DOSAZENÍ HMO TNOSTNÍCH A ROZMĚROVÝCH PARAMETRŮ

Momentový parametr β vyjadřuje maximální moment od zatížení. Tento parametr je počítán jako součin při určité výšce zdvihu a hmotnosti břemene, kterou je v dané poloze automobilový jeřáb schopen zvednout. Tyto parametry jsou odlišné pro každý automobilový jeřáb, ale výsledné maximální momenty je vhodné mezi sebou porovnat z důvodu ideálního zvolení daného programu, případně použití daného typu stroje (různé nastavení délky ramene, případně typ stroje má vliv na chování výložníku při zatěžování a odlehčování břemenem – změna průhybu ramene). Z důvodu objektivního výpočtu je počítáno s délkou ramene automobilového jeřábu s nejkratším výložníkem, což je střední parametr u delších výložníků.

Momentový parametr β = Maximální výška zdvihu * hmotnost břemene [Nm]

Tab. 9.11 Sestupné seřazení 10 nejtěžších automobilových jeřábů podle maximálního momentu od zatížení, který je přenášen při výšce 135 metrů a maximální hmotnosti břemene, kterou jsou schopni v dané výšce zvednout

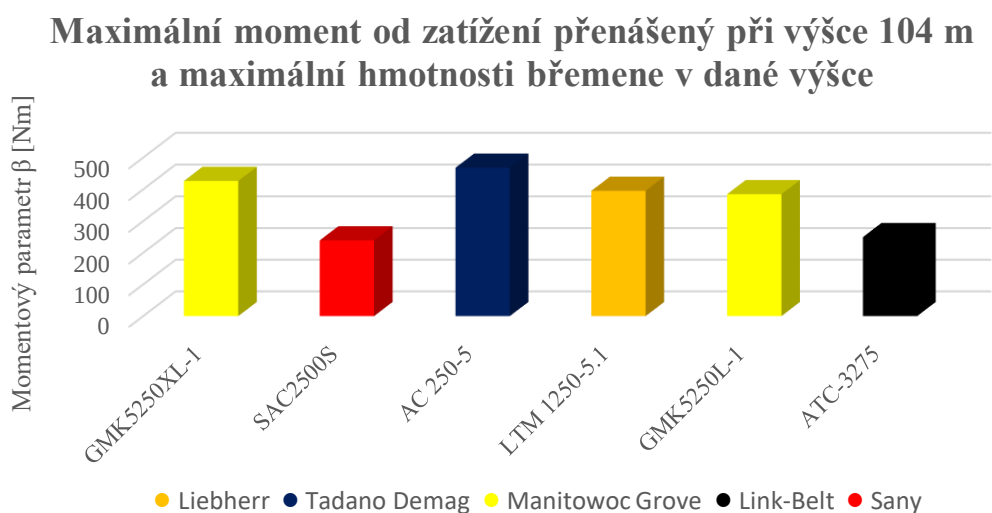
Výrobce	Název modelu	Typ automobilového jeřábu	Max. výška zdvihu/nosnost [m / t]	Nosnost při výšce zdvihu 135 m [t]	Momentový parametry β [Nm]
Liebherr	LTM 1650-8.1	Teleskopický	153 / n	n	nelze vypočítat
	LG 1750	Příhradový	193 / 30,5	129,0	17415,0
	LG 1550	Příhradový	186 / 28	70,0	9450,0
	LTM 11200-9.1	Teleskopický	188 / 6,3	48,5	6547,5
Tadano Demag	AC 1000-9	Teleskopický	163 / 9,3	41,5	5602,5
Liebherr	LTM 1750-9.1	Teleskopický	154 / 7,8	27,5	3712,5
Manitowoc Grove	GMK7550	Teleskopický	135 / 15,2	15,2	2052,0
Tadano Demag	AC 700-9	Teleskopický	150 / 8,1	13,8	1863,0
Tadano Faun	ATF 600G-8	Teleskopický	147 / 9,4	13,0	1755,0
Sany	SAC6000	Teleskopický	146 / 7,2	13,0	1755,0



Obr. 9.4 Grafické znázornění momentového parametru β pro 10 nejtěžších automobilových jeřábů

Tab. 9.12 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 250 tun podle maximálního momentu od zatížení, který je přenášen při výšce 104 metrů a maximální hmotnosti břemene, kterou jsou schopni v dané výšce zvednout

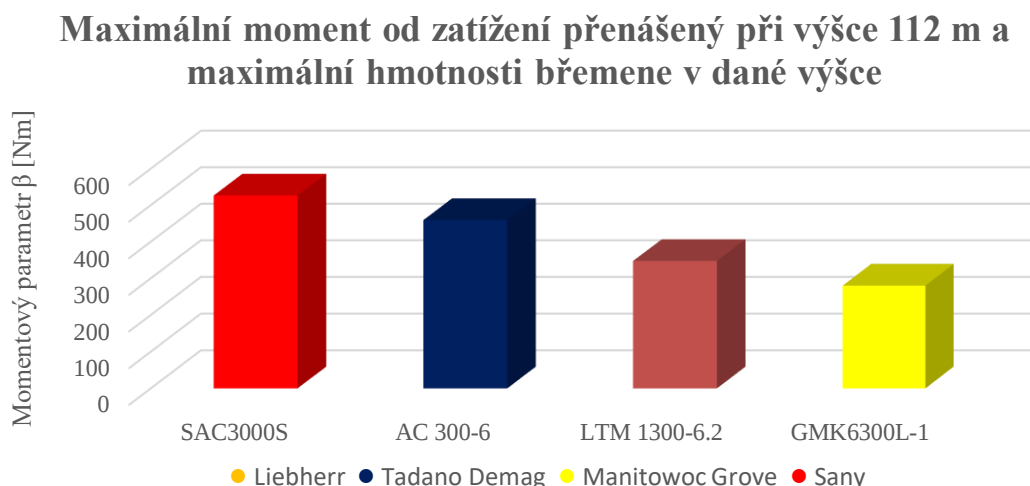
Výrobce	Název modelu	Max. výška zdvihu/nosnost [m / t]	Nosnost při výšce zdvihu 104 m [t]	Momentový parametry β [Nm]
Tadano Demag	AC 250-5	108 / 3,1	4,5	468,0
Manitowoc Grove	GMK5250XL-1	110 / 2,4	4,1	426,4
Liebherr	LTM 1250-5.1	108 / 2,5	3,8	395,2
Manitowoc Grove	GMK5250L-1	107 / 2,2	3,7	384,8
Link-Belt	ATC-3275	104 / 2,4	2,4	249,6
Sany	SAC2500S	110 / 1,7	2,3	239,2



Obr. 9.5 Grafické znázornění momentového parametru β pro automobilové jeřáby nosnosti 250 tun

Tab. 9.13 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 300 tun podle maximálního momentu od zatížení, který je přenášen při výšce 112 metrů a maximální hmotnosti břemene, kterou jsou schopni v dané výšce zvednout

Výrobce	Název modelu	Max. výška zdvihu/nosnost [m / t]	Nosnost při výšce zdvihu 112 m [t]	Momentový parametry β [Nm]
Sany	SAC3000S	112 / 4,7	4,7	526,4
Tadano Demag	AC 300-6	119 / 2,8	4,1	459,2
Liebherr	LTM 1300-6.2	114 / 1,9	3,1	347,2
Manitowoc Grove	GMK6300L-1	118 / 2,1	2,5	280,0



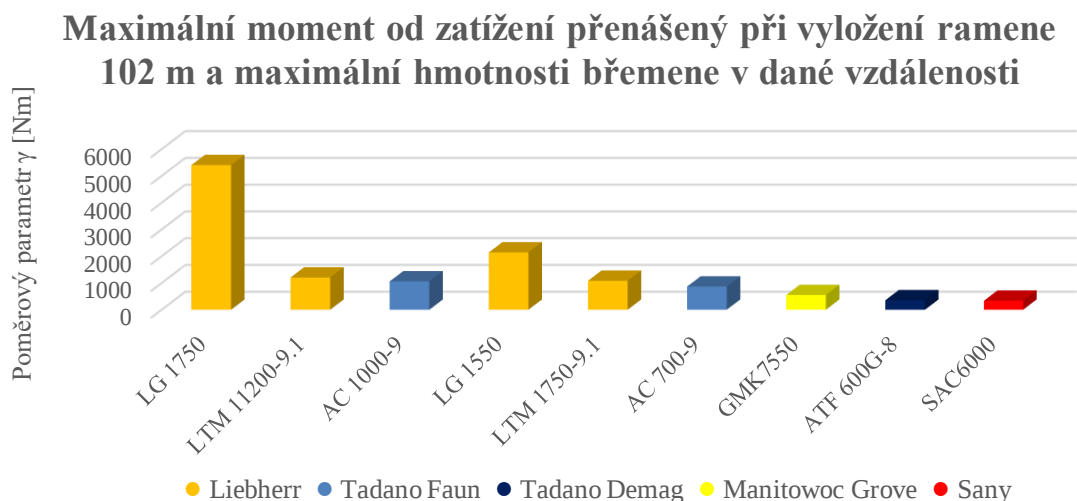
Obr. 9.6 Grafické znázornění momentového parametru β pro automobilové jeřáby nosnosti 300 tun

Momentový parametr γ vyjadřuje rovněž maximální moment od zatížení. Tento parametr je ovšem počítán jako součin maximálního vyložení a hmotnosti břemene, kterou je v dané poloze automobilový jeřáb schopen zvednout. Pro objektivní výsledek je opět počítáno s nejmenším možným vyložení daného typu.

$$\text{Momentový parametr } \gamma = \text{Maximální vyložení} \cdot \text{hmotnost břemene [Nm]}$$

Tab. 9.14 Sestupné seřazení 10 nejtěžších automobilových jeřábů podle maximálního momentu od zatížení, který je přenášen při vyložení ramene 102 metrů a maximální hmotnosti břemene, kterou jsou schopni v dané výšce zvednout

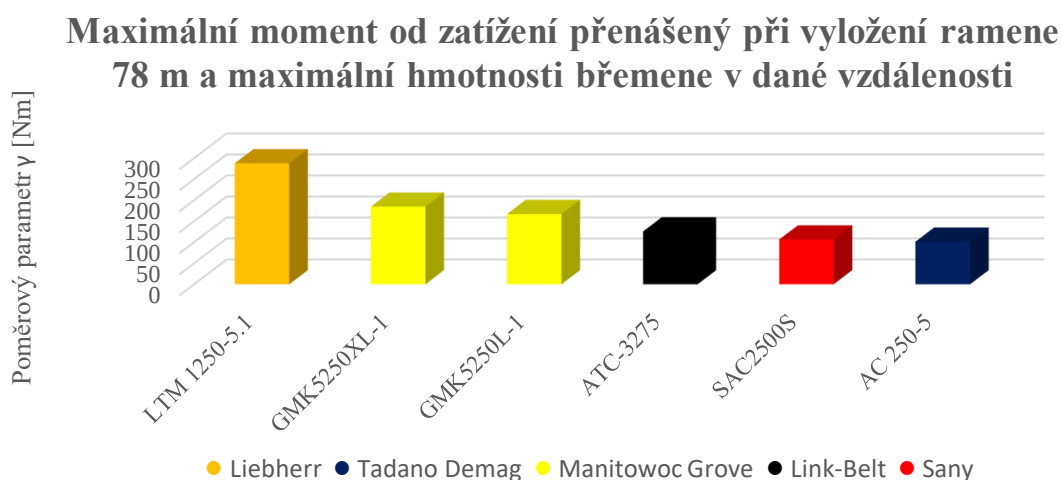
Výrobce	Název modelu	Typ automobilového jeřábu	Max. vyložení/nosnost [m / t]	Nosnost při vyložení ramene 102 m [t]	Momentový parametry γ [Nm]
Liebherr	LTM 1650-8.1	Teleskopický	110 / n	n	nelze vypočítat
	LG 1750	Příhradový	136 / 7,7	53,0	5406,0
	LG 1550	Příhradový	124 / 2,3	21,0	2142,0
	LTM 11200-9.1	Teleskopický	136 / 1,9	11,8	1203,6
	LTM 1750-9.1	Teleskopický	112 / 3,8	10,6	1081,2
Tadano Demag	AC 1000-9	Teleskopický	130 / 2,7	10,4	1060,8
	AC 700-9	Teleskopický	110 / 3,8	8,5	867,0
Manitowoc Grove	GMK7550	Teleskopický	108 / 3,2	5,4	550,8
Tadano Faun	ATF 600G-8	Teleskopický	104 / 2,3	3,5	357,0
Sany	SAC6000	Teleskopický	102 / 3,3	3,3	336,6



Obr. 9.7 Grafické znázornění momentového parametru γ pro 10 nejtěžších automobilových jeřábů

Tab. 9.15 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 250 tun podle maximálního momentu od zatížení, který je přenášen při vyložení ramene 78 metrů a maximální hmotnosti břemene, kterou jsou schopni v dané výšce zvednout

Výrobce	Název modelu	Max. vyložení/nosnost [m / t]	Nosnost při vyložení ramene 78 m [t]	Momentový parametr γ [Nm]
Liebherr	LTM 1250-5.1	96 / 1	3,0	288,0
Manitowoc Grove	GMK5250XL-1	88 / 1	2,1	184,8
	GMK5250L-1	88 / 0,9	1,9	167,2
Link-Belt	ATC-3275	82 / 1	1,5	126,0
Sany	SAC2500S	84 / 1,1	1,3	106,6
Tadano Demag	AC 250-5	78 / 1,3	1,3	101,4

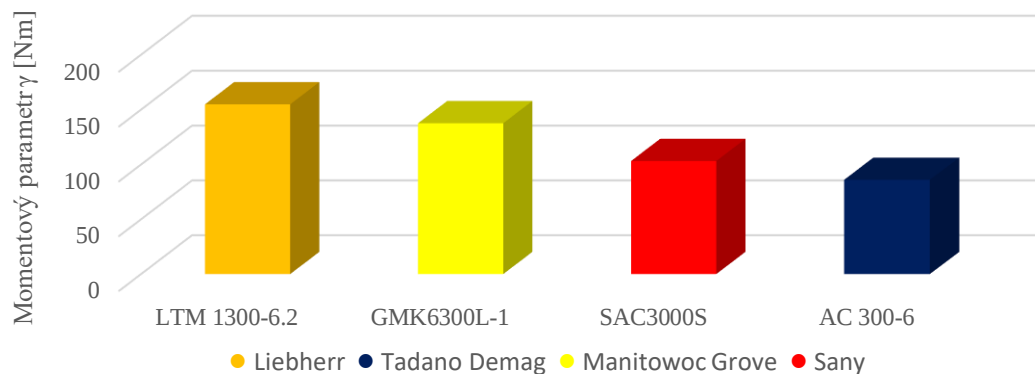


Obr. 9.8 Grafické znázornění momentového parametru γ pro automobilové jeřáby nosnosti 250 tun

Tab. 9.16 Sestupné seřazení automobilových jeřábů nosnosti 300 tun podle maximálního momentu od zatížení, který je přenášen při vyložení ramene 86 metrů a maximální hmotnosti břemene, kterou jsou schopni v dané výšce zvednout

Výrobce	Název modelu	Max. vyložení/nosnost [m / t]	Nosnost při vyložení ramene 86 m [t]	Momentový parametry γ [Nm]
Liebherr	LTM 1300-6.2	94 / 1,1	1,8	154,8
Manitowoc Grove	GMK6300L-1	94 / 0,9	1,6	137,6
Sany	SAC3000S	86 / 1,2	1,2	103,2
Tadano Demag	AC 300-6	86 / 1	1,0	86,0

Maximální moment od zatížení přenášený při vyložení ramene 86 m a maximální hmotnosti břemene v dané vzdálenosti



Obr. 9.9 Grafické znázornění momentového parametru γ pro automobilové jeřáby nosnosti 300 tun

10 STANOVENÍ VÝVOJOVÉ TENDENCE

Stanovení vývojové tendence je kapitola, ve které autor práce vyjadřuje svůj vlastní názor k dalšímu možnému vývoji v konstrukci a systémech, které mohou být používány na automobilových jeřábech v budoucnosti. První část této kapitoly je zaměřena na konstrukční řešení, která se v současné době už používají, a je možné očekávat jejich drobné úpravy, které přinesou další výhody. Druhá část této kapitoly je zaměřena na teoretické konstrukční řešení, které může být vyvinuto v nedaleké budoucnosti. Tato myšlenka je podložena fakty, že vývoj těchto součástí jde pomalu kupředu a lidstvo ještě nepřišlo s myšlenkou, jak to či ono zrealizovat.

Každá společnost zabývající se výrobou automobilových jeřábů má ve svém výrobním závodě oddělení vývoje. Inženýři z tohoto oddělení se snaží o vývoj a zdokonalení každé konstrukce nebo systému, které se používají, nebo o vývoj zcela nové technologie. Tímto způsobem nastává neustálý vývoj automobilových jeřábů.

V práci je zmíněno několik konstrukčních řešení, která v současné době už výrobci aplikují a budou aplikovat i v budoucnosti. Prvním konstrukčním řešením je použití jednoho společného motoru pro pohon podvozku i nástavby. Ekologie a čistota ovzduší se řeší každý den a bude snahou snižování emisí a další ekologické zátěže i nadále. Zde lze očekávat optimalizaci a aplikaci jednoho motoru u více výrobců.

Dalším zmíněným konstrukčním řešením je výložník Triple-Boom od společnosti Tadano Faun používaný v současné době pouze na jednom modelu. Tato konstrukce je velice slibná pro zvýšení nosnosti a výrobce se bude snažit výložník aplikovat i na jiné typy. Zajímavé je poté porovnání této konstrukce s úpravami teleskopického výložníku od dalších výrobců (například doplnění o Y systém).

Tadano Faun také používá další momentálně ne příliš rozšířené konstrukční řešení zmíněné v textu práce. Jedná se o teleskopické kyvné prodloužení HTLJ. Tento systém má výborné parametry při použití teleskopování mezi patry již postavených objektů, což s pevným prodloužením nelze provést. Proto lze předpokládat, že toto řešení (momentálně používané pouze u jednoho typu jeřábu) bude přizpůsobeno a rozšířeno na další stroje značky Tadano a možná i mezi další společnosti.

VarioBase a VarioBallast jsou další systémy od společnosti Liebherr, u kterých lze očekávat vylepšení. S vylepšováním elektroniky může nastat jejich větší automatická kompaktnost.

Další vývoj lze očekávat u neustálého vylepšování ovládacích a bezpečnostních systémů. Zdokonalením inteligentní elektroniky by se zamezilo chybám vzniklých lidským faktorem, ale také by ovládání těchto strojů bylo zase o něco jednodušší. Již dnes lze některé funkce podvozku ovládat dálkovým ovladačem.

Jedním z dalších vylepšení, které se objevilo na prvním jeřábu LTM 1650-8.1 od firmy Liebherr je systém automatické reakce výložníku s kyvným prodloužením (luffing). Jedná se o automatický vychylovací systém v řídicím systému jeřábu zajišťující, že nastavovací naviják se spouští automaticky pomocí řídicího systému, vždy když je teleskopický výložník vychylován. Je tím eliminován lidský faktor, proto se může předpokládat použití obdobného systému na ostatních typech používajících kyvná prodloužení.

Mezi další do budoucna neustále vyvíjené systémy je i zdokonalování v současnosti používaných anometrů na měření rychlosti větru. Systémy doposud na řídicích obrazovkách zobrazovaly pouze směr a rychlost větru z měřidel umístěných v hlavě ramene. Současná řešení jsou vyvíjena z důvodů zvýšení flexibility a bezpečnosti práce tak, že budou přímo měnit kapacitu stroje v závislosti na různých rychlostech větru. Rovněž se předpokládá propojení s meteorologickými stanicemi pro lepší plánování složitých zdvihů.

Mezi další technologie, které je možné očekávat, je kombinace použití elektrického nebo hybridního pohonu. Toto provedení je závislé na použití dobíjecích akumulátorů, které jsou momentálně ve fázi vývoje vzhledem k poměrně vysokým výkonovým požadavkům u takto silných strojů. Výhoda tohoto provedení zase spočívá ve sloučení akumulátorových sekcí používaných jako protizávaží.

Velmi zranitelným článkem automobilových jeřábů je použití vzduchových pneumatik. Vzhledem k hmotnostem stroje a situacím při použití musí být staveniště dostatečně připravena z důvodu eliminace jejich poškození. Alternativou k tomuto problému by byly již vyvíjené bezvzduchové pneumatiky. Jedná se o konstrukci prostorového skládání pryže a pružících segmentů tak, aby bylo zajištěno obdobných vlastností, jako mají v současné době používané bezdušové vzduchové pneumatiky.

Na závěr této části je potřeba uvést, že byt' je práce zaměřena na automobilové jeřáby nosnosti do 1200 tun, již v roce 2012 na veletrhu Bauma China v Shanghai byl představen automobilový jeřáb označený QAY 2000 od společnosti Zoomlion s maximální nosností 2000 tun. Jedná se o devíti nápravový teleskopický automobilový jeřáb s tří nápravovou pomocnou pohonnou jednotkou o celkové hmotnosti 325 tun. Tento stroj byl ovšem pouze v testovacím provozu a na stavbách se zatím nepoužívá. Do budoucna lze předpokládat jeho použití v praxi, nebo vývoj automobilového jeřábu o podobné nosnosti.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provedení přehledové studie a kritického rozboru těžkých automobilových jeřábů. Práce je založena na základě sběru informací z literatury a internetu o současně nabízených koncepčních řešeních automobilových jeřábů. Snahou bylo vytvoření práce, která se zabývá provedením důkladného rozboru těžkých automobilových jeřábů pro nosnosti 200 až 1200 tun. Do přehledové studie mělo být zejména zahrnuto konstrukční uspořádání, kategorizace, provozní a technické parametry. Na základě těchto požadavků byla vypracována tato bakalářská práce, jejímž úkolem je podat ucelený obecný přehled informací o těchto strojích. Práce může posloužit jako podklad, jednak pro zjištění informací, jak jsou tyto stroje zkonstruovány a jak fungují, ale také pro výběr vhodného typu automobilového jeřábu pro danou zakázku.

Následující tři odstavce jsou shrnutím dosažených výsledků. Práci je možné rozdělit na tři pomyslné části. V první části práce se nachází úvod, který se zabývá uvedením do problematiky. Součástí úvodu je rovněž první kapitola práce, která se zabývá vymezením základních pojmů v oblasti automobilových jeřábů. Do první části práce také spadá celková historie vzniku automobilových jeřábů. Tato kapitola se zabývá stručně popsány počátky všech nosností jeřábů s kritickým rozбором historie automobilových jeřábů nad 200 tun. Další kapitola, která je také ještě považována za první třetinu práce, je základní popis automobilového jeřábu. V této kapitole je stručně popsán automobilový jeřáb, a dále je také detailně popsáno, co jsou to zátěžové diagramy a tabulky nosností, bez kterých by se tyto stroje těžko používaly.

Druhá část práce začíná kategorizací, podle které můžeme automobilové jeřáby vyhledat například na internetu. Kategorizace se odvíjí podle hlavního rozdělení v konstrukčních řešeních. Podle kategorizace byli vybráni a uvedeni výrobci, kteří vyrábějí a nabízejí automobilové jeřáby odpovídající konstrukce. Výrobců je ovšem mnoho, proto byli zvoleni a uvedeni přední světoví výrobci, kteří patří do popředí všech, díky svým patentovaným nejmodernějším technologiím, které jsou použity na těchto strojích. Popisem těchto technologií se zabývá další kapitola práce, která je také zaměřena na důkladný popis jednotlivých konstrukčních částí automobilových jeřábů. Po detailním popisu jednotlivých částí následuje kapitola zaměřena na specifika při provozu a údržbě automobilových jeřábů, která přibližuje informace z hlediska povinností při provozování těchto stavebních strojů.

Třetí část práce je zaměřena na jednotlivé modely, které uvedení výrobci v současné době nabízejí na svých internetových stránkách. Každý model automobilového jeřábu je představen obrázkem a je charakterizován hlavními parametry. Do třetí části práce také spadá porovnání jednotlivých modelů, které je provedeno pomocí tabulkového uspořádání. Na základě nejlepších parametrů a výroby stejné nosnosti byly vybrány modely automobilových jeřábů, které jsou porovnávány pomocí seřazení od nejlepší po nejhorší a pomocí zavedení poměrových a momentových veličin. Závěr třetí části a závěr práce se věnuje stanovení vývojové tendence v konstrukci a technologii. Jedná se o vlastní názor autora, který spekuluje o dalším vývoji v oblasti automobilových jeřábů.

Ze získaných informací je patrné, že se na zemi stále něco staví nebo opravuje a nejspíše tomu tak bude i v budoucnosti. Lidé stále přicházejí s novými nápady, co chtějí postavit, přičemž tyto nápady bývají čím dál více složitější soustrojí nebo stavby. Z tohoto hlediska použití automobilových jeřábů bude i nadále potřeba i za předpokladu, že jsou tyto stroje čím dál více komplikované a značně drahé. Cílem nadále bude dosahovat co nejvyšší výšky vyložení s co největší nosností. I přesto se konstruktéři v první řadě snaží postavit tyto stroje co nejbezpečněji a nejspolehlivěji.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Jeřáb (stroj). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Je%C5%99%C3%A1b_\(stroj\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Je%C5%99%C3%A1b_(stroj))
- [2] Jeřáby. In: *spsstavcb* [online]. [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: https://www.spsstavcb.cz/download2/633_2763_cs_06_jeraby.pdf
- [3] Just old truck-forum. In: *InstantForum 2014 Final* [online]. ©2020 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <http://forums.justoldtrucks.com/PrintTopic5774.aspx>
- [4] BERRY, THOMAS. The first truck crane. In: *OEM Off-highway* [online]. August 15, 2013 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.oemoffhighway.com/market-analysis/article/11116923/early-truck-crane-design-and-development>
- [5] Historie jeřábů a zdvihacích zařízení. In: *Jan Hlavatý: školení&revize* [online]. ©2017 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.skolenirevize.cz/historie-jerabu.php>
- [6] Mobile crane – wikipedia. In: *Academic* [online]. ©2000-2020 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/6341209>
- [7] Mobile crane Clark Cosmos 25t. In: *Truck1.eu* [online]. ©2003-2020 [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.truck1.co.uk/used/construction-machinery/mobile-cranes/clark-cosmos-725cm-25t-a723478.html>
- [8] Osobní počítač. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Osobn%C3%AD_po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D
- [9] Autojeřáb – technický popis. In: *wikiwand* [online]. [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: https://www.wikiwand.com/cs/Autoje%C5%99%C3%A1b#/Technick%C3%BD_popis
- [10] Liebherr LTM 1070-4.2. In: *Hanyš – Jeřábnické práce, s.r.o* [online]. ©2018 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z <https://www.hanys.cz/galerie/tinymce/PDF%20Jeraby/ltm-1070-4-2.pdf>
- [11] Jeřáby Hanyš. In: *Hanyš – Jeřábnické práce, s.r.o* [online]. ©2018 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <https://www.hanys.cz/technika/jeraby.html>
- [12] Liebherr LTM 11200-9.1. In: *shop.oceantraders* [online]. ©2020 [cit. 2020-01-29]. Dostupné z: <https://shop.oceantraders.com/eu/product/liebherr-ltm-11200-9-1/>
- [13] Autojeřáb. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Autoje%C5%99%C3%A1b>
- [14] Technické normy pro jeřáby – mobilní jeřáby ČSN EN 13000 In: *Technor print, s.r.o.* [online]. ©2005-2018 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/270570-csn-en-13000_4_86314.html

- [15] Technické normy pro mobilní jeřáby ČSN ISO 4305 In: *Technor print, s.r.o.* [online]. ©2005-2018 [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/270510-csn-iso-4305_4_15083.html
- [16] Mobile crane 11200-9.1. *Liebherr* [online]. [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/850358/liebherr-technical-data-sheet-mobile-crane-178-ltm-11200-9-1-td-178-05-defis.pdf>
- [17] Crane (machine). In: *Wikipedia: the free encyklopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Crane_\(machine\)#Fixed](https://en.wikipedia.org/wiki/Crane_(machine)#Fixed)
- [18] History Demag. In: *Demagmobilecranes* [online]. ©2020 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://www.demagmobilecranes.com/en/about/history>
- [19] Scales model Liebherr LG 1750. In: *Sarens shop* [online]. ©2011-2017 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.sarensshop.com/en/sarens-liebherr-lg-1750-lattice-mast-crane>
- [20] Teleskopické mobilní jeřáby. *Liebherr* [online]. [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/liebherr-mobile-cranes/ltm-information.html>
- [21] Grove mobile telescoping cranes GMK5250XL-1. In: *Manitowoc cranes* [online]. ©2020 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.manitowoccranes.com/en/cranes/grove/grove-products/all-terrain/GMK5250XL-1>
- [22] Možnosti těžkých autojeřábů. In: *imateriály* [online]. ©2007-2017 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: https://www.imaterialy.cz/rubriky/stavebni-technika/moznosti-tezkych-autojerabu_41210.html
- [23] Příhradové mobilní jeřáby. *Liebherr* [online]. [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/liebherr-lattice-boom-mobile-cranes/lg-lattice-boom-cranes-productlist-page.html>
- [24] Crawler crane TCC 2500. In: *Linkbelt* [online]. ©2020 [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <https://www.linkbelt.com/crane/tcc-2500>
- [25] Lattice Boom Crawlers 31000. In: *Manitowoc cranes* [online]. ©2020 [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <https://www.manitowoccranes.com/en/cranes/manitowoc/crawler-cranes/lattice-boom-crawlers/31000>
- [26] IMC Models Demag AC 220-5. In: *ebay* [online]. ©1995 -2020 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.ebay.com/itm/IMC-Models-31-0085-Demag-AC-220-5-All-Terrain-Mobile-Crane-1-50-/112582195573>
- [27] WSI Model Davies crane hire Tadano ATF220G-5. In: *truckmo* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.truckmo.com/en/new-at-truckmo/wsi/11940/wsi-davies-crane-hire-tadano-atf220g-5-euro-4-mobile-crane-model-51-2032>

- [28] NZG Liebherr LTM 11200-9.1. In: *ebay* [online]. ©1995 -2020 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.ebay.com/itm/NZG-732-28-LIEBHERR-LTM11200-9-1-Matsuura-Japan-Mobile-Crane-Scale-1>
- [29] Liebherr LTM 1500-8.1 In: *Klimex* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.klimex.cz/produkt/ltm-1500-8-1/>
- [30] HO Automobilový jeřáb Liebherr LG 1550. In: *elektrickevlacky* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: https://www.elektrickevlacky.cz/modelova-zeleznice-h0-automobilovy-jerab-liebherr-lg-1550-breuer-wasel-stavebnice_p_17594.html
- [31] Mobilní jeřáb LG 1750. *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/liebherr-lattice-boom-mobile-cranes/details/lg1750.html#lightbox>
- [32] Vysoké zvedací kapacity. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/mobile-crane-technology/details/y-guying.html>
- [33] Variabilní ramenní systémy. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/mobile-crane-technology/details/luffing-jib.html>
- [34] DRAŽAN, František; KUPKA, Ladislav. Jeřáby. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1968, 661 s.
- [35] All Terrain: All-terrain Features and Benefits. In: *Manitowoc* [online]. ©2017 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://manitowoccranes.com/en/cranes/grove/grove-products/all-terrain>
- [36] Liebherr – Mobile crane Technology at a Glance. In: *Liebherr* [online]. 2016 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/shared/media/mobile-and-crawler-cranes/brochures/mobile-crane-technology/liebherr-mobile-crane-technology-p415-00-e04-2016.pdf>
- [37] Trans Service Václav Mrštík. In: *doprovody* [online]. 2012 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <http://www.doprovody.eu/index.php/cs/legislativa/59-rozmary-vozidel>
- [38] REMTA, František, Ladislav KUPKA, František DRAŽAN, Zdeněk CVEKL, Oldřich JURÁŠEK a Juraj KOŠÁBEK. Jeřáby. II. díl. Druhé, přepracované a doplněné vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975, 562 stran: ilustrace.
- [39] Megatrak – mobile cranes. In: *pragotechnik* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-09]. Dostupné z: <https://www.pragotechnik.cz/technologie/megatrak/>
- [40] Mobile Crane LTM 11200-9.1. In: *slideshare* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/novosamuel/ltm-11200>
- [41] Denzil31 – Liebherr LTM 11200-9.1. In: *flickr* [online]. 2015 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/92714966@N02/29701666836>

- [42] SLAVÍČEK, Josef; KOMM, Karel; ENGLIŠ, Karel. Uložení hydraulicky ovládané stabilizační opěry. In: *skpatents* [online]. 1990 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <http://skpatents.com/3-267482-ulozeni-hydraulicky-ovladane-stabilizacni-opery.html>
- [43] Mobile Crane Liebherr LTM 1500 model. In: *cgtrader* [online]. ©2011-2020 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.cgtrader.com/3d-models/vehicle/industrial/mobile-crane-liebherr-ltm-1500>
- [44] Liebherr LTM 11200-9.1. In: *archives.rigsofrods* [online]. 2015 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://archives.rigsofrods.net/old-forum/forums/116-Trucks/120051/page-0001.html>
- [45] Mobile Cranes by Variable supporting Base. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/int/latest-news/news-press-releases/detail/improved-safety-for-mobile-cranes-by-variable-supporting-base-from-liebherr.html#lightbox>
- [46] History-Generation change. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/aus/about-liebherr/history/1991-2000.html>
- [47] The Manitowoc Company, Inc. History. In: *fundinguniverse* [online]. 2004 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/the-manitowoc-company-inc-history/>
- [48] 1979 TC-6250 250 ton Truck Crane. In: *diytrade* [online]. ©1999-2020 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: https://www.diytrade.com/china/pd/12815819/1979_P_H_6250_TC_250_300TON_LATTICE_BOOM_TRUCK_CRANE_FOR_SALE.html#normal_img
- [49] Liebherr LT 1200. In: *kranliste* [online]. 2014 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <http://www.kranliste.dk/showtopic.php?threadid=246>
- [50] Liebherr LTM 11200-9.1. In: *autoroad* [online]. 2018 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://autoroad.cz/technika/94103-nevykonnejsi-autojerab-sveta-liebherr-ltm-11200-uzvedne-az-1200-tun-nakladu>
- [51] Liebherr LTM 1500-8.1. In: *klimex* [online]. 2020 [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://www.klimex.cz/wp-content/uploads/2020/01/liebherr-product-advantage-mobile-crane-221-231-ltm-1500-8-1-pn-231-01-e12-2.pdf>
- [52] Liebherr LTM 1650-8.1. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/1097032/liebherr-275-ltm-1650-8-1-td-275-01-defisr12-2019.pdf>
- [53] Telematik: Poweful boom with single-cylinder systém. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/mobile-crane-technology/details/telematik.html>
- [54] Hydro-mechanical systém. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/mobile-crane-technology/details/hydro-mechanical-system.html>

- [55] TWIN-LOCK. In: *pragotechnik* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.pragotechnik.cz/technologie/twin-lock/>
- [56] Main boom and lattice. In: *3000toys* [online]. 2020 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: https://www.3000toys.com/NZG-Model-Liebherr-LR-1600_2-Intermediate-Section-Main-Boom/sku/NZG8433
- [57] Mobilní jeřáby GROVE GMK 7450. In: *pragotechnik* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.pragotechnik.cz/download/GroveGMK/GMK7450-02A-2017-10.pdf>
- [58] MAXbase – variabilní vysouvání podpěr. In: *pragotechnik* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: https://www.pragotechnik.cz/download/technologie/MAXbase_web.pdf
- [59] Gottwald AMK 1000. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: https://de.wikipedia.org/wiki/Gottwald_AMK_1000
- [60] Gottwald AMK 1000. In: *cz.pinterest* [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/518336238344916158/>
- [61] Tadano All terrain crane ATF 600G-8. In: *tadanoamerica* [online]. 2015 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: https://tadanoamerica.com/wp-content/uploads/2014/06/ATF600G-8_EM4_1_Highlights_EN_012015.pdf
- [62] Liebherr LG 1750. In: *flickr* [online]. 2015 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/92714966@N02/37191802955>
- [63] Liebherr lattice boom mobile crane LG 1750. In: *neeb-crane* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://neeb-crane.com/liebherr-lattice-boom-mobile-crane-lg-1750-sl-12-kit/>
- [64] Liebherr. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Liebherr>
- [65] Tadano Limited. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Tadano_Limited
- [66] Tadano Faun GmbH. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Tadano_Faun_GmbH
- [67] Tadano Demag. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: https://de.wikipedia.org/wiki/Tadano_Demag
- [68] Demag. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://de.wikipedia.org/wiki/Demag>

- [69] Manitowoc Cranes. In: *Wikipedia: the free encyklopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Manitowoc_Cranes
- [70] Link-Belt Cranes. In: *Wikipedia: the free encyklopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Link-Belt_Cranes
- [71] Sany. In: *Wikipedia: the free encyklopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikipedia foundation, 2001 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sany>
- [72] Company profile. In: *sanyglobal* [online]. 2001-2019 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://www.sanyglobal.com/company-profile.html>
- [73] History XCMG. In: *xcmg* [online]. ©2020 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <http://www.xcmg.com/en-ap/about/history.htm>
- [74] Telescopic mobile crane from Liebherr. In: *Liebherr* [online]. [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.liebherr.com/en/cze/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/liebherr-mobile-cranes/ltm-mobile-cranes.html?page=2>
- [75] Luffing jib LTM 1500. In: *msw-modelle* [online]. [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.msw-modelle.com/MSW-Service/Model-Reviews/?module=mswServiceModelReviews&reviewId=LTM-1500-Wippe-en>
- [76] Liebherr LTM 1500-8.1. In: *wsi-collectors* [online]. [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.wsi-collectors.com/en/liebherr-liebherr-ltm-1500-8-1>
- [77] Liebherr LG 1750. In: *interlev* [online]. [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.interlev.org/t2956p130-la-collection-de-paul-r>
- [78] Mobile crane LTM 1200-5.1. In: *kubovy-jeraby* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.kubovy-jeraby.cz/pronajem-autojerabu/liebherr-ltm-1200-51>
- [79] Liebherr LG 1550. In: *Hanyš – Jeřábnické práce, s.r.o* [online]. ©2018 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.hanys.cz/galerie/tinymce/PDF%20Jeraby/LG%20%201550.pdf>
- [80] Model cranes. In: *forums.dhdsiecast* [online]. ©2003 - 2008 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <http://forums.dhdsiecast.com/default.aspx?g=posts&t=123954&p=52>
- [81] Liebherr LTM 11200-9.1. In: *bobcranes* [online]. 2018 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.bobcranes.com/our-fleet/cranes/>
- [82] Liebherr LTM 1750-9.1. In: *aliexpress* [online]. ©2003 - 2008 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.aliexpress.com/i/32957573078.html>
- [83] Tadano Faun Euromot 3A/3B. In: *tadanofaun* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.tadanofaun.de/en/products/all-terrain-cranes-versions/euromot-3.html>
- [84] Tadano Limited. In: *tadano* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.tadano.com/index.html>

- [85] Tadano Faun EU Stage IV. In: *tadanofaun* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.tadanofaun.de/en/products/all-terrain-cranes-versions/eu-stage-iv-v.html>
- [86] Tadano Faun EU Stage V. In: *tadanofaun* [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.tadanofaun.de/en/products/all-terrain-cranes-versions/eu-stage-v.html>
- [87] All terrain cranes. In: *demagmobilecranes* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.demagmobilecranes.com/en/products/all-terrain-cranes>
- [88] Demag AC 220-5. In: *cranemarket* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://cranemarket.com/demag-ac-220-5-245-ton-all-terrain-crane-for-sale-id3097>
- [89] Modely jeřábů. In: *toyshop* [online]. ©2006 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.toyshop.cz/Category.aspx?IdKategorie=5&NazevKategorie=Jeraby&PageNumber=2>
- [90] Demag 300t. In: *vertikal* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://vertikal.net/en/news/story/33453/300t-demag-for-nmt?acceptCookies=1>
- [91] Jeřáb Demag 350 t. In: *apb-plzen* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: <https://www.apb-plzen.cz/jerab-do-350-t-demag-ac-350>
- [92] Felbermayr-pronájem jeřábů. In: *felbermayr* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: <https://www.felbermayr.cc/cs/prepravni-a-zvedaci-technika/pronajem-jerabu>
- [93] Cranes. In: *linkbelt* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.linkbelt.com/cranes>
- [94] All terrain cranes. In: *linkbelt* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.linkbelt.com/product-line/all-terrain>
- [95] Link-Belt ATC-3210. In: *cranemarket* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://cranemarket.com/link-belt-atc-3210-210-ton-all-terrain-crane-for-sale-id13360>
- [96] All terrain crane 275t. In: *richardsteel* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://richardsteel.ca/en/cranes-details?9>
- [97] Mobile crane. In: *sany* [online]. ©2001-2017 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://www.sanyglobal.com/product/crane-mobile/index.html>
- [98] All-terrain Crane. In: *xcmg* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <http://www.xcmg.com/en-ap/product/115-32595-0-0-0-0.htm>
- [99] XCMG Truck Crane 300 ton. In: *super-above* [online]. [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: https://www.super-above.com/All_terrain_truck_crane/show/915.html
- [100] ČSN ISO 12480-1. Jeřáby – bezpečné používání. Část 1: Všeobecně, část 2: Mobilní jeřáby. Praha: ©Český normalizační institut, 1999.
- [101] Rough-terrain Crane. In: *xcmg* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.xcmg.com/en-ap/product/115501.htm>

- [102] Liebherr LTM 1350-6.1. In: *toyshop* [online]. ©2006 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.toyshop.cz/5/11068/Liebherr-LTM-1350--61>
- [103] Liebherr LTM 1400-7.1. In: *albuquerquevinyl* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.albuquerquevinyl.com/products/liebherr-ltm-1400-7-1-mobile-crane-hard-hat-stickers>
- [104] Liebherr LTM 1450-8.1. In: *lectura* [online]. ©1984-2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://lectura.press/en/article/8-axle-crane-from-liebherr-ltm-1450-8-1-with-85-m-telescopic-boom-on-the-road/41075>
- [105] Liebherr LTM 1650-8.1. In: *multiservicegruas* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.multiservicegruas.com/portfolio-item/proximamente-liebherr-ltm-1650-8-1/>
- [106] Tadano mobile crane. In: *autoepcservice* [online]. ©2012 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://autoepcservice.com/product/tadano-mobile-crane-shop-manual-dvd-2019/>
- [107] Truck-mounted crane. In: *directindustry* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.directindustry.com/prod/tadano-faun/product-55225-670121.html>
- [108] Tadano ATF-200G-5. In: *cranemarket* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://cranemarket.com/tadano-atf-200g-5-220-ton-all-terrain-crane-for-sale-id5638>
- [109] ATF 220G-5. In: *tadanoamerica* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://tadanoamerica.com/product/atf-220g-5/>
- [110] Tadano Faun ATF400G-6. In: *cranemarket* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://cranemarket.com/tadano-faun-atf400g-6-450-ton-all-terrain-crane-for-sale-id2892>
- [111] ATF 600G-8. In: *manyl-machinery* [online]. ©2019 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://manyl-machinery.net/atf-cranes/>
- [112] AC 500-8. In: *heavyequipmentguide* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.heavyequipmentguide.ca/product/3936/ac-500-8>
- [113] AC 1000-9. In: *heavyequipmentguide* [online]. ©2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.heavyequipmentguide.ca/product/4520/ac-1000-9>
- [114] QAY240. In: *hqzxq* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <http://www.hqzxq.cn/en/product/142.html>
- [115] QAY500 All terrain crane. In: *xcmgexport.en.made-in-china* [online]. ©1998 - 2020 [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://xcmgexport.en.made-in-china.com/product/RvKEXumofwhB/China-XCMG-Official-Manufacturer-Qay500-500ton-All-Terrain-Crane.html>
- [116] HTLJ boom extension. In: *tadanofaun* [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://www.tadanofaun.de/en/products/all-terrain-cranes-versions/eu-stage-iv-v/atf-400g-6-eu-stage-iv.html>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

d	[m]	Fyzikální veličina, která udává délku
n	[-]	Značka vyjadřující, že výrobce neuvádí hodnotu
$\bar{s}$	[m]	Fyzikální veličina, která udává šířku
v	[m]	Fyzikální veličina, která udává výšku
α	[-]	Parametr vyjadřující poměr maximální nosnosti stroje k maximální hmotnosti protizávaží
β	[Nm]	Parametr vyjadřující maximální moment od zatížení, který je tvořen součinem maximální výšky zdvihu a hmotnosti břemene
γ	[Nm]	Parametr vyjadřující maximální moment od zatížení, který je tvořen součinem maximálního vyložení ramene a hmotnosti břemene

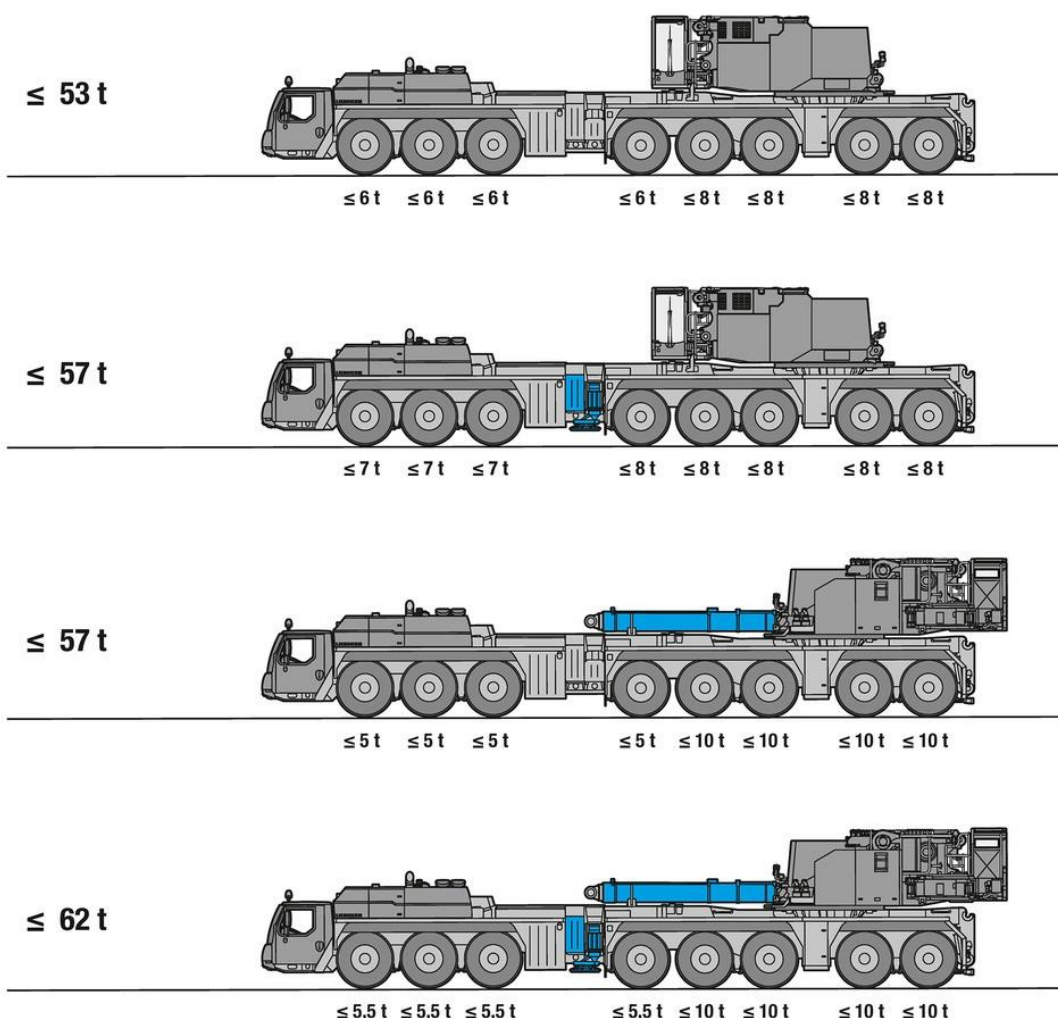
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I – Příklad popisující změnu konstrukce z důvodů zatížení na jednotlivé nápravy

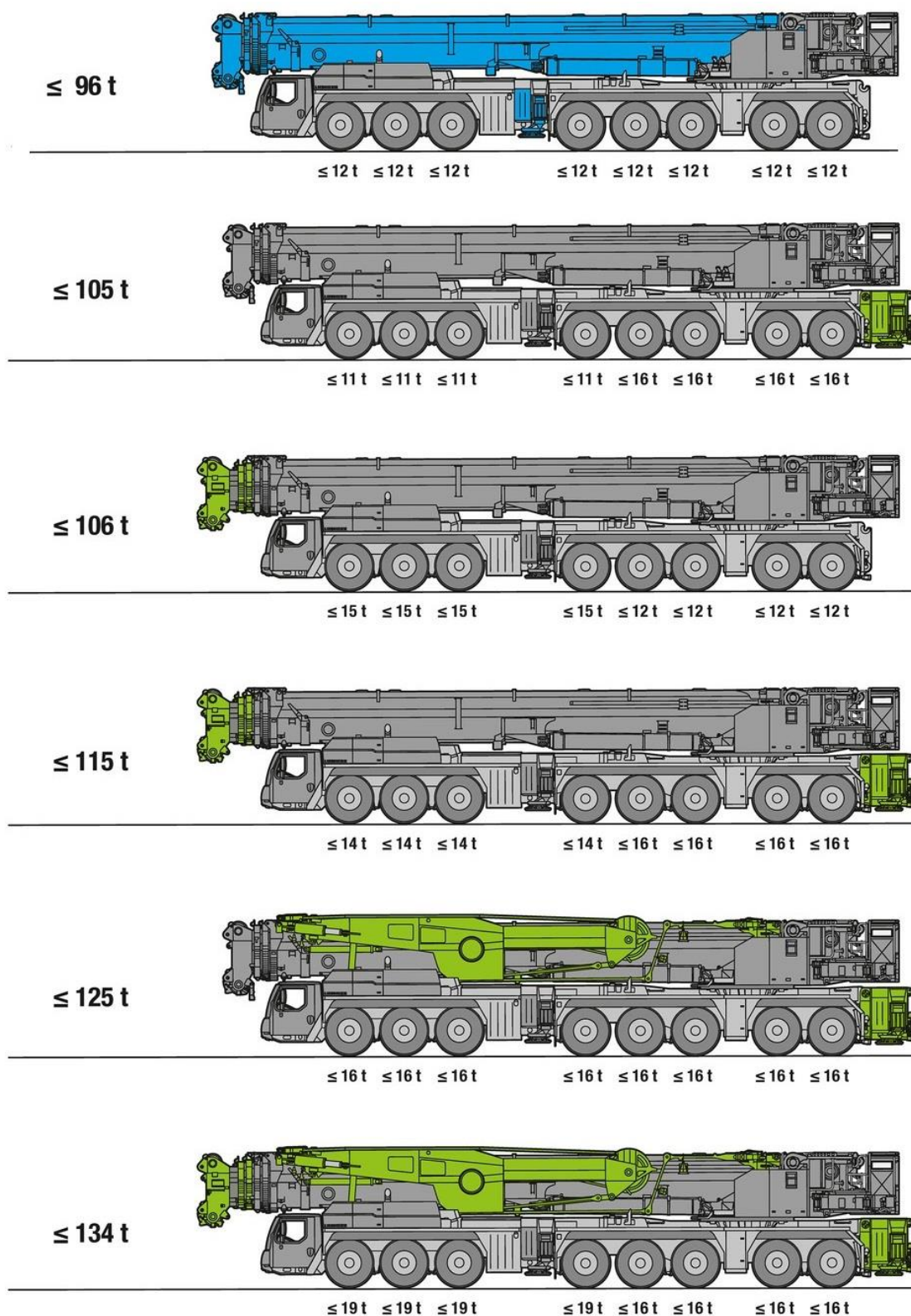
Příloha II – Vzestupné seřazení automobilových jeřábů od vybraných světových výrobců

PŘÍLOHA I

Hmotnost každého automobilového jeřábu nad 200 tun se pohybuje ve velkém rozpětí. Automobilové jeřáby jsou konstruovány tak, aby bylo umožněno operativně měnit jejich celkovou hmotnost. To je zapotřebí z důvodu nutnosti projetí malé únosnosti terénu nebo podmínek dovoleného zatížení na jednu nápravu v dané zemi. Přiložený obrázek má nastínit představu, jak se mění celková hmotnost vozidla a zatížení na jednotlivé nápravy pomocí montáže a demontáže jednotlivých částí. Montáž a demontáž těchto částí výrobce předpokládá, proto jsou konstrukce navrženy tak, aby montáž a demontáž byla co nejrychlejší a demontované sekce mají od výrobce své transportní přípravky.



Obr. PI.1 Nákres 1 (≤53 t) - Základní varianta nenastrojeného automobilového jeřábu. Nákres 2 (≤57 t) – K základní variantě přidány přední stabilizační opěry. Nákres 3 (≤57 t) – K základní variantě přidány výložníkové hydraulické válce. Nákres 4 (≤62 t) – K základní variantě přidány výložníkové válce zároveň s předními stabilizačními podpěrami [52]



Obr. PI.2 Nákres 5 (≤96 t) - Základní varianta nastrojeného automobilového jeřábu. Nákres 6 (≤105 t) – K nastrojené variantě přidány zadní stabilizační opěry. Nákres 7 (≤106 t) – K nastrojené variantě přidány dva tubusy výložníku. Nákres 8 (≤115 t) – K nastrojené variantě přidány dva tubusy výložníku zároveň se zadními stabilizačními podpěrami. Nákres 9 (≤125 t) – K nastrojené variantě přidán Y systém zároveň se zadními stabilizačními podpěrami. Nákres 10 (≤134 t) – K nastrojené variantě přidány dva tubusy výložníku, Y systém a zadní stabilizační opěry [52]

PŘÍLOHA II

Tab. PII.1 Vzestupné seřazení všech modelů od vybraných výrobců

Výrobce	Základní parametry/ název modelu	Max. nosnost/ vyložení	Max. výška zdvihu/ nosnost	Max. vyložení / nosnost	Délka hlavního výložníku	Délka přídavných nástavců	Výkon motoru v podv./ násta.	Max. hmotnost protizávaží	Počet náprav	Kyvné pro- dloužení (luffing)	Y systém
Jednotky		[t / m]	[m / t]	[m / t]	[m]	[m]	[kW]	[t]	[-]	[-]	[-]
Liebherr	LTM 1200-5.1	200 / 3	98 / 2,6	82 / 1	13,2 - 72	5,4 - 36	370 / 145	72	5		
Tadano Faun	ATF 200G-5	200 / 2,7	96 / 2,5	80 / 1	13,2 - 60	5,8 - 36	390 / 129	50	5		
Tadano Faun	ATF-200-5.1	200 / 2,7	96 / 2,5	80 / 1,1	13,2 - 60	5,8 - 36	390 / 129	50	5		
Manitowoc Grove	GMK5200-1	200 / 3	98 / 2,4	84 / 1	13,7 - 64	8,1 - 34	390 / -	70	5		
Link-Belt	ATC-3210	210 / 2,4	96 / 3	76 / 2,8	13,5 - 61	3,6 - 36	410 / 160	52,4	5		
Tadano Faun	ATF 220G-5 EM 3B	220 / 2,5	109 / 2,3	84 / 1,4	13,2 - 68	5,4 - 37,2	405 / 143	71	5		
Tadano Faun	ATF 220G-5	220 / 2,5	105 / 2,4	84 / 1,4	13,2 - 68	5,8 - 36	390 / 135	71	5		
Tadano Faun	ATF-220-5.1	220 / 2,5	105 / 2,4	84 / 1,4	13,2 - 68	5,8 - 36	390 / 150	71	5		
Tadano Demag	AC 220-5	220 / 2,5	99 / 3,2	74 / 1,2	12,8 - 78	12,0 - 21	405 / 331	70,2	5		
Sany	SAC2200S	220 / 3	106 / 1,7	84 / 1,1	13,1 - 68	12,2 - 43	360 / -	76,5	5		
Liebherr	LTM 1230-5.1	230 / 3	111 / 1,7	86 / 1,1	12,7 - 75	3,4 - 43	400 / -	72	5		
Liebherr	LTM 1250-5.1	250 / 3	108 / 2,5	96 / 1	13,1 - 60	5,4 - 50	400 / -	88	5		
Tadano Demag	AC 250-5	250 / 2,5	108 / 3,1	78 / 1,3	12,7 - 70	11,4 - 45	405 / 331	70,2	5		
Manitowoc Grove	GMK5250L-1	250 / 3	107 / 2,2	88 / 0,9	13,3 - 70	12,5 - 37	390 / -	80	5		
Manitowoc Grove	GMK5250XL-1	250 / 3	110 / 2,4	88 / 1	13,4-78,5	11,2 - 33,8	390 / -	80	5		
Link-Belt	ATC-3275	250 / 2,5	104 / 2,4	82 / 1	13,3 - 68	12,2 - 36	420 / 160	71	5		
Sany	SAC2500S	250 / 3	110 / 1,7	84 / 1,1	13,8 - 73	12,2 - 43	360 / -	80	5		
Liebherr	LTM 1300-6.2	300 / 3	114 / 1,9	94 / 1,1	14,7 - 78	5,5 - 70	450 / -	96	6	x	
Tadano Demag	AC 300-6	300 / 2,5	119 / 2,8	86 / 1	14,5 - 80	4,6 - 63	460 / 460	93,8	6	x	
Manitowoc Grove	GMK6300L-1	300 / 2,5	118 / 2,1	94 / 0,9	15,6 - 80	12,0 - 37	430 / 210	92,5	6		
Sany	SAC3000S	300 / 3	112 / 4,7	86 / 1,2	15,4 - 81	6,0 - 42	480 / 205	140	6		x
Liebherr	LTM 1350-6.1	350 / 3	134 / 1,3	96 / 1,6	14,9 - 70	6,0 - 78	450 / 180	140	6	x	x
Tadano Demag	AC 350-6	350 / 2,5	126 / 2	90 / 1,9	13,7 - 64	9,0 - 72	450 / 440	116,7	6	x	x
Sany	SAC3500S	350 / 3	133 / 1,5	90 / n	15,0 - 70	6,0 - 78	480 / 205	100	6	x	x
Liebherr	LTM 1400-7.1	400 / 3	130 / 3,6	100 / 1,5	15,4 - 60	7,0 - 84	450 / 240	140	7	x	x
Tadano Faun	ATF 400G-5 EM 3B	400 / 2,7	125 / 5,1	86 / 1,5	15 - 60	5,5 - 78,5	480 / 195	138	6	x	x
Tadano Faun	ATF 400G-6	400 / 2,7	124 / 4,8	86 / 2,1	15 - 60	5,5 - 78,5	460 / 205	136	6	x	x
Manitowoc Grove	GMK6400	400 / 2,4	136 / 8,9	96 / 2,5	15,4 - 60	12,0 - 79	405 / -	135	6	x	x
Liebherr	LTM 1450-8.1	450 / 3	131 / 3,7	100 / 2,3	16,1 - 85	7,0 - 84	505 / -	134	8	x	
Sany	SAC4500S	450 / 3	138 / n	96 / n	16,1 - 84	6,0 - 78	480 / 205	142	6	x	x
Liebherr	LTM 1500-8.1	500 / 3	142 / 6,9	108 / 3,2	16,1 - 84	6,0 - 91	500 / 240	165	8	x	x
Tadano Demag	AC 500-8	500 / 2,5	146/10,2	110 / 2,2	14,7 - 56	5,7 - 90	460 / 480	180	8	x	x
Liebherr	LG 1550	550 / 4,5	186 / 28	124 / 2,3	21 - 105	21 - 91	440 / 300	410	8		
Manitowoc Grove	GMK7550	550 / 2,4	135/15,2	108 / 3,2	16 - 60	12,0 - 79	447 / 224	160	7	x	x
Tadano Faun	ATF 600G-8	600 / 3,5	147 / 9,4	104 / 2,3	15,3 - 56	11,45-94,1	160 / 260	180	8	x	
Sany	SAC6000	600 / 3	146 / 7,2	102 / 3,3	17,1 - 90	12,0 - 90	480 / 205	165	8	x	x
Liebherr	LTM 1650-8.1	700 / 3	153 / n	110 / n	16,7 - 80	6,0 - 91	505 / -	175	8	x	x
Tadano Demag	AC 700-9	700 / 2,5	150 / 8,1	110 / 3,8	15,5 - 60	5,7 - 96	460 / 480	160	9	x	x
Liebherr	LG 1750	750 / 7	193/30,5	136 / 7,7	21 - 140	28 - 105	500 / 400	650	8	x	
Liebherr	LTM 1750-9.1	800 / 3	154 / 7,8	112 / 3,8	16,3 - 52	6,0 - 91	505 / 300	204	9	x	x
Tadano Demag	AC 1000-9	1200/2,5	163 / 9,3	130 / 2,7	13,5-100	8,0 - 126	480 / 480	228	9	x	x
Liebherr	LTM 11200-9.1	1200/2,5	188 / 6,3	136 / 1,9	18,3-100	6,5 - 126	505 / 270	202	9	x	x