

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA

KATEDRA VOZIDEL A POZEMNÍ DOPRAVY



Diplomová práce

**Hodnotící studie manipulační techniky pro ložné operace ve
stavebnictví**

Vedoucí práce: Ing. František Dvořák, CSc.

Autor práce: Bc. David Richter

PRAHA 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Richter

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Hodnotící studie manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví

Název anglicky

The evaluation study of handling technique for loading operations in the construction industry

Cíle práce

Analýza současného stavu a předpokládaného vývoje v oblasti manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví a posouzení inovačních trendů.

Metodika

Na základě shromážděných materiálů a experimentální činnosti provést hodnocení z hlediska koncepčního, konstrukčního, energetického a environmentálního, dále posouzení očekávaných vývojových trendů.

Doporučený rozsah práce

50 stran včetně obrázků, tabulek a grafů

Klíčová slova

stavební materiál, nakladač, rypadlo, manipulační vozík, jeřáb, dopravník

Doporučené zdroje informací

Bauer, F. a kol.: Traktory a jejich využití. Vyd. Profi Press, Praha, 2013, ISBN 978-80-86726-52-6.

Daněk, J., Pavliška, J.: Technologie ložných a skladových operací I a II. Ostrava: VŠB, 2002, ISBN 80 248 0063 2.

Hlavenka, B.: Manipulace s materiálem systémy a prostředky manipulace s materiálem. VUT, Brno, Akadmemické nakladatelství CERM, Brno, 2008, ISBN 978-80-214-3607-7.

Jeřábek, K., Helebrant, F., Jurman, J., Voštová, V.: Stroje pro zemní práce, silniční stroje. VŠB TU, Ostrava, 1996, ISBN 80-7078-389-3.

Jeřábek, K.: Stroje a zařízení pro manipulaci. Praha: ČVUT, 1987.

Svoboda, J. Teorie dopravních prostředků-vozidla silniční a terénní. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80 01 03005 9.

Předběžný termín obhajoby

2014/15 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. František Dvořák, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Elektronicky schváleno dne 14. 1. 2014

doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Hodnotící studie manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví“ vypracoval samostatně a jako zdroje jsem použil pouze ty prameny, které uvádím v příloženém soupisu použité literatury.

V Praze:

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Františku Dvořákovi, CSc. za pomoc na diplomové práci. Díky cenným radám a připomínkám mi byl velkou oporou při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval své dlouholeté přítelkyni za trpělivost a pochopení při mém studiu.

Hodnotící studie manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce je seznámit čtenáře s manipulační technikou pro ložné operace ve stavebnictví. Pro splnění tohoto požadavku je práce členěna na čtyři části.

První část je věnována literární rešerši problematiky materiálů, prostředků pro jejich manipulaci a přepravních prostředků.

Druhá část se věnuje analýze současného stavu manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví.

Třetí část obsahuje praktické měření na smykem řízených nakladačích a vyhodnocení naměřených údajů.

Čtvrtá část obsahuje návrhy a doporučení možných inovací pro zvýšení efektivity práce smykem řízeného nakladače.

Klíčová slova: stavební materiál, nakladač, rypadlo, manipulační vozík, jeřáb, dopravník

The evaluation study of handling technique for loading operations in the construction industry

Abstract:

The aim of this thesis is to familiarize the reader with handling equipment for loading operations in the construction industry. To meet this requirement, the paper is divided into four parts.

The first part is devoted to a literature review issues of material resources for their handling and transportation means.

The second part deals with the analysis of the current state handling equipment for loading operations in the construction industry.

The third part contains practical measurements for skid loaders and evaluation of the measured data.

The fourth part contains suggestions and recommendations for possible innovations to increase the effectiveness of skid steer loaders.

Keywords: building materials, loader, excavator, trolley, crane, conveyor

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce a metodika	2
3	Literární rešerše problematiky ložných operací ve stavebnictví	3
3.1	Materiály používané ve stavebnictví.....	3
3.1.1	Vlastnosti stavebních materiálů.....	3
3.1.2	Přehled vybraných stavebních materiálů	6
3.2	Manipulační a přepravní jednotky ve stavebnictví	9
3.2.1	Palety	9
3.2.2	Velkoobjemové vaky	10
3.2.3	Pytle.....	11
3.2.4	Kontejnery	11
3.3	Prostředky pro dopravu materiálů ve stavebnictví.....	12
3.3.1	Prostředky pro silniční dopravu materiálů	13
3.3.2	Prostředky pro kolejovou dopravu materiálů	14
3.3.3	Prostředky pro vertikální přepravu materiálů ve stavebnictví.....	16
4	Analýza současného stavu manipulační techniky ve stavebnictví.....	18
4.1	Jeřáby.....	18
4.1.1	Automobilové jeřáby.....	20
4.1.2	Věžové jeřáby.....	23
4.2	Lopatová rypadla.....	24
4.2.1	Mikrorypadla.....	26
4.2.2	Minirypadla	28
4.2.3	Klasická lopatová rypadla	29
4.3	Nakladače	30
4.3.1	Smykem řízené nakladače	31
4.3.2	Kloubové nakladače	32
4.3.3	Čelní nakladače s teleskopickým výložníkem	33
4.3.4	Rypadlo-nakladače	34
4.4	Nízko a vysoko zdvižné vozíky.....	35
4.4.1	Vysokozdvižný vozík	38
4.4.2	Nízkozdvižný vozík.....	39
5	Praktická část, výsledky a rozbor měření	40
5.1	Praktická část	40
5.1.1	Popis nakladačů	40
5.1.2	Metodika měření.....	41
5.2	Výsledky měření.....	43
5.3	Rozbor výsledků	45
6	Návrh inovací a jejich zhodnocení.....	46
6.1	Generální oprava (GO) smykem řízeného nakladače.....	46

6.2	Oprava závažných poruch stroje a výměna provozních kapalin.....	47
6.3	Prodej stávajícího stroje a nákup moderní alternativy	49
6.4	Prodej stávajícího stroje a zajišťování externím způsobem	50
7	Diskuse a doporučení	51
8	Závěr	52
9	Seznam použité literatury.....	53
10	Seznam tabulek	57
11	Seznam obrázků	58
12	Seznam grafů.....	59
13	Seznam příloh.....	59

1 Úvod

Stavebnictví chápeme jako hospodářský obor, který se zabývá výstavbou, rekonstrukcí, údržbou a demolicí stavebních objektů. Stavební objekty jsou všechno to, co uspokojuje potřebu člověka a lidstva k bydlení, práci a přepravě. Vzhledem k tomu, že lidstvo stále zvyšuje své nároky v těchto oblastech, bylo nevyhnutelné vyvíjet a modernizovat prostředky pro manipulaci se stavebními materiály. Nejpodstatnějším vynálezem, který se zasadil o vývoj techniky, byl parní stroj. Díky tomuto vynálezu si lidstvo začalo usnadňovat svoje přepravní potřeby a začalo si uvědomovat potenciál těchto strojů.

Rozvoj železniční dopravy byl sám o sobě iniciátorem potřeb nové výstavby železničních tratí i do míst těžko pro člověka přístupných. Vzhledem k nárokům na rychlou výstavbu už nebylo možné využívat pouze lidskou sílu. Za účelem usnadnění a urychlení výstavby se začaly využívat parní lopatová rypadla, přípojné železniční vozy pro přepravu materiálů, vznik prvních nákladních vozidel na kolových a pásových podvozcích atd. Toto vše byl počátek manipulační techniky používané pro stavebnictví.

Jedním z dalších nepopíratelných milníků pro strojírenství a tedy i pro stroje využívané ve stavebnictví byl vynález spalovacího motoru. Tento vynález začal snižovat náročnost obsluhy strojů a zvyšoval jejich výkon. Veškerá potřebná energie byla vytvořena spalováním paliva a převáděna na práci stroje.

Posledním, ale nejzásadnějším pokrokem ve strojírenství a strojích přinesla první a druhá světová válka. Nutnost vítězství ve válce vedlo obě strany v obou válkách k významnému pokroku ve velkém množství odvětví. Vývoje spalovacích a elektrických motorů, vývoj terénních podvozků, nástrojů pro úpravy terénu a pro stavby vojensky důležitých staveb atd. Samozřejmě bylo nutné, hlavně po druhé světové válce, obnovit lidská osídlení a spojnice mezi nimi. Toto vedlo k enormnímu rozvoji i v oblasti dopravy a manipulační techniky pro ložné a skladové operace.

Přínosem dnešní doby do tohoto odvětví jsou počítače. Počítačová technika nám slouží k zefektivnění dopravy a manipulace. Zásadním prvkem zefektivnění byl příchod GPS navigace a jeho přístup pro širokou veřejnost. GPS navigace se používá jak pro přesné těžební práce a úpravy terénů, tak pro lokalizaci daného objektu v prostoru skladiště a pro snížení nákladů přepravy.

2 Cíl práce a metodika

Cíl práce

Cílem této diplomové práce je seznámit čtenáře s problematikou ložných operací ve stavebnictví a manipulační technikou s tím spojenou. Poukázat na rozmanitost stavebních materiálů a tedy i možnostem jejich manipulace a nakládky. Dále seznámení s manipulačními jednotkami jako jsou například palety a kontejnery. V neposlední řadě seznámení s prostředky přepravy od silniční dopravy přes kolejovou, až k vertikální dopravě stavebních hmot. Dále seznámit čtenáře s manipulační technikou pro ložné operace ve stavebnictví. Cílem je teoreticky a prakticky porovnat hodnoty udávané výrobcí této stavební techniky. Nejpodstatnějším cílem je seznámit čtenáře s problematikou smykem řízených nakladačů za pomoci praktického měření.

Metodika

Metodika k dosažení daných cílů je následující. V první část bude čtenář seznámen díky literární rešerši s problematikou materiálů a prostředků pro jejich manipulaci. Dále bude seznámen s přepravními prostředky nejčastěji využívanými ve stavebnictví. Druhá část se věnuje analýze současného stavu manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví. Ve třetí části se práce věnuje praktickému měření na smykem řízených nakladačích a vyhodnocení naměřených údajů. Tyto údaje budou porovnány s teoretickými hodnotami udávanými výrobcí a budou porovnány s údaji naměřenými na dnešních moderních smykem řízených nakladačů. Ve čtvrté části budou nastíněny návrhy a doporučení možných inovací pro zvýšení efektivity práce smykem řízeného nakladače v dané firmě.

3 Literární rešerše problematiky ložných operací ve stavebnictví

Stavebnictví je závislé na přepravě a manipulaci s materiálem. Manipulace a přepravní jednotky jsou jedním z podstatných faktorů ovlivňující cenu dané stavby. K zvolení správných nástrojů pro ložné operace je nutné definovat potřeby, vlastnosti a přepravní jednotky daného materiálu.[6][7]

Problematika manipulace s materiálem i ložné a skladové operace jsou součástí logistického řetězce. Manipulace s materiálem ve výrobě je tedy důležitou součástí, bez níž by nebylo možné výrobu uskutečnit. Stroje, které jsou používány při přemísťování materiálu, nemohou vždy sloužit pro všechny druhy materiálů.[6][7]

3.1 Materiály používané ve stavebnictví

Za účelem vytvoření stavebního díla od realizaci až po jeho ochranu před okolními vlivy se požaduje řada materiálů, které mají za úkol zajistit bezporuchovou funkci stavby. V této kapitole jsou popsány materiály podle jejich vlastností a seznámíme se, se základním přehledem stavebních materiálů. Dále budou vyjmenovány jednotlivé způsoby přepravy a manipulace u každého materiálu, vzhledem k jeho vlastnostem a potřebám.[6][7]

3.1.1 Vlastnosti stavebních materiálů

Vlastnosti stavebních materiálů se rozdělují na vlastnosti chemické a fyzikální. Chemické vlastnosti závisí na složení materiálu. Za fyzikální vlastnosti jsou považovány ty, k jejichž určení postačuje stanovení jejich hmotnosti, rozměrů a objemu zkušební vzorku. Mezi podstatné vlastnosti materiálů použitých ve stavebnictví patří [6][7]:

- Objemová hustota a hmotnost
- Hutnost, pórovitost a mezerovitost
- Vlhkost a nasákavost
- Vzlínavost
- Zrnitost a měrný povrch

3.1.1.1 Objemová hustota a hmotnost

V případě objemové hmotnosti se uvažuje objem celého vzorku materiálu i se všemi póry, dutinami a mezerami. V případě hustoty je počítáno s hustotou vlastního materiálu bez započtené hustoty pórů, dutin a mezer. Tato hustota je nazývána také měrnou nebo specifickou hmotností. U hutných látek a u kapalin je hodnota hustoty a objemové

hmotnosti obdobná a lze je tedy vzájemně zaměnit. U pórovitých a sypkých materiálů se obě vlastnosti liší a záměna těchto hodnot není možná. [6][7]

Objemová hmotnost je závislá na obsahu vlhkosti v látce. Vždy, když není uvedena vlhkost, při níž byla stanovena objemová hmotnost, je předpokládáno, že je materiál měřený ve vysušeném stavu. Jen za těchto okolností lze porovnávat objemové hmotnosti různých materiálů. U sypkých materiálů je objemová hmotnost ovlivněna nejen pórovitostí zrn, ale i dutinami mezi jednotlivými zrny. Proto je také závislá na nakypření sypké látky. V praxi se uvádí dva extrémy. Sypná hmotnost ve stavu volně sypaném a sypná hmotnost ve stavu setřeseném. [6][7]

$$\rho_V = \frac{m}{V}$$

$m = \text{hmotnost vzorku [kg]}; V = \text{objem vzorku [m}^3\text{]}; \rho_V = \text{objemová hustota } \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$

3.1.1.2 Hutnost, pórovitost a mezerovitost

Hutnost je popisována jako vyplnění vlastní pevnou fází v celkovém objemu látky. Lze ji definovat u pevných látek a vyjádřit ji matematicky jako poměr objemu pevné fáze k objemu celkovému, anebo poměrem objemové hmotnosti k hustotě. Obdobnou vlastností jakou je hutnost, je u sypkých látek stupeň zhutnění. Definuje se jako poměr hmotnosti sypné při určitém zhutnění k hmotnosti sypné při zhutnění dokonalém. Hodnota zhutnění se udává nejčastěji v oblasti zemních prací. Posuzuje tím kvalitu zemních prací vzhledem k uložení zeminy. Je posuzována konkrétně při stavbě zemních hrází, silničních a železničních násypů. [6][7]

$$h = \frac{V_h}{V} = \frac{\rho_V}{\rho}$$

$h = \text{hutnost [-]}; V_h = \text{objem látky samotný [m}^3\text{]}; \rho = \text{hustota látky samotné } \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$

Pórovitost je poměr objemu pórů v určitém množství látky k celkovému objemu tohoto množství látky. Pórovitost se zjišťuje u pevných látek nebo u jednolitých zrn látek sypkých. Pórovitost přímo ovlivňuje navlhavost a nasákavost materiálu, jeho mechanické, tepelné i akustické vlastnosti. [6][7]

$$p = 1 - h = 1 - \frac{\rho_V}{\rho}$$

$p = \text{pórovitost [-]}$

Mezerovitost je vlastnost sypkých látek a vyjadřuje poměr objemu mezer mezi zrny k celkovému objemu určitého množství sypké látky. Protože sypná hmotnost závisí na setřesení látky, bude mezerovitost na rozdíl od pórovitosti, hodnotou pro daný vzorek látky nikoli konstantní, ale proměnnou v závislosti na změně sypné hmotnosti. Zde jsou opět dva

extrémy. Mezerovitost ve stavu volně sypaném a mezerovitost ve stavu setřeseném. Mezerovitost se využívá nejčastěji u složených stavebních hmot. Mezery mezi zrny vyplňuje pojivo. Dosažením nejmenší zrnitosti v plnivě znamená úsporu materiálových nákladů. [6][7]

$$M = \frac{V_m}{V} = \frac{V - V_h - V_p}{V}$$

$M = \text{mezerovitost}[-]$; $V_m = \text{objem mezer mezi zrny}[m^3]$; $V_p = \text{objem pórů zrn}[m^3]$

3.1.1.3 Vlhkost a nasákavost

Vlhkost popisuje množství vody obsažené v materiálu ať už volné tak fyzikálně vázané. Vyjadřuje se poměrem množství vody k množství suché látky. Na vlhkosti materiálu závisí řada vlastností, například se vzrůstem vlhkosti stoupá objemová hmotnost, zvyšuje se tepelná vodivost, nastávají změny pevnosti. V praxi je vlhkost zjišťována nejčastěji v těchto případech: Zjišťování vlhkosti materiálu při těžbě, kdy rozhoduje o snadnosti těžby. Zjišťování vlhkost materiálu po výrobě, kdy jsou materiály vyráběny mokřím procesem. Zjišťování vlhkosti na skládkách, kde ovlivňuje množství vody nutné pro výrobu např. betonu. [6][7]

$$w_h = \frac{m_k}{m_d} = \frac{m_w - m_d}{m_d}$$

$$w_o = \frac{V_k}{V} = \frac{m_w - m_d}{V * \rho_k}$$

$w_h = \text{hmotnostní vlhkost}[-]$; $w_o = \text{objemová vlhkost}[-]$; $m_k = \text{hmotnost vody}[kg]$;

$m_d = \text{hmotnost suchého vzorku}[kg]$; $m_w = \text{hmotnost vlhkého vzorku}[kg]$;

$V_k = \text{objem vlhkého vzorku}[m^3]$; $\rho_k = \text{hustota vody}[\frac{kg}{m^3}]$

Nasákavost rozumíme, maximální stav nasycené látky vystavené působení vlhkosti. Nasákavost se udává jako poměr hmotnosti nasáklé vody k hmotnosti suchého vzorku materiálu. [6][7]

3.1.1.4 Vzlínavost

Vzlínavost je vlastnost látky, jež se projevuje při jejím částečném ponoření do kapaliny. Za pomoci kapilárních a sorpčních sil dochází k stoupanutí kapaliny i nad čáru ponoru. Výška, do které kapalina vystoupá, závisí na struktuře látky. Tedy na její pórovitosti, kapilaritě, rychlosti odpařování a době, po kterou je látka ponořena do kapaliny. Se vzlínavostí se lze setkat u nadzemního zdiva, které není izolováno od základu. [6][7]

3.1.1.5 Zrnitost a měrný povrch

Zrnitost je skladba zrn různých velikostí v materiálu. Velikost zrna sypné látky se určuje pomocí velikosti otvorů síta, jimiž posouzené zrno právě projde. Pro posuzování velikosti zrn jednotlivých materiálů se používají síta s čtvercovým nebo kruhovým tvarem otvorů různých

velikostí. Pojem velikost zrna se nahrazuje pojmem frakce. Frakce je rozměr dvou velikostí sít, kde horním větším sítím materiál projde a na dolním menším sítě zůstane. [6][7]

Měrný povrch je vyjádřen jako celková povrchová plocha všech zrn jednotkového množství látky. Čím tedy budou zrna látky menší, tím větší bude jejich měrný povrch. Popisování zrnitosti za pomoci měrného povrchu je vhodné u materiálů s jemnými zrny. Měrným povrchem se udává například v cementárnách jemnost mletí daného cementu. [6][7]

3.1.2 Přehled vybraných stavebních materiálů

V této kapitole se nachází materiály, které jsou pro stavebnictví a pro manipulaci, nejpodstatnější. Budou popsány jejich vlastnosti a jejich využitelnost ve stavebnictví. Dále se tato kapitola zaměří na jejich nejčastější způsoby balení a přepravy. [6][7]

3.1.2.1 Kámen a kamenivo

Kámen se využívá díky jeho velké hutnosti a pevnosti v tlaku, odolnosti vůči povětrnostním vlivům a ohni, jeho životnosti a možnosti opracování s různou úpravou povrchu. Mezi podstatná negativa patří energeticky náročná těžba a zpracování, velká objemová hmotnost a vysoká tepelná vodivost. Při těžbě je nutné velký podíl lidské práce. Pro všechny tyto důvody se kámen jako hlavní konstrukční prvek přestal využívat. V dnešní době se pro stavebnictví využívá kamenivo (Tab. 1) do konstrukčních betonů jako prostředek pro zvyšování pevnosti v tlaku a zvyšování objemu pro menší náklady na stavbu. Kámen se po těžbě následně drtí a třídí. Z lomů je kámen odvážen ve dvou formách: jako sypký materiál (Obr. 1) nebo kusový materiál. Sypké kamenivo je zastoupeno šterky o určité frakci. Mezi kusové materiály patří například kamenné obrubníky. [6][7]

Tab. 1 –Fyzikálně - mechanické vlastnosti kameniva [<http://www.geologie.vsb.cz>]

Základní fyzikálně-mechanické vlastnosti jednotlivých frakcí kameniva Liapor				
Obchodní název	Frakce	Sypná hmotnost (kg/m ³)	Objemová hmotnost zrna (kg/m ³)	Pevnost při stlačení ve válci (MPa)
8-16/275	8-16	275	550	0,7
8-16/600	8-16	600	1100	4,5
4-8/350	4-8	350	625	1,1
4-8/650	4-8	650	1200	7
4-8/950	4-8	950	1825	12
1-4/500	0-4	500	875	4
1-4/625	0-4	625	1050	6
2-4/450	2-4	450	800	3
0-2/575	0-2	575	1050	6



Obr. 1 –Znázornění různých frakcí kameniva [Foto. www.kontejnery-cetkovsky.cz]

3.1.2.2 Dřevo

Je to materiál organického původu. Dřevo je jedním z mála materiálů trvale se obnovujícím, jehož produkce může být řízena. Jeho hlavní nevýhodou je hořlavost a možnost biologického porušení. Mezi přednosti dřeva patří jeho velká pevnost, snadná opracovatelnost a spojovatelnost. Mezi základní druhy dřeva použité ve stavebnictví jsou: smrk, jedle, borovice. Dřevo se po těžbě upravuje do výrobku, jako jsou: řeziva, boční řeziva, omítaná řeziva, atd. Všechno to jsou kusové výrobky nejčastěji přepravované ve svazcích. [6][7]

3.1.2.3 Kovy

Kovy se ve stavebnictví používají jako materiály nejčastěji pro nosné konstrukce. Pro stavebnictví se používá rozsáhlý sortiment hutních výrobků. Ocel tvarová je vyráběna za tepla válcováním do požadovaného konstrukčního tvaru. Betonážní oceli (Obr. 2) k vyztužení železobetonových a předepjatých konstrukcí se vyrábí ve tvaru prutů. Kromě betonážních prutů se vyrábějí svařované výztužní sítě. Pokud jde o betonážní pruty jsou ve větším množství převáženy navinuté na bubnech. Pro konkrétní účely jsou narovnané a děleny na určité délkové rozměry. Poté se na místo určení převáží ve svazcích. V případě výztužných sítí je zapotřebí tyto sítě převážet pouze ve svazcích. [6][7]



Obr. 2 –Betonážní ocelové výztuhy [Foto. www.betonserver.cz]

3.1.2.4 Sklo

Sklo se ve stavebnictví využívá k výrobě široké palety výrobků. Pro příklad jsou uváděny okenní výplně a prosklené fasády. Sklo je směsí křemičitanů a nadbytku oxidu křemičitého. Vlastnosti skla lze upravovat použitými příměsmi při procesu tavení. Ve stavebnictví se sklo používá pro svou průhlednost, průsvitnost, voděodolnost a vzduchotěsnost. Výrobky jsou baleny a přepravovány vždy podle jejich velikosti. Tvárnice jsou paletizovány a skleněné tabule jsou umístěny do speciálních přepravníků. [6][7]

3.1.2.5 Keramické výrobky

Keramické výrobky (Tab. 2) jsou vyrobeny z jílu, spraše, kaolinu, jílové břidlice a lupky. Výrobky jsou tvarovány za studena a posléze vypalovány v pecích. Výrobky z keramiky se rozdělují na výrobky cihlářské, obkladačky a dlaždice, kameninu, žáruvzdorné výrobky atd. Cihlářské výrobky jsou výrobky většinou neglazurované, plné, odlehčené otvory, dutinami nebo se zvyšováním pórovitosti. Cihlářské prvky pro svislé konstrukce jsou cihly pálené, určené pro zdění nosných stěn. [6][7]

Tab. 2 –Přehled cihlových výrobků[6]

Přehled cihlářských výrobků			
Název	Rozměry (mm)	Obj. hmot.(kg/ m ³)	Pevnost. Zn.
Cihly pálené	290x140x65; 250x120x65	1800	P8, P10, P15, P20, P25
Cihly děrované	360x240x140; 320x240x140	1250	P5, P10, P15, P20, P25
Cihly děrované Týn	290x190x215	1000	P5, P10, P15, P20, P25
Cihly lícové plné	290x140x65; 250x120x65	1800	P10, P15, P20, P25, P30
Cihly lícové-dělivky	290x140x65; 250x120x65	1800	P10, P15, P20, P25
Cihly lícové-děrované	290x140x65; 290x140x140	1800	P10, P15, P20, P25
Kvádry lícové	290x290x90	1250	P5, P7, P10, P15, P20
Kvádry lícové-Jana	290x290x140	1250	P5, P7, P10, P15, P20
Příčkovky dutinové	290x140x40; 290x140x65	1100	P2, P4
Příčkovky drážkované	390x190x65; 390x190x40	1100	P2, P4

3.1.2.6 Pojiva

Pojiva jsou látky, které mají schopnost spojovat sypké nebo kusové materiály v pevnou hmotu. Podle chemické skladby lze pojiva dělit na pojiva anorganická a pojiva organická. Anorganická pojiva jsou získávána pálením vhodných přírodních surovin, které po promíchání s vodou nabývají vazebních vlastností. Pro snadnější promíchání částic pojiva s vodou jsou tyto látky hned po vypálení mlety na jemný prášek. Podle prostředí ve kterém pojiva tuhnou, se nazývají pojiva vzdušná nebo pojiva hydraulická. Pojiva vzdušná tvrdnou pouze na vzduchu a nejsou ve vytvrdlém stavu schopna odolávat působení vody. Pojiva hydraulická tvrdnou a jsou stálá jak při uložení na vzduchu, tak i pod vodou. Tyto materiály se nejčastěji pytlují a posléze paletizují pro snadnější manipulaci a přepravu. [6][7]

3.1.2.7 Malty

Malty jsou směsí pojiva, plniva, vody a případně přísad. Malty slouží k vzájemnému spojování stavebních hmot, dílců a částí, k zalévání spár, spojení stavebních prvků s podkladem, k vyrovnání podkladu a k úpravám povrchů stavebních konstrukcí. V některých případech jsou pytlovány jako dehydratovaná směs připravená ke smísení s vodou. V případě prvním jsou komponenty pro malty přiváženy zvlášť. U druhého způsobu jsou pytlovány a paletizovány. [6][7]

3.1.2.8 Betony

Beton je složen ze směsi drobného a hrubého kameniva, pojiva, vody a případně z přísad upravujících jeho vlastnosti. Společným promícháním těchto složek vznikne beton. Po zatuhnutí vzniká jednolitý výrobek přesného tvaru vymezeného bedněním. Podle pojiva se rozdělují na určité druhy betonů: cementový beton, vápenný beton, sádrový beton, aj. Betony se připravují buď přímo na místě jejich použití z jednotlivých složek, nebo směsí dopravených na staveniště, anebo jsou připravovány ve výrobnách betonů a převáženy v domíchávačích betonu (Obr. 3). [6][7]



Obr. 3 – Domíchávač betonu [Foto. www.schwing.cz]

3.1.2.9 Živice

Živice je tekutá, polotekutá nebo tuhá směs makromolekulárních uhlovodíků rozpustných v sirouhlíku. Konzistence živice je plastická, tvárná a vlivem tlaku nebo tahu se u nich projevují trvalé plastické přetvoření. Živice jsou reprezentovány dvěma materiály: asfalty a dehty. Asfalty našly uplatnění jako hydroizolační prostředky. Dehty vznikají při destilaci uhlí, dříví, rašeliny apod. Dehty i smoly se používají pro výrobu nátěrových hmot, impregnačních látek, anebo izolačních lepenek. Tyto materiály našly velké a široké uplatnění ve stavebnictví. [6][7]

3.2 Manipulační a přepravní jednotky ve stavebnictví

Mezi základní manipulační prostředky použité ve stavebnictví patří palety, velkoobjemové vaky, pytle a kontejnery. Tyto přepravní jednotky urychlují a usnadňují přesun materiálů z místa vzniku do místa jejich použití. Velkoobjemové vaky a kontejnery jsou dále velice významné pro shromáždění a odvoz sutí a odpadu ze staveb. Palety slouží jako přepravní a skladová jednotka nejčastěji pro stavební hmoty. Chrání je před nešetrnou manipulací manipulačním prostředkem. Tato kapitola se věnuje těmito čtyřmi prostředkům a podrobněji popíše jejich využití ve stavebnictví. [1][2][9][10]

3.2.1 Palety

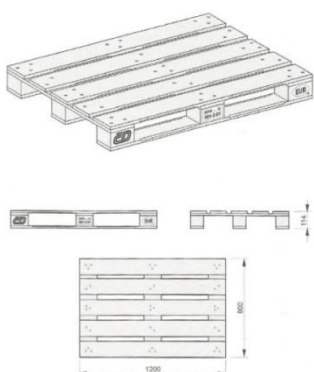
Paletizací je nazván způsob manipulace s materiálem, při níž přepravovaný předmět spočívá na paletě. Cílem paletizace je snaha o snižování potřebné energie pro manipulaci s materiálem. Důvodem paletizace je poznání, že nejehospodárněji lze manipulovat s jistým

množstvím materiálu. Nejpoužívanější manipulační jednotkou ve stavebnictví jsou palety. Palety jsou plošiny různých velikostí a konstrukcí, vyrobené nejčastěji ze dřeva, lehkých kovů nebo plastů. Jejich konstrukce je uzpůsobena přepravovanému materiálu. [1][2][9][10]

Mezi nejpoužívanější palety vůbec, patří euro paleta (Obr. 4). Konstrukce a způsob výroby europalety je normalizován (Tab. 3). Parametry euro palet odpovídají předpisům Mezinárodní železniční unie (UIC) i předpisům European Pallet Association (EPAL). Rozměry euro palety jsou odvozené od rozměrů železničních vagónů. [1][2][9][16]

Tab. 3 –Rozměry a vlastnosti palet[16]

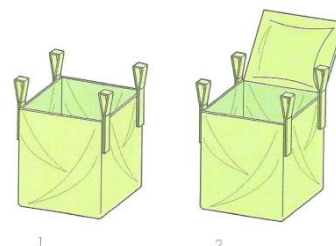
Parametr	Hodnota	Jednotka
Délka	1200	mm
Šířka	800	mm
Výška	144	mm
Nosná plocha	0,96	m ²
Hmotnost palety	20 - 24	kg
Maximální nosnost	1500	kg
Maximální stohovatelnost	3	ks



Obr. 4 –Euro paleta[16]

3.2.2 Velkoobjemové vaky

Velkoobjemové vaky (Obr. 5) jsou určeny pro přepravu velkého množství materiálu za pomoci přepravních prostředků. Takovéto vaky se používají nejčastěji pro kačírek a jemné štěrky. Jejich konstrukce (Tab. 4) umožňuje manipulační technice snadné a bezpečné uchycení a přesun. [8][16][16]



Obr. 5 –Velkoobjemový vak[16]

Ve stavebnictví se velkoobjemové vaky využívají pro písek, zeminu, štěrk, kačírek, suť, odpad při rekonstrukcích atd. Průmyslové využití těchto vaků tkví v ukládání granulátů, železných špon, textilního odpadu, odpadu z výroby atd. [8][16]

Tab. 4 –Rozměry a vlastnosti velkoobjemových vaků[16]

Rozměr	Hodnota	Jednotka
Výška	do 245	cm
Šířka	od 50 do 120	cm
Délka	od 50 do 120	cm
Max. nosnost	2400	kg
Základna	čtvercová/obdélníková	

3.2.3 Pytle

Pytle jako manipulační a přepravní prostředek sypkých materiálů jsou použity napříč stavebním segmentem. Pytle umožňují ochránit materiál před povětrnostními vlivy. Dále musí být navrženy s ohledem na jejich manipulaci. Pytle se vyrábí z různých materiálů a jejich kombinací a to vzhledem k danému materiálu a způsobu jejich použití. [8]

Pytle slouží jako obal materiálu nejčastěji pro stavební hmoty jako například cement, vápno a různé stavební směsi. Tyto pytle jsou vyrobeny nejčastěji z recyklovaného papíru o větší tloušťce. Pro některé materiály jako je třeba pojiva a malty je nutné zajistit voděodolnost pomocí vnitřní plastové vložky. V případě nutnosti manipulace většího množství těchto pytlů je použit paletizační systém. Ve výrobě je materiál napytlován, v určitém počtu kusů uskladněn na euro paletu a zaizolován strečovou folií. Tyto pytle slouží k jednomu použití a po vyprázdnění se pokládají za odpad. Pytle se rozdělují podle hmotnosti materiálu a to: 10kg, 25kg, 40kg a 50kg. Tyto hmotnostní kategorie jsou zvoleny vzhledem k přepravním možnostem a efektivitě práce. [8]

3.2.4 Kontejnery

Kontejnery slouží pro uložení a přepravu sypkých a kusových materiálů. Jejich konstrukce je vždy přizpůsobena pro daný způsob přepravy. Kontejnery určené pro převoz materiálů na nákladních silničních vozech jsou vybaveny prvky usnadňující jejich manipulaci a uchycení na daný přepravní prostředek. [1][2]

Kontejnery jsou konstruovány s ohledem na maximální možné zatížení nákladního vozu a také na jeho maximální povolené rozměry (Tab. 5). Rozlišujeme dva druhy nástaveb pro přepravu kontejnerů na nákladních podvozcích. [1][2]

Kontejnery velkoobjemové slouží pro převoz materiálů s malou měrnou hmotností, anebo materiálů, které je nutno chránit před vlivem okolního prostředí. Za tímto účelem je možné zakrýt svrchní část kontejneru. Nejčastěji se používají pro převozy tepelně izolačních materiálů a rostlinných odpadů. [1][2]

Kontejnery vanové (Obr. 6) jsou používány pro převozy sypkých materiálů. Jejich konstrukce umožňuje nakládku z boků kontejneru. Jejich vykládka se realizuje zadní částí kontejneru. V zadní části je kontejner vybaven vraty nebo výklopnou stanicí. Na těchto kontejnerech není vhodné přepravovat paletizované materiály vzhledem k nemožnosti nakládky z boku kontejneru a absenci uchycovacích prostředků. [1][2]



Obr. 6 –Vanový kontejner[Foto. www.charvat-cts.cz]

Kontejnery valníkové (Obr. 7) slouží pro přepravu sypkých i kusových materiálů. Vzhledem k jejich konstrukci umožňuje nakládku přes bočnice pro sypké materiály a pro paletizované a kusové materiály je možné tyto bočnice vyklopit. V některých případech je bočnice pro přepravu možné odstranit. Tento typ kontejneru dále obsahuje i upevňovací prvky. [1][2]



Obr. 7 –Valníkový kontejner[Foto. www.charvat-cts.cz]

Výhody kontejnerů jsou v možnosti vyloučení překládky samotného zboží, zvyšování obratu dopravních prostředků, optimální využití ložného prostoru a snížení rizika ztráty přepravovaného zboží. Kontejnery lze také využívat, nejen pro přepravu, ale i pro dočasné uložení materiálů. [1][2]

Tab. 5 –Rozměry a vlastnosti automobilových kontejnerů [Zdroj: www.charvat-cts.cz]

Parametr	Vanový kontejner		Valníkový kontejner		Velkoobjemové kontejner	Skladový kontejner	Stohovatelné kontejner	Jednotky
	C2	C3	C2	C3	C2	C2	C2	
Varianta	C2	C3	C2	C3	C2	C2	C2	
Délka	4185	4005	4200	4215	3835	3835	3830	mm
Šířka	2076	2306	2275	2530	2076	2076	2076	mm
Výška	600	852	625	645	1655	2165	660	mm
Objem	3,11	4,03	3,41	3,81	10,4	12,73	2,78	m ³
Hmotnost kontejneru	553	772	700	815	810	980	480	kg
Max. zatížení	5000	10000	5000	10000	5000	5000	5000	kg

3.3 Prostředky pro dopravu materiálů ve stavebnictví

Tato kapitola se bude věnovat přepravě silniční, kolejové a vertikální dopravě. Silniční doprava je využívána pro četnější a menší dodávky materiálu než při dopravě kolejové. Kolejové dopravy se snaží o co největší využití přepravního objemu a užitečného zatížení. Vertikální dopravou je myšlena doprava stavebními výtahy a plošinami.

3.3.1 Prostředky pro silniční dopravu materiálů

Prostředky silniční přepravy jsou jedním z nejpoužívanějších a nejpodstatnějších způsobů přepravy materiálů ve stavebnictví. Pro potřeby stavebnictví budou nákladní vozidla rozdělena podle jejich celkové hmotnosti. Nákladní vozidla používaná ve stavebnictví jsou dělena na vozy s celkovou hmotností do 3,5t a nad 3,5t. Dále je tato vozidla rozlišují podle jejich nástavby. [1][5]

3.3.1.1 Skříňová nákladní vozidla

Skříňová vozidla využívají pro přepravu materiálů jako nástavbu skříň. Skříň může být samostatná nástavba nebo součástí karoserie vozidla. Skříň je chápána jako prostor pro náklad, který chrání přepravovaný materiál od povětrnostních podmínek v uzavřeném prostoru. Nejčastější přístupy do skříňových vozidel jsou zadní a boční dveře. Samotný prostor skříňe je uzpůsoben pro přepravu kusových materiálů. Je vybaven úchyty pro bezpečné ukotvení nákladu. Pro převoz sypkých materiálů není vhodný. Obrázek viz (Příloha. 1). V příložené tabulce (Tab. 6) jsou uvedeny rozměry skříňového nákladního vozu Volkswagen Transporter pro porovnání jednotlivých výrobních variant. Ostatní výrobci jsou rozměry svých skříňových vozů obdobné. [1][5]

Tab. 6 –Tabulka rozměrů skříňových vozů Volkswagen[53]

Volkswagen Transporter-skříňový vůz					
Parametr	krátký rozvor nízká střecha	krátký rozvor střední střecha	dlouhý rozvor nízká střecha	dlouhý rozvor střední střecha	Jednotka
Výška vozu	1990	2177	1990	2177	mm
Šířka vozu	1904	1904	1904	1904	mm
Délka vozu	5006	5006	5406	5406	mm
Nosnost	0,8	0,8	1	1,4	t
Objem skříňe	5,8	6,7	6,7	7,8	m ³
Nákladová plocha	4,3	4,3	5	5	m ²
Poloměr otáčení	11,9	11,9	13,2	13,2	m

3.3.1.2 Sklápěčková nákladní vozidla

Sklápěčková nákladní vozidla jsou vybavená nástavbou s výklopným přepravním prostorem. Tento přepravní prostor je nejčastěji ve tvaru korýtky s ochrannou kabiny řidiče a zadním odklopným víkem. Tento typ nástavby je určený pro přepravu sypkých materiálů. Pro přepravu jednotlivých materiálů není příliš vhodný. Obrázek viz (Příloha. 3).[1][5]

3.3.1.3 Valníková nákladní vozidla

Valníkové nástavby kombinují možnosti skříňové a sklápěčkové nástavby. Valníky umožňují převoz rozměrných kusových materiálů. Valníky je možné vybavit zakrývacím systémem. Tímto způsobem je možné realizovat přepravu materiálů ochráněných před

vlivem prostředí. Dále je možné na valnicích přepravovat sypké materiály. Součástí výbavy některých valníkových nástaveb bývá třístranné sklápění, které umožňuje snadnější vykládku sypkých materiálů. Valník je také vybaven bočnicemi, které jsou po celém obvodu valníku demontovatelné a umožňují snadnější přístup k materiálu. Obrázek viz (Příloha. 4).[1][5]

3.3.1.4 Kontejnerová nákladní vozidla

Kontejnerová nástavba nákladního vozidla je určena k přepravě kontejnerů. Jednoramenná nástavba je rameno teleskopické nebo kloubové. Na jednom konci je rameno opatřeno hákem, který se zachytává v oku kontejneru. Dvouramenný systém má po jednom rameni na obou bocích nástavby. Každé rameno má teleskopický výložník s okem, na kterém jsou zavěšeny dva ocelové řetězy, které se zavlékají do ok kontejneru. Nakládání a vykládku obou systémů zabezpečuje hydraulika nástavby. Nakládání a vykládání kontejneru probíhá pouze přes zadní část vozu. Obrázek viz (Příloha. 2) [1][5]

3.3.2 Prostředky pro kolejovou dopravu materiálů

Kolejová doprava je charakterizována vlastnostmi, jako je velké přípustné zatížení na nápravu a malý valivý odpor kol. Z těchto důvodů je kolejová přeprava vhodná pro převoz velkého množství materiálů, za co nejnižší přepravní náklady. Lokomotivní vozidla jsou motorové vozy určené pouze k vytváření trakční síly. Přípojný vozy jsou uzpůsobeny pro převoz materiálu. V lomech a dolech se používají ke svozu těžené suroviny na centrální úložiště, kde se pak dále upravují, anebo jsou připravena k expedici. Nejpodstatnějším využitím kolejové dopravy tkví v mezistátní a vnitrostátní přepravě díky velkému množství kolejových cest. Tato přeprava se většinou děje mezi místy vzniku nákladu do lokalit jeho využití. [1]

- Přípojný vozy

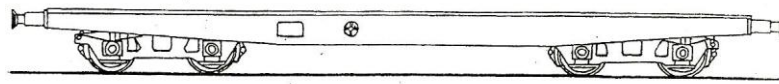
Přípojný vozy realizují samotné uložení nákladu. Tyto vozy jsou určeny pouze k dané přepravě a jsou konstruovány pro snadnou nakládání a vykládku. Přípojný vozy jsou děleny na univerzální a speciální. [1]

- Univerzální přípojný vozy

Univerzální přípojný vozy jsou určeny pro přepravu široké škály materiálu. Od kusových až po sypké materiály. Podle druhu přepravovaného materiálu je nutno zvolit otevřené nebo zavřené přípojný vozy. [1]

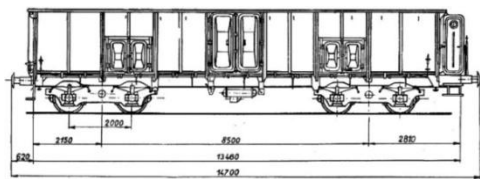
Plošinové vozy (Obr. 8) přepravují náklady, které nepodléhají vlivům prostředí, a jedná se zejména o kusové materiály. Přepravované materiály mohou být v jednotkách kusů nebo celé svazky. Při přepravě některých druhů materiálů je plošinový vůz vybaven takzvanými

klanicemi. Tyto klanice jsou ocelové profily po bocích vozu situované svisle. Tyto komponenty vymezují prostor nákladu a zamezují jeho posunu při nakládce a přepravě.[1]



Obr. 8 –Plošinový vůz[1]

Vysokostěnné vozy (Obr. 9) jsou vybaveny stěnami 1,2 m a vyšší. Tyto vozy umožňují převoz materiálů stejných specifikací jako výše zmíněný, avšak jsou schopny převážet krátké dřevěné kulatiny a sypké materiály.[1]



Obr. 9 –Vysokostěnný vůz[1]

Zakryté vozy (Obr. 10) jsou vybaveny pevnou nebo odsuvnou střechou. Celý prostor pro náklad je oddělen od vnějšího prostředí. Jsou tedy schopny převážet materiály, které by podlely vlivu prostředí při přepravě nebo jsou snadno odcizitelné. [1]

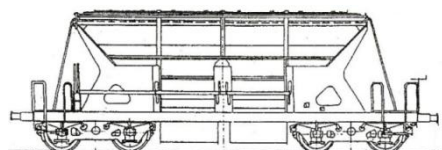


Obr. 10 –Zakrytý vůz[Foto. www.itvlaky.cz]

- Speciální přípojné vozy

Speciální přípojné vozy se vyznačují možností přepravy úzké skupiny materiálů nebo pro přepravu určitého materiálu. Speciální přepravní vozy jsou rozděleny na tyto kategorie: [1]

Výsypkové vozy (Obr. 11) jsou speciální vozy určené pro přepravu sypkých materiálů a to jak s malou tak i velkou specifickou hmotností. Mají dva způsoby vykládky sypkého materiálu. Prvním způsobem je vysypání dovnitř koleje a druhým vně koleje. [1]



Obr. 11 –Výsypkový vůz[1]

Nádržkové vozy (Obr. 12) slouží k přepravě kapalin, plynů a práškových materiálů. Rozeznáváme dva druhy a to kotlové a nádobové. Kotlové vozy se zpravidla plní shora a vyprazdní z dna. Přepravní část nádobových vozů tvoří zpravidla několik nádob. Tyto nádoby slouží k přepravě sypkých a tekutých materiálů. [1]



Obr. 12 –Nádržkový vůz[Foto. www.ttmodelar.eu]

Vozy pro přepravu kontejneru (Obr. 13) jsou svými rozměry normalizovány. Slouží pouze k přepravě předem stanovených kontejnerů. Obsahují upevňovací prvky pro snadné a bezpečné uchycení kontejnerů. [1]



Obr. 13 –Vůz pro přepravu kontejnerů[Foto. www.litomysky.cz]

Vozy pro přepravu silničních návěsů (Obr. 14) slouží k naložení, přepravě a vyložení celých návěsů bez nutnosti překládky nákladu. Zde se nákladem stává samotný návěs. U přepravy návěsů vzniká problém celkovou výškou, která nesmí přesáhnout povolenou mez. [1]



Obr. 14 –Vůz pro přepravu silničních návěsů[Foto. www.ttmodelar.eu]

3.3.3 Prostředky pro vertikální přepravu materiálů ve stavebnictví

Výtah je strojní zařízení určené pro přepravu osob a materiálů mezi dvěma a více vertikálními stanovišti. Jedním z druhů výtahů, které jsou ve stavebnictví podstatné pro přepravu materiálů, jsou stavební výtahy. [1]

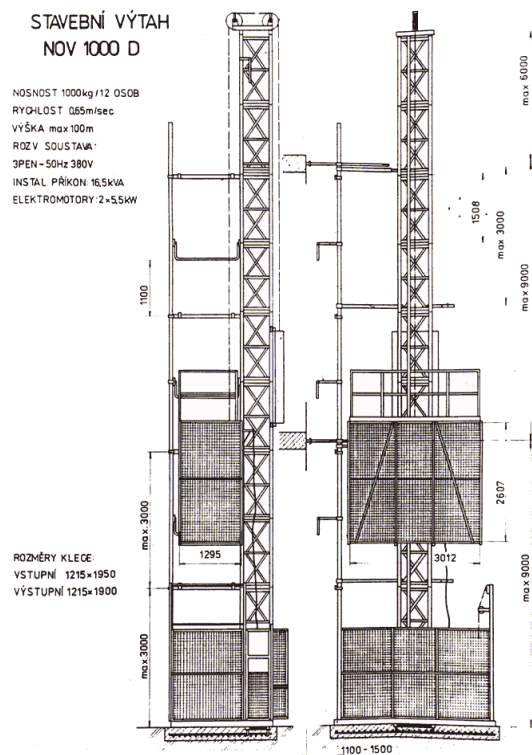
Elektromotor výtahu je umístěn buď v nejvyšším bodě celé konstrukce výtahu, umístěn u paty výtahu, nebo v samotné kleci výtahu. Elektromotor pohání přes šnekový převod ozubenými koly přímo spojenými s bubnem, kladnicí nebo ozubeným hřebenem. Elektromotoru pomáhá k vyzvedávání a spouštění klece protizávaží. [1]

Výtahy pro převoz osob a materiálů (Obr. 15) jsou konstruovány pro maximální bezpečnost osob, ale také s ohledem na maximální únosnost za daných podmínek. Tyto výtahy jsou jak samoobslužné tak se samostatnou obsluhou. Tento druh výtahů je právě tím nejpoužívanějším ve stavebnictví. [1]

Výtahy pro převoz materiálů slouží výhradně na převoz materiálů. Převoz osob je přísně zakázán. Tyto výtahy jsou konstruovány s menší mírou bezpečnosti vzhledem ke kleci výtahu. Jako celek musí výtah splňovat určitá bezpečnostní pravidla.[1]

Kabina nebo také klec jsou určeny pro bezpečný přesun osob a materiálů. Kabina musí obsahovat pevnou podlahu a strop. Bočnice mohou být perforované. Klec podle dnešních norem musí obsahovat dveře. Vedení kabiny zajišťuje bezpečný a pohodlný posun klece. Protizávaží je komponent usnadňující pohonu výtahu manipulaci s klecí. Protizávaží má nejčastěji vlastní hmotnost o něco vyšší než samotná klec. Nosné lano je svazek ocelových drátů. Elektronická soustava výtahu obsahuje jak ovládací elektroniku, tak elektroniku pohonu.[1]

Nosnost výtahu je vlastnost, při níž je dosaženo maximálního možného zatížení, které je výtah schopen v rámci bezpečného provozu zdvihnout nebo spustit. Jmenovitá rychlost klece výtahu je taková rychlost, kterou lze dosáhnout při maximálním zatížení. Zdvih je hodnota udávající rozměr mezi nejnižším a nejvyšším bodem dosaženým klecí výtahu.[1]



Obr. 15 – Stavební výtah [Zdroj: www.vytahy-stavebni.cz]

4 Analýza současného stavu manipulační techniky ve stavebnictví

Tato kapitola se věnuje hodnocením jednotlivých manipulačních prostředků ve vztahu ke stavebnictví. Z každé kategorie budou jmenováni typy prostředků, které jsou v oboru stavebnictví nezastupitelnými pomocníky. Dále budou popsány jejich výhody a nevýhody, princip funkce a parametry, které jsou tak podstatné pro jejich využitelnost ve stavebnictví.

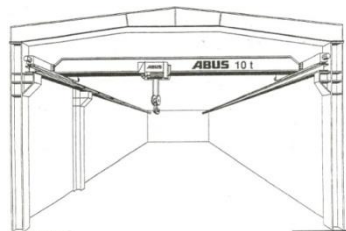
Manipulační prostředky pro ložné operace slouží k usnadnění lidské práce, anebo se využívají tam, kde by nebylo v lidských silách daný úkol splnit. Stroje pro manipulaci s materiály jsou poháněné lidskou silou nebo motorem. Využívají se pro manipulaci jak sypkých, tak kusových materiálů. Manipulace se provádí přímo s daným materiálem volně loženým, svázaným do svazků, pytlovaným, kontejnerizovaným, anebo paletizovaným.

4.1 Jeřáby

Jeřáb je zařízení sloužící k přesunu břemene horizontálním a vertikálním pohybem ve vymezeném prostoru. Břemena jsou zpravidla upevňována pomocí vázacích a upevňovacích prostředků, nebo jsou jeřáby vybaveny speciálním úchopovým zařízením. Nejpodstatnějším parametrem jeřábu je jeho nosnost, tedy maximální hmotnost břemene. Maximální hmotnost břemene se mění v závislosti vzdálenosti břemene od těžiště samotného stroje. [1][4][14]

- Mostové jeřáby

Mostový jeřáb (Obr. 16) se vyznačuje ve výšce uloženými pojezdovými drahami nejčastěji integrovanými do konstrukce budovy. Na těchto pojezdech se pohybuje jeřábový most. Tento most je vybaven pojezdovými koly a elektromotory na koncích. Složitější konstrukce jeřábů jsou tvořeny příhradovými nosníky. Dále je po celé délce vybaven pojezdovou drahou pro jeřábovou kočku. Jeřábová kočka se pohybuje po jeřábovém mostě. Jeřábová kočka obsahuje zvedací mechanismus. [1][4][14]



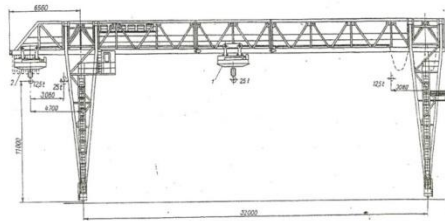
Obr. 16 –Mostový jeřáb[1]

Mostové jeřáby mohou mít dvě a více koček. Takovéto uspořádání dovoluje přesun rozměrných konstrukcí. Tento tvar jeřábu je nejčastěji využívaným pro svou jednoduchost.

Mostové jeřáby se využívají ve stavebnictví pro ložné operace ve skladech a jako součást procesu konstrukce prefabrikovaných budov. [1][4][14]

- Portálové a poloportálové jeřáby

Nosnou konstrukci tvoří takzvaný portál, který je složen ze dvou podpěr a jeřábového mostu (Obr. 17). Tento tvar jeřábu používá výhody mostového jeřábu s tím rozdílem, že je nejčastěji umístěn na volném prostranství. Poloportálový jeřáb vypadá jako portálový jeřáb s tím rozdílem, že jedna jeho strana pojíždí po kolejnici ve výšce jeřábového mostu. [1]



Obr. 17 –Portálový jeřáb[1]

Příhradový portálový jeřáb je klasická konstrukce portálových jeřábů. Může být na jedné straně nebo na obou vybaven výložníky, které umožňují jeřábové kočce vyjet vně pojezdovou dráhu jeřábu. [1][4][14]

Přístavní portálový jeřáb disponuje soustavou ramen umožňující posun břemene při neměnění se zdvihu břemene. Tento jeřáb se nejčastěji pohybuje po kolejové dráze za pomoci elektromotorů. Je vybaven kabinou jeřábníka, anebo dálkovým ovládním. Dále je vybaven točnou, díky které je schopen přemísťovat břemeno kolem své osy a po celé kolejové dráze. Tato konstrukce je ta nejnákladnější na pořízení. Obrázek viz (Příloha 6).[1][4][14]

- Sloupové a věžové jeřáby

U sloupových a věžových jeřábů koná otočný pohyb rameno, jehož bod otáčení protíná osu sloupu nebo věže. Rameno lze zpravidla sklápět. Rameno je schopno konat kruhový pohyb kolem osy sloupu, tudíž je tento jeřáb schopen přemísťovat břemeno v dosahu ramene všude kolem sebe. Tyto jeřáby jsou rozděleny na jeřáby s otočným sloupem, nebo s pevným sloupem a otočným ramenem. Dále se rozdělují na stacionární a pojízdné. Využití těchto jeřábů je nejčastěji ve stavebnictví.[1][4][14]

Zvláštní kategorií jsou takzvané deriky. U těchto jeřábů je výložník připojen k patě věže pomocí kloubového spoje. Horní ložisko věže je drženo buď dvěma rameny, nebo pomocí třech a více lan. Tento jeřáb se používá také v lomech, v železniční a silniční dopravě. Jejich výhodou je snadná montáž a demontáž a nízké pořizovací náklady. Věž a výložník jeřábů jsou

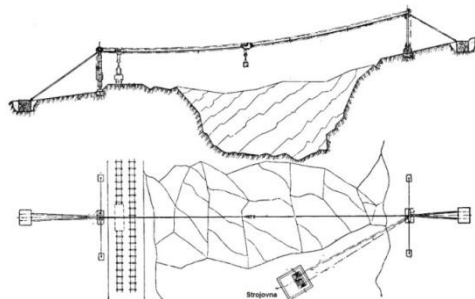
obvykle příhradové konstrukce. Tyto příhradové konstrukce jsou dnes tvořeny ze silnostěnných trubek. Obrázek viz (Příloha. 5).[1][4][14]

- Vozidlové jeřáby

Vozidlové jeřáby jsou specifické díky charakteru práce těchto jeřábů. V dnešní době jsou vozidlové jeřáby, zejména automobilové jeřáby, na takové úrovni, že ve stavebnictví konkurují všem ostatním druhům. To díky jejich univerzálnosti a schopnosti mobility. Tento druh jeřábů je vhodný pro veškeré montážní a vyprošťovací práce, se kterými se v oboru stavebnictví lze setkat. Podvozek může být kolový, pásový, automobilový nebo železniční. Nejvíce se používají podvozky automobilové a to díky jejich dopravním schopnostem. [1][4][14]

- Lanové jeřáby

Lanové jeřáby (Obr. 18) jsou jednou z alternativ, jak přemísťovat břemena na dlouhé vzdálenosti a případně překonávat hluboké rokle. Hlavním komponentem jsou ocelová lana. Tato lana slouží nejen k zajištění zdvihu břemene, ale i jako pojezdová dráha pro jeřábovou kočku. Mezi dvěma pilony nebo pevnými body nad roklí jsou natažená nosná lana tvořící pojezdovou dráhu jeřábové kočky. Jeřábová kočka se po těchto lanech pohybuje za pomoci lan tažných. O pohyby lan se stará strojovna na jedné straně jeřábu. [1][4][14]



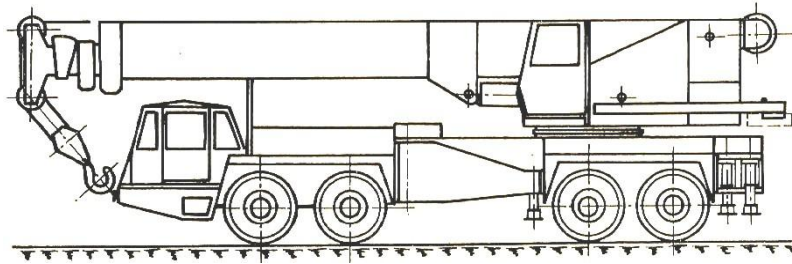
Obr. 18 –Lanový jeřáb[4]

4.1.1 Automobilové jeřáby

Automobilové jeřáby jsou zpravidla sestaveny z otočného svršku a výložníku, umístěné na podvozku nákladních aut (Tab. 7). Pojždění je realizováno za pomoci podvozku. Automobilové jeřáby se mohou poměrně velmi rychle přemísťovat i na větší vzdálenosti, takže mohou pracovat i ve značně velkém a proměnném okruhu působnosti.[1][4][15]

Automobilové jeřáby (Obr. 19) jsou rozděleny na jeřáby podvozkové a samohybné. Za automobilové jeřáby podvozkové se považují takové jeřáby, které mají dvě kabiny pro řidiče a jeřábníka. Dalším způsobem je samohybný jeřáb, kde je jedna kabina umístěná společně na otočném svršku jeřábu a sloužící jak pro přesun jeřábu, tak pro ovládání samotného jeřábu

při práci. V dnešní době se klade důraz také na přepravní rychlost a její dosahování. [1][4][15]



Obr. 19 –Automobilový jeřáb podvozkový[4]

- Stabilita vozidlových jeřábů

Automobilové jeřáby jsou vybaveny výsuvnými, sklopnými nebo odpojitelnými opěrami, které musí být použity v souladu s návodem k obsluze. Rovněž je třeba znát, kdy se má připojit odpojitelné protizávaží. Aby se plně využila nosnost jeřábu, je třeba zajištění jeho podvozku o okolní terén. K tomu slouží opěry, které jsou konstruovány za tímto účelem. Jsou navrženy tak, aby zvětšovaly opěrný obrazec jeřábu, nebo jsou umístěny v blízkosti původních dotykových ploch pneumatik. V obou případech opěry zaručují tuhé uložení rámu podvozku tím, že vylučují vliv pružnosti pneumatik a možného odpružení náprav. Tím tyto prvky odlehčují podvozku a odstraňují nežádoucí kmitání způsobené pružným uložením stroje na terénu. V zásadě rozlišujeme opěry určené pro ruční manipulaci z vnějšku jeřábu a opěry ovládané hydraulicky z kabiny řidiče, popřípadě kombinací obou funkcí. [1][4][15]

- Podvozek

Koncepci podvozku, počet, druh a uspořádání náprav, počet říditelných náprav atd. ovlivňují dva základní faktory. Jsou to nosnost společně s vyložením jeřábu a dále převažující způsob jeho použití. Nutno vždy rozhodovat, zda bude důležitá velká přepravní rychlost po silnici, nebo pomalá jízda v terénu. Zda se bude požadovat velká manévrovatelnou na stísněném prostoru. Zda bude jeřáb často pojíždět s břemenem nebo zda bude pracovat převážně na opěrách. Zda motor pro jízdu bude umístěn v podvozku nebo v otočném svršku atd. [1][4][15]

- Výložník

Plnostěnné výložníky mají skříňový profil a jsou svařeny z plechů (Obr. 20). Pro své pevnostní a tuhostní podmínky jsou vhodné pro malé zdvihy a malé vyložení. Výložník je teleskopicky výsuvný. Sklápění výložníku je realizováno za pomoci hydraulického systému. Konstrukce plnostěnných výložníků směřuje k teleskopickým několikadílným konstrukcím, jejichž výsuvné díly jsou ve svých polohách automaticky aretovány. Vysouvací a aretovací

ústrojí jsou předmětem četných patentů. Jeřáby s teleskopickým výložníkem se uplatňují tam, kde jeřáby mění často pracoviště a kde je kladen důraz na jeho pohotovost. [1][4][15]

Velké zdvihy břemene a různé speciální montážní práce zůstávají vyhrazeny příhradovým výložníkům. Schéma vyložení břemene MAN AD10 viz (Příloha. 7). Pro speciální úkoly je vyvinuta řada tvarů a doplňkových příslušenství. Výložník má být při bezpečné pevnosti a tuhosti co nejlehčí, neboť těžký výložník pochopitelně snižuje hmotnost užitečného břemene. Proto se v konstrukci výložníků uplatňují oceli o vysoké mezi kluzu, dokonalá technologie svařování, jeho kontrola a v neposlední řadě spolehlivost výpočetní techniky. Použití dlouhých výložníků klade velké nároky na regulační vlastnosti pohonů. Má-li být dosaženo dobrých výkonů, je třeba volit velkou rychlost zdvihu břemene i rychlost otáčení. Vzhledem k dynamickým účinkům je třeba dosáhnout pozvolného rozběhu. [1][4][15]

- Porovnání automobilových jeřábů

Tab. 7 –Porovnání automobilových jeřábů na podvozcích MAN a TATRA[40]

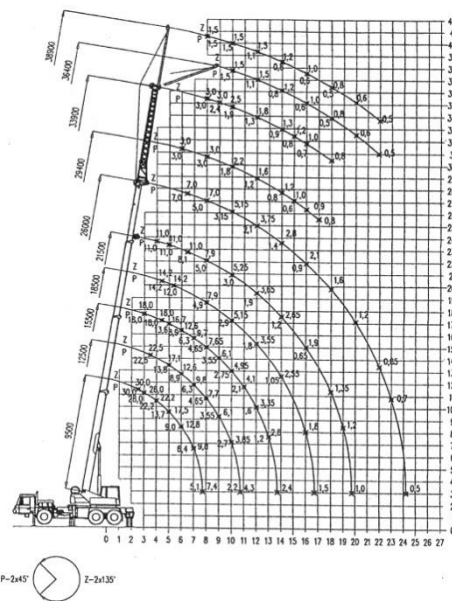
Porovnání autojeřábů									
Parametr	MAN AD 30	TATRA AD 30	MAN AD 20	TATRA AD 20	MAN AD 14	TATRA AD 14	MAN AD 10	TATRA AD 10	Jednotka
Celková hmotnost	29400	30500	26000	24560	18000	20300	14500	14300	kg
Nosnost	30000	30000	20000	20000	14000	14000	10000	10000	kg
Pojezd s břemenem	nelze	nelze	do4t do2,8m	do4t do2,8m	x	do3t do2,8m	do2t do2,2m	do3t do3m	
Délka zasunutého výložníku	9500	9500	8900	8900	7500	7500	7100	7100	mm
Délka vysunutého výložníku	26000	26000	20900	20900	16900	16900	12000	12000	mm
Délka vysunutého výložníku s nástavcem	38900	38900	28800	28800	23400	23400	15000	15000	mm
Max. rychlost	80	80	80	80	80	80	90	80	km/h
Délka jeřábu	10700	10700	10530	10530	8400	8350	7750	7950	mm
Šířka jeřábu	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	mm
Výška jeřábu	3980	3700	3950	3750	3930	3800	3450	3850	mm
Šířka jeřábu s opěrami	5160	5160	4600	4600	4490	4700	3600	3600	mm

4.1.2 Věžové jeřáby

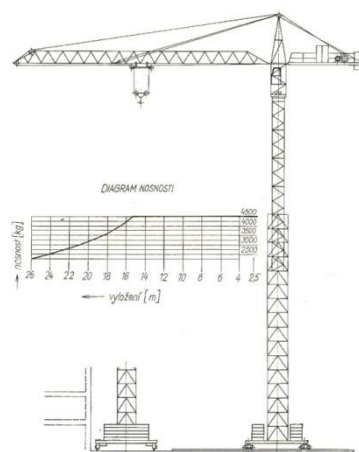
Požadavky na věžové stavební jeřáby (Obr. 21) jsou rychlá montáž a demontáž bez nároků na pomocné prostředky, snadný transport a malé požadavky na únosnost podložky. Pojízdné a otočné věžové jeřáby stavební mají poměrně značnou pracovní výšku a dostatečný pracovní dosah, takže může být použit pro přemísťování břemene na velkých staveništích. Jeřáb nejčastěji dopravuje betonovou směs od míchačky a přiměřeně těžké prefabrikáty. Těžké stavební věžové jeřáby (Tab. 8) se používají zejména při montážních stavbách velkých průmyslových objektů. [1][4][15]

Nejrozšířenějším typem, zejména při středních nosnostech, je jeřáb s otočnou věží a kyvným výložníkem. Věže těchto jeřábů jsou příhradové konstrukce, svařované často z trubek, pro snížení vlastní hmotnosti. U menších typů jeřábů se často používá vodorovný výložník s pojízdnou kočkou. Kočka je tažena lanem na spodku výložníku. Výložník má obvykle příhradovou trubkovou konstrukci, je trojúhelníkového průřezu, s vrcholem dole nebo nahoře. Aby se získal co největší pracovní zdvih, lze u některých konstrukcí kočku aretovat na konci výložníku a výložník pak vztyčit. [1][4][15]

Mezi speciální věžové stavební jeřáby jsou brány takzvané šplhací. Jeřáb může šplhat buď vnitřkem stavby, nebo z vnějšku. Jeřábová věž je uložena nejčastěji ve výtahové šachtě a jak stavba postupuje vzhůru společně s ní je zvedán i jeřáb. Toto uspořádání umožňuje obsluhovat jakkoli vysokou stavbu. Tento typ jeřábu se posléze rozmontuje a spustí vně budovy. Výhodnější variantou je stavět tento jeřáb rovnou vně budovy. Tento typ jeřábu je nutné ukotvovat do fasády domu a tím se jeho možnost prodlužování limituje pouze vlastní hmotností konstrukce a břemene. V otočném svršku je umístěna kabina jeřábníka, pod ní je otočná část spojena s částí neotočnou. [1][4][15]



Obr. 20 – Vyložení břemene Tatra AD 30[40]



Obr. 21 – Stavební věžový jeřáb[4]

- Porovnání věžových jeřábů

Tab. 8 –Věžových jeřábů[Zdroj:http:www.saezcranes.cz;http:www.liebherr.cz]

porovnání autojeřábů					
Parametr	SÁEZ S46 4T	SÁEZ S52 4T	LIEBHERR 1250 HC 40	LIEBHERR 4000 HC 100	Jednotka
Max. nosnost	4000	4000	40000	100000	kg
Min. nosnost	1000	1100	12500	22500	kg
Max. vyložení	46	52	81	96	m
Min. vyložení	2,1	2,1	5,2	7,5	m
Max. zdvih břemene	40,7	40,7	79,6	68	m

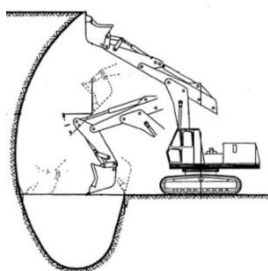
4.2 Lopatová rypadla

Lopatová rypadla se těší největšího využití při úpravách terénů v místě stavby. Zejména výkopy a nakládky zeminy při hloubení sklepních prostor a vytváření základových pasů. Dále jsou využívány pro demolice objektů. V zásadě lze tvrdit, že pro stavebnictví se používají rypadla s převážně pásovým podvozkem. Pásové podvozky jsou nejlepším způsobem pohybu rypadla v terénu. Jedinou nejpodstatnější slabinou tohoto podvozku je nemožnost samostatné přepravy na místo použití. Dále se rypadla rozdělují na rypadla standardních velikostí, minirypadla a mikrorypadla. [1][3][11]

Lopatová rypadla jsou stroje, které v první řadě používají ke své práci různé typy lopaty. Lopata je uchycena na výložníku, který je kloubově uložen se strojem a jeho výkyvné a posuvné pohyby jsou realizovány přímočarými hydromotory. Objem lopaty je dán výkonem stroje a případně i pracovním postupem. Lopaty se nejčastěji využívají pro těžbu sypkých materiálů i k obsluze skládek sypkých materiálů, jejichž soudržnost je nutno před naložením narušit. Nástroje pro rypadla mohou být hloubkové lopaty, výškové lopaty, vlečné korečky, drapáková zařízení, zvedací zařízení, ale i bourací kladiva. [1][3][11]

- Rypadla s výškovou lopatou

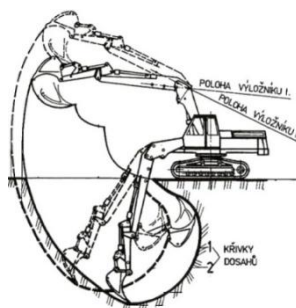
Rypadla s tímto uspořádáním slouží k těžbě materiálu nad úroveň pojezdu stroje. Vyprazdňování lopaty umožňuje pohyblivé dno lopaty, anebo otočné uložení lopaty (Obr. 22). [1][3][11]



Obr. 22 –Rypadlo s výškovou lopatou[11]

- Rypadla s hloubkovou lopatou

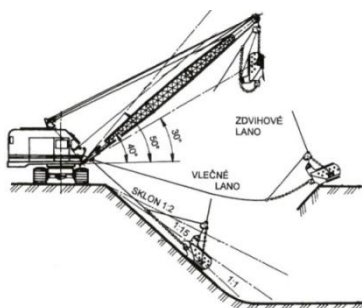
Rypadla s tímto uspořádáním slouží k těžbě materiálu pod úrovní pojezdu stroje. Vyprazdňování lopaty se děje vyklopením lopaty zadní stranou vzhůru. Tento způsob je jedním z nejrozšířenějších v dnešní době (Obr. 23). [1][3][11]



Obr. 23 –Rypadlo s hloubkovou lopatou[11]

- Rypadla s vlečným korečkem nebo lopatou

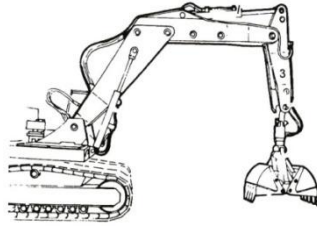
Rypadla s vlečným korečkem jsou rozdělena do dvou skupin. První skupinou je rypadlo s výložníkem, kde je koreček přitahován za pomoci vlečného lana a nadlehčován lanem nadlehčovacím. Druhým je hydraulicky ovládané rameno rypadla většinou na automobilovém podvozku s korečkem či lopatou (Obr. 24). [1][3][11]



Obr. 24 –Rypadlo s vlečným korečkem[11]

- Rypadla s drapákem

Rypadla s drapákem slouží většinou k těžbě sypkých materiálů a to i z větších hloubek. Drapák je umístěn v místě, kde se jinak uchycuje lopata. Drapák je vybaven hydraulickým přímočarým motorem pro ovládání čelistí. V některých případech je vybaven i rotačním hydromotorem pro možnost natáčení drapáku po své svislé ose. Drapák je uložen v kloubu a pracuje pouze ve svislé ose (Obr. 25). [1][3][11]



Obr. 25 –Rypadlový drapák[11]

- Rypadla se speciálními nástroji

Rypadla lze vybavit i speciálními nástroji. Mezi nejpoužívanější patří hydraulické bourací kladivo. Toto kladivo je uchyceno stejně jako lopata a je schopno pohybu jako jiné nástroje. Ke kladivu vedou hydraulické hadice, pro přenos energie do kladiva. Další nástroje jsou již méně obvyklé jako například hydraulický vrták do zeminy apod. [1][3][11]

4.2.1 Mikrorypadla

Mikrorypadla (Obr. 26) jsou svými rozměry tak malá, že jsou schopna průjezdu standardními dveřmi nebo brankami zahrad. Jejich celková hmotnost se pohybuje od 0,8 do 2 tun. U moderních mikrorypadel je šířka od 700 mm. Dalším podstatným rozměrem je jejich výška, která v přepravním režimu činí okolo 1500 mm bez řidiče. Díky svým rozměrům jsou mikrorypadla schopna pohybu ve stísněných prostorách. Podstatnou konstrukční vlastností těchto strojů je konstrukce otočného svršku vytvořená tak, aby nepřesahovala v zadní části profil pásového podvozku. Tato vlastnost zvyšuje bezpečnost stroje, kdy nedojde k zranění nezúčastněných osob. [12][13][19][23]



Obr. 26 –Mikrorypadlo[34]

Převržení stroje by mohlo nastat nadměrným zatížením nástroje a malou základkou rypadla. Toto je vyřešeno dvěma funkčními prvky. První je vlastnost hydraulického rozšíření rozchodu pásového podvozku, která umožňuje využití celého výkonu stroje. Druhý systém je elektrohydraulický. Zabezpečuje, aby nedocházelo k přetěžování hydraulické soustavy a tím k převržení. Pasivním prvkem bezpečnosti je rám, který je možné namontovat při pracovní fázi stroje. [12][13][19][23]

V mikrorypadlech se jako pohon hydraulického systému používají vznětové atmosférické motory. Tyto motory jsou nejčastěji dvouválcové a v některých případech se používají i tříválcové motory. V dnešní době jsou tyto stroje vybaveny moderní počítačovou technikou, která umožňuje maximalizovat efektivitu stroje a rozšiřuje jejich pole působnosti. Nesmíme zapomínat, že tyto stroje jsou hlavně určeny pro práce v interiérech, kde jsou největším problémem zplodiny. Pro tyto situace je možné pořídit mikrorypadla se zabudovaným

elektromotorem, který je využíván v pracovní fázi stroje. Rypadlo je pro tento elektropohon nutno zapojit do elektrické sítě. [12][13][19][23]

- Porovnání mikrorypadel

V příložené tabulce (Tab. 9) jsou porovnány jednotliví výrobci mikrorypadel. Byla vybrána taková mikrorypadla, která jsou na Českém trhu v dnešní době k dostání. Mezi podstatné údaje je nutné brát v potaz celkovou hmotnost, tlak na podložku a hloubku dosahu lopaty. [12][13][19][23]

Tab. 9 –Porovnání technických údajů mikrorypadel[34][35][36][37]

Technické údaje mikrorypadel					
Parametr	KOMATSU PC16R	Bobcat E10	Ihimer 12VXE	JCB 8010 CTS	Jednotka
Celková hmotnost	1920	1176	1260	1110	kg
Tlak na podložku	30,4	29,7	28,5	22,7	kPa
Zdvihový objem	778	720	784	761	cm ³
Výkon motoru	11,6	7,4	9,5	13,8	kW
Rypná síla	14224	8294	9350	8340	N
Tažná síla	14906	9905	15700	9000	N
Maximální rychlost	2,2/4,2	2,1/3,1	2,3/4,0	2	km/h
Typ hydraulického čerpadla	Axiální s měnitelným průtokem	Dvojité zubové	Dvojité axiální	Dvojité zubové	
Průtok oleje	40,8	20	13,2	12	L/min
Tlak oleje	21	19,2	20,6	18	MPa
Palivová nádrž	19	16	12,5	11,5	L
Hloubkový dosah lopaty	2160	1820	2010	1732	mm
Šířka pojezdu	770-1000	710-1100	870-1130	700-1000	mm

4.2.2 Minirypadla

Je to kategorie rypadel o hmotnostech od 2 do 8 tun (Obr. 27). Tento typ lopatových rypadel se ve stavebnictví využívá nejčastěji. Díky svým kompaktním rozměrům a celkové hmotnosti jsou snadno přepravitelná na nákladních vozech, nebo na přívěsných vozících. Jsou vždy vybavena pásovým podvozkem pro snadnější pohyb v terénu a lepší stabilitu při práci. [12][13][30][31]



Využívají se hlavně pro výkopy základových pasů domů a hloubení stavebních výkopů pro malé a střední objekty. Jsou vhodné pro rekonstrukční práce v již vzniklých zástavbách a to díky jejich rozměrům, manévrovatelnosti, dosahu a celkové hmotnosti. U většiny těchto strojů je podvozek konstruován s neměnnou vzdáleností obou pásů. Kabina je vybavena nejčastěji větráním a vyhříváním. Nezbytnou součástí je již dnes sofistikovaný systém, který je schopen automatického řízení některých funkcí stroje a také informační systém sdružený do displeje a kontrolky. Hydraulický systém je navržen a řízen tak, aby byl schopen dodávat v jednu chvíli potřebný tlak a průtok všem hydraulickým systémům najednou. [12][13][25][30]

Obr. 27 –Minirypadlo[34]

- Porovnání minirypadel

V příložené tabulce (Tab. 10) najdete nejpoužívanější rypadla daných výrobců. U tohoto typu strojů je nejpodstatnějším faktorem ovlivňujícím jeho využití tlak na podložku, maximální rychlost pojezdu a maximální hloubka dosahu lopaty. [12][13][23][25]

Tab. 10 –Porovnání technických údajů minirypadel[34][37][38][39]

Technické údaje minirypadel					
Parametr	KOMATSU PC80MR	Kubota KX080	WACKER NEUSON 75Z3	JCB 8080 ZTS	Jednotka
Celková hmotnost	7910	8195	7820	8600	kg
Tlak na podložku	34	34,6	33,9	33	kPa
Zdvihový objem	3318	3331	3318	3060	cm ³
Výkon motoru	47,4	47,8	43,7	44	kW
Rypná síla	39142	38100	37050	38098	N
Tažná síla	64746	65200	51110	57600	N
Maximální rychlost	2,9/4,9	2,7/4,9	5	3,6/5,5	km/h
Typ hydraulického čerpadla	variabilní axiální pístové	variabilní axiální pístové	variabilní axiální pístové	variabilní axiální pístové	
Průtok oleje	178	144	209,3	170	L/min
Tlak oleje	26,5	27,5	26	30	MPa
Palivová nádrž	110	115	93	103	L
Hloubkový dosah	4006	4250	4030	4214	mm
Šířka pojezdu	2250	2200	2300	2450	mm

4.2.3 Klasická lopatová rypadla

Do této kategorie patří rypadla v rozmezí od 8 do 40 tun (Obr. 28). Tato rypadla se využívají na stavbách velkých rozloh, v dolech a pro nakládku velkého množství materiálu. Tato kategorie rypadel je vybavena pásovým podvozkem. Terén, ve kterém se rypadlo pohybuje, je často svažité a členité. Pásky jsou tedy vytvořeny z otěruvzdorných a vysokopevnostních ocelí.



Obr. 28 –Klasické rypadlo[34]

Tento podvozek bývá i odpružen. V případě potřeby je možné pásky rozšířit za pomoci rozšiřovacích komponentů pro snížení tlaku na podložku v rozmáčených terénech. Tato rypadla jsou již dnes vybavována nejmodernější elektronikou pro maximalizování účinnosti a snižování nákladů na provoz. Jsou také vybaveny rekuperátory a tlakovými nádobami pro krátkodobé uložení „stlačeného“ oleje. Tyto systémy snižují spotřebu stroje a dále pokrývají výkonové mezery při krátkodobé potřebě velkého průtoku hydraulického oleje. Tím zvyšují plynulost a návaznost pohybu stroje. Elektronika se dále stará o bezpečnost provozu ať pasivně nebo aktivně. Podstatné je, že tyto stroje slouží výhradně pro velké pracovní výkony a vzhledem k jejich rozměrům jsou nevhodné pro malé pracovní prostory. Tato rypadla jsou nepostradatelná ve výstavbě inženýrských sítí, kde hrají podstatnou roli v tomto procesu výstavby (Tab. 11). [12][13][19][25][30]

- Porovnání klasických rypadel

Tab. 11 –Porovnání technických údajů klasických pásových rypadel[34][37][41][42]

Technické údaje klasických rypadel					
Parametr	KOMATSU PC170LC-10	Caterpillar 318E L	Volvo EC180E	JCB JS160 NLC/LC	Jednotky
Celková hmotnost	17940	19500	20165	19200	kg
Tlak na podložku	33	32,8	31,4	34	kPa
Zdvihový objem	4460	4400	4040	4399	cm ³
Výkon motoru	90	89	110	93	kW
Rypná síla	122,6	135	121,9	118,4	kN
Tažná síla	159,5	206,9	167	153	kN
Max. rychlost	3,0/5,5	3,9	2,8/5,5	3,3/5,2	km/h
Typ hydraulického čerpadla	Axiální pístové variabilní	Axiální pístové variabilní	Axiální pístové, variabilní	Axiální pístové, variabilní	
Průtok oleje	298	300	304	328	L/min
Tlak oleje	38	35	36,3	34,3	MPa
Palivová nádrž	300	290	250	220	L
Hloubkový dosah	6250	6590	6470	6286	mm
Šířka pojezdu	2790	2690	2800	3100	mm

4.2.4 Nakladače

V této kapitole budou nakladače rozděleny do čtyř skupin podle jejich principu funkce a jejich vlastností vhodných pro stavebnictví.

Nakladače (Obr. 29) jsou stroje určené k nakládání sypkých a kusových materiálů. Jsou to mobilní zařízení, jejichž charakter práce je cyklický. Nakladače je také možné použít k transportu hornin na kratší vzdálenost a jejich těžbě. Stroj při nabírání materiálu, nebo horniny využívá vlastní kinetickou energii, trakční síly a sílu od hydraulického pracovního mechanismu. Praxe ukázala, že nejvýhodnějším podvozkem je kolový podvozek. Díky znalostem a konstrukci pneumatik bylo možné snížit plošné zatížení jako u pásového podvozku, avšak při využití všech výhod kolového podvozku.[1][3][11]



Obr. 29 –Čelní nakladač[11]

Řízení směru kolových nakladačů s pevným rámem většinou zajišťuje zadní náprava. V některých případech jsou řízeny obě nápravy zároveň. U čelních nakladačů umístěných na rypadlo-nakladačích je směr jízdy řízen přední nápravou. Další možností řízení nakladače s pevným rámem je smykové řízení. Toto řízení se uplatňuje u malých nakladačů jako například UNC 060. U středních a velkých nakladačů je nejúčelnější využít děleného rámu, který umožňuje zatáčení změnou úhlu přední části vůči zadní. Takovéto řízení zmenšuje potřebný manipulační prostor a poloměr otáčení.[1][3][11]

O pohon nakladačů se nejčastěji stará hydromotor pojezdu připojený k hydrogenerátoru, nebo za pomoci hydrodynamického měniče a převodovky. V některých speciálních případech u velkých nakladačů je pohon řešen dieselelektricky.[1][3][11]

Základním pracovním nástrojem nakladače je lopata. Lopaty existují v nejrůznějších provedeních podle druhu nakládaného materiálu. Pro tvrdší a členitější materiály jsou použity standardní lopaty s ostřím a odnímatelnými zuby. Pro jemnější sypké materiály postačují standardní lopaty s břity bez zubů. Zuby na lžících slouží k rozrušování materiálu a snadnější nakládce[1][3][11]

Univerzálnost nakladačů je umocněna širokou škálou pracovních zařízení. Jsou to například vidle na kulatiny, zdvihací zařízení s hákem, prosévací a třídící lopaty apod. Škála doplňků je velice rozsáhlá a je tedy možné s jedním nakladačem udělat velký rozsah činností.[1][3][11]

Čelní nakladače se při přemísťování materiálu do dopravního prostředku musí k prostředku postavit čelem.[1][3][11]

Otočný nakladač je charakterizován tím, že lopata je umístěna na přední části nakladače v horizontálně otočném uložení. Toto uspořádání umožňuje natáčení lopaty bez nutnosti natáčením celým nakladačem. [1][3][11][24]

4.2.5 Smykem řízené nakladače

Smykem řízené nakladače (Obr. 30) jsou všeobecně velice kompaktní, efektivní, výkonné a robustní stroje. Jsou schopny operovat ve stísněných prostorách. Mají širokou škálu výměnných nástrojů pro velkou řadu prací. Lopaty, vidle, drapáky, závěsné konzole, bourací kladiva patří do nástrojů běžně využívaných. Speciálních nástrojů je pro tento stroj nespočet. Jsou vhodné na menší stavby a všude tam, kde je velmi málo prostoru (Tab. 12). [22][23][29][33]



Obr. 30 –Smykem řízený nakladač[34]

- Porovnání smykem řízených nakladačů

Tab. 12 –Porovnání technických údajů smykem řízených nakladačů[17][34][35][43]

Technické údaje smykem řízených nakladačů					
Parametr	UNC 060	KOMATSU SK815	Bobcat S510	LOCUST L753	Jednotka
Celková hmotnost	2955	2890	2686	3180	kg
Nominální nosnost	750	700	810	750	kg
Motor	vznětový	vznětový	vznětový	vznětový	
Počet válců	3	4	4	4	
Zdvihový objem	2696	2290	2196	2394	cm ³
Výkon motoru	33,1	36,2	36,4	36,5	kW
Točivý moment motoru	x	156,9	150	x	Nm
Trhací síla	16	17,2	19	25	kN
Tažná síla	24	x	x	31,5	kN
Zdvihová síla	19,2	x	x	19	kN
Maximální rychlost	12	16	17,3	15	km/h
Typ hydraulického čerpadla	zubové	zubové	zubové	zubové	
Průtok oleje	64	62	64,7	66	L/min
Tlak oleje	15	20,6	24,5	18	MPa
Palivová nádrž	50	68	93,7	71	L
Nádrž hydraulického oleje	50	38	44	42	L
Výška vyložení	2900	2920	2908	3250	mm
Výška nakladače	1990	2000	1972	2075	mm
Délka nakladače s lopatou	3220	3350	3378	3400	mm
Šířka nakladače s lopatou	1730	1730	1727	1780	mm

4.2.6 Kloubové nakladače

Tento typ je využíván ve stavebnictví v široké škále oblastí. Menší stroje se využívají na stavbách pro přesun stavebních hmot od místa složení do místa využití. Střední a velké stroje se využívají pro překládky a nakládky velkého množství stavebních hmot na přepravní jednotky (Obr. 31). Tyto střední a velké stroje jsou nevhodné pro výstavbu vzhledem k jejich rozměrům. Jsou však hojně využívány při bouracích pracích, kde se využívá jejich výkon a možnost velkého přesunu sutí.[18][22][23][29][33]



Obr. 31 –Kloubový nakladač[34]

- Porovnání kloubových nakladačů

V příložené tabulce je možné porovnat čelní kloubové nakladače od dvou výrobců. Nakladače KOMATSU WA70-7 a VOLVO L20F (Tab. 13) jsou zástupci malých nakladačů. Jsou velice univerzální a obsáhnou činnosti od přemísťování sypkých materiálů na lopatách, přesun kusových materiálů na vidlích až po čištění komunikace na výjezdu ze staveniště za pomoci čistícího stroje.

Nakladače KOMATSU WA500-7 a VOLVO L220 (Tab. 13) jsou zástupci velkých nakladačů využívaných v lomech a překladištích. Jejich základním nástrojem je velké množství typů lopat na různé druhy materiálů.[18][32]

Tab. 13 –Porovnání technických údajů kloubových nakladačů[34][42]

Technické údaje středních a velkých kloubových nakladačů					
Parametr	KOMATSU WA70-7	VOLVO L20F	KOMATSU WA500-7	VOLVO L220H	Jednotka
Celková hmotnost	4985	5140	35700	32810	kg
Zdvihová nosnost	2135	2000	22100	22090	kg
Zdvihový objem	3300	3108	15240	12800	cm ³
Výkon motoru	36,9	36,4	266	273	kW
Točivý moment motoru	172	178,6	1785	2231	Nm
Zdvihová síla	43	41	300	255,9	kN
Maximální rychlost	5/20	4,5/20	7,5/13/24/37,3	7/12/25,5/38	km/h
Průtok oleje	53	55	320	252	L/min
Tlak oleje	23	20	35	31	MPa
Palivová nádrž	132	60	473	366	L
Hydraulický olej	50	60	337	226	L
Výška vyložení	3150	3125	4795	5020	mm
Výška nakladače	2465	2460	3820	3730	mm
Délka nakladače	5475	5510	10000	10380	mm
Šířka nakladače	1900	1800	3440	3150	mm

4.2.7 Čelní nakladače s teleskopickým výložníkem

Teleskopické nakladače (Obr. 32) se ve stavebnictví využívají pro manipulaci s paletizovanými materiály, jako jsou cihly, pytlované stavební hmoty a další materiály umístěné na paletách. Využívají se z důvodů možnosti vyzvednutí materiálu, až do druhého patra rozestavěné budovy. V některých případech jsou vybaveny i lopatou (Tab. 14). [22][23][29][33]



Obr. 32 –Nakladač s teleskopickým výložníkem[37]

- Porovnání nakladačů s teleskopickým výložníkem

Tab. 14 –Porovnání údajů nakladačů s teleskopickým výložníkem[37][44][45][46]

Technické údaje nakladačů s teleskopickým výložníkem					
Parametr	JCB 540-170	MANITOU MANISCOPIC MT1840	MERLO PANORAMIC P45.18HM	NEW HOLLAND LM1745	Jednotka
Celková hmotnost	12470	12650	15500	12300	kg
Nominální nosnost	4000	4000	5000	4500	kg
Počet válců	4	4	6	4	
Zdvihový objem	4400	3400	4900	4500	cm ³
Výkon motoru	97	75	107	88	kW
Točivý moment motoru	532	420	550	525	Nm
Maximální rychlost	29	27/35	16/40	35	km/h
Typ hydraulického čerpadla	Axiální s měnitelným průtokem	zubové čerpadlo	Axiální s měnitelným průtokem	Axiální s měnitelným průtokem	
Průtok oleje	162	170	138	115	L/min
Tlak oleje	26	27	23	24	MPa
Palivová nádrž	125	140	185	135	L
Nádrž hydraulického oleje	150	135	180	180	L
Výška vyložení	16200	17550	17800	16600	mm
Výška nakladače	2690	2450	2850	2730	mm
Délka nakladače	6360	4890	6130	6230	mm
Šířka nakladače	2440	2420	2400	2445	mm

4.2.8 Rypadlo-nakladače

Rypadlo-nakladače (Obr. 33) jsou kombinované stroje, které spojují vlastnosti čelního nakladače, kolového podvozku a lopatového rypadla. Tento typ stroje je velice univerzálním zařízením. Jeho nevýhodou jsou větší rozměry a horší manévrovatelnost. Jejich nejčastější použití je v etapě stavebnictví při přípravě staveniště a výkopové práce pro základy stavby. Jeho hlavní výhodou je schopnost přesunu stroje po komunikacích, pro které je i schválen. Stabilitu při práci rypadla zajišťují hydraulicky ovládané opěry v zadní části stroje a opření lopaty nakladače o podložku. Rypadlo je ovládáno z kabiny řidiče v zadní části kabiny. Řidič se tedy musí přemístit na toto pracoviště a to nejčastěji tak, že se spolu se sedačkou otočí čelem k zadní části stroje. Rám rypadla je pevně uchycen do rámu stroje. Rám rypadla je složen z kolejnice a posuvného segmentu, ve kterém je uchyceno samotné rameno rypadla. Tento systém umožňuje provádění výkopových prací podél stěn. Hydraulický systém je společný jak pro rypadlo, tak pro nakladač (Tab. 15). [22][23][29][33]



Obr. 33 –Rypadlo-nakladač[34]

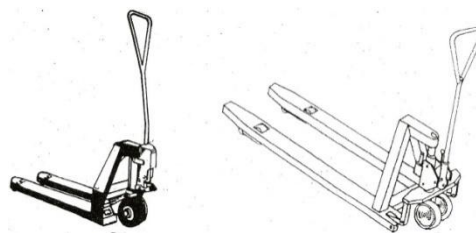
- Porovnání rypadlo-nakladačů

Tab. 15 –Porovnání technických údajů rypadlo-nakladačů[34][37][42][47]

technické údaje rypadlo-nakladačů					
Parametr	KOMATSU WB97S-5	JCB 4CX ECO	VOLVO BL71	TEREX TLB990	Jednotka
Celková hmotnost	9500	8881	9995	9000	kg
Nosnost nakladače	5300	4638	3320	3966	kg
Zdvihový objem	4485	4400	4800	4400	cm ³
Výkon motoru	74	81	75	100	kW
Trhací síla nakladače	63,8	65,9	55,4	67,8	kN
Rypná síla podkopu	60	62,3	59,1	60,5	kN
Maximální rychlost	6,6/11/23/40	5/9/22/ 38	5,9/10/20/37	6,2/10/22/40	km/h
Typ hydraulického čerpadla	Axiální pístové s proměnným průtokem	Pístové	Axiální pístové s proměnným průtokem	Axiální pístové s proměnným průtokem	
Průtok oleje	165	165	160	152	L/min
Tlak oleje	25	25,1	25	25	MPa
Palivová nádrž	150	160	120	135	L
Výška vyložení nakladače	3530	3210	3460	3671	mm
Výška nakladače	3009	3030	3746	2879	mm
Délka nakladače	5856	5910	5939	6139	mm
Šířka nakladače	2420	2440	2477	2386	mm
Hloubka dosahu podkopu	6230	6510	5354	5642	mm

4.3 Nízko a vysoko zdvižné vozíky

Dopravní vozíky jsou jedny z nejrozšířenějších prostředků pro manipulaci s materiálem jak při ložných tak skladových operacích. Jsou to vozidla pohybující se za pomoci motoru nebo lidské síly po kolech na zpevněném povrchu. Tato kapitola se bude věnovat pouze nízkozdvižnými a vysokozdvižnými vozíky, které jsou podstatné pro obor stavebnictví.[1][20]



Obr. 34 –Nízkozdvižný vozík[1]

Nízkozdvižné dopravní vozíky (Obr. 34) jsou určeny pro přepravu nejčastěji paletovaných materiálů z jedné úložné plochy na druhou, anebo do přepravního vozidla. Tyto vozíky jsou ruční, nebo motorové. Princip závisí na mírném zdvihu materiálu pro možnost jeho přesunutí. Tento druh vozíků pouze materiál přemísťuje.[1]

Vysokozdvižné vozíky jsou určeny pro přepravu materiálů jak z místa na místo v horizontálním směru, tak i pro ukládání ve vertikálním směru. Tyto vozíky jsou schopny naložit materiál i na korbu nákladního vozidla, aniž by vyžadovali nájezdovou plošinu. Nejčastěji se využívají vysokozdvižné vozíky s motorovým pohonem.[1][20]

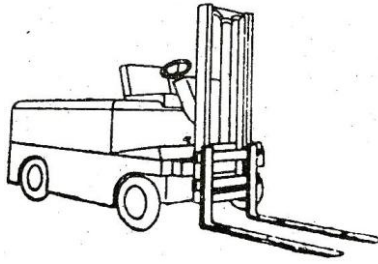
Ruční dopravní vozíky slouží pro přepravu materiálů na kratší vzdálenosti. Jsou nejčastěji opatřeny hydraulickým zdvihovým zařízením s ručním ovládním. Nejrozšířenější variantou jsou nízkozdvižné vozíky.[1]

Motorové dopravní vozíky jsou určeny pro přepravu hmotných materiálů na delší vzdálenosti. Jsou používány v rozsáhlých skladových prostorách. Nejčastějším provedením jsou motorové vysokozdvižné dopravní vozíky.[1]

Dopravní vozíky se zdvihem, opatřené spalovacím motorem, jsou určeny pro zdvihání a přemísťování těžkých břemen v rozsáhlých skladových prostorách nebo areálech. Pro pohon se využívají vznětové nebo zážehové motory. Největším problémem dopravních vozíků se spalovacím motorem jsou exhalace škodlivých látek do okolí.[1]

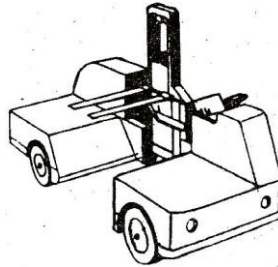
Dopravní vozíky se zdvihem, opatřené elektromotorem napájeným z akumulátorů jsou vhodné do zastřešených skladů s rovnou pojezdovou plochou. Tyto stroje jsou vhodné díky nulovým emisím v místě jejich použití a velice nízkou hlučností. Tento typ pohonu je schopen dlouhé pracovní doby, krátké doby nabíjení a dlouhé doby životnosti. Jejich nespornou výhodou oproti vozíkům se spalovacím pohonem je prakticky nulová nutnost údržby.[1]

Vidlicové dopravní vozíky (Obr. 35) jsou nejčastější variantou dopravních vozíků se zdvihem. Jsou určeny pro přepravu paletizovaných materiálů. Jejich pracovním nástrojem je nejčastěji dvojice vidlic o určité délce.[1]



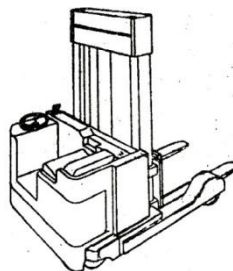
Obr. 35 –Vysokozdvizný dopravní vozík[1]

Boční dopravní vozík (Obr. 36) je opatřen z boku výsuvnou vidlicí, která nakládá břemeno z úrovně pojezdu a je schopen si dané břemeno odložit na přepravní plochu. Je určen pro přepravu dlouhých materiálů, jako například nosníků. S takovýmto nákladem je schopen přesunu na delší vzdálenosti.[1]



Obr. 36 –Boční dopravní vozík[1]

Obkročné dopravní vozíky (Obr. 37) jsou určeny pro zdvihání nadměrně těžkých břemen. Jsou uzpůsobeny k větší stabilitě při zvedání břemene. Břemeno se nachází mezi předními pojezdovými koly.[1]

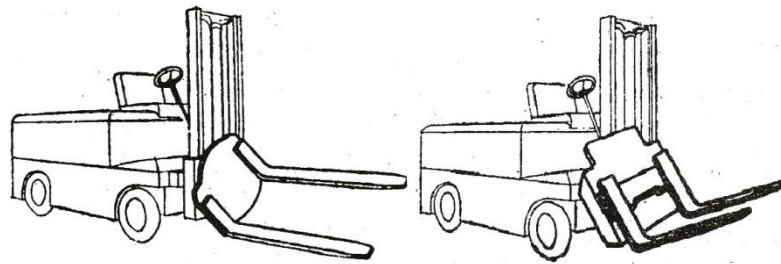


Obr. 37 –Obkročný dopravní vozík[1]

Dopravní vozík s výsuvnou vidlicí je určen pro posun břemene od nebo k místu vykládky nebo naložky za předpokladu, že vozík stojí a pohyb vykonává pouze vidlice. Tento způsob se nejčastěji používá u obkročných a bočních dopravních vozíků.[1]

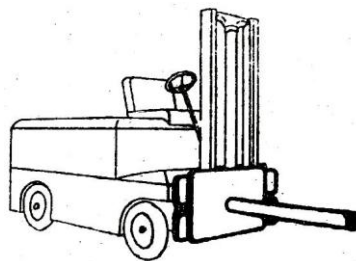
Dopravní vozík s vyklápěcí a otočnou vidlicí (Obr. 38) je schopen v případě nutnosti vidlici v přední části snížit pro snadnější naložení nebo vyložení břemene. V případě zajištění břemene při jízdě je možné přední část vidlice zvednout, a tak zabránit nákladu v sesunutí.

V případě otočné vidlice je vozík schopen vidlici naklonit okolo horizontální osy mezi zadní a přední částí vozíku. To umožňuje například boční vyložení sypkého materiálu z nádoby.[1]



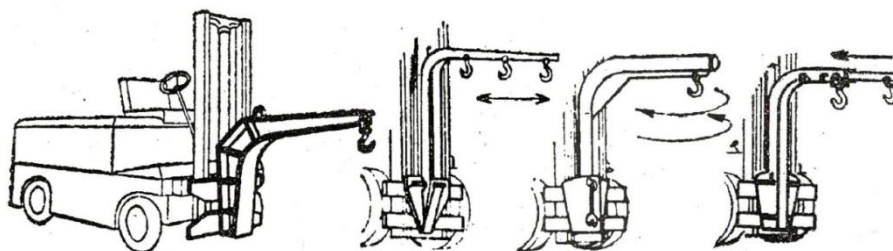
Obr. 38 –Dopravní vozík s vyklápěcí a otočnou vidlicí[1]

Dopravní vozík s nosným čepem (Obr. 39) umožňuje manipulaci dutých těles a to nejčastěji bubnů s navinutým materiálem.[1]



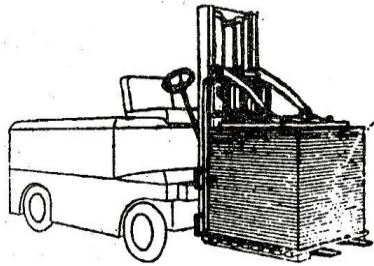
Obr. 39 –Dopravní vozík s nosným čepem[1]

Dopravní vozíky s jeřábovým ramenem (Obr. 40) umožňují zvedání břemen obdobně jako jeřáby. Tato jeřábová ramena jsou buď s přestavitelným hákem, s otočným jeřábovým ramenem, nebo s teleskopickým ramenem. [1]



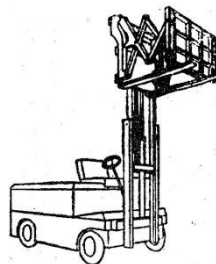
Obr. 40 –Dopravní vozík s jeřábovým ramenem[1]

Dopravní vozíky s přidržovačem nákladu (Obr. 41) slouží k přepravě materiálu, které jsou ve formě desek. Při přepravě by mohlo hrozit vzájemné posunutí. Tomu zamezuje síla od přidržovače, který tento náklad stlačuje.[1]



Obr. 41 –Dopravní vozík s přídržovačem[1]

Dopravní vozík se shrnovačem nákladu (Obr. 42) je používán všude tam, kde je nutné velice přesně vykládat materiál a po celou dobu vykládky jej nadlehčovat vidlemi. V takovém případě vozík stojí i s vidlemi a shrnovač posouvá s břemenem směrem ven.[1]



Obr. 42 –Dopravní vozík se shrnovačem[1]

Nízkozdvížené a vysokozdvížené vozíky ve stavebnictví napomáhají s manipulací stavebních materiálů nejčastěji paletizovaných. Nízkozdvížené vozíky (Obr. 44) se ve stavebnictví nejčastěji používají při převozu stavebního materiálu v rozlehlých plochách staveniště všude tam, kam se těžká technika již nedostane (Tab. 17). Vyžadují zpevněný povrch, ale jsou schopny překonat nerovnosti jako prahy a schody. Vysokozdvížené vozíky (Obr. 43) se využívají ve stavebnictví pro manipulaci s materiály na stavbách od místa jejich prvotního složení do místa jejich využití, anebo až tam kam je tento vozík schopen se dostat (Tab. 16). Nejčastěji se tedy využívají takové vysokozdvížené vozíky, které jsou schopné pohybu i v mírném terénu na nepříliš zpevněných plochách.[1][20]

4.3.1 Vysokozdvížený vozík

- Porovnání vysokozdvížených dopravních vozíků



Obr. 43 –Vysokozdvížený dopravní vozík[Zdroj: <http://www.czas.cz>]

Tab. 16 –Porovnání technických údajů vysokozdvížných vozíků[48][49][50][51]

Technické údaje vysokozdvížných vozíků					
Parametr	TOYOTA TONERO 52	JUNGHEINRICH DFG 435	Tailift FD35	LINDE H35D	Jednotka
Celková hmotnost	4890	4570	4774	4860	kg
Nominální nosnost	3500	3500	3500	3500	kg
Zdvihový objem	1795	2434	2066	1968	cm ³
Výkon motoru	41	36,5	44,9	44	kW
Maximální rychlost	19,0/16,5	17 / 18	17	22 / 22	km/h
Tlak oleje	14,7	21	17,5	17	MPa
Výška vyložení	3000	2900	3000	3950	mm
výška nakladače	2180	2180	2210	2630	mm
délka nakladače	2850	2813	2960	2795	mm
šířka nakladače	1290	1290	1270	1150	mm

4.3.2 Nízkozdvižný vozík

- Porovnání nízkozdvižných vozíků



Obr. 44 –Nízkozdvižný vozík elektrický[52]

Tab. 17 –Porovnání technických údajů nízkozdvižných vozíků[52]

Technické údaje nízkozdvižných vozíků					
Parametr	STILL HPT 30	STILL CiTi One	STILL ECU 30	STILL FU-X 20	Jednotka
Celková hmotnost	79	95	643	777	kg
Nominální nosnost	3000	500	3000	2000	kg
Pohon	ruční	ruční/elektrický	elektrický	elektrický	
Obsluha	Stojící-vodící	Stojící-vodící	Stojící-řídící	Sedící-řídící	
Výkon motoru	x	0,35	2,2	3	kW
Maximální rychlost	x	4,5 / 6	6 / 6	9,0 / 12,0	km/h
Typ pracovního mechanismu	ruční hydrostatika	elektro-hydraulika	elektro-hydraulika	elektrický	
Výška zdvihu	115	125	123	120	mm
Výška nakladače	1185	812	1340	985	mm
Délka nakladače	1550	1560	1799	2088	mm
Šířka nakladače	525	550	720	886	mm

5 Praktická část, výsledky a rozbor měření

Tato část diplomové práce se bude zabývat praktickým měřením na smykem řízených nakladačích. Jak již bylo dříve zmíněno, smykem řízené nakladače jsou nedílnou součástí vybavenosti dobrých stavebních firem. Proto je nasnadě provést měření právě na tomto typu nakladače.

5.1 Praktická část

Pro praktické měření byl vybrán smykem řízený nakladač UNC 060 jako základ měření. Tento konkrétní nakladač je majetkem firmy Hloušek podnikatelství staveb s.r.o. a byl pořízen použitý s provedenou celkovou generální opravou. Při této generální opravě byl uveden do stavu odpovídajícím vlastnostem nového stroje. Tento konkrétní stroj je vyzbrojen několika nástroji. Mezi základní, nejčastěji používané nástroje patří lopata s břitem a výměnnými zuby, lopata pouze s břitem a paletizační vidlice. Stroj byl udržován principem následné opravy po poruše. Cílem celého měření je stanovit vitalitu stroje. Dále porovnat tento konkrétní nakladač s moderní konkurencí a to tím způsobem, že bude provedena série měření na moderních smykem řízených nakladačích.

5.1.1 Popis nakladačů

- UNC 060

Tento nakladač je objektem hlavního zkoumání. Nakladač byl podroben vizuální prohlídce před samotným měřením. U nakladače byl odhalen značný únik hydraulické kapaliny. Tento únik je identifikován jak na hlavním hydraulickém systému tak na řídicím. Nejpodstatnější únik je na vedení řídicího systému pravé strany pojezdu. Další úniky lze identifikovat jako rosení vedení tlakového oleje a není pro provoz nijak zásadní. Za podstatnou závadu byl identifikován únik chladicí kapaliny přes chladič chladicího systému. Elektrický rozvod vykazuje občasné zkraty. Objem lopaty činí $0,4\text{m}^3$.

- KOMATSU SK815-5

Tento nakladač byl zapůjčen od firmy REMIRENT s.r.o. na jeden den za 2900kč. Byl převezen na měřicí pracoviště stavební firmy Hloušek. Nakladač nevykazuje žádnou poruchu. Celý nakladač vykazuje značné opotřebení a četné používání. Objem lopaty činí $0,4\text{m}^3$.

- Bobcat S510

Bobcat byl zapůjčen od spřátelené stavební firmy podnikající v oblasti úpravy terénu a zemních pracích. Nevykazuje žádné poruchy. Pracoviště obsluhy vykazuje značné opotřebení a četné používání. Objem lopaty činní 0,4m³.

- LOCUST L753

LOCUST byl zapůjčen od pana Petra Balíka. Tento nakladač je v soukromém vlastnictví a je využíván pro terénní a manipulační práce v živnosti. Nakladač nevykazuje žádnou poruchu. Celý stroj je udržován podle předepsaných postupů. Objem lopaty činí 0,4m³.

Popis vlastností a technické údaje těchto nakladačů obsahuje kapitola 4.3.1 společně s tabulkou (Tab. 12). V níže přiložené tabulce (Tab. 18) jsou výrobci udávané časové hodnoty jednotlivých pohybů výložníku a lopaty. Jak je z tabulek zjevné, tyto nakladače jsou velice obdobné svými vlastnostmi udávané výrobci. Proto jsou vhodné pro vzájemné srovnání. U nakladače UNC 060 jsou údaje o časech pohybů součástí dokumentace stroje. U ostatních nakladačů nejsou tyto údaje běžně dostupné. Z těchto důvodů byli osloveni prodejce těchto strojů v České Republice a poskytli následující údaje. Tyto údaje jsou hrubým odhadem prodejců. [17]

Tab. 18 – Časy hlavních pohybů výložníku a lopaty nakladačů

Jednotky v sekundách	UNC 060	KOMATSU SK815	Bobcat S510	LOCUST L753	Jednotka
Zdvih výložníku	4	3,5	5	4	s
Spuštění výložníku	3	3	4	3	s
Vysypání nástroje	2	2	2	2	s
Vratný pohyb nástroje	2	2	2	2	s

5.1.2 Metodika měření

- Časové měření pohybů výložníku a lopaty

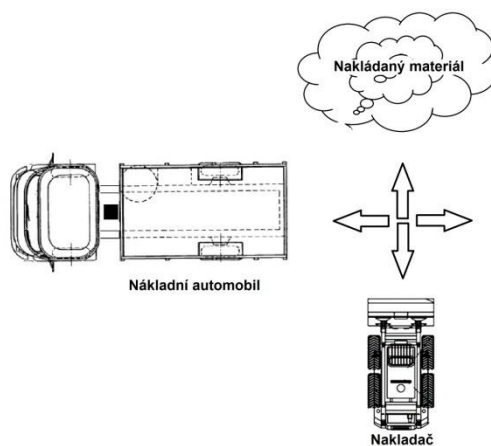
U každého nakladače bude provedeno měření časů pohybu výložníku a lopaty. Toto měření bude probíhat na zahřátém stroji a s odvodušněnou hydraulikou. Dále bude nakladač umístěn na vodorovnou plochu. O pohyby nakladače se bude starat obsluha stroje a měření bude provádět pozorovatel. Každý pohyb bude změřen pětkrát po sobě pro získání dostatečného množství statistických údajů. Tyto pohyby budou měřeny třemi způsoby. Bez lopaty, s lopatou a s lopatou se zátěží. Jako zátěž poslouží zhruba 500 kg písku. Tato metodika bude provedena u všech čtyř nakladačů. Z tohoto měření budou získány průměrné časy jednotlivých pohybů všech nakladačů. Tyto časy budou porovnány s údaji od výrobců a dále porovnány s nakladače mezi sebou.

- Měření nasimulované nakládky stavebních hmot

Bude provedena nakládka sypkého stavebního materiálu pro posouzení celkových vlastností nakladačů. Toto měření bude prováděno dvěma zvolenými metodami, které budou popsány níže. Tato měření budou vždy probíhat na zahřátém stroji s od vzdušněnou hydraulikou a plnou palivovou nádrží. O nakládku se bude starat obsluha nakladače a měření bude provádět pozorovatel. Nakladač provede pět nabrání materiálu a naložení na přistavený nákladní vůz. Pozorující osoba bude měřit čas jednotlivých cyklů a celkový čas pěti nakládek. Jeden cyklus bude vždy brán od chvíle, kdy nakladač odrýpne materiál a jako konec cyklu bude bráno opětovné najetí do složeného materiálu. Měření bude prováděno na rovném a zpevněném povrchu. Naměřené údaje poslouží jako srovnávací údaje jak pro zjištění vitality nakladače UNC 060 tak případně zvolení vhodného nástupce.

- Metoda I.

První metodou je zvolena tak, že smykem řízený nakladač koná pouze pohyb vpřed a vzad kolmo na nakládaný materiál. Nákladní vozidlo taktéž koná pohyb pouze vpřed a vzad při vzájemném křížení obou vozidel. Mezi směrnicemi pohybů obou vozidel je přibližně pravý úhel. Tato metoda vyžaduje zapojení a synchronizaci obou řidičů vozidel. Tento způsob výrazně omezuje narušování podkladu v daném místě nakládky na úkony náročnosti synchronizace obou strojů ve skutečném provozu (Obr. 45).

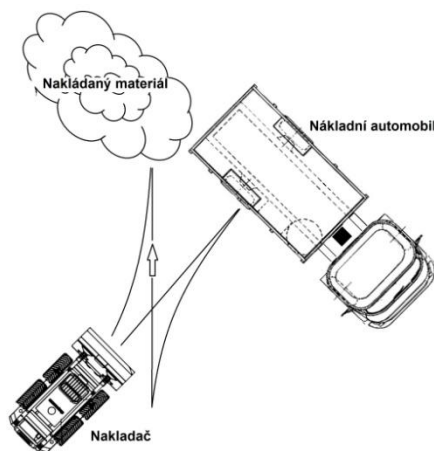


Obr. 45 –Schéma metody I. [Vlastní zdroj]

- Metoda II.

Druhá metoda nevyžaduje zapojení druhého řidiče nákladního vozu. Nákladní vozidlo je stacionárně zaparkováno v daném místě od nakládaného materiálu. Pohyb vykonává pouze smykem řízený nakladač. Vozidlo v daném měření bude zaparkováno na pravé straně od nakládaného materiálu z pohledu řidiče nakladače. Zadní část nákladního vozu bude směřovat k materiálu. Podélná osa nákladního vozidla bude svírat s podélnou osou

nakladače při nájezdu do materiálu 45°. Je to z důvodu, aby bylo umožněno smykem řízenému nakladači snížit potřebný prostor pro řízený smyk při natáčení se k ložné ploše nákladního vozu s co nejmenším narušením podložky (Obr. 46).



Obr. 46 – Schéma metody II. [Vlastní zdroj]

5.2 Výsledky měření

Celé měření bylo rozvrženo do tří etap a to z důvodů nemožnosti zapůjčení všech tří nakladačů najednou. V první etapě bylo provedeno měření na nakladači UNC 060 a LOCUST L753. Tyto dva nakladače jsou svojí konstrukcí velice podobné, avšak LOCUST již disponuje modernějším vybavením. V době měření se teplota prostředí pohybovala kolem 13°C. U obou nakladačů byla provedena stejná metoda zahřátí stroje. Po 5 minutách chodu motoru byl do činnosti uveden hydraulický systém nakladače a po dobu 5 minut bylo sečkáno pro ustálení teplot hydraulického a chladicího systému. Po zahřátí stroje bylo provedeno odvzdušnění hydraulického systému provedením pohybu výložníku a lopaty do krajních poloh. Dále byl proveden krátký pojezd s nakladačem. Nakladač byl odstaven na rovnou plochu a za pomoci pozorovatele provedeno měření pohybů obou nakladačů. U nakladače UNC, byla při měření pohybu výložníkem bez nástroje zjištěna závada na vyrovnávacím systému lopaty. Vlivem cyklického pohybu výložníku došlo k úhlovému natočení uchycujících segmentů lopaty. Toto markantní vychýlení je zapříčiněno netěsnícím pomocným hydraulickým motorem zajišťujícím vyrovnávání lopaty. Následovalo měření nasimulované nakládky sypkého materiálu v daných podmínkách. Vždy po měření časů pohybů byla provedena simulace nakládky sypkého stavebního materiálu.

Nakladače KOMATSU a Bobcat byly měřeny ve dvou dnech. Metodika byla stejná jako při měření nakladače UNC a LOCUST. Teplota v těchto dvou dnech se pohybovala mezi 12 až 15 °C.

V tabulce (Tab. 19) jsou uvedeny statisticky zpracované údaje časů pohybů jednotlivých nakladačů. Naměřené hodnoty průměrné jsou údaje zprůměrované daného pohybu jak bez

nástroje, s nástrojem a s nástroje se zatížením. U zvednutí lopaty bylo nutné zprůměrovat pouze zdvih bez nástroje a s nástrojem. Z logického hlediska není možné v našich podmínkách naměřit zdvih lopaty se zátěží, kterou je v našem případě písek. Ve sloupci obvyklé dílčí časy je hodnota pro každý pohyb, která se od tohoto typu nakladače očekává jako maximální doba. [16]

Tab. 19 – Naměření časy hlavních pohybů výložníku a lopaty

Typ nakladače	Měřený pohyb	Výrobce udávané hodnoty	Naměřené hodnoty průměrné	Obvyklé dílčí časy	Jednotka
UNC 060	Zdvih výložníku	4	7,74	6,7	s
	Spuštění výložníku	3	5,18	3,7	s
	Vyklopení lopaty	2	5,60	2,8	s
	Zvednutí lopaty	2	4,82	2,8	s
KOMATSU SK815-5	Zdvih výložníku	3,5	5,41	6,7	s
	Spuštění výložníku	3	3,63	3,7	s
	Vyklopení lopaty	2	3,14	2,8	s
	Zvednutí lopaty	2	2,70	2,8	s
Bobcat S510	Zdvih výložníku	5	6,19	6,7	s
	Spuštění výložníku	4	4,14	3,7	s
	Vyklopení lopaty	2	3,14	2,8	s
	Zvednutí lopaty	2	3,86	2,8	s
LOCUST L753	Zdvih výložníku	4	5,80	6,7	s
	Spuštění výložníku	3	3,50	3,7	s
	Vyklopení lopaty	2	2,73	2,8	s
	Zvednutí lopaty	2	2,53	2,8	s

V tabulce (Tab. 20) se nachází časové údaje naměřené ve dvou simulacích nakládky sypkého stavebního materiálu. Průměrný čas jedné nakládky je vypočítán vždy z pěti naměřených hodnot jednoho pracovního cyklu. Celkový čas je hodnota naměřená pozorovatelem nakládky materiálu za celkovou dobu nakládky pěti cyklů.

Tab. 20 – Naměřené časy nasimulované nakládky sypkého materiálu

Typ nakladače	Metoda měření	Průměrný čas jedné nakládky	Celkový čas	Jednotka
UNC 060	I.	36,5	182,5	s
	II.	44,35	221,75	s
KOMATSU SK815	I.	29,83	149,15	s
	II.	33,89	169,45	s
Bobcat S510	I.	25,51	127,55	s
	II.	33,79	168,95	s
LOCUST L753	I.	26,53	132,65	s
	II.	38,22	191,1	s

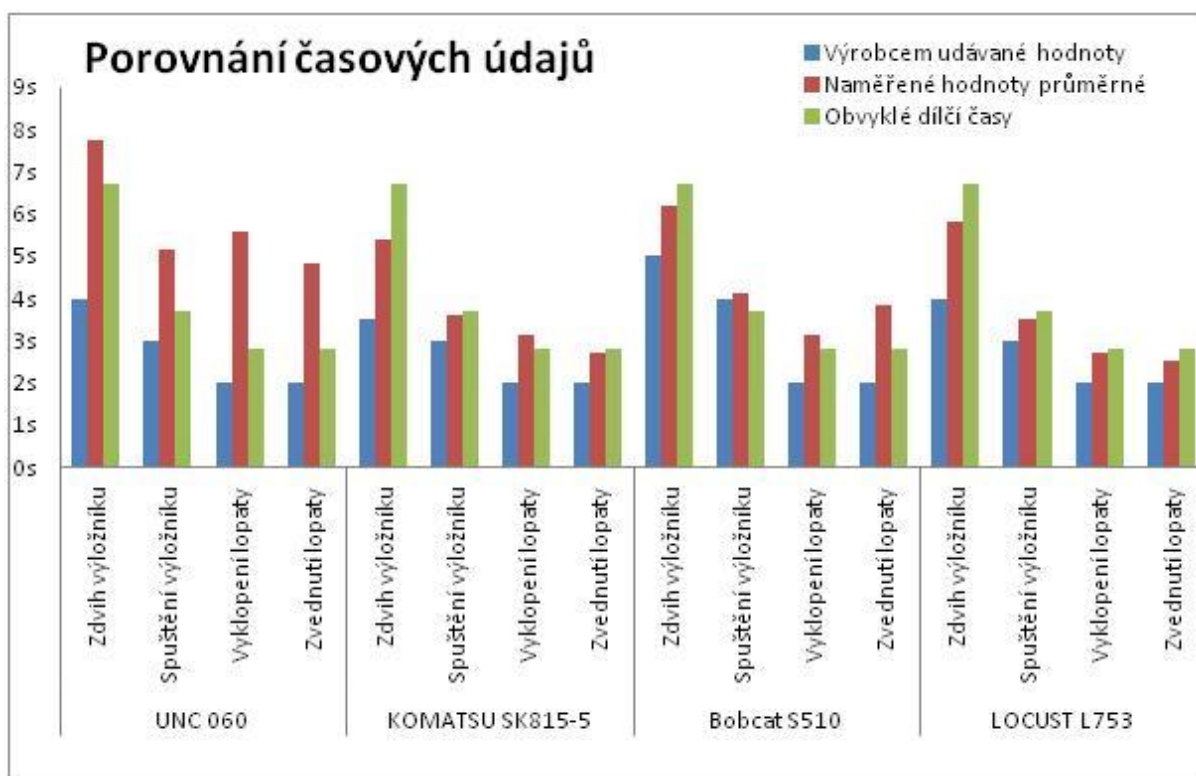
Hodnoty uvedené v tabulkách (Tab. 19-20) jsou získané z naměřených hodnot. Hodnoty získané z měření jsou uvedeny v příloze (Příloha. 8).

5.3 Rozbor výsledků

- Rozbor měření pohybů výložníku a lopaty

V grafu (Graf. 1) jsou porovnány časy jednotlivých nakladačů. Hodnoty v grafu jsou vizualizované z tabulky (Tab. 19) pro názorný rozbor údajů od výrobce, naměřených a obvyklých hodnot. Z tohoto grafu je zjevné, že nakladač UNC 060 nedosahuje výrobcí udávané hodnoty časů pohybů. Čas vyklopení lopaty je více jak dvojnásobný než udává výrobce a ostatní časy také výrazně přesahují dané hodnoty. Ostatní nakladače jsou schopny plnit obvyklé dílčí časy pohybů, avšak žádný z těchto časů se nerovná nebo není menší, než byl stanoven prodejci těchto strojů.

Graf. 1 – Časová hodnota pohybů výložníku a nástroje

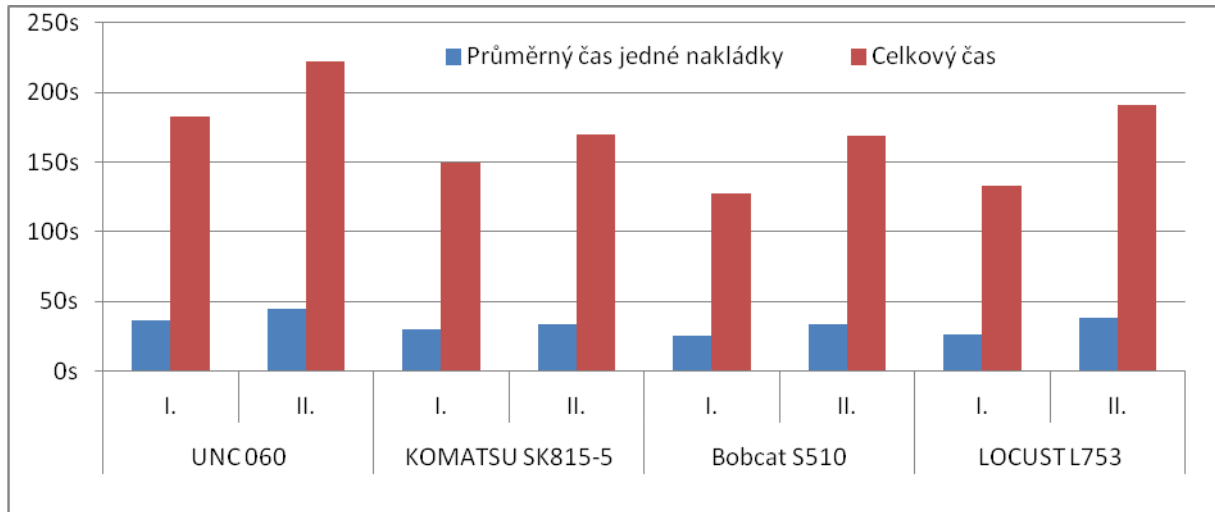


- Rozbor naměřených časů nasimulovaných metod nakládky

V grafu (Graf. 2) jsou vizualizované údaje z tabulky (Tab. 20). Tento graf znázorňuje jednotlivé nakladače a časy obou metod. Z grafu je patrné, že nakladač UNC 060 není schopen konkurovat ve svém stavu moderním nástupcům. Pro metodu I. byl nejvhodnější nakladač Bobcat. Nakladač Bobcat je nejlehčí a je schopen dosahovat nejvyšší rychlosti. Jak je z naměřených údajů zjevné, je tedy i schopen velkého zrychlení, které je pro tuto metodu zásadní. U metody II. Je z grafu znatelné, že nakladače Bobcat a KOMATSU mají obdobné časové výsledky. Jak již bylo řečeno Bobcat je v metodě II. schopen dosáhnout dobrého výsledku díky své lehkosti, rychlosti a tedy i zrychlení. Naproti tomu nakladač KOMATSU nijak

zvláště nezaostává za svou konkurencí vzhledem ke svým vlastnostem. Jeho zásadní výhodou je pracovní prostor řidiče a ovládací prvky nakladače, které umožní ušetření času díky možnosti souběžnému pohybu výložníku při jízdě. To sice umožňují všechny měřené nakladače, ale u KOMATSU bylo ovládání o poznání přesnější a intuitivnější než u jeho konkurentů.

Graf. 2 – Hodnoty časů nakládek metodou I. a II.



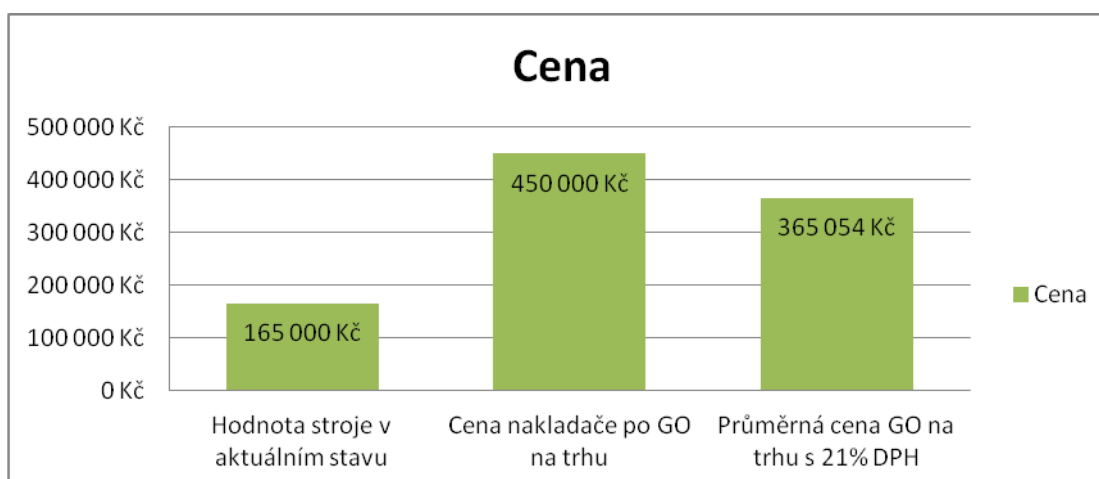
6 Návrh inovací a jejich zhodnocení

Tato kapitola se bude věnovat různým návrhům inovací pro zlepšení výkonu procesu ložné operace ve stavební firmě Hloušek s.r.o. smykem řízeným nakladačem. Vzhledem ke zjištěným datům budou navrženy různé varianty a možnosti zefektivnění daného procesu. Dále budou návrhy zhodnoceny vzhledem k možnosti jejich realizace v dané firmě.

6.1 Generální oprava (GO) smykem řízeného nakladače

Tento způsob opravy znamená vyřadit stroj z pracovního procesu v dlouhodobém měřítku. Vzhledem k tomu, že bude prováděna GO celého stroje, bude doba opravy stanovena na dva kalendářní měsíce. V případě tohoto stroje by se jednalo o tyto opravy: GO motoru, GO hydraulického systému, oprava ocelové konstrukce nakladače a jeho výložníku, oprava a modernizace pracoviště řidiče, oprava elektroinstalace a GO pojezdu nakladače. V grafu (Graf. 3) jsou uvedené ceny GO stávajícího nakladače a ceny nakladače s provedenou GO v porovnání s prodejní hodnotou stávajícího nakladače na dnešním trhu.

Graf. 3 –Porovnání cen nakladačů ve vztahu ke GO[Zdroj: Web]



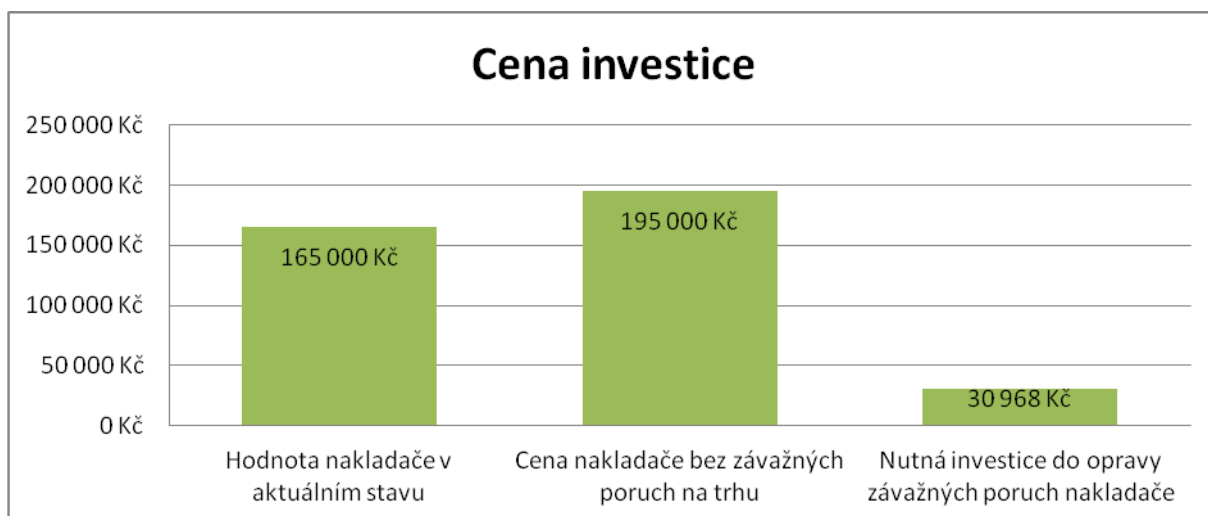
- Zhodnocení návrhu

Jak je zjevné z rozsahu nutných činností a doby nutné pro GO nakladače je tato varianta velice nákladná. Do těchto nákladů je nutné započítat i náklady na přepravu, náklady na ušlý zisk, náklady na sjednání a zajištění GO nakladače a předpoklad nákladů mimořádných. Částka na GO se tedy může vyšplhat až k 650 tisíc Kč. Tento způsob opravy by byl výhodný v ten moment, kdy by se firma rozhodla rozšířit svojí nabídku o zemní práce zajišťované smykem řízeným nakladačem. V ten moment by bylo naopak vhodné provést GO a tím investovat finance do rozšíření nabídky služeb zákazníkům. Takto opravený nakladač by se musel stát samostatně výdělečnou jednotkou, místo pouhého nástroje usnadnění stavební činnosti samotné firmy.

6.2 Oprava závažných poruch stroje a výměna provozních kapalin

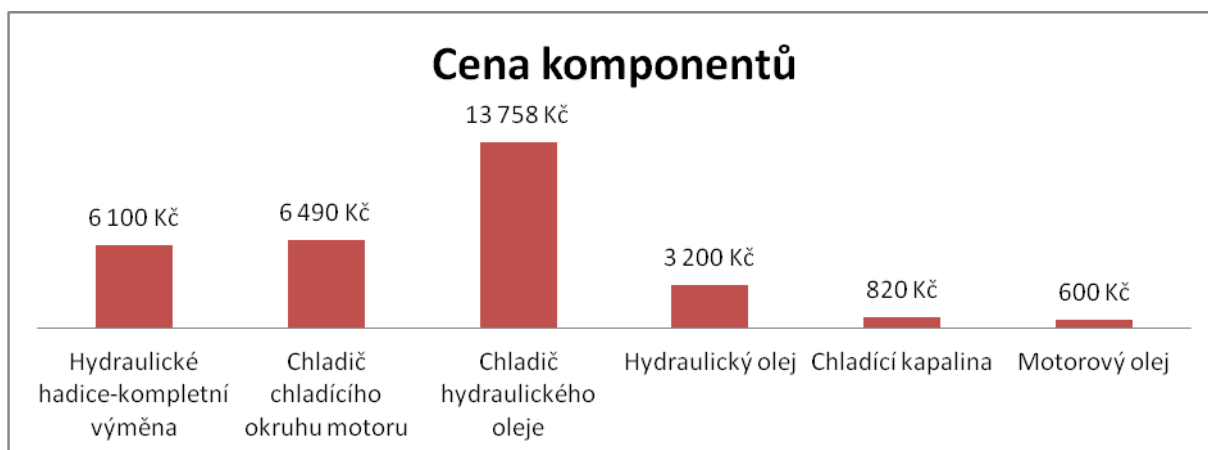
Mezi nejzávažnější poruchy tohoto stroje počítáme jednoznačně zásadní únik oleje z hydraulického ovládacího systému a únik z chladiče chladicí směsi. Tento defekt se nachází na části ocelového potrubí, které je nutno vyměnit. Dále je nutné lokalizovat drobnější úniky. Pokud jde o místo spojení hadice a potrubí, doporučuje se daný spoj rozebrat, očistit a znovu spojit. Tento způsob často vyřeší daný únik, který je nejčastěji způsoben vibracemi stroje. V případě poruchy hadice je nutná výměna. Na tomto stroji je nutné, vzhledem k poškození, vyměnit všechny tlakové hadice. U úniku chladicí kapaliny je nutno počítat s výměnou celého chladiče. Další únik nebyl zjištěn. Pro prodloužení životnosti je vhodné vyměnit hydraulický olej, motorový olej a chladicí kapalinu (Graf. 4).

Graf. 4 –Porovnání investic do stavu nakladače bez závažných poruch[Zdroj: Web]



V grafu (Graf. 5) jsou uvedené hlavní komponenty nutné pro opravu. Z grafu je zřejmé, že nejdražší částí opravy jsou prvky hydraulického systému, které tvoří podstatnou část ceny opravy.

Graf. 5 –Porovnání dílčích cen komponentů k odstranění poruch[Zdroj: Web]



Takto provedená oprava odstraní pouze závažné a problematické závady. Výměnou provozních kapalin se může oddálit poruchový stav motoru a prodloužit jeho životnost. Náklady na tento druh opravy se při dnešních cenách pohybují od 40 do 60 tisíc Kč s prací a dopravou.

- Zhodnocení návrhu

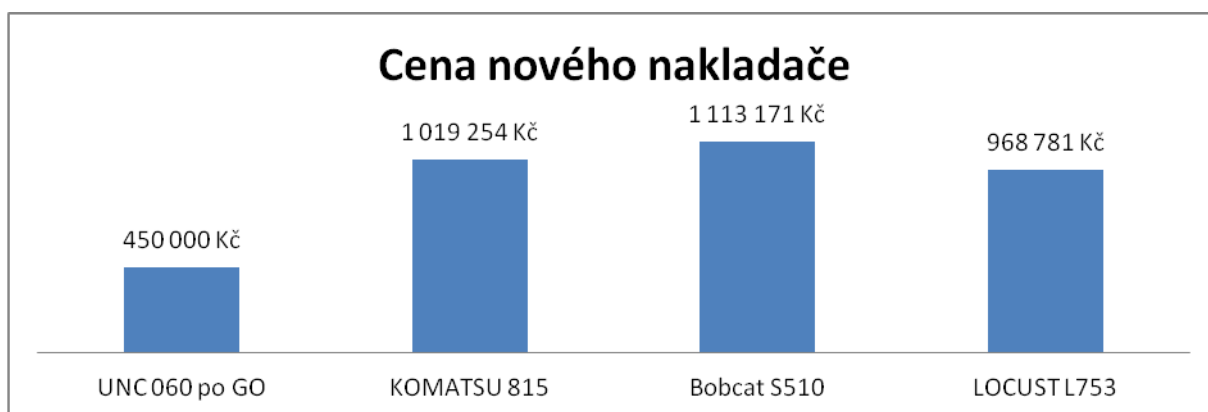
Tato varianta poskytuje možnost uvést stroj do ekonomicky a ekologicky provozuschopného stavu. Finančně je tento návrh vhodný vzhledem k nízkým nákladům spojeným s opravou pouze závažných poruch stroje a výměnou provozních kapalin. Takto opravený stroj již nadále nevyžaduje náklady na nadstandardní péči. Dále odstraní stav, který

by nevyhnutelně vedl k trvalému poškození stroje a tedy i k nadměrným nákladům spojeným s opravou takové závady. Do nutných nákladů na tuto opravu je vhodné započítat i náklady na diagnostiku závažných poruch a náklady spojené s organizací opravy. Takto opravený stroj je vhodný pouze k zajištění vnitřních potřeb firmy. Pro účely samostatné činnosti zemních prací se firma vystavuje velké pravděpodobnosti poruchy v ten nejméně vhodný čas, s tím spojené nedodržení smluvního stavu se zákazníkem a tedy i ztrátu dobrého jména firmy.[26]

6.3 Prodej stávajícího stroje a nákup moderní alternativy

Technický stav umožňuje nakladač prodat za cca 160 tisíc Kč. V případě odstranění poruchového stavu nakladače je možné získat částku 200 tisíc Kč. Tyto částky jsou stanoveny podle stávajícího trhu s nakladači. Nový nakladač stejných specifikací je dnes možné pořídit v rozmezí kolem jednoho milionu Kč (Graf. 6). Cenu nového nakladače ovlivňuje rozsah jeho výbavy, náklady na jeho provoz a také značka výrobce. [27]

Graf. 6 –Porovnání cen nových nakladačů[Zdroj: Web]



- Zhodnocení návrhu

Za podmínek daného technického stavu není předmětné před samotným prodejem tohoto stroje provést jak opravu závažných poruch tak ani GO stroje. Ani jednou z variant opravy by se nedosáhlo zvýšení zisku z prodeje nakladače. Proto je vhodné tento nakladač prodat ve stavu v jakém se nachází. V tomto stavu je možné na dnešním trhu tento stroj prodat v rozsahu 125-175 tisíc Kč. Dále je zapotřebí si uvědomit, že tato získaná částka nepokryje celkové náklady na pořízení nového nakladače obdobných vlastností. Je tedy zjevné, že pro koupi je nutné financování v rozsahu jednoho milionu Kč. Zde se nabízí několik alternativ. Vynaložení vlastních finančních prostředků, zažádání o úvěr, nebo použití leasingového nákupu. Všechny tyto alternativy vyžadují obdobný přístup k danému plnění finančních závazků. Je tedy nutné nový nakladač zapojit nejen do vnitřních potřeb firmy, ale nabídnout samostatnou činnost zemních prací tímto nakladačem.[27][28]

6.4 Prodej stávajícího stroje a zajišťování externím způsobem

Tento způsob je obdobný jako předcházející s tím rozdílem, že se nebude nakupovat nový nakladač. Pro zajištění stavebních procesů, které vyžadují smykem řízený nakladač, bude hledán externí zdroj. V předpokladu rozsahu stavební činnosti se dohodnou podmínky smluvní dohody o zapůjčení nakladače, nebo přímo provedení daného úkolu (Tab. 21).[21]

Tab. 21 –Ceny půjčovního smykem řízených nakladačů v ČR[Zdroj: Web]

RAMIRENT s.r.o.		Sacharčuk spol. s.r.o.		DKNV s.r.o.		Půjčovna nářadí VLK s.r.o.	
Doba	Cena	Doba	Cena	Doba	Cena	Doba	Cena
1.-8.	2 571 Kč	1.	2 400 Kč	1.	3 787 Kč	6 hodin	1 900 Kč
9.-30.	2 186 Kč	2.-7.	2 200 Kč	1.-5.	3 787 Kč	1 den	2 850 Kč
nad 30.	1 928 Kč	8.-30.	1 750 Kč	6.-14.	3 134 Kč	víkend	4 275 Kč
		nad 30.	1 550 Kč	nad 15.	3 134 Kč		

- Zhodnocení návrhu

Prodej stávajícího stroje je v této variantě stejný jako u předchozího návrhu. Je tedy nutné zhodnotit možnosti externího řešení dané problematiky. V první řadě je nutné stanovit množství skutečných a předpokládaných příležitostí k využití smykem řízeného nakladače v daném prostředí firmy. Je vhodné postupovat zjištěním počtu příležitostí v minulých letech a stanovení ambicí firmy a s tím spojená pravděpodobnost využití daného nakladače v budoucnu. Z těchto údajů dostaneme průměrný počet dní z roku, kdy je vyžadována pomoc smykem řízeného nakladače. Dále zjistíme četnost těchto potřeb. V případě, že četnost potřeby je malá stejně tak jako doba využití pro danou situaci, je vhodné zajistit tyto práce jako kompletní zakázku, kde budeme požadovat konkrétní úkol.[21][27]

7 Diskuse a doporučení

Vzhledem k zjištěným skutečnostem a předloženým návrhům je u smykem řízeného nakladače v tuto chvíli nejekonomičtější provést opravu závažných poruch stroje a výměnu provozních kapalin. Tyto úkony umožní zvýšit spolehlivost nakladače a stále více jej využívat ve stavebním procesu. Je nutné jeho větší začlenění a využití pro zvýšení jeho podílu na zisku a tím snížit náklady na jeho opravu a vlastnictví. Během tohoto období je nasnadě odstraňovat i méně závažné nedostatky stroje a uvést ho do takového stavu, kdy bude schopen využití i nezávisle na vnitřních potřebách firmy. V takovémto stavu bude jistou dobu schopen bezporuchového provozu za předpokladu pravidelné údržby a tím bude schopen zajistit počáteční kapitál na pořízení moderního nakladače. Dále je doporučeno pořízení nového smykem řízeného nakladače přes leasingovou společnost. Díky tomu je zapotřebí rozšířit nabídku služeb o čistě zemní práce a ložné operace smykem řízeným nakladačem. Tento způsob zajistí kapitál pro leasingové splátky. V ten moment se ve firmě budou nacházet dva smykem řízené nakladače, jeden jako vlastnictví firmy sloužící pro vnitřní potřeby firmy a pokrytí potřeby dvou zakázek na zemní práce v jeden čas a druhý sloužící čistě pro externí zemní práce. V případě nedostatku pracovní příležitosti externích prací je možné absenci kapitálu na splátky přesunout z jiných výdělečných činností, anebo prodejem staršího nakladače.

Vzhledem k celkovému pohledu na věc doporučuji pořízení nakladače LOCUST L753. Toto doporučení bere v úvahu zaměnitelnost nástrojů mezi UNC a LOCUST. Díky tomu lze pořídit pouze samotný nakladač bez nástroje, což výrazně snižuje náklady na pořízení. Dále je možné pořídit na dnešním trhu speciální nářadí jako je podkop a domíchávač betonu pro UNC, které je cenově více dostupné než nářadí určené na LOCUST. Bobcat a KOMATSU mají nezaměnitelné nástroje a byla by tedy nutná výměna veškerého nářadí, což je finančně velice nákladný proces. Dalším důvodem pořízení nakladače LOCUST je jeho jednoduchost a tedy snadná údržba. Konstrukčně vychází z UNC 750 což modernější následovník UNC 060. Zajímavostí je, že hydraulický systém je z větší části zaměnitelná mezi LOCUST L753, UNC 750 a UNC 060. Tento aspekt dává jasně najevo, že náhradní díly na nakladač LOCUST jsou dostupné nejen svojí cenou.

8 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví. V první části práce byla za pomoci odborné literatury objasněna problematika stavebních materiálů. Jednalo se o vlastnosti stavebních materiálů a druhy materiálů, které se ve stavebnictví používají nejčastěji vzhledem k manipulačním prostředkům. Dále byly v této části definovány prostředky pro ukládání a manipulaci s těmito stavebními materiály. Čtenář byl tedy seznámen s paletami, pytli, velkoobjemovými vaky a kontejnery. Do této kapitoly byly zahrnuty i prostředky přepravy materiálu používané nejčastěji v oboru stavebnictví. V této části jsou tedy popsány prostředky silniční, kolejové a vertikální dopravy. Druhá část práce se věnuje seznámení se s manipulační technikou pro ložné operace ve stavebnictví. V této kapitole jsou popsány zejména ty nejpodstatnější prostředky mezi, které patří jeřáby, rypadla, nakladače a vysokozdvížené a nízkozdvížené dopravní vozíky. Tato technika je jednak popsána čistě teoreticky z literární rešerše a poté jsou v každé části porovnány různé typy strojů od různých výrobců. Třetí část obsahuje praktické měření na smykem řízených nakladačích a vyhodnocení naměřených údajů. Objekt prvního měření byl zvolen nakladač UNC 060. Byl zvolen z důvodů jeho dlouholeté služby u stavební firmy a bylo tedy účelné zjistit, v jakém technickém stavu se nachází. Byly zvoleny dva druhy měření. Prvním bylo statické měření jednotlivých pohybů výložníku a nástroje u všech nakladačů. Ve druhé části měření byla nasimulována nakládka sypkého stavebního materiálu opět u všech nakladačů. Aby bylo možné naměřené hodnoty relevantně posoudit, byly údaje z měření porovnány s údaji od výrobců, a dále byly porovnány údaje mezi jednotlivými nakladači. Díky tomu bylo možné zhodnotit, zda nakladač UNC 060 je schopen nadále plnit svou funkci, nebo je vhodné vyměnit nakladač za moderní alternativu. Čtvrtá část obsahuje návrhy a doporučení možných inovací pro zvýšení efektivity práce smykem řízeného nakladače. Bylo doporučeno, aby byly u nakladače UNC 060 odstraněny závažné poruchy a zapojil se více do interních stavebních procesů firmy. Dále byl navržen moderní nástupce LOCUST L753, který do budoucna zaujme místo stávajícího nakladače. Cíle této práce byly tím splněny a čtenář byl seznámen s problematikou manipulační techniky pro ložné operace ve stavebnictví.

9 Seznam použité literatury

- Skripta a knižní zdroje

[1]Daněk, J., Pavliska, J.: Technologie ložných a skladových operací I a II. Ostrava: VŠB, 2002, ISBN 80 2480063 2.

[2]Hlavenka, B.: Manipulace s materiálem systémy a prostředky manipulace s materiálem. VUT, Brno, Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2008, ISBN 978-80-214-3607-7.

[3]Jeřábek, K., Helebrant, F., Jurman, J., Voštová, V.: Stroje pro zemní práce, silniční stroje. VŠB TU, Ostrava, 1996, ISBN 80-7078-389-3.

[4]Jeřábek, K.: Stroje a zařízení pro manipulaci. Praha: ČVUT, 1987.

[5]Svoboda, J. Teorie dopravních prostředků-vozidla silniční a terénní. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80 01 030059.

[6]Novotný, J.: Stavební materiály. Praha: ČVUT, 1991, ISBN 80-01-00573-9.

[7]Příbyl, F., Zapletal, V.: Stavební hmoty. Brno: VUT, 1989.

[8]kolektiv autorů: Automatizace a robotizace pytlování a manipulace s pytli. Pardubice: Dům techniky ČSVTS, ISBN 80-02-99703-4.

[9]Bartoněk, J.: Paletizace v maloobchodě. Praha:Státní nakladatelství technické literatury, 1965.

[10]Vaněček, V.: Základy paletizace. Praha: ROH, 1968.

[11]Vaněk, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Praha: Academia, 2003, ISBN 80-200-1045-9.

[12]Dombrovskij, N. G.: Lopatová rypadla. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956.

[13]Jeřábek, K.: Hydraulická lopatová rypadla. Praha: ČVUT, 1970.

[14]Remta, F.: Jeřáby 2. díl. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1975.

[15]Škop, J.: Nové jeřáby ve stavebnictví. Praha: Ústav pro technické a ekonomické informace, 1956.

[16]Syrový, O.: Doprava v zemědělství. Praha: ProfiPress, 2008, ISBN 978-80-86726-30-4.

[17]Kolektiv pracovníků: UNC-060 Návod na obsluhu a údržbu III. vydání. Závod těžkého strojírenství, ZTS Detva, 1985

- Časopisy

[18]Ing. Vlastimil Šorm. Velké kolové NAKLADAČE. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2010, 01/2010, 42-43. ISSN 1210-4825

[19]Ing. Vlastimil Šorm. PÁSOVÁ RÝPADLA s nakládací lopatou. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2010, 02/2010, 42-43. ISSN 1210-4825

[20]Ing. Vlastimil Šorm. AKTUÁLNÍ INOVACE v manipulační technice. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2010, 02/2010, 44-45. ISSN 1210-4825

[21]Ing. Vlastimil Šorm. PŮJČOVNY stavebních strojů a služeb. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2010, 04/2010, 45-47. ISSN 1210-4825

[22]Ing. Vlastimil Šorm. NAKLADAČE v mnoha variantách. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2010, 06/2010, 46-48. ISSN 1210-4825

[23]Ing. Vlastimil Šorm. TROJICE NOVINEK z mnichovského veletrhu. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2010, 05/2010, 46-47. ISSN 1210-4825

[24]Ing. Vlastimil Šorm. Nakladače s unikátní OTOČÍ VÝLOŽNÍKU. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2011, 02/2011, 42-43. ISSN 1210-4825

[25]Ing. Vlastimil Šorm. PÁSOVÁ RÝPADLA s řízením vertikální polohy. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2011, 02/2011, 44. ISSN 1210-4825

[26]Petr Bayer. NA TRHU JE DOSTUPNÁ široká škála výrobků. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2011, 03/2011, 48-49. ISSN 1210-4825

[27]Jiří Kučera. Použité stavební stroje DOMINUJÍ TRHU. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2011, 03/2011, 50. ISSN 1210-4825

[28]Jiří Kučera. NEJASNOSTI LEASINGU u strojů a zařízení. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2011, 03/2011, 51. ISSN 1210-4825

[29]Ing. Vlastimil Šorm. NAKLADAČE S DOBROU manévrovací schopností. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2011, 04/2011, 52. ISSN 1210-4825

[30]Ing. Vlastimil Šorm. MIKRORÝPADLA do stísněných prostor. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2013, 01/2013, 46-47. ISSN 1210-4825

[31]Ing. Vlastimil Šorm. RÝPADLO-NAKLADAČ míří na náš trh. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2013, 03/2013, 40. ISSN 1210-4825

[32]Ing. Vlastimil Šorm. Těžké kolové nakladače PROCHÁZEJÍ INOVACÍ. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2013, 04/2013, 40-41. ISSN 1210-4825

[33]Ing. Vlastimil Šorm. LETOŠNÍ NOVINKY kompaktních nakladačů. STAVITEL. Praha: ECONOMIA, a.s., 2013, 06-07/2013, 50-52. ISSN 1210-4825

- Webové zdroje

[34]Prospekty výrobků KOMATSU. KOMATSU [online]. KUHN KK GRUPPE, 2011 [cit. 5.1.2016] Dostupné z: <http://www.kuhn-mt.cz/cz-cz/mainmenu/produkty/stavebni-stroje/komatsu.html>

[35]Prospekty výrobků Bobcat. Bobcat [online]. Bobcat CZ a.s., 2010 [cit. 23.1.2016] Dostupné z: <http://www.bobcat.cz/stroje#bobcat>

[36]Prospekty výrobků Ihimer. Ihimer [online]. IHI GROUP, 2009 [cit. 25.1.2016] Dostupné z: <http://www.ihimer.com/jsp/Template1/ProductList.jsp?parent=18&Type=Product>

[37]Prospekty výrobků JCB. TERRA [online]. TERRAMAT spol. s.r.o., 2013 [cit. 5.2.2016] Dostupné z: <http://www.terramet.cz/prodej>

[38]Prospekty výrobků Kubota. Kubota [online]. Kubota-global, 2006 [cit. 3.2.2016] Dostupné z: <http://www.kubota.cz/sortiment.php>

[39]Prospekty výrobků WACKER NEUSON. WACKER NEUSON [online]. WACKER NEUSON group, 2012 [cit. 9.2.2016] Dostupné z: <http://www.wackerneuson.cz/cs/wacker-neuson-cz/home.html>

[40] Prospekty výrobků ČKD. ČKD Mobilní Jeřáby a.s. [online]. ČKD Mobilní Jeřáby a.s., 2016 [cit. 11.3.2016] Dostupné z: <http://www.ckd-jeřaby.cz>

[41]Prospekty výrobků Caterpillar. CAT [online]. Caterpillar group, 2016 [cit. 9.2.2016] Dostupné z: http://www.cat.com/en_GB/products.html

[42]Prospekty výrobků VOLVO. VOLVOCE [online]. ASCENDUM Stavební stroje Czech s.r.o., 2016 [cit. 15.2.2016] Dostupné z: <http://www.volvoce.com/dealers/cs-cz/Volvo/products/Pages/introduction.aspx>

[43]Prospekty výrobků LOCUST. LOCUST nakladače [online]. KOHÚT a spol. s.r.o., 2015 [cit. 16.2.2016] Dostupné z: <http://www.volvoce.com/dealers/cs-cz/Volvo/products/Pages/introduction.aspx>

[44]Prospekty výrobků MANITOU MANISCOPIE. MANITOU [online]. MANITOU Group, 2015 [cit. 18.2.2016] Dostupné z: <https://www.manitou.com/en/>

[45]Prospekty výrobků MERLO PANORAMIC. MERLON [online]. MERLON., 2013 [cit. 19.2.2016] Dostupné z: <http://www.merlo.com/home/>

[46]Prospekty výrobků NEW HOLLAND. NEW HOLLAND [online]. NEW HOLLAND Construction, 2016 [cit. 23.2.2016] Dostupné z: <http://construction.newholland.com/eu/en/Pages/Homepage.aspx#>

[47]Prospekty výrobků TEREX. TEREX [online]. TEREX Corporacion, 2016 [cit. 24.2.2016] Dostupné z: http://www.terex.co.uk/en_uk/products-services/equipment/index.htm

[48]Prospekty výrobků TOYOTA Toner. TOYOTA material handling [online]. TOYOTA material handling CZ s.r.o., 2016 [cit. 2.3.2016] Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.cz/cs/products/ic-counterbalanced-trucks/pages/default.aspx>

[49]Prospekty výrobků JUNGHEINRICH. JUNGHEINRICH [online]. JUNGHEINRICH AG, 2016 [cit. 2.3.2016] Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/>

[50]Prospekty výrobků TAILIFT. TAILIFT [online]. TAILIFT group, 2016 [cit. 2.3.2016] Dostupné z: http://www.tailift.com/01_Forklift/html/04_Products/Products.html

[51]Prospekty výrobků LINDE. LINDE material handling [online]. LINDE group, 2006 [cit. 2.3.2016] Dostupné z: <http://www.linde-mh.cz/katalog.asp>

[52]Prospekty výrobků STILL. STILL [online]. STILL International, 2016 [cit. 2.3.2016] Dostupné z: <http://www.still.cz/produkty-cz.0.0.html>

[53]Prospekty výrobků Volkswagen Transporter. Volkswagen užitkové vozy [online]. Volkswagen, 2016 [cit. 10.3.2016] Dostupné z: <http://www.vw-uzitkove.cz/>

10 Seznam tabulek

Tab. 1 –Fyzikálně - mechanické vlastnosti kameniva [http://www.geologie.vsb.cz]	6
Tab. 2 –Přehled cihlových výrobků[6].....	8
Tab. 3 –Rozměry a vlastnosti palet[16].....	10
Tab. 4 –Rozměry a vlastnosti velkoobjemových vaků[16]	10
Tab. 5 –Rozměry a vlastnosti automobilových kontejnerů [Zdroj: www.charvat-cts.cz]...12	
Tab. 6 –Tabulka rozměrů skříňových vozů Volkswagen[53]	13
Tab. 7 –Porovnání automobilových jeřábů na podvozcích MAN a TATRA[40]	22
Tab. 8 –Věžových jeřábů[Zdroj: http://www.saezcranes.cz ; http://www.liebherr.cz]	24
Tab. 9 –Porovnání technických údajů mikrorypadel[34][35][36][37]	27
Tab. 10 –Porovnání technických údajů minirypadel[34][37][38][39]	28
Tab. 11 –Porovnání technických údajů klasických pásových rypadel[34][37][41][42]	29
Tab. 12 –Porovnání technických údajů smykem řízených nakladačů[17][34][35][43]	31
Tab. 13 –Porovnání technických údajů kloubových nakladačů[34][42]	32
Tab. 14 –Porovnání údajů nakladačů s teleskopickým výložníkem[37][44][45][46].....	33
Tab. 15 –Porovnání technických údajů rypadlo-nakladačů[34][37][42][47]	34
Tab. 16 –Porovnání technických údajů vysokozdvížných vozíků[48][49][50][51]	39
Tab. 17 –Porovnání technických údajů nízkozdvížných vozíků[52]	39
Tab. 18 –Časy hlavních pohybů výložníku a lopaty nakladačů.....	41
Tab. 19 –Naměřené časy hlavních pohybů výložníku a lopaty	44
Tab. 20 –Naměřené časy nasimulované nakládky sypkého materiálu.....	44
Tab. 21 –Ceny půjčového smykem řízených nakladačů v ČR[Zdroj: Web]	50

11 Seznam obrázků

Obr. 1 –Znázornění různých frakcí kameniva [Foto. www.kontejnery-cetkovsky.cz]	7
Obr. 2 –Betonážní ocelové výztuhy [Foto. www.betonserver.cz]	7
Obr. 3 –Domíchávač betonu[Foto. www.schwing.cz]	9
Obr. 4 –Euro paleta[16]	10
Obr. 5 –Velkoobjemový vak[16]	10
Obr. 6 –Vanový kontejner[Foto. www.charvat-cts.cz]	12
Obr. 7 –Valníkový kontejner[Foto. www.charvat-cts.cz].....	12
Obr. 8 –Plošinový vůz[1]	15
Obr. 9 –Vysokostěnný vůz[1].....	15
Obr. 10 –Zakrytý vůz[Foto. www.itvlaky.cz]	15
Obr. 11 –Výsypkový vůz[1]	15
Obr. 12 –Nádržkový vůz[Foto. www.ttmodelar.eu]	16
Obr. 13 –Vůz pro přepravu kontejnerů[Foto. www.litomysky.cz]	16
Obr. 14 –Vůz pro přepravu silničních návěsů[Foto. www.ttmodelar.eu]	16
Obr. 15 –Stavební výtah [Zdroj: www.vytahy-stavebni.cz]	17
Obr. 16 –Mostový jeřáb[1]	18
Obr. 17 –Portálový jeřáb[1].....	19
Obr. 18 –Lanový jeřáb[4].....	20
Obr. 19 –Automobilový jeřáb podvozkový[4]	21
Obr. 20 –Vyložení břemene Tatra AD 30[40]	23
Obr. 21 –Stavební věžový jeřáb[4]	23
Obr. 22 –Rypadlo s výškovou lopatou[11]	24
Obr. 23 –Rypadlo s hloubkovou lopatou[11]	25
Obr. 24 –Rypadlo s vlečným korečkem[11]	25
Obr. 25 –Rypadlový drapák[11].....	26
Obr. 26 –Mikrorypadlo[34]	26
Obr. 27 –Minirypadlo[34].....	28
Obr. 28 –Klasické rypadlo[34]	29
Obr. 29 –Čelní nakladač[11]	30
Obr. 30 –Smykem řízený nakladač[34]	31
Obr. 31 –Kloubový nakladač[34]	32
Obr. 32 –Nakladač s teleskopickým výložníkem[37]	33
Obr. 33 –Rypadlo-nakladač[34]	34
Obr. 34 –Nízkozdvižný vozík[1].....	35
Obr. 35 –Vysokozdvižný dopravní vozík[1]	36

Obr. 36 –Boční dopravní vozík[1]	36
Obr. 37 –Obkročný dopravní vozík[1]	36
Obr. 38 –Dopravní vozík s vyklápěcí a otočnou vidlicí[1]	37
Obr. 39 –Dopravní vozík s nosným čepem[1]	37
Obr. 40 –Dopravní vozík s jeřábovým ramenem[1]	37
Obr. 41 –Dopravní vozík s přidržovačem[1]	38
Obr. 42 –Dopravní vozík se shrnovačem[1]	38
Obr. 43 –Vysokozdvížený dopravní vozík[Zdroj: http://www.czas.cz].....	38
Obr. 44 –Nízkozdvižný vozík elektrický[52]	39
Obr. 45 –Schéma metody I. [Vlastní zdroj]	42
Obr. 46 –Schéma metody II. [Vlastní zdroj]	43

12 Seznam grafů

Graf. 1 –Časová hodnoty pohybů výložníku a nástroje	45
Graf. 2 –Hodnoty časů nakládek metodou I. a II.	46
Graf. 3 –Porovnání cen nakladačů ve vztahu ke GO[Zdroj: Web]	47
Graf. 4 –Porovnání investic do stavu nakladače bez závažných poruch[Zdroj: Web]	48
Graf. 5 –Porovnání dílčích cen komponentů k odstranění poruch[Zdroj: Web].....	48
Graf. 6 –Porovnání cen nových nakladačů[Zdroj: Web]	49

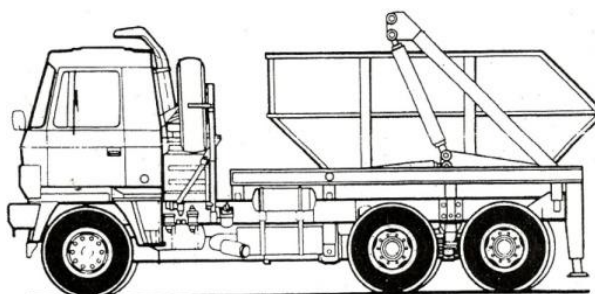
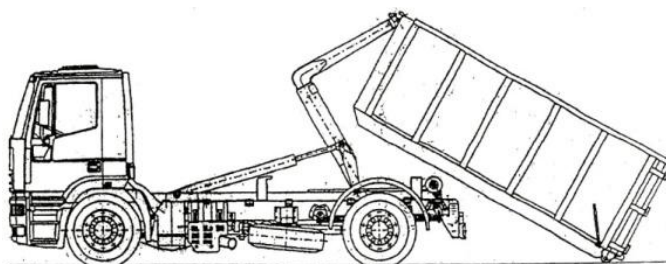
13 Seznam příloh

Příloha. 1 –Nákladní skříňové auto[foto. Ford]	60
Příloha. 2 –Nosiče kontejnerů jednoramenné a dvouramenní[1]	60
Příloha. 3 –Nákladní automobil sklápěčkový[Foto. www.parma.cz].....	60
Příloha. 4 –Nákladní automobil valníkový[foto. Ford].....	61
Příloha. 5 –Jeřáb Derika[15]	61
Příloha. 6 –Přístavní portálový jeřáb[15]	62
Příloha. 7 –Schéma vyložení břemene MAN AD10[40]	63
Příloha. 8 –Naměřené hodnoty	64

Příloha. 1 –Nákladní skříňové auto[foto. Ford]



Příloha. 2 –Nosiče kontejnerů jednoramenné a dvouramenní[1]



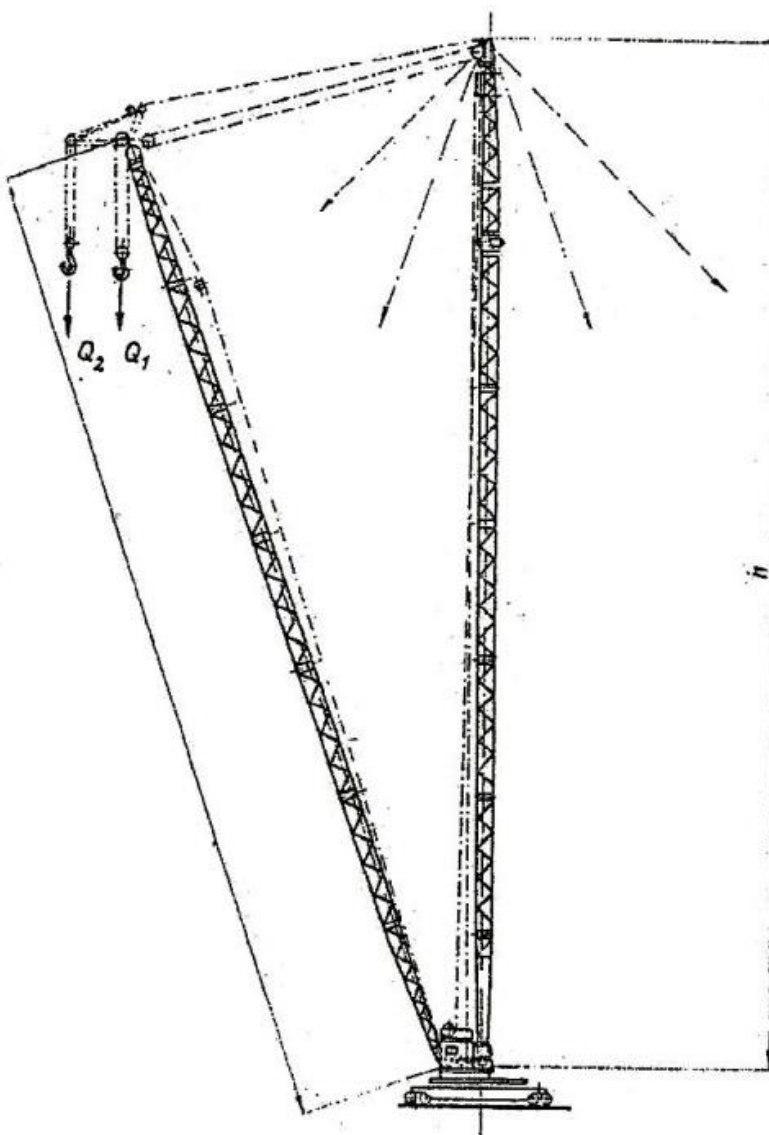
Příloha. 3 –Nákladní automobil sklápěčkový[Foto. www.parma.cz]



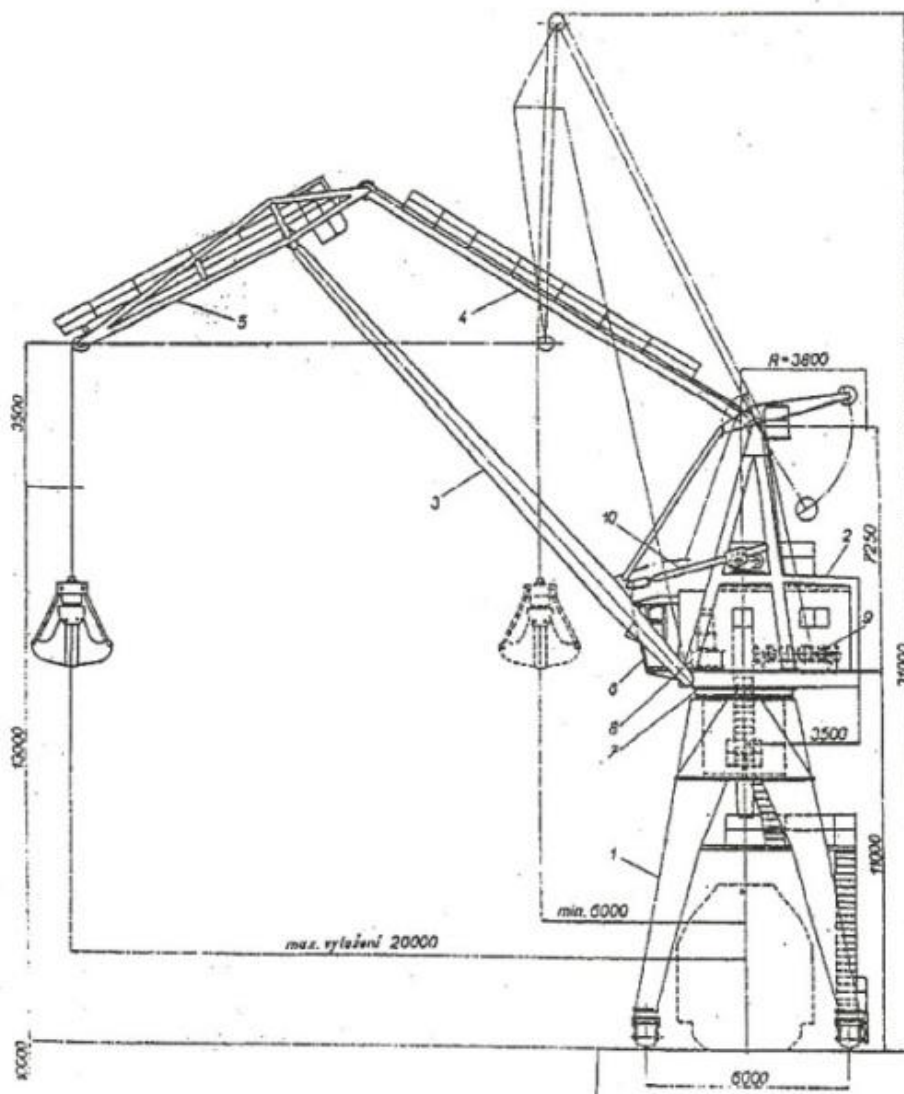
Příloha. 4 –Nákladní automobil valníkový[foto. Ford]



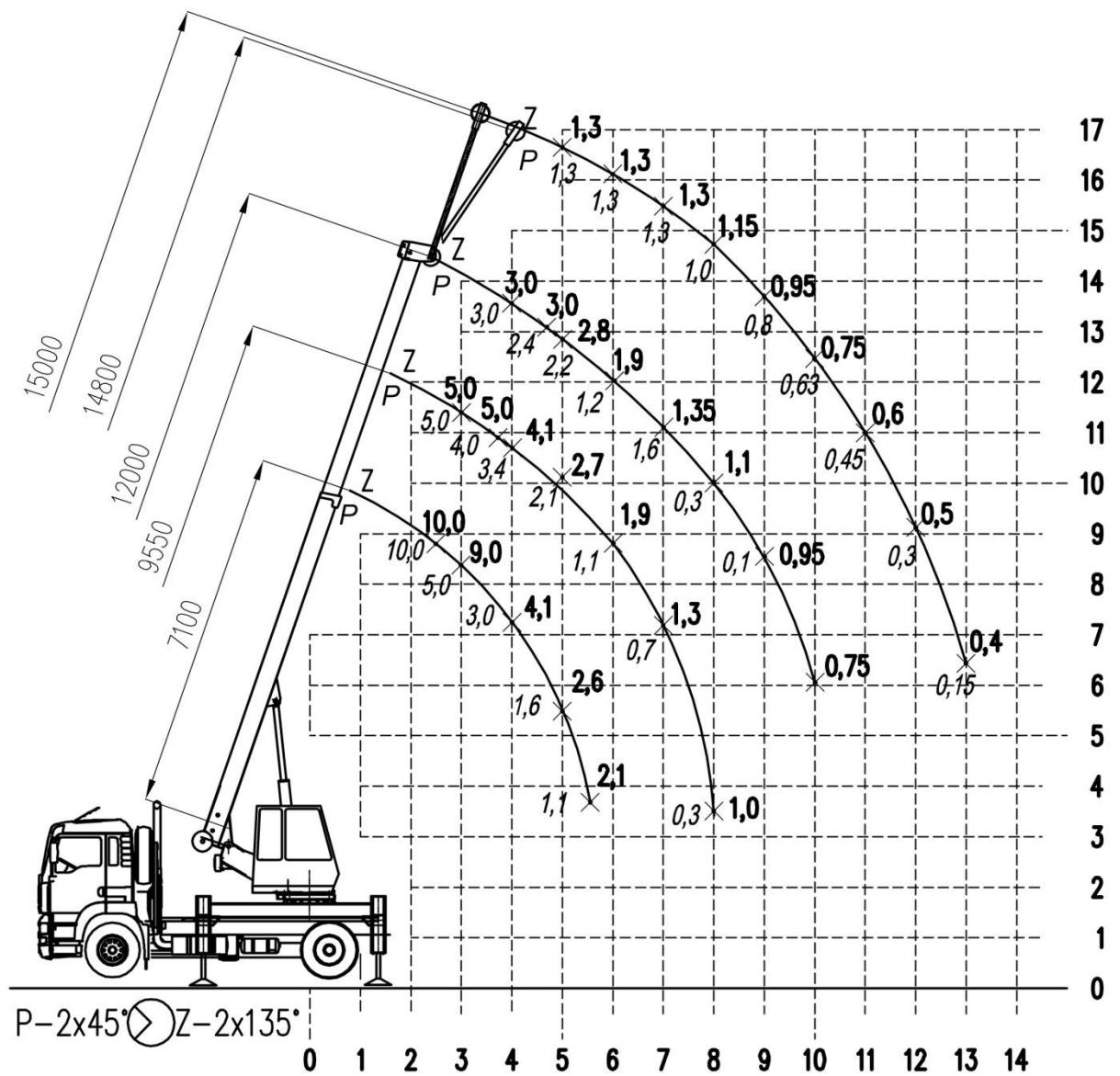
Příloha. 5 –Jeřáb Derika[15]



Příloha. 6 –Přístavní portálový jeřáb[15]



Příloha. 7 –Schéma vyložení břemene MAN AD10[40]



Příloha. 8 – Naměřené hodnoty

UNC 060									
Metoda			Naměřeno					Průměr	Suma
Nástroj	Bez nástroje	Nahoru	5,10	5,06	5,14	4,98	4,86	5,03	
		Dolu	7,39	6,42	6,39	6,47	6,53	6,64	
	S nástrojem	Nahoru	4,33	4,74	4,78	4,42	4,83	4,62	
		Dolu	5,62	5,72	6,18	6,22	6,13	5,97	
	Se zatížením	Nahoru	x	x	x	x	x	x	
		Vysypání	3,93	4,00	4,33	4,35	4,29	4,18	
Výložník	Bez nástroje	Nahoru	7,72	8,12	7,99	7,90	7,80	7,91	
		Dolu	5,68	5,82	5,84	5,60	5,89	5,77	
	S nástrojem	Nahoru	8,30	8,34	7,39	7,50	7,38	7,78	
		Dolu	5,80	5,00	5,02	5,85	5,63	5,46	
	Se zatížením	Nahoru	8,00	7,39	7,40	7,46	7,34	7,52	
		Dolu	4,06	4,28	4,49	4,38	4,34	4,31	
Nakládka	Metoda 1	1.1	41,00	35,03	33,83	36,88	39,18	37,18	185,92
		1.2	38,28	33,92	35,62	34,68	36,60	35,82	179,10
	Metoda 2	2.1	39,76	48,23	44,52	48,92	47,43	45,77	228,86
		2.2	45,20	43,36	44,08	40,26	41,69	42,92	214,59
KOMATSU SK815									
Metoda			Naměřeno					Průměr	Suma
Nástroj	Bez nástroje	Nahoru	2,86	2,83	2,88	2,79	2,72	2,82	
		Dolu	4,14	3,60	3,58	3,62	3,66	3,72	
	S nástrojem	Nahoru	2,42	2,65	2,68	2,48	2,70	2,59	
		Dolu	3,15	3,20	3,46	3,48	3,43	3,35	
	Se zatížením	Nahoru	x	x	x	x	x	x	
		Vysypání	2,20	2,24	2,42	2,44	2,40	2,34	
Výložník	Bez nástroje	Nahoru	5,40	5,68	5,59	5,53	5,46	5,53	
		Dolu	3,98	4,07	4,09	3,92	4,12	4,04	
	S nástrojem	Nahoru	5,81	5,84	5,17	5,25	5,17	5,45	
		Dolu	4,06	3,50	3,51	4,10	3,94	3,82	
	Se zatížením	Nahoru	5,60	5,17	5,18	5,22	5,14	5,26	
		Dolu	2,84	3,00	3,14	3,07	3,04	3,02	
Nakládka	Metoda 1	1.1	33,30	28,70	27,77	30,12	31,89	30,36	151,78
		1.2	31,20	27,84	29,15	28,43	29,91	29,31	146,53
	Metoda 2	2.1	30,72	36,59	34,01	37,06	36,03	34,88	174,41
		2.2	34,49	33,21	33,71	31,06	32,05	32,90	164,52

Bobcat S510									
Metoda			Naměřeno					Průměr	Suma
Nástroj	Bez nástroje	Nahoru	4,08	4,05	4,11	3,98	3,89	4,02	
		Dolu	4,14	3,60	3,58	3,62	3,66	3,72	
	S nástrojem	Nahoru	3,46	3,79	3,82	3,54	3,86	3,70	
		Dolu	3,15	3,20	3,46	3,48	3,43	3,35	
	Se zatížením	Nahoru	x	x	x	x	x	x	
		Vysypání	2,20	2,24	2,42	2,44	2,40	2,34	
Výložník	Bez nástroje	Nahoru	6,18	6,50	6,39	6,32	6,24	6,32	
		Dolu	4,54	4,66	4,67	4,48	4,71	4,61	
	S nástrojem	Nahoru	6,64	6,67	5,91	6,00	5,90	6,23	
		Dolu	4,64	4,00	4,02	4,68	4,50	4,37	
	Se zatížením	Nahoru	6,40	5,91	5,92	5,97	5,87	6,01	
		Dolu	3,25	3,42	3,59	3,50	3,47	3,45	
Nakládka	Metoda 1	1.1	28,30	24,60	23,85	25,74	27,17	25,93	129,67
		1.2	26,61	23,91	24,96	24,38	25,57	25,09	125,43
	Metoda 2	2.1	30,63	36,47	33,91	36,95	35,92	34,78	173,88
		2.2	34,38	33,11	33,61	30,97	31,96	32,81	164,03
LOCUST L753									
Metoda			Naměřeno					Průměr	Suma
Nástroj	Bez nástroje	Nahoru	2,68	2,66	2,70	2,61	2,55	2,64	
		Dolu	3,60	3,13	3,12	3,15	3,18	3,24	
	S nástrojem	Nahoru	2,27	2,49	2,51	2,32	2,54	2,43	
		Dolu	2,74	2,79	3,01	3,03	2,99	2,91	
	Se zatížením	Nahoru	x	x	x	x	x	x	
		Vysypání	1,92	1,95	2,11	2,12	2,09	2,04	
Výložník	Bez nástroje	Nahoru	5,79	6,09	5,99	5,93	5,85	5,93	
		Dolu	3,83	3,93	3,94	3,78	3,98	3,89	
	S nástrojem	Nahoru	6,23	6,26	5,54	5,63	5,54	5,84	
		Dolu	3,92	3,38	3,39	3,95	3,80	3,69	
	Se zatížením	Nahoru	6,00	5,54	5,55	5,60	5,51	5,64	
		Dolu	2,74	2,89	3,03	2,96	2,93	2,91	
Nakládka	Metoda 1	1.1	29,48	25,56	24,77	26,77	28,28	26,97	134,86
		1.2	27,69	24,83	25,95	25,33	26,59	26,08	130,39
	Metoda 2	2.1	34,46	41,40	38,36	41,97	40,75	39,39	196,94
		2.2	38,92	37,41	38,00	34,87	36,04	37,05	185,23