

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Zemědělská fakulta**

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Zemědělské dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Bakalářská práce

**Stanovení skutečné výkonnosti rýpadel  
v závislosti na technologii pracovní činnosti**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor bakalářské práce: Vladislav Šťastný

České Budějovice, 2015

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladislav ŠTASTNÝ**  
Osobní číslo: **Z12210**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**  
Název tématu: **Stanovení skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na technologii pracovní činnosti**  
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

**Cíl práce:**

Cílem práce je provést výběr pracovních operací prováděných rýpadly na vybraných stavbách a stanovit návrhy a zásady pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na těchto pracovních operacích.

**Metodický postup:**

1. Analýza prováděných těžebních, nakládacích a manipulačních prací rýpadel na stavbě;
2. Analýza používaných pracovních nástrojů rýpadel;
3. Analýza technických parametrů rýpadel s vazbou na velikostní kategorii rýpadel;
4. Sběr dat pro stanovení skutečných časů pracovních cyklů v závislosti na prováděných pracích;
5. Určení faktorů, které ovlivňují výkonnost rýpadel při prováděných konkrétních pracovních operacích na základě sběru dat časů pracovních cyklů;
6. Stanovení skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na prováděných pracovních operacích;

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 60 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Celjak, I.: Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací. ZF JU, České

Budějovice, 2009, 133 s.;

Jeřábek, K.: Stroje pro zemní práce, silniční stroje. Vysoká škola báňská -  
Technická univerzita, Ostrava, 1996. 464 s.;

Vaněk, A.: Strojní zařízení pro stavební práce. Sobotáles Praha, 1999, 299 s.;

Vaněk, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Praha,  
Academia, 2003. 526 s.;

Tlapák, V.: Stroje pro zemní a meliorační práce. VŠZ, Brno, 1986, 222 s.;

Katalogy firem vyrábějících rýpadla:

Phoenix-Zeppelin ,[www.p-z.cz/](http://www.p-z.cz/);

KUHN Bohemia a.s. ,[www.komatsu.cz](http://www.komatsu.cz);

Liebherr, [www.liebherr.com](http://www.liebherr.com);

AGROTEC a. s., [www.new-holland.cz](http://www.new-holland.cz);

Volvo Stavební stroje s.r.o, [www.volvo.com](http://www.volvo.com);

[www.tesastop.com](http://www.tesastop.com);

[www.jcb.cz](http://www.jcb.cz);

[www.ppsdetva.sk](http://www.ppsdetva.sk);

[www.bilia.cz](http://www.bilia.cz);

[www.dressta.com.pl](http://www.dressta.com.pl);

[www.prodeco.cz](http://www.prodeco.cz);

[www.stavostroj.cz](http://www.stavostroj.cz); [www.liebherr.de](http://www.liebherr.de);

[www.volvo-stavstroje.cz](http://www.volvo-stavstroje.cz);

[www.best.prodejce.cz](http://www.best.prodejce.cz);

[www.terramet.cz](http://www.terramet.cz);

[www.bagry.cz](http://www.bagry.cz).

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 14. ledna 2014

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2015

  
prof. Ing. Milošav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

  
doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 12. března 2014

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 14. 4. 2015

.....  
Šťastný Vladislav

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Ivo Celjakovi, CSc. za odborné vedení a všestrannou pomoc a zároveň děkuji panu Benešovi a panu Michalu Koryčanovi z firmy RENTAL v Českých Budějovicích za poskytnutí podkladů pro zpracování této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je stanovení skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na technologii prováděné činnosti. K tomuto účelu bylo vybráno pět rýpadel o rozdílné provozní hmotnosti a různém jmenovitém objemu lopaty. Měřením při různých pracovních činnostech byl zjištěn skutečný pracovní cyklus rýpadla a následně byla výpočtem stanovena jeho skutečná výkonnost. Analýzou výsledků byly stanoveny faktory, které určitou měrou ovlivňují čas pracovního cyklu rýpadla, a tím i jeho skutečnou výkonnost.

## **Klíčová slova**

rýpadlo; zemní práce; skutečná výkonnost; pracovní cyklus; technologie pracovní činnosti

## **Abstract**

The objective of this bachelor thesis is to determine the actual output of excavators, depending on the performed technology. For this purpose five excavators of different weights and different operating bucket capacity were selected. Measurements during different work activities led to identify the actual work cycle of excavators and the actual efficiency was subsequently determined by calculating. Analysis of results determined factors which influence the work cycle time to some extent and thus the actual efficiency of the excavator.

## **The key words**

the excavator; earthworks; actual efficiency; work cycle; performed technology

## Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Literární přehled.....</b>	<b>10</b>
2.1 Pracovní materiál strojů pro zemní práce – horniny .....	10
2.1.1 Vlastnosti hornin .....	10
2.1.2 Fyzikální vlastnosti hornin .....	10
2.1.3 Mechanické vlastnosti hornin .....	13
2.1.4 Technologické vlastnosti.....	13
2.2 Klasifikace hornin .....	14
2.2.1 Klasifikace hornin podle rozpojitelnosti .....	14
2.3 Zemní práce.....	16
2.3.1 Rozdělení zemních prací .....	17
2.4 Charakteristika pracovních činností prováděných rýpadly .....	19
2.4.1 Hloubení stavební jámy.....	19
2.4.2 Hloubení stavební šachty .....	19
2.4.3 Hloubení stavební rýhy .....	19
2.4.4 Hloubení rýh pro inženýrské sítě .....	20
2.4.5 Čištění melioračních objektů (kanály, příkopy).....	20
2.4.6 Prohlubování vodotečí těžbou usazenin.....	20
2.4.7 Odstraňování sedimentů při kultivaci vodních nádrží a rybníků .....	20
2.4.8 Úprava svahů a povrchů.....	21
2.4.9 Práce v lomařství.....	21
2.4.10 Demoliční práce a nakládka stavební suti do drtičů.....	21
2.4.11 Ostatní činnosti .....	22
2.5 Lopatová rýpadla.....	22
2.5.1 Obecné rozdělení rýpadel.....	22
2.5.2 Hlavní části rýpadla.....	24



2.6 Charakteristika pracovních nástrojů rýpadel.....	24
2.6.1 Lopaty .....	25
2.6.2 Rozrývací zuby.....	26
2.6.3 Drapáky .....	27
2.6.4 Čelist'ové nástroje pro bourání a třídění materiálu stavebních konstrukcí....	28
2.6.5 Speciální zařízení .....	28
2.7 Charakteristika měřených rýpadel.....	29
<b>3 Cíl práce .....</b>	<b>32</b>
<b>4 Metodika práce.....</b>	<b>33</b>
<b>5 Výsledky měření a diskuse .....</b>	<b>35</b>
5.1 Rýpadlo JCB JS160L .....	36
5.2 Rýpadlo KOBELCO SK210LC .....	38
5.3 Rýpadlo KOMATSU PC210LC .....	39
5.4 Rýpadlo KOMATSU PC240NLC.....	40
5.5 Rýpadlo KOMATSU PC450LC .....	42
<b>6 Závěr.....</b>	<b>46</b>
<b>7 Seznam zdrojů .....</b>	<b>48</b>
<b>8 Seznam tabulek .....</b>	<b>49</b>
<b>9 Seznam obrázků .....</b>	<b>50</b>
<b>10 Seznam příloh.....</b>	<b>51</b>

## 1 Úvod

Rýpadla jsou, byly a budou neocenitelným pomocníkem ve stavebnictví. Již od pradávna potřebovalo lidstvo nějaký úkryt před nepřízní počasí a před nepřáteli. Evolucí se z jeskyní přesunuli do obytných stavení a ta bylo potřeba nejdříve postavit. Zprvu si museli vystačit pouze s lidskou silou, to vyžadovalo hodně úsilí a času. Člověk je ve své podstatě tvor líný, a tak se snažil usnadnit si práci. Nejdříve se začala využívat hospodářská zvířata spolu s různým náčiním, které jim pomáhalo zvládnout a ulehčit si namáhavou práci. Tím, jak šel technický vývoj kupředu, začaly se objevovat první stroje. Prvním takovým strojem byl u nás plovoucí parní bagrovací stroj, který se používal na udržování splavnosti našich největších řek Labe a Vltavy. Z tohoto stroje se časem vyvinulo rýpadlo, tak jak je známe dnes. To znamená s vlastním pohonem, vybavený podvozkem a hydraulicky ovládaným pohyblivým výložníkem, který lze opatřit širokou škálou lopat nebo pracovních nástrojů.

V dnešní době si už ani nedovedeme představit, že by se nějaké staveniště obešlo bez využití alespoň jediného stroje. A stejně jako prochází vývojem např. automobilový průmysl, tak i v oblasti produkce strojů pro zemní práce dochází k jejich neustálému vyvíjení a zdokonalování. To se netýká pouze vylepšování hydraulických systémů, ale i v tomto odvětví se stále ve větší míře uplatňuje využití mikroprocesorové techniky, elektroniky a projevuje se snaha o dosažení vyššího stupně automatizace, aby se docílilo co největšího snížení vlivu lidského faktoru na ovládání stroje. Z výše uvedeného by mohlo vyplývat, že člověka již není k ovládání stroje potřeba. Zatím tomu ale tak není a je nutno brát zřetel i na pohodlí operátora. Operátor mnohdy tráví v kabině stroje dlouhé hodiny, proto je zapotřebí, aby měl zajištěn určitý komfort pro svoji práci, a zároveň se musí brát ohled na jeho zdraví. Spolu s vývojem mechanických částí strojů je tedy kladen velký důraz i na pohodlí, ergonomičnost ovládacích prvků a nízkou míru hluku uvnitř kabiny.

Cílem této práce je stanovení skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na technologii pracovní činnosti. To znamená ovlivnění výkonnosti jednak prováděnou činností určitým pracovním nástrojem (v tomto případě lopatou) a jednak zkušenostmi a dovednostmi operátora stroje, protože i tyto faktory hrají neméně důležitou roli při stanovování výkonnosti rýpadel.

## **2 Literární přehled**

### **2.1 Pracovní materiál strojů pro zemní práce – horniny**

Pojem hornina zahrnuje podle normy ČSN 73 3050 – Zemní práce, která byla nahrazena normou ČSN 73 6133 – Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, zeminy i horniny, přičemž pojem hornina je nadřazený pojmu zemina. Pokud hovoříme pouze o výrazu zemina, je myšlen pouze materiál bez horniny (Vaněk, 2003).

Horniny vznikají v průběhu geologických procesů zvětrávání, transportu a sedimentace z vyvřelých, hlubinných a sedimentárních skalních hornin. Toto zvětrávání může být jednak mechanické (nastává v důsledku atmosférických účinků, gravitačními účinky, erozní činností povrchové a prosakující podzemní vody, ledu nebo větru, vlivem střídání nízkých a vysokých teplot) a jednak chemické (způsobené slabými chemickými roztoky, které se vyskytují v přírodě) (Celjak, 2013).

#### **2.1.1 Vlastnosti hornin**

Každá hornina je definována určitými vlastnostmi, jako například zrnitost nebo pevnost, které mají vliv na její rozpojování při provádění zemních prací. Z hlediska zpracovatelnosti se řadí horniny k materiálům nehomogenním a anizotropním. Jejich mechanické vlastnosti jsou do značné míry ovlivněny působením vnějších vlivů (vlhkostí, erozí a podobně), což způsobuje značné potíže při výpočtech odporů, kterými reagují na svoji zpracovatelnost. Pro správné posouzení je tedy nutné se seznámit se základními a vzájemnými závislostmi těchto materiálů (Celjak, 2013).

#### **2.1.2 Fyzikální vlastnosti hornin**

Tyto vlastnosti charakterizují horninu buď trvale (měrná hmotnost), nebo vyjadřují okamžitý stav, který se může vlivem vnějšího prostředí měnit (vlhkost, objemová hmotnost). Fyzikálními vlastnostmi se rozumí takové vlastnosti, které popisují hmotu materiálu ve vztahu k objemu, vztah mezi fázemi horniny nebo si všímají důsledků vzájemného působení těchto fází. Mezi tyto fyzikální vlastnosti patří:

- **Zrnitost**

Je základní vyhodnocovací vlastnost hornin, která rozhoduje o zařazení horniny.

Zrnitost má také přímý vliv na zpracovatelnost hornin a jejich další vlastnosti. Rozdělení hornin podle zrnitosti je uvedeno v tabulce 1 (Celjak, 2013).

**Tabulka 1 - Zrnitost hornin podle ČSN 72 1002**

Název		Velikost zrn (mm)
<b>Jíl, slín</b>		0,002
<b>Prach</b>		0,002 – 0,063
<b>Písek</b>	jemný	0,063 – 0,250
	střední	0,250 – 1
	hrubý	1 – 2
<b>Štěrka</b>	drobný	2 – 8
	střední	8 – 32
	hrubý	32 – 128
<b>Kameny</b>		128 – 256
<b>Balvany</b>		256

- **Pórovitost**

Vlastnost, která je určena poměrem póru vzhledem k celkovému objemu vzorku. Z praktického hlediska je měřítkem ulehlosti horniny, tzn. čím více je hornina zhutněná, tím menší je její pórovitost. Dále pórovitost ovlivňuje objemovou hmotnost, nasákavost a mrazuvzdornost hornin. Při těžbě hornin dochází k jejich nakypřování, a tím ke zvyšování pórovitosti. Póry dělíme na kapilární, kterými vzlíná voda k povrchu horniny, a na póry nekapilární, kterými voda prosakuje dolů a které jsou vyplněny vzduchem (Celjak, 2013).

- **Propustnost**

Vlastnost horniny, která závisí na tvaru a velikosti zrn a na pórovitosti. Se zvyšujícím se podílem kapilárních pórů propustnost klesá a naopak. Velmi dobrou propustností vynikají písčité horniny (Celjak, 2013).

- **Vzlínavost**

Tato vlastnost představuje vzlínání spodní vody směrem k povrchu. Množství kapilárních pórů výrazně ovlivňuje vzlínavost. Čím jsou póry menší, tím je vzlínavost vyšší, proto mají horniny hrubozrnné nižší vzlínavost než horniny jemnozrnné. Spolu s propustností a pórovitostí je vzlínavost vlastnost, která ovlivňuje promrzání půdy. S rostoucím zastoupením volné vody v hornině dochází k většímu promrzání, a tím i k horšímu rozpojování horniny (Celjak, 2013).

- **Měrná hmotnost**

Měrná hmotnost vyjadřuje poměr hmotnosti pevných částic horniny vysušené při teplotě 100–110 °C do stálé hmotnosti k jejich objemu (Celjak, 2013).

- **Objemová hmotnost**

Objemová hmotnost představuje hmotnost objemové jednotky horniny, která se sestává z pevných částic a pórů, jež jsou vyplněny buď částečně nebo úplně vodou či vzduchem. Pro výpočet výkonnosti zemních strojů má největší význam hodnota objemové hmotnosti v přirozeném stavu, protože při těžbě dochází k nakypřování horniny. Tím se objemová hmotnost zmenšuje v závislosti na stupni nakypření (Celjak, 2013).

- **Vlhkost**

Vlhkost je definována jako množství vody obsažené v hornině, které lze z horniny odstranit vysoušením při teplotě 100–110 °C do stálé hmotnosti. Čili můžeme říct, že se jedná o poměr hmotnosti vody k hmotnosti vysušené horniny. Tato vlastnost má vliv např. na objem, pevnost nebo lepidlost hornin (Celjak, 2013).

- **Konzistence**

Touto vlastností rozumíme soudržnost mezi jednotlivými částicemi horniny závisující na její vlhkosti. Podle obsahu vody rozlišujeme různé stavy konzistence, a to – stav tvrdý a pevný, stav pevný a plastický, stav plastický a tekutý (Celjak, 2013).

- **Rozpustnost**

Rozpustnost charakterizuje chování horniny, působí-li na ni proudící voda. Při určité rychlosti proudění vody začne docházet k rozpouštění a odplavování

horniny. Tato vlastnost je určující při těžbě hornin proudem vody, např. hlinité horniny se začínají odplavovat již při rychlosti větší než  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Celjak, 2013).

### 2.1.3 Mechanické vlastnosti hornin

K mechanickým vlastnostem patří vlastnosti, k jejichž zjištění je třeba vyvodit sílu, jejíž účinek na přetvárné charakteristiky materiálů se vyžaduje. Mechanické vlastnosti podstatně ovlivňují průběh rozpojovacího procesu a spotřebu energie (požadavek na výkon motoru stroje). Mezi tyto mechanické vlastnosti patří:

- **Kypřitelnost**

Pro tuto vlastnost byl zaveden součinitel nakypření  $k_n$ , který vyjadřuje poměr objemu rozpojené horniny vzhledem k původnímu objemu horniny v rostlém stavu. Tento součinitel se běžně pohybuje v rozmezí 1,1–1,5 v závislosti na způsobu těžby a druhu horniny. Důvodem zavedení tohoto koeficientu je fakt, že při těžbě horniny dochází ke zvětšování jejího objemu, ale současně s tím se snižuje její objemová hmotnost (Celjak, 2013).

- **Smyková pevnost**

Smyková pevnost odpovídá mezní hodnotě prostorového napětí v hornině, které vzniká v důsledku pronikání pracovního nástroje do horniny při jejím mechanickém rozpojování. Při dosažení této mezní hodnoty dojde k usmýknutí odřezávané třísky. U písčitých hornin je stanovení smykové pevnosti velice obtížné, protože z těchto hornin nelze odebrat neporušený vzorek. Proto se při určování jejich pevnosti vychází z úhlu přirozeného sklonu, který přibližně odpovídá úhlu vnitřního tření (Celjak, 2013).

- **Tření horniny o ocel**

Tato vlastnost má velký vliv na efektivnost rýpání. Závisí na specifickém tlaku, rychlosti vnikání břitu nástroje do horniny, druhu a stavu materiálů atd. Vyjadřuje se součinitelem tření horniny o ocel  $f_2$  nebo třecím úhlem  $\varphi_2$  (Celjak, 2013).

### 2.1.4 Technologické vlastnosti

Technologické vlastnosti hornin mají vztah především k provádění zemních a podzemních staveb. Mezi tyto technologické vlastnosti patří:

- **Akustická impedance**

K určení této vlastnosti využíváme sonických metod, pomocí kterých zkoumáme šíření zvuku v materiálu. Podle druhu zvuku se používají metody ultrazvukové, impulsové a metody rezonanční (Celjak, 2013).

- **Mrazuvzdornost**

Mrazuvzdorností rozumíme schopnost horniny, která je nasáknuta vodou, odolávat střídavému zmrazování a rozmrazování. Vlivem zvětšování objemu zmrzlé vody dochází v hornině k vnitřnímu napětí, a tím k narušování její struktury. Rozsah změn závisí na velikosti a tvaru pórů, na množství vody, na počtu cyklů rozmrazování a minimální a maximální teplotě (Celjak, 2013).

- **Sklon horniny**

Každá hornina má svůj přirozený sklon, který závisí na jejím druhu, zrnitosti a vlhkosti. Podmiňuje ji hodnota úhlu vnitřního tření a koheze. U sypkých hornin hovoříme o tzv. sypném úhlu. Proto při vytváření násypů ze sypaniny musíme volit s ohledem na bezpečnost sklon svahu nižší, než je sypný úhel dané horniny. Pokud se jedná o násyp ze soudržných hornin, který navíc zhutňujeme, musíme brát v úvahu i soudržnost horniny (Celjak, 2013).

## **2.2 Klasifikace hornin**

Při praktickém nasazení strojů pro zemní práce je otázka určení charakteristiky příslušné horniny, zejména z hlediska vzájemného působení pracovního nástroje a podvozku s půdou, zcela zásadní. Je zřejmé, že jiné specifické vlastnosti hornin budou důležité při provádění zemních prací, jiné při sondovacích pracích a jiné při podzemních stavbách či zakládání staveb. Z hlediska působení pracovních nástrojů strojů pro zemní práce na horninu při těžení horniny bude důležitá klasifikace hornin podle obtížnosti jejich rozpojování (Celjak, 2013).

### **2.2.1 Klasifikace hornin podle rozpojitelnosti**

Klasifikace hornin podle jejich rozpojitelnosti je stanovena normou ČSN 73 6133 – Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. Tato norma zařídí horniny podle charakteristických vlastností a podle obtížnosti rozpojitelnosti do sedmi tříd. Na rozpojitelnost mají vliv petrografické vlastnosti hornin, úložné

poměry, mocnost vrstev, jejich směr a sklon vzhledem ke hloubení, hustota a rozpukání, odlučnost a stupeň zvětrání horniny.

Pro posouzení rozpojitelosti je nutné brát v úvahu i vlivy klimatu, zvláště v případech, kdy se posuzuje rozpojitelnost horniny dodatečně, po delším časovém období nebo v období mrazů. Rozpojitelnost hornin je třeba určit již předběžně pro účely projektu a volbu strojního zařízení (Celjak, 2013). S rozpojitelností hornin dále úzce souvisí soudržnost hornin, která ovlivňuje obtížnost rozpojování hornin. Rozlišujeme horniny soudržné (jíl, mokrá hlína apod.) a horniny nesoudržné či částečně soudržné (písek, štěrkové zeminy apod.) (Vaněk, 2003).

### **7 tříd rozpojitelnosti hornin:**

- 1. třída – patří sem soudržné horniny lehko rozpojitelné, měkké konzistence jako ornice, hlína nebo písek a z nesoudržných hornin kypré zeminy, štěrkopísek s drobnými zrny a stavební odpad odpovídající charakteru horniny 1. třídy
- 2. třída – patří sem soudržné horniny lehce rozpojitelné, tužší konzistence jako různé druhy ornice, písčité hlíny, rašelina a z nesoudržných hornin ulehlé zeminy jako písčité štěrky se zrny do 10 cm a stavební odpad odpovídající charakteru horniny 2. třídy
- 3. třída – patří sem soudržné horniny středně rozpojitelné, jako jsou pevné a tvrdé konzistence určitých druhů hlín a spraší, jílové a písčité hlíny a z nesoudržných hornin zeminy obsahující kameny do průměru 2,5 cm, zvětralé horniny a stavební odpad odpovídající charakteru horniny 3. třídy
- 4. třída – patří sem soudržné horniny těžko rozpojitelné, pevné a tvrdé konzistence jako jíl, jílovité hlíny, prachová hlína a z nesoudržných hornin hrubý štěrk se zrny 10–25 cm, pevné a navětralé horniny, skalní rozrušené, zvětralé a rozpukané materiály
- 5. třída – patří sem nesoudržné horniny, lehko rozpojitelné rozrušovacími nebo trhacími pracemi jako např. hrubý štěrk s kameny do objemu 0,1 m<sup>3</sup>, poloskalní zpevněné materiály, skalní vyvřelé a navětralé materiály nebo také zmrzlá zemina
- 6. třída – patří sem horniny nesoudržné, těžko rozpojitelné trhacími pracemi jako horniny s balvanem nad 0,1 m<sup>3</sup>, skalní vyvřelé a zčásti zdravé materiály jako žula nebo čedič, balvanité slepence, vápence či dolomit



- 7. třída – patří sem horniny nesoudržné, velmi obtížně rozpojitelné trhacími pracemi jako zdravé skalní masivy, mezi které patří křemence, křemenité žuly, gabra nebo rohovce (Prudký a Dufková, 2013)

Rozpojování hornin je ovlivněno třemi základními faktory:

1. druhem a vlastnostmi horniny
2. základními parametry nástroje
3. technologií práce (Celjak, 2013)

K problematice rozpojování a soudržnosti hornin můžeme zařadit ještě třídy těžitelnosti, které charakterizují způsoby, pomocí kterých je možno příslušné horniny rozpojovat. Těchto sedm tříd těžitelnosti se zhruba odvíjí od tříd rozpojitelnosti, a tím ovlivňují výběr těžebních nástrojů.

#### **Třídy těžitelnosti hornin:**

- 1. třída – sypké horniny nabíratelné lopatou nebo nakladačem
- 2. třída – rypné horniny rozpojitelné rýčem nebo nakladačem
- 3. třída – kopné horniny rozpojitelné krumpáčem nebo rýpadlem
- 4. třída – drobivé pevné horniny rozpojitelné klínem nebo rýpadlem
- 5. třída – lehce trhatelné pevné horniny rozpojitelné rozrývačem, těžkým rýpadlem (nad 40 t) nebo trhavinami
- 6. třída – pevné horniny těžko trhatelné těžkým rozrývačem nebo trhavinami
- 7. třída – pevné horniny velmi těžce trhatelné, rozpojitelné trhavinami (Prudký a Dufková, 2013)

### **2.3 Zemní práce**

K zemním pracím patří činnosti, které jsou spojené s rozpojováním hornin, přemísťováním rozpojeného materiálu, nasypáváním sypaniny a jejího zhutňování či jiného zpevňování, popřípadě úpravami souvisejícími s těmito činnostmi. Těmito pracemi vytváříme zemní konstrukce, upravujeme povrch nebo z povrchových vrstev získáváme nerostné suroviny. Velký vliv na efektivní a co možná nejehospodárnější provádění zemních prací mají fyzikálně mechanické vlastnosti hornin (Prudký a Dufková, 2013).

### **2.3.1 Rozdělení zemních prací**

Zemní práce rozdělujeme na:

- Přípravné práce
- Výkopové práce
- Přemístění zeminy
- Násypové práce
- Pomocné a zabezpečovací práce
- Dokončovací práce

#### **Přípravné práce**

Mezi tyto práce se řadí všechny činnosti a opatření, která musíme provést ještě před započítím zemních prací tak, aby mohly probíhat plynule a nepřerušovaně. Patří sem např. vytýčení stavby, odstranění staré zástavby, odstranění ornice (Prudký a Dufková, 2013).

#### **Výkopové práce**

Výkopové práce spočívají v rozpojení horniny a jejím odstranění. Místo, kde dochází k vykopávce, nazýváme výkopiště. Prostor po odstranění určitého objemu horniny ve výkopišti se nazývá výkop. Pod pojmem výkopek se rozumí hornina rozpojená vykopávkou. Vykopávky můžeme provádět na suchu (např. za účelem vytvoření stavebních jam nebo rýh) nebo pod vodou (úpravy dna a břehů vodních toků, rýhy a šachty pod vodou) (Prudký a Dufková, 2013).

#### **Přemístění horniny**

Přemíst'ování hornin lze rozdělit na:

- **Přemíst'ování podle směru dopravy**
  - vodorovné – přemístění výkopku z výkopiště na skládku
  - svislé – vyzvednutí výkopku na úroveň, ze které se výkopek odhazuje
  - podélné – doprava výkopku ve směru trasy
  - příčné – přemístění výkopku ve směru příčného řezu

- **Přemístování podle účelu dopravy**

- rozvoz – podélné či příčné přemístění výkopku ze zářezu do násypu
- odvoz – přemístění rozpojené horniny z místa těžení na skládku
- dovoz – přemístění horniny např. z jiné stavby na místo násypových prací
- rozprostření – proces přesouvání materiálu z hromady do vyrovnané vrstvy

- **Přemístování podle způsobu dopravy**

- přeprava zeminy – přemístění rozpojené zeminy pomocí dopravních zařízení
- přesun zeminy – přemístění výkopku radlicí stroje bez nakládání a vyložení
- přehození zeminy – přemístění výkopku z místa těžby přímo do násypů (Prudký a Dufková, 2013)

### **Násypové práce**

Smyslem násypových prací je budování zemních hrází, násypů nebo jiných zemních konstrukcí ze sypanin. Sypanina je výkopek získaný z výkopu a je určený pro budování zemních konstrukcí. Pro zajištění větší stability zemní konstrukce se provádí zhutňování sypanin v násypech, a to buď tlakem, hnětením, vibrací nebo nárazem. Zhutňování je dobré provádět i vzhledem k tomu, že výrazně omezuje tzv. sedání násypu. Samovolné sedání násypu ovlivňuje zemská gravitace, vlhkost a množství vzdušných pórů. Při sedání dochází k nežádoucím změnám tvaru zemního tělesa. Proto se nezhutněné násypy používají pouze tam, kde nevedí jejich dodatečná deformace vlivem sedání (Prudký a Dufková, 2013).

### **Pomocné a zabezpečovací práce**

Tyto práce slouží především k zajištění plynulosti a bezpečnosti při provádění zemních prací. Hlavním bodem je zajištění odvodnění staveniště od povrchových a podzemních vod, dále zajištění bezpečnosti všech pracovníků pohybujících se v prostoru prováděných prací a budování roubení proti sesunu stěn výkopu tam, kde nelze provádět výkopy se svahovými stěnami (Prudký a Dufková, 2013).

### **Dokončovací práce**

K těmto pracím řadíme činnosti, které jsou potřebné pro zabezpečení povrchu výkopů a násypů proti povětrnostním vlivům. Úpravou pláně rozumíme urovnání nově zřizovaných ploch do předepsaného stavu podle povahy konstrukce, která bude

na této pláni položena. Svahování je pojem pro konečnou úpravu svahů. Rozprostření ornice se provádí v tloušťce, která je stanovena projektem a nesmí být menší než 10 cm v konsolidovaném stavu (Prudký a Dufková, 2013).

## **2.4 Charakteristika pracovních činností prováděných rýpadly**

Při zemních pracích se využívá mnoho strojů, které mají svoje specifické využití v různých fázích jejich provádění. V této práci se zaměříme především na výkonnost strojů, které se používají při provádění různých druhů výkopových prací a mnohdy i prací, které vyžadují použití široké škály druhů pracovních adaptérů – rýpadel. Rýpadla jsou tedy v tomto směru velmi univerzálními stroji, díky kterým můžeme vykonávat širokou škálu činností v oblasti zemních prací.

### **2.4.1 Hloubení stavební jámy**

Stavební jáma je výkop vyhloubený pod úroveň okolního terénu, délky a šířky větší než 2 m (Prudký a Dufková, 2013). Jámy menšího rozsahu se hloubí traktorovými rýpadly. Hlubší a rozměrné jámy se hloubí rýpadly s výškovou lopatou ze dna jámy nebo hloubkovou lopatou z úrovně staveniště (Maršál, 2005). Při této pracovní operaci dochází k rozpojení horniny a jejímu následnému přemístění na odhoz nebo k naložení na odvozní zařízení.

### **2.4.2 Hloubení stavební šachty**

Stavební šachta je výkop vyhloubený pod úroveň terénu se stěnami svislými nebo šikmými, jehož celková půdorysná plocha nepřesáhne 36 m<sup>2</sup> (Prudký a Dufková, 2013). Tyto šachty se hloubí při zakládání nosných ocelových nebo železobetonových konstrukcí u průmyslových staveb. K vyhloubení se používají rýpadla s hloubkovou lopatou (Maršál, 2005). Při této pracovní operaci dochází k rozpojení a následnému naložení horniny na odvozní zařízení.

### **2.4.3 Hloubení stavební rýhy**

Stavební rýha je výkop hloubený pod úroveň terénu se svislými nebo šikmými stěnami do šířky 2 m a největším rozměrem je délka (Prudký a Dufková, 2013). Pozemní a menší průmyslové stavby se hloubí traktorovými rýpadly, rýhy větších délek se hloubí rýhovači nebo kolesovými rýpadly (Maršál, 2005). Při této pracovní operaci dochází k rozpojení horniny a jejímu následnému naložení na odvozní zařízení.

#### **2.4.4 Hloubení rýh pro inženýrské sítě**

Hloubení rýh pro inženýrské sítě zajišťuje provedení výkopů pro kanalizaci, vodovody, plynovody a do této kategorie řadíme i výkopy pro telefonní kabely. K realizaci těchto prací se nejčastěji využívají rýpadla s hloubkovou lopatou a její šířka se volí dle průměru ukládaného potrubí (Vaněk, 2003). Při této pracovní operaci dochází k rozpojování horninu a jejímu následnému naložení na odvozní zařízení nebo k přemístění na odhoz.

#### **2.4.5 Čištění melioračních objektů (kanály, příkopy)**

Meliorační objekty se čistí od sedimentů, nárostů travin a tvrdých porostů bránících v průtoku vody. K čištění nebo ke zvětšování profilu melioračních zařízení se využívají rýpadla příkopová. Toto rýpadlo pojíždí kolem koryta řeky a ramenem osazeným korečky těží nánosy ze dna koryta, které ukládá na místě (Celjak, 2013).

#### **2.4.6 Prohlubování vodotečí těžbou usazenin**

K tomuto účelu se používají rýpadla samohodná, která se pohybují nad vodotečí a pomocí drenážní lopaty těží usazeniny ze dna (Celjak, 2013). Dále se k čištění vodních toků využívá hydraulických rýpadel, která jsou postavena na speciálních pontonech. Pro potřeby těžení ze dna jsou opatřeny dlouhým výložníkem a násadou (Vaněk, 2003).

#### **2.4.7 Odstraňování sedimentů při kultivaci vodních nádrží a rybníků**

Při těžbě a nakládce sedimentů u rekultivace vypuštěných rybníků se využívají pásová rýpadla s hloubkovou lopatou nebo lze použít i bezzubou příkopovou lopatu. Usazeniny a kaly se snímají a ukládají se na skládky. Při této pracovní činnosti bývá využito více rýpadel, která jsou seřazena v ose za sebou a odebírají materiál ze skládek před nimi a ukládají jej na další skládku nebo jej přemísťují přímo na odvozní zařízení.

Při těžbě a nakládání sedimentů u nevypuštěných rybníků se používá plovoucích sacích rýpadel, která jsou vybavena odsávacím zařízením včetně odvodného potrubí a rozrušujícím zařízením na menší porosty. Tato rýpadla odsávají sediment přímo z vody, tedy se používají tam, kde není možné nádrž z nějakých důvodů vypustit. Sací rýpadla těží písek, naplaveniny, bahno, vodní rostliny nebo i průmyslový odpad (Celjak, 2013).

#### **2.4.8 Úprava svahů a povrchů**

Do této kategorie patří nejrůznější typy činností, které zahrnují:

- odstranění porostu a sejmutí ornice
- rozvoz hornin
- provádění násypů, zásypů a jejich zhutňování
- úpravu svahů
- rekultivaci terénu

#### **2.4.9 Práce v lomařství**

Při pracích v lomařství se využívá všech typů lopatových rýpadel. Jedná se především o nakládání a těžení materiálu, a proto je nejvhodnější použít rýpadla s lopatou pro výškové těžení, s lopatou nakládací nebo čelist'ovou.

V lomech najdou rýpadla uplatnění i při dobývání rypných a lehce rozpojitelných hornin a při dobývání nerudných surovin jako:

- těžba kaolínů – pro tuto činnost se využívají hydraulická lopatová rýpadla, ve výjimečných případech menší kolesová rýpadla
- těžba jílu – pro tuto činnost se využívají hydraulická lopatová rýpadla nebo malá korečková rýpadla
- těžba cihlářských surovin – pro tuto činnost se využívají hydraulická lopatová rýpadla a malá korečková rýpadla
- těžba štěrkopísků a písků – k této činnosti se používají hydraulická lopatová rýpadla nebo univerzální lanová rýpadla
- těžba štěrkopísků a písků z vody – při této činnosti těžíme přímo z vodní hladiny pomocí plovoucích korečkových rýpadel, plovoucích sacích rýpadel, plovoucích drapákových rýpadel nebo plovoucích lopatkových rýpadel (Kryl a Vavruška, 2001)

#### **2.4.10 Demoliční práce a nakládka stavební suť do drtičů**

Díky široké škále příslušenství lze rýpadla osadit např. hydraulickým kladivem nebo nůžkami na železný šrot, a proto je možné tyto stroje využít i při bourání stávající zástavby. Následně dochází k roztřídění materiálu na suť a železný šrot, popřípadě

další druhy materiálů. Suť je pak naložena rýpadlem opatřeným lopatou do násypky drtiče, rozdrčena na předem určené frakce a dále může být znovu použita třeba jako zásypové materiály nebo konstrukční vrstvy vozovek.

#### **2.4.11 Ostatní činnosti**

V neposlední řadě se rýpadla využívají k budování studní, klučení pařezů (současné vyrýpnutí a naložení pařezu do lopaty), k přemísťování předmětů, kdy rýpadlo supluje jeřáb, a je možné využít i jeho schopnost nést různé pracovní adaptéry (mulčovač, harvester, drapák na dřevo) (Celjak, 2013).

### **2.5 Lopatová rýpadla**

Tyto stroje patří ve stavebnictví k těm nejrozšířenějším. Slouží k cyklickému rozpojování, nabírání, nakládání nebo přemísťování horniny či jiné hmoty, hloubení příkopů, kanálů nebo jiných nadzemních a podzemních profilů. Mají velice široký rozsah použití. Neslouží tedy jen k vykonávání zemních prací ve stavebnictví, ale využití najdou i u všech druhů prací inženýrských, skrývkových v povrchových dolech, při těžbě nebo melioračních pracích (Vaněk, 2003).

Rýpadla mají vlastní pohon a podle koncepce, konstrukce a dalších faktorů rozlišujeme několik typů. Mezi základní parametry, pomocí kterých rýpadla zařazujeme do jednotlivých kategorií, patří – jmenovitá provozní hmotnost (t), výkon motoru (kW) a jmenovitý objem pracovní lopaty (m<sup>3</sup>) (Celjak, 2013).

#### **2.5.1 Obecné rozdělení rýpadel**

##### **Podle konstrukčního provedení**

- jednoúčelová – uzpůsobena pro omezený soubor pracovních úkonů
- univerzální – umožňují snadnou změnu různých druhů pracovního zařízení pro různé pracovní činnosti
- teleskopická – mají teleskopicky výsuvný výložník, na který lze připojit různé druhy pracovního zařízení
- s nakládací lopatou – jsou určena k nabírání a nakládání hornin
- tunelová – využívají se pro práce ve stísněných prostorech a malých průjezdných profilech (Vaněk, 2003)

### **Podle pohyblivosti stroje**

- samojízdná – vlastní motor slouží k pohonu podvozku
- samohybná (kráčivá) – bez vlastního pohonu podvozku, přemísťují se pomocí pracovního zařízení
- přípojná – přepravují se pomocí tahačů
- přívěsná – část jejich hmotnosti se přenáší na tažné vozidlo (Vaněk, 2003)

### **Podle druhu pohonu**

- se spalovacím motorem
- s elektrickým motorem
- s kombinovaným pohonem (Vaněk, 2003)

### **Podle konstrukce podvozku**

- přípojná – druh podvozku „V“
- kráčivá – podvozek má na zadní straně dvě kloubovitě uložená kola s pneumatikami a na přední straně dvě hydraulicky ovládané podpěry
- pásová – podvozek je opatřen dvěma nekonečnými souběžnými pásy z oceli nebo pryže
- kolová – opatřena čtyřmi koly s pneumatikami
- automobilová – rýpadlo na podvozku nákladního automobilu
- kolejová – speciální podvozek pro poježdění po kolejích
- traktorová – podvozek je opatřen čtyřmi stejně velkými koly nebo dvěma většími na zadní nápravě (Vaněk, 2003)

### **Podle únosnosti podkladu pracovní roviny**

- s podvozkem pro málo únosný podklad (LC – long crawler)
- s podvozkem pro středně únosný podklad (ST – standart)
- s podvozkem pro vysoce únosný podklad (HD – heavy duty) (Celjak, 2013)



### **Podle provozní hmotnosti**

- mikrorýpadla – 0,6–1,2 t
- minirýpadla – 2–3,2 t
- malá rýpadla – 4–8 t
- střední rýpadla – 10–40 t
- těžká rýpadla – 50–100 t (Vaněk, 1999)

### **Podle velikosti lopaty**

- malá rýpadla – objem lopaty do 0,63 m<sup>3</sup>
- střední rýpadla – objem lopaty 0,63–4,0 m<sup>3</sup>
- velká rýpadla – objem lopaty od 4,0 m<sup>3</sup> (Celjak, 2013)

### **2.5.2 Hlavní části rýpadla**

- podvozek – umožňuje přemísťování rýpadla
- otočný svršek – horní konstrukce rýpadla připojená k podvozku
- pracovní zařízení – je pracovní nástroj včetně jeho nosných a funkčních částí, který je namontován na otočném svršku a slouží k vykonávání pracovních úkonů
- pracovní nástroj – nástroj namontovaný na konci pracovního zařízení, který bezprostředně vykonává pracovní úkon
- výložník – nosná část pracovního zařízení s hydraulickým zařízením, která je připojena k otočnému svršku
- násada – spojovací článek mezi výložníkem a pracovním nástrojem (Celjak, 2013)

### **2.6 Charakteristika pracovních nástrojů rýpadel**

Pracovním nástrojem se rozumí nástroj, který je namontován na konci pracovního zařízení a přímo tak vykonává určitý pracovní úkon. V drtivé většině případů se jedná o různé druhy lopat. Je možné použít i další nástroje, které najdou využití např. při demolici objektů, v lesnictví či v zemědělství. Nejvíce se používají nástroje, které jsou uvedeny v následujícím textu.

### **2.6.1 Lopaty**

Lopaty jsou nejpoužívanějším pracovním nástrojem. Slouží k těžení pod úrovní nebo nad úrovní postavení rýpadla a k naložení vytěžené horniny. Jsou opatřeny zuby, které mají různý tvar podle způsobu určení použití dané lopaty.

#### **Druhy zubů**

- krátké – při rýpání v těžkých podmínkách
- dlouhé – všeobecné použití
- penetrační – při práci v horninách vyšších tříd rozpojitelnosti
- ostré – při práci ve zhutnělém materiálu (Celjak, 2013)

#### **Nakládací lopaty**

- výklopné zubové s rovným břitem – určeny pro těžbu a nakládku lehce těžitelných materiálů (Příloha A)
- výklopné zubové se šípovým břitem – určeny pro těžbu a nakládku těžce těžitelných materiálů (Příloha B)
- bezzubé s rovným břitem – určeny pro nakládku sypkých materiálů (Příloha C)
- bezzubé se šípovým břitem – určeny pro těžbu a nakládku různých druhů materiálů
- čelist'ové zubové či bezzubé s rovným břitem a čelist'ové bezzubé se šípovým břitem – všechny tyto typy lopat umožňují dobrý výsyp lepkavých i kusových materiálů z malé výšky bez překlápění, pouze rozevřením čelistí. Je možné jimi přemísťovat a nakládat kameny určité velikosti, shrnovat materiál či očišť'ovat pláně (Příloha D a E) (Vaněk, 2003)

#### **Univerzální lopaty**

- pro hloubkové těžení – určeny pro těžbu pod úrovní postavení rýpadla (Příloha F)
- pro výškové těžení – určeny pro těžbu nad úrovní postavení rýpadla (Příloha G)
- univerzální přestavitelné pro hloubkové nebo výškové těžení – umožňují montáž na stejnou násadu rýpadla buď pro hloubkové, nebo výškové těžení (Celjak, 2013)

### **Skalní lopaty**

- těžební – určeny pro těžbu hornin, jsou vyztužené a ve srovnání s lopatami univerzálními mají u stejného stroje menší objem (Příloha H)
- pro nakládku nebo třídění kameniva – určeny pro nakládku a třídění hrubého kameniva od jemného (Příloha I) (Vaněk, 2003)

### **Drážkovací a drenážní lopaty**

- drážkovací – určeny pro hloubení velmi úzkých rýh a drážek (Příloha J)
- drenážní – využívají se při melioračních pracích (Příloha K)
- speciální drenážní s nuceným vyprazdňováním – určeny pro použití v mokřích a lepkavých půdách, které se z lopaty špatně vyprazdňují, a proto jsou opatřeny mechanickou klapkou, která zeminu vytlačí (Příloha L) (Vaněk, 2003)

### **Čistící a příkopové lopaty**

- čistící a příkopové se zuby – použití při čištění nebo hloubení nových příkopů v těžších materiálech
- čistící a příkopové bezzubé – použití při čištění nebo hloubení nových příkopů v lehčích nebo bažinatých materiálech (Příloha M)
- svahové lopaty s naklápěním úhlu břitu – použití při jemných svahovacích pracích a lopatu lze bez ohledu na polohu násady naklopit až o 45° na obě strany (Příloha N) (Vaněk, 2003)

### **Profilové lopaty**

- profilové lopaty lichoběžníkové – určeny pro hloubení drážek lichoběžníkového tvaru pro průtoky vodních nebo kanalizačních odpadů. Dno lopaty bývá s bezzubým břitem, popřípadě je břit opatřen zuby (Příloha O) (Vaněk, 2003)

#### **2.6.2 Rozrývací zuby**

Rozrývací zuby se používají k rozrušení velmi tvrdých a kamenitých povrchů nebo krytů. Zuby horninu pouze rozrušují, naložení horniny se následně provede standartní hloubkovou lopatou (Příloha P) (Vaněk, 2003).

### 2.6.3 Drapáky

Tyto pracovní nástroje se nachází na všech typech lanových i hydraulických rýpadel. U drapáků lze rozlišit z funkčního hlediska zavěšení netuhé (lanové drapáky) a zavěšení tuhé (hydraulické drapáky) (Vaněk, 2003). Podle uzpůsobení se drapáky využívají k nakládce dřeva, železného šrotu, k těžení hornin, k hloubení rýh, příkopů apod.

#### Lanové drapáky

- čelist'ové – určeny pro použití u lanových rýpadel a jsou zavěšeny na lanech, která umožňují uzavírání a otvírání čelistí, záběrová hrana je bezzubá (Příloha Q)

#### Hydraulické drapáky

- dvoučelist'ové – otevírání a zavírání čelistí zajišťuje hydraulický mechanismus. Tyto drapáky lze pomocí hydromotoru natáčet a čelisti mají záběrovou hranu bezzubou nebo se zuby (Příloha R)
- úzkoprofilové dvoučelist'ové – určeny pro použití při hloubení příkopových nebo drenážních rýh, při hloubení mezi pažením nebo v kamenité půdě
- standardní těžební dvoučelist'ové – určeny pro použití při hloubení pravoúhlých výkopů a velkých podzemních stěn
- bezzubé – určeny pro nakládku a vykládku sypkých hmot jako písku, uhlí apod., jejich objemy bývají o 30–40 % větší než objemy běžných drapáků (Příloha S)
- pro těžení z velkých hloubek – použití při činnostech, u kterých je třeba dosáhnout větších hloubek (18 m a více) jako je hloubení studní a podzemních stěn, zakládání staveb apod., používá se zvláštní prodlužovací nástavec (Příloha T)
- na dřevo – používají se pro nakládku i vykládku dřeva z vagónů, zejména kulatiny. Pro tyto účely může být rýpadlo vybaveno hydraulicky výsuvnou kabinou strojníka do potřebné výšky (Příloha U)
- vidlové dvoučelist'ové – určeny pro použití zejména v zemědělství, kde slouží k nakládce řepy nebo brambor (zemina propadává mezi ocelovými pruty) nebo je lze použít i při vykládce koksu z vagónů (Příloha V)
- vícečelist'ové (polypové) – tyto drapáky mají 4–6 čelistí a každá z nich je samostatně ovládána hydromotorem. Používají se zejména při nakládce velkých

kamenů, jiných kusových materiálů a při manipulaci se šrotem (Příloha W) (Vaněk, 2003)

#### **2.6.4 Čelistové nástroje pro bourání a třídění materiálu stavebních konstrukcí**

Tyto nástroje se používají především při demolici starých objektů a následném rozřívání a recyklaci materiálu stavebních konstrukcí. Pro použití těchto nástrojů bývají rýpadla osazena speciálními výložníky, které umožňují velký dosah (Vaněk, 2003).

- bourací a štípací kleště – určeny pro bourání betonových konstrukcí i zdiva včetně armovacích prutů, ocelových nosníků, potrubí či jiných profilů (Příloha X)
- čelistové bourací a rozdrobovací zařízení – určeny pro bourání železobetonových stěn, pilířů a jiných konstrukcí, kdy je potřeba materiál rozdrtit a oddělit z něj ocelové pruty, popřípadě jiné materiály. Mohou se použít i při třídění a nakládce dřevěných trámů (Příloha Y)
- čelistový drapák s otočnou hlavou – tento drapák se používá při bourání zdiva, třídění a překládání materiálu, hloubení a čištění příkopů (Příloha Z)
- čelistový drapák – je opatřen hydraulicky otočnou hlavou pro lepší manipulaci při třídění hrubých materiálů z demolic, jako jsou trámy, ocelové nosníky nebo armovací ocel (Příloha AA)
- zubový čelistový drapák – určen pro vytahování a nakládání hrubých materiálů z demolic
- univerzální čelistový drapák pro odpadové materiály – využívá se pro nakládku různých odpadů jako šrotu, dřeva, sutě, kamenů, stromu apod. (Vaněk, 2003)

#### **2.6.5 Speciální zařízení**

Do této skupiny se řadí všechny další pracovní nástroje, které nejsou uvedeny v předchozích skupinách. Na rozdíl od předchozích nástrojů, které se dají v omezené míře použít i na jiné činnosti, než ke kterým byly určeny, lze tyto nástroje použít jen k jejich specifickému účelu.

- hydraulické frézy – určeny pro plošné nebo drážkové frézování všech druhů hornin, povrchové frézování betonových, živičných, skalních a jiných ploch nebo dobývání lesních pařezů. Jsou kloubově uloženy k násadě výložníku (Příloha AB)

- zařízení pro vysávání zeminy při opravách podzemního vedení - hlavním účelem tohoto zařízení je odsání skrývkového materiálu v místě poruchy podzemního vedení, aniž by muselo dojít k pracnému kopání v místě poruchy, dále se uplatňují při odsávání kalů ze stavebních jam nebo čištění odpadových šachet a příkopů
- hydraulická kladiva – určeny zejména pro bourací práce a pro dělení stavebních materiálů (Příloha AC) (Vaněk, 2003)
- harvestorová hlava – toto zařízení se upevňuje na násadu výložníku a slouží ke kácení, odvětvování a krácení stromů na požadovanou délku (Příloha AD)

## 2.7 Charakteristika měřených rýpadel

### JCB JS160L

- provozní hmotnost: 16 985 kg
- výkon motoru: 92 kW
- objem lopaty: 0,55 m<sup>3</sup>
- podvozek: pásový



Obrázek 1 - JCB JS160L

## **KOBELCO SK210LC**

- provozní hmotnost: 20 600 kg
- výkon motoru: 114 kW
- objem lopaty: 1,5 m<sup>3</sup>
- podvozek: pásový



**Obrázek 2 - KOBELCO SK210LC**

## **KOMATSU PC210LC**

- provozní hmotnost: 21 305 kg
- výkon motoru: 107 kW
- objem lopaty: 0,96 m<sup>3</sup>
- podvozek: pásový



**Obrázek 3 - KOMATSU PC210LC**

### **KOMATSU PC240NLC**

- provozní hmotnost: 23 380 kg
- výkon motoru: 127 kW
- objem lopaty: 1,8 m<sup>3</sup>
- podvozek: pásový



**Obrázek 4 - KOMATSU PC240NLC**

### **KOMATSU PC450LC**

- provozní hmotnost: 44 760 kg
- výkon motoru: 263 kW
- objem lopaty: 2,8 m<sup>3</sup>
- podvozek: pásový



**Obrázek 5 - KOMATSU PC450LC**



### **3 Cíl práce**

Cílem práce bylo změřeni času provozních cyklů rýpadel při rozmanité technologii pracovní činnosti. U měřených rýpadel bylo nutné zjistit objem pracovní lopaty používané rýpadlem v době měření pracovních cyklů, včetně stanovení koeficientu plnění lopaty na základě charakteru rozpojované horniny. Pozorováním technologie pracovní činnosti, změřením skutečných časů pracovního cyklu a stanovením objemu horniny v lopatě vypočítat skutečnou výkonnost rýpadla. Na základě vypočítaných hodnot skutečné výkonnosti určit faktory, které nejvíce ovlivňují rozdíly mezi skutečnou a teoretickou výkonností rýpadla.

## 4 Metodika práce

Pro splnění stanovených cílů byly zvoleny následující kroky metodiky:

- provedení detailního rozboru cíle práce, a tím stanovení potřebného rozsahu pro vypracování literární rešerše
- studium podkladů pro orientaci v řešené problematice a vypracování analýzy prováděných těžebních, nakládacích a manipulačních prací rýpadel na stavbě, dále pak byla provedena analýza používaných pracovních nástrojů rýpadel a analýza technických parametrů rýpadel s vazbou na jejich velikostní kategorii
- určení pracovních činností, u kterých byl zaznamenáván skutečný pracovní cyklus rýpadla:
  - rozpojení horniny v rýze s přemístěním na odvoz
  - rozpojení horniny s přemístěním na odvoz
  - těžba rybníčního sedimentu
  - nakládání horniny z deponie na odvozní zařízení
  - nakládání rozpojené horniny do třídícího zařízení
- určení hodnot, které je nutno zaznamenat pro splnění stanovených cílů:
  - objem lopaty rýpadla
  - celkový čas pracovního cyklu rýpadla a dílčí časy potřebné pro plnění lopaty, otočení k místu vysypání, vyprázdnění lopaty a otočení zpět k místu náběru
  - počet měření
  - zkušenost obsluhy rýpadla
  - úhel otáčení rýpadla
  - typ horniny
- provedení vlastního sběru dat na místě, kde se rýpadlo pohybovalo pomocí záznamového zařízení
- pomocí počítače a softwaru na přehrávání videí bylo ze záznamu pomocí stopek změřeno 50 cyklů rýpadla, jednotlivé časy byly zaznamenány do připraveného formuláře a z těchto cyklů byl stanoven průměrný čas jednoho cyklu

- do těchto časů nebyly zahrnuty cykly, které se značně odchylovaly od průměru a které byly způsobeny např. zdržením při urovnávání horniny na korbě odvozního zařízení, při dočišťování dna rýhy nebo při manipulaci s nežádoucími předměty (kameny apod.)
- během zaznamenávání pracovních cyklů byly sledovány omezující faktory pro vyhodnocení jejich vlivu
- k výpočtu skutečné výkonnosti rýpadla při určité pracovní činnosti byl použit průměrný čas cyklu zjištěný z naměřených hodnot
- závěrem byly určeny faktory, které ovlivňují výkonnost rýpadel při provádění konkrétních pracovních operací na základě sběru dat časů pracovních cyklů

## 5 Výsledky měření a diskuse

Pro stanovení teoretické výkonnosti  $Q$  byl použit vztah:

$$Q = 3600 * \frac{V}{T} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (1)$$

kde:

$V$ ...objem horniny vytěžené a zpracované během jednoho teoretického pracovního cyklu ( $\text{m}^3$ )

$T$ ...doba teoretického pracovního cyklu (s)

3600...konstanta pro přepočet ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) (Celjak, 2013)

Určení doby teoretického pracovního cyklu je problematické, protože výrobci tento údaj ve svých materiálech neuvádějí. Ke stanovení teoretické výkonnosti je tedy použita teoretická doba pracovního cyklu závislá na jmenovitém objemu lopaty. Tato závislost je uvedena v tabulce 2.

**Tabulka 2 - Závislost teoretické doby pracovního cyklu na jmenovitém objemu lopaty (Maršál, 2005)**

Jmenovitý objem lopaty $V$ ( $\text{m}^3$ )	Doba teoretického pracovního cyklu $T$ (s)
0,2	16,0
0,3	16,8
0,5	18,4
1,0	21,2
1,5	23,6
2,0	25,3
2,5	28,3
3,0	31,1
3,5	33,4
4,0	36,0

Pro stanovení skutečné výkonnosti  $Q_s$  byl použit vztah:

$$Q_s = 3600 * \frac{V * k_p}{T_{cm}} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) \quad (2)$$

kde:

V...objem nakládání horniny ( $\text{m}^3$ )

$k_p$ ...koeficient plnění lopaty

$T_{cm}$ ...naměřená doba skutečného pracovního cyklu (s) (Celjak, 2013)

Doba skutečného pracovního cyklu  $T_{cm}$  byla stanovena součtem jednotlivých dílčích časů pro plnění lopaty, otočení k místu vysypání, vysypání lopaty a otočení zpět do místa náběru podle vztahu:

$$T_{cm} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (\text{s}) \quad (3)$$

kde:

$t_1$ ...čas plnění lopaty (s)

$t_2$ ...čas na otočení k místu vysypání (s)

$t_3$ ...čas na vysypání lopaty (s)

$t_4$ ... čas na otočení zpět do místa náběru (s) (Celjak, 2013)

Hodnota koeficientu plnění lopaty  $k_p$  byla stanovena na základě pozorování rýpadla při prováděné činnosti.

Naměřené hodnoty, průměrné dílčí časy a čas průměrného cyklu jsou uvedeny v příloze AE až AI.

### 5.1 Rýpadlo JCB JS160L

Technické parametry rýpadla a charakteristika pracovní činnosti jsou uvedeny v tabulce 3 a tabulce 4.

**Tabulka 3 - Technické parametry rýpadla JCB JS160L**

<b>Provozní hmotnost (kg)</b>	16 985
<b>Výkon motoru (kW)</b>	92
<b>Objem lopaty (<math>\text{m}^3</math>)</b>	0,55

**Tabulka 4 - Charakteristika činnosti rýpadla JCB JS160L**

Druh činnosti	rozpojení v rýze s přemístěním na odvoz
Úhel otáčení (°)	180
Třída horniny	3
Koeficient plnění	0,88

**Teoretická výkonnost Q**

$$Q = 3600 * \frac{0,55}{18,6} = 106,45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

**Doba skutečného pracovního cyklu T<sub>cm</sub>**

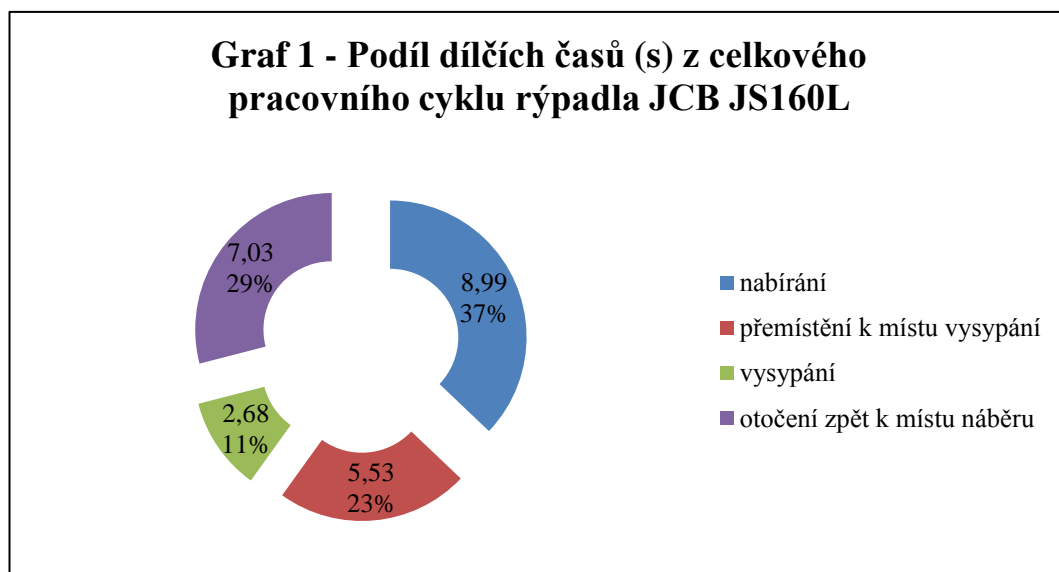
$$t_1 = 8,99 \text{ s}; \quad t_2 = 5,53 \text{ s}; \quad t_3 = 2,68 \text{ s}; \quad t_4 = 7,03 \text{ s}$$

$$T_{cm} = 8,99 + 5,53 + 2,68 + 7,03 = 24,23 \text{ s}$$

**Skutečná výkonnost Q<sub>s</sub>**

$$Q_s = 3600 * \frac{0,55 * 0,88}{24,23} = 71,91 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Podíl jednotlivých dílčích časů z celkového pracovního cyklu u rýpadla JCB JS160L je znázorněn na obrázku 6.



**Obrázek 6 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla JCB JS160L**

## 5.2 Rýpadlo KOBELCO SK210LC

Technické parametry rýpadla a charakteristika pracovní činnosti jsou uvedeny v tabulce 5 a tabulce 6.

**Tabulka 5 - Technické parametry rýpadla KOBELCO SK210LC**

<b>Provozní hmotnost (kg)</b>	20 600
<b>Výkon motoru (kW)</b>	114
<b>Objem lopaty (m<sup>3</sup>)</b>	1,5

**Tabulka 6 - Charakteristika činnosti rýpadla KOBELCO SK210LC**

<b>Druh činnosti</b>	nakládání horniny z deponie na odvozní zařízení
<b>Úhel otáčení (°)</b>	130
<b>Třída horniny</b>	1
<b>Koeficient plnění</b>	1,4

### Teoretická výkonnost Q

$$Q = 3600 * \frac{1,5}{23,6} = 228,81 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

### Doba skutečného pracovního cyklu T<sub>cm</sub>

$$t_1 = 6,62 \text{ s}; \quad t_2 = 5,78 \text{ s}; \quad t_3 = 5,55 \text{ s}; \quad t_4 = 5,68 \text{ s}$$

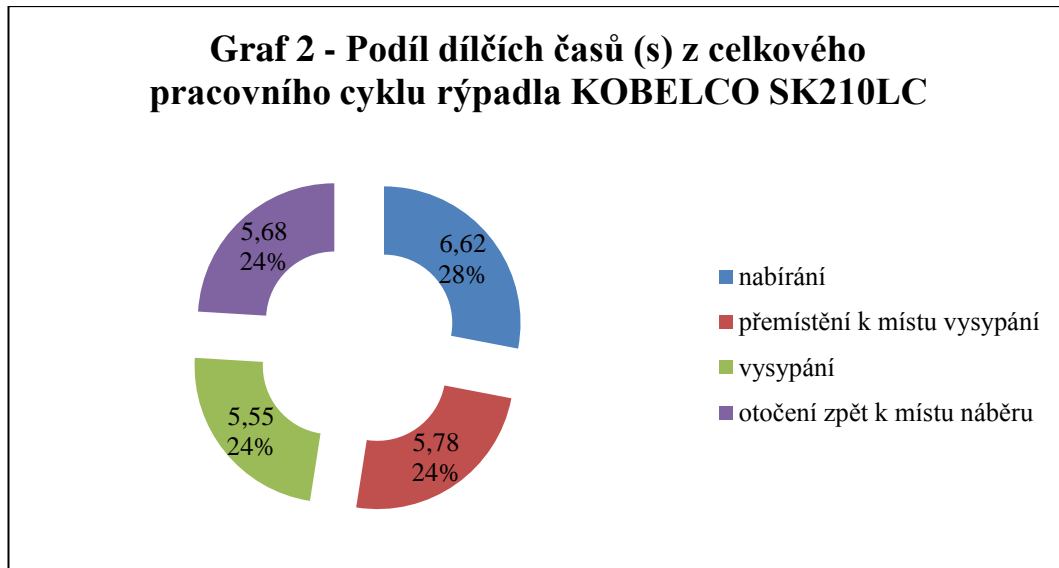
$$T_{cm} = 6,62 + 5,78 + 5,55 + 5,68 = 23,62 \text{ s}$$

### Skutečná výkonnost Q<sub>s</sub>

$$Q_s = 3600 * \frac{1,5 * 1,4}{23,62} = 320,06 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Podíl jednotlivých dílčích časů z celkového pracovního cyklu u rýpadla KOBELCO SK210LC je znázorněn na obrázku 7.

**Graf 2 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOBELCO SK210LC**



**Obrázek 7 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOBELCO SK210LC**

### 5.3 Rýpadlo KOMATSU PC210LC

Technické parametry rýpadla a charakteristika pracovní činnosti jsou uvedeny v tabulce 7 a tabulce 8.

**Tabulka 7 - Technické parametry rýpadla KOMATSU PC210LC**

<b>Provozní hmotnost (kg)</b>	21 305
<b>Výkon motoru (kW)</b>	107
<b>Objem lopaty (m<sup>3</sup>)</b>	0,96

**Tabulka 8 - Charakteristika činnosti rýpadla KOMATSU PC210LC**

<b>Druh činnosti</b>	těžba rybníčního sedimentu
<b>Úhel otáčení (°)</b>	180
<b>Třída horniny</b>	1 (sediment)
<b>Koeficient plnění</b>	0,98

#### Teoretická výkonnost Q

$$Q = 3600 * \frac{0,96}{20,8} = 166,15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$



### Doba skutečného pracovního cyklu $T_{cm}$

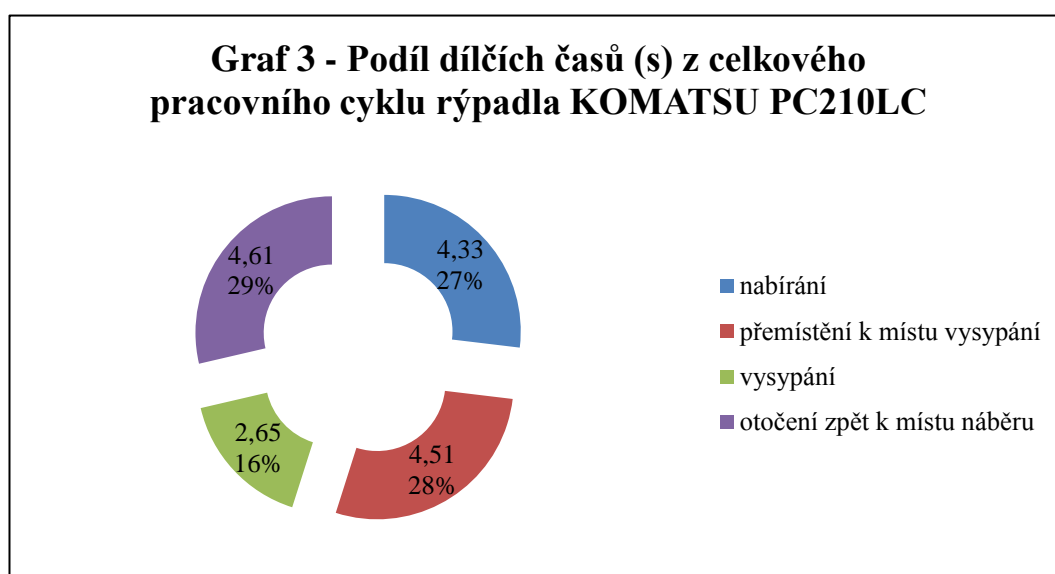
$$t_1 = 4,33 \text{ s}; \quad t_2 = 4,51 \text{ s}; \quad t_3 = 2,65 \text{ s}; \quad t_4 = 4,61 \text{ s}$$

$$T_{cm} = 4,33 + 4,51 + 2,65 + 4,61 = 16,09 \text{ s}$$

### Skutečná výkonnost $Q_s$

$$Q_s = 3600 * \frac{0,96 * 0,98}{16,09} = 210,50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Podíl jednotlivých dílčích časů z celkového pracovního cyklu u rýpadla KOMATSU PC210LC je znázorněn na obrázku 8.



Obrázek 8 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOMATSU PC210LC

## 5.4 Rýpadlo KOMATSU PC240NLC

Technické parametry rýpadla a charakteristika pracovní činnosti jsou uvedeny v tabulce 9 a tabulce 10.

Tabulka 9 - Technické parametry rýpadla KOMATSU PC240NLC

Provozní hmotnost (kg)	23 380
Výkon motoru (kW)	127
Objem lopaty (m <sup>3</sup> )	1,8

**Tabulka 10 - Charakteristika činnosti rýpadla KOMATSU PC240NLC**

<b>Druh činnosti</b>	nakládání rozpojené horniny do třídícího zařízení
<b>Úhel otáčení (°)</b>	180
<b>Třída horniny</b>	2
<b>Koeficient plnění</b>	0,95

**Teoretická výkonnost Q**

$$Q = 3600 * \frac{1,8}{24,5} = 264,49 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

**Doba skutečného pracovního cyklu T<sub>cm</sub>**

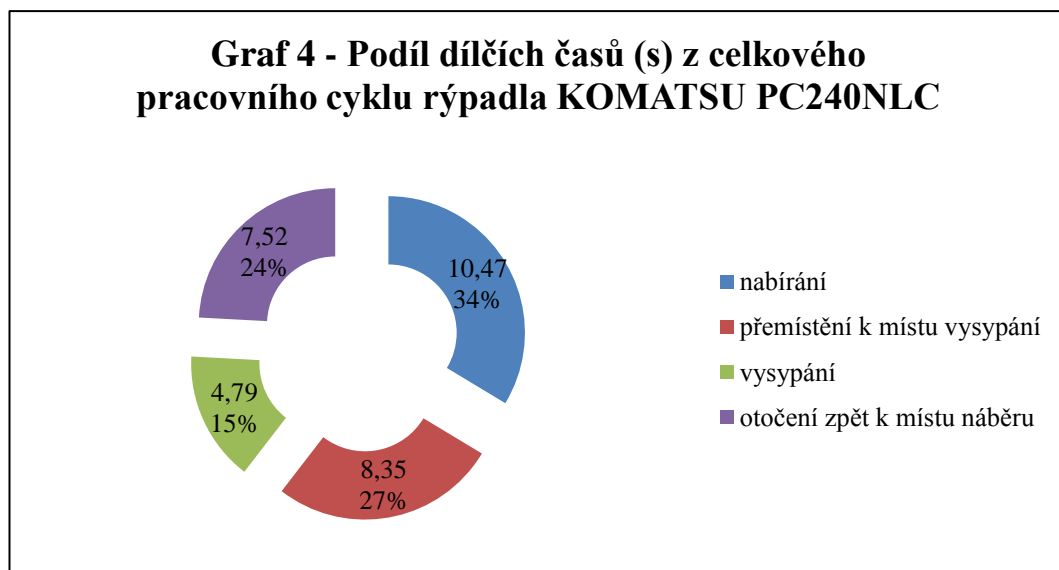
$$t_1 = 10,47 \text{ s}; \quad t_2 = 8,35 \text{ s}; \quad t_3 = 4,79 \text{ s}; \quad t_4 = 7,52 \text{ s}$$

$$T_{cm} = 10,47 + 8,35 + 4,79 + 7,52 = 31,13 \text{ s}$$

**Skutečná výkonnost Q<sub>s</sub>**

$$Q_s = 3600 * \frac{1,8 * 0,95}{31,13} = 197,75 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Podíl jednotlivých dílčích časů z celkového pracovního cyklu u rýpadla KOMATSU PC240NLC je znázorněn na obrázku 9.



**Obrázek 9 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOMATSU PC240NLC**

## 5.5 Rýpadlo KOMATSU PC450LC

Technické parametry rýpadla a charakteristika pracovní činnosti jsou uvedeny v tabulce 11 a tabulce 12.

**Tabulka 11 - Technické parametry rýpadla KOMATSU PC450LC**

<b>Provozní hmotnost (kg)</b>	44 760
<b>Výkon motoru (kW)</b>	263
<b>Objem lopaty (m<sup>3</sup>)</b>	2,8

**Tabulka 12 - Charakteristika činnosti rýpadla KOMATSU PC450LC**

<b>Druh činnosti</b>	rozpojení horniny s přemístěním na odvoz
<b>Úhel otáčení (°)</b>	90
<b>Třída horniny</b>	4
<b>Koeficient plnění</b>	0,98

### Teoretická výkonnost Q

$$Q = 3600 * \frac{2,8}{29,7} = 339,39 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

### Doba skutečného pracovního cyklu T<sub>cm</sub>

$$t_1 = 11,11 \text{ s}; \quad t_2 = 8,78 \text{ s}; \quad t_3 = 10,49 \text{ s}; \quad t_4 = 6,89 \text{ s}$$

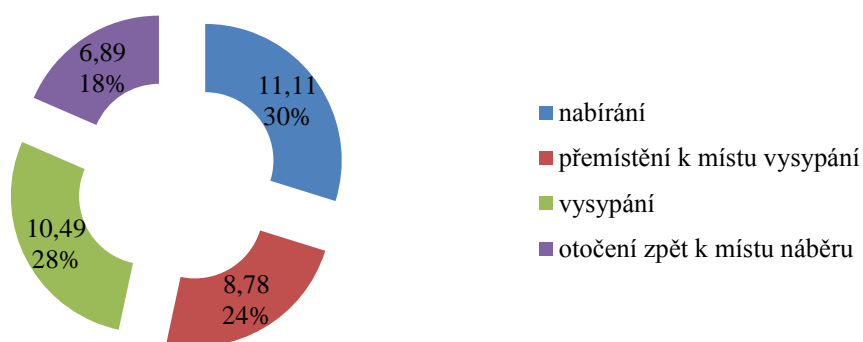
$$T_{cm} = 11,11 + 8,78 + 10,49 + 6,89 = 37,26 \text{ s}$$

### Skutečná výkonnost Q<sub>s</sub>

$$Q_s = 3600 * \frac{2,8 * 0,98}{37,26} = 265,12 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Podíl jednotlivých dílčích časů z celkového pracovního cyklu u rýpadla KOMATSU PC450LC je znázorněn na obrázku 10.

**Graf 5 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOMATSU PC450LC**



**Obrázek 10 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOMATSU PC450LC**

Z výpočtů je patrné, že teoretická výkonnost se od té skutečné velmi výrazně liší. To je dáno mnoha různými faktory, které skutečnou výkonnost ovlivňují. K těmto faktorům patří zejména zkušenost pracovníka, charakter rozpojované horniny, technologie pracovní činnosti nebo úhel otáčení rýpadla. Dále je třeba vzít v potaz i omezující podmínky okolí, které mohou v určitých případech nastat, patří sem například počasí nebo málo únosné podloží.

**Tabulka 13 - Přehled teoretické a skutečné výkonnosti u jednotlivých rýpadel**

Rýpadlo	Provozní hmotnost (kg)	Objem lopaty (m <sup>3</sup> )	Teoretická výkonnost (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )	Skutečná výkonnost (m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> )
JCB JS160L	16 985	0,55	106,45	71,91
KOBELCO SK210LC	20 600	1,5	228,81	320,06
KOMATSU PC210LC	21 305	0,96	166,15	210,50
KOMATSU PC240NLC	23 380	1,8	264,49	197,75
KOMATSU PC450LC	44 760	2,8	339,39	265,12

Jak je patrné z tabulky 13, ve třech z pěti případů je skutečná výkonnost nižší než teoretická. Největší měrou se na tomto rozdílu podílí rozdíl délky pracovního cyklu skutečného a cyklu teoretického, který je odvozen od objemu lopaty a jedná se spíše o čistě informativní údaj. V praxi je však tento údaj téměř nepoužitelný, protože nepočítá s dalšími faktory působícími na délku pracovního cyklu.

U rýpadla JCB JS160L je skutečná výkonnost oproti výkonnosti teoretické nižší o 32,44 %. To je způsobeno charakterem pracovní činnosti rozpojování horniny 3. třídy v rýze s následným přemístěním na odvoz, kde při otáčení o 180° musel operátor rýpadla brát v úvahu, že se pohybuje v omezeném prostoru polní cesty s okolní zástavbou. Proto se také koeficient plnění lopaty pohyboval kolem hodnoty 0,88, aby nedocházelo k vypadávání horniny na cizí pozemek.

Rýpadlo KOBELCO SK210LC je jedním ze dvou případů, kdy byla skutečná výkonnost vyšší než výkonnost teoretická, a to o 39,88 %. V tomto případě je rozdíl způsoben soudržnou horninou, která byla nakládána z deponie, a díky tomu dosahoval koeficient plnění hodnoty 1,4, jak je patrné z obrázku 11.



**Obrázek 11 - Naplnění lopaty u rýpadla KOBELCO SK210LC**

Dalším případem, kde se měřením prokázalo, že je skutečná výkonnost vyšší než teoretická, je rýpadlo KOMATSU PC210LC, které těžilo rybniční sediment. Rozdíl činí 26,69 %. Zde je tento rozdíl zapříčiněn charakterem sedimentu, který umožňuje kratší čas pracovního cyklu, a to při tomto měření až o 10 s oproti času teoretického cyklu. K největší úspoře času dochází při nabírání, kdy lze s trochou nadsázky říci, že stačí lopatu pouze ponořit do sedimentu. Taktéž si operátor při otáčení o 180° nemusel dávat pozor na okolní zástavbu, jelikož se pohyboval v otevřeném prostoru.

U rýpadla KOMATSU PC240NLC činí rozdíl výkonností 25,23 %, přičemž skutečná výkonnost je opět nižší. Zde se teoretická doba cyklu prodloužila v důsledku nakládání horniny do třídícího zařízení. Operátor se sice otáčel o 180° ve volném prostoru, ale podle mého názoru se neotáčel tak rychle, jak by mohl, a to z důvodu, aby nedošlo k přehlcení třídícího zařízení.

KOMATSU PC450LC byl největší stroj, u kterého byla skutečná výkonnost sledována. Rozdíl výkonností činí 21,88 %. I přes svoji téměř dvojnásobnou provozní hmotnost a jednoznačně nejdelší dobu pracovního cyklu není oproti ostatním rýpadlům jeho výkonnost natolik odlišná. Dokonce se jedná o rýpadlo s nejmenším procentuálním rozdílem mezi teoretickou a skutečnou výkonností. To je zapříčiněno úhlem otáčení pouze 90° a zejména lopatou o objemu 2,8 m<sup>3</sup>.

Dále z měření vyplývá, že v procentuálním vyjádření jednotlivých dílčích časů z celkového času pracovního cyklu zaujímá nejdelší úsek nabírání (27–30 % času). Naopak nejméně času zabere vysypávání (11–24 %). Výjimku tvoří rýpadlo KOMATSU PC450LC, kde je to až 28 % z celkového času. To je způsobeno poměrem objemu lopaty a objemu korby odvozního zařízení. Otáčení k místu vysypání pak zabere z celkového času 23–28 %. A nakonec otáčení zpět na místo náběru zaujímá 18–29 % celkového času.

## 6 Závěr

V bakalářské práci jsem se zaměřil na stanovení skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na technologii prováděné činnosti. Cílem bylo vybrat pět rýpadel provádějících různé technologie zemních prací a pokrýt tak alespoň část různorodých činností, které lze s rýpadly provádět.

Jak z provedeného měření vyplývá, teoretická výkonnost založená na teoretických časech cyklu při určitých podmínkách se značně liší od výkonnosti skutečné. Ta je ovlivněna faktory, které se při výpočtu teoretických výkonností neuvažují. Podle měření, které jsem provedl, činí tyto rozdíly až 39,88 %. Ve třech případech byla skutečná výkonnost nižší oproti teoretické. Překvapující bylo, že ve dvou zbývajících případech skutečná výkonnost teoretickou převyšovala. To bylo způsobeno především charakterem horniny, která v prvním případě umožňovala dosahovat vysokých hodnot koeficientu plnění lopaty až na hodnotu 1,4. Ve druhém případě vlastnostmi rybníčního sedimentu, který dovoľoval zkrátit dílčí časy pracovního cyklu a tím zvýšit výkonnost rýpadla.

Co se týče skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na provozní hmotnosti, nejsou zde tak výrazné rozdíly, jaké by se daly předpokládat, až na rýpadlo KOMATSU PC450LC (44 760 kg). Ostatní rýpadla se pohybují v rozmezí provozní hmotnosti přibližně 16 000–24 000 kg, lze tedy u nich očekávat podobné rozmezí hodnot skutečné výkonnosti. I když má rýpadlo KOMATSU PC450LC téměř dvojnásobnou provozní hmotnost, přesto jeho skutečná výkonnost nijak výrazně nevybočuje v porovnání s ostatními rýpadly. Tento fakt lze přičíst tomu, že bylo osazeno lopatou o objemu 2,8 m<sup>3</sup>.

Ukázalo se, že výpočtem teoretické výkonnosti lze získat představu o tom, jak velkou výkonnost rýpadlo může mít, ale praxe je jiná. Díky celé řadě faktorů, které do procesu vstupují, lze očekávat, že se většinou bude skutečná výkonnost od té teoretické značně lišit. Nelze proto tyto faktory brát na lehkou váhu, hlavně při kalkulaci na prováděné zemní práce. Zde by mohlo dojít ke zbytečnému nadhodnocení nebo podhodnocení konečné částky cenové nabídky, to může způsobit buď ztrátu zakázky z důvodu příliš vysoké ceny, nebo naopak finanční ztrátu pro firmu z důvodu nepokrytí nákladů. I když budou všechny tyto faktory do výpočtu zahrnuty a nastanou ideální podmínky pro provádění dané činnosti, zkušenosti

majitele firmy provozující rýpadla napovídají, že je nutné správně nastavit odměnu za výkon obsluhy stroje, neboť ve velké většině případů má obsluha snahu „práci pouze předstírat“ a tím negativně ovlivnit celkovou skutečnou výkonnost rýpadla. Proto je nutné provádět skryté kontroly výkonu rýpadel. Z vlastní zkušenosti mohu výše uvedené tvrzení potvrdit. S majitelem firmy jsem se zúčastnil tohoto skrytého pozorování u rýpadla KOMATSU PC450LC a ten mi následně potvrdil na základě svých zkušeností, že v tomto případě mělo rýpadlo přibližně o 10–15 % vyšší skutečnou výkonnost než v případě kdy obsluha ví, že je sledována.



## 7 Seznam zdrojů

1. VANĚK, A. *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. Praha: Academia, 2003. 526 s. ISBN 80-200-1045-9
2. VANĚK, A. *Strojní zařízení pro stavební práce*. Praha: Sobotáles, 1999. 301 s. ISBN 80-901684-1-8
3. PRUDKÝ J. – DUFKOVÁ J. *Terénní úpravy*. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta MU, 2013. 112 s. ISBN 978-80-7375-009-1
4. CELJAK, I. *Strojní zařízení pro zemní a meliorační práce*. České Budějovice: Zemědělská fakulta JČU, 2013, 146 s. Bez ISBN
5. MARŠÁL, P. *Technologie staveb I – Technologie provádění zemních prací*. Brno: Fakulta stavební VUT, 2005, 56 s. Bez ISBN
6. KRYL, V. – VAVRUŠKA, O. *Základy lomařství*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. 74 s. ISBN 80-248-0048-9
7. <http://www.nekr.cz> staženo dne 11. 2. 2015
8. <http://www.kovaco.cz> staženo dne 11. 2. 2015
9. <http://www.bagry.cz> staženo dne 14. 2. 2015
10. <http://www.metalport.sk> staženo dne 5. 1. 2015
11. <http://www.zemstr.cz> staženo dne 21. 11. 2014
12. <http://www.keist.sweb.cz> staženo dne 15. 3. 2015
13. <http://www.empec.cz> staženo dne 15. 3. 2015
14. <http://www.prestar-lifting.cz> staženo dne 19. 2. 2015
15. <http://stavebni-technika.cz> staženo dne 16. 2. 2015
16. <http://www.hydraulika-petras.cz> staženo dne 11. 2. 2015
17. <http://www.keto.cz> staženo dne 11. 2. 2015
18. <http://www.jss.cz> staženo dne 30. 11. 2015
19. <http://www.kohut.cz> staženo dne 22. 1. 2015
20. <http://zemniprace.wbs.cz> staženo dne 19. 2. 2015

## 8 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Zrnitost hornin podle ČSN 72 1002 .....	11
Tabulka 2 - Závislost teoretické doby pracovního cyklu na jmenovitém objemu lopaty (Maršál, 2005) .....	35
Tabulka 3 - Technické parametry rýpadla JCB JS160L .....	36
Tabulka 4 - Charakteristika činnosti rýpadla JCB JS160L .....	37
Tabulka 5 - Technické parametry rýpadla KOBELCO SK210LC .....	38
Tabulka 6 - Charakteristika činnosti rýpadla KOBELCO SK210LC .....	38
Tabulka 7 - Technické parametry rýpadla KOMATSU PC210LC .....	39
Tabulka 8 - Charakteristika činnosti rýpadla KOMATSU PC210LC .....	39
Tabulka 9 - Technické parametry rýpadla KOMATSU PC240NLC .....	40
Tabulka 10 - Charakteristika činnosti rýpadla KOMATSU PC240NLC .....	41
Tabulka 11 - Technické parametry rýpadla KOMATSU PC450LC .....	42
Tabulka 12 - Charakteristika činnosti rýpadla KOMATSU PC450LC .....	42
Tabulka 13 - Přehled teoretické a skutečné výkonnosti u jednotlivých rýpadel .....	43

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1 - JCB JS160L.....	29
Obrázek 2 - KOBELCO SK210LC.....	30
Obrázek 3 - KOMATSU PC210LC .....	30
Obrázek 4 - KOMATSU PC240NLC .....	31
Obrázek 5 - KOMATSU PC450LC .....	31
Obrázek 6 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla JCB JS160L .....	37
Obrázek 7 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOBELCO SK210LC .....	39
Obrázek 8 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOMATSU PC210LC.....	40
Obrázek 9 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOMATSU PC240NLC .....	41
Obrázek 10 - Podíl dílčích časů (s) z celkového pracovního cyklu rýpadla KOMATSU PC450LC .....	43
Obrázek 11 - Naplnění lopaty u rýpadla KOBELCO SK210LC .....	44

## 10 Seznam příloh

Příloha A



Příloha B



Příloha C



Příloha D



Příloha E



Příloha F



Příloha G



Příloha H



Příloha I



Příloha J



Příloha K



Příloha L



Příloha M



Příloha N



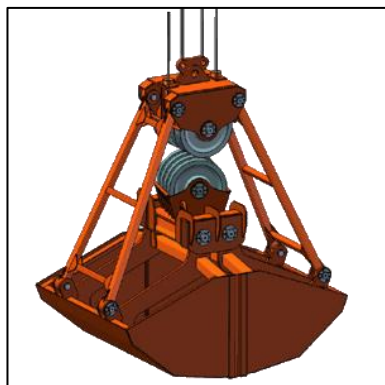
Příloha O



Příloha P



Příloha Q



Příloha R



Příloha S



Příloha T



Příloha U



Příloha V



Příloha W





Příloha X



Příloha Y



Příloha Z



Příloha AA



Příloha AB



Příloha AC



Příloha AD



## Příloha AE

Pokus	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	T <sub>cm</sub>	
1	7,36	6,39	2,38	5,37	21,50	
2	10,12	7,59	2,68	5,70	26,09	
3	6,63	5,43	2,28	6,87	21,21	
4	8,00	5,73	2,18	6,30	22,21	
5	10,16	6,39	2,58	6,67	25,80	
6	10,30	5,78	3,30	6,74	26,12	
7	11,16	5,48	2,85	6,81	26,30	
8	9,98	5,60	2,51	7,77	25,86	
9	10,37	6,08	2,17	6,78	25,40	
10	9,96	5,42	2,80	6,92	25,10	
11	8,49	6,15	2,10	6,85	23,59	
12	8,18	4,95	1,95	6,78	21,86	
13	9,18	5,11	1,92	6,81	23,02	
14	9,21	5,79	2,77	6,67	24,44	
15	8,02	5,20	2,86	7,54	23,62	
16	10,30	6,15	3,45	7,41	27,31	
17	10,69	5,84	4,09	7,11	27,73	
18	7,94	6,04	2,75	6,51	23,24	
19	9,67	5,24	2,70	8,68	26,29	
20	11,14	5,55	2,01	7,98	26,68	
21	10,82	6,06	2,35	7,12	26,35	
22	9,30	5,72	2,60	7,50	25,12	
23	8,96	5,81	2,77	7,06	24,60	
24	5,86	5,25	2,53	6,32	19,96	
25	6,71	5,15	2,09	6,71	20,66	
26	7,36	5,71	2,28	7,06	22,41	
27	6,57	5,67	2,61	7,33	22,18	
28	8,17	5,15	2,55	7,61	23,48	
29	9,69	5,47	2,47	7,81	25,44	
30	10,24	5,26	3,04	6,98	25,52	
31	9,09	4,83	3,74	6,57	24,23	
32	11,25	5,76	2,65	7,10	26,76	
33	10,44	5,19	2,37	7,65	25,65	
34	9,69	4,75	2,66	6,43	23,53	
35	9,56	5,94	2,98	7,26	25,74	
36	6,70	5,24	3,08	8,31	23,33	
37	8,65	5,20	2,68	7,13	23,66	
38	6,24	5,03	2,33	6,93	20,53	
39	8,13	4,86	2,74	6,48	22,21	
40	7,57	5,20	3,25	7,13	23,15	
41	8,44	5,35	2,78	7,41	23,98	
42	9,51	5,02	2,31	6,49	23,33	
43	9,47	5,30	3,02	7,80	25,59	
44	10,47	4,90	2,37	6,55	24,29	
45	7,99	5,11	2,60	6,97	22,67	
46	10,40	5,27	2,75	7,61	26,03	
47	8,80	5,04	3,28	6,93	24,05	
48	9,21	6,01	2,88	7,26	25,36	
49	9,78	5,91	3,12	6,51	25,32	
50	7,71	5,32	2,80	7,10	22,93	
<b>Průměr</b>	<b>8,99</b>	<b>5,53</b>	<b>2,68</b>	<b>7,03</b>	<b>24,23</b>	

## Příloha AF

Pokus	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	T <sub>cm</sub>	
1	7,49	6,39	4,37	5,70	23,95	
2	5,99	7,09	6,75	5,34	25,17	
3	5,58	6,34	5,33	5,32	22,57	
4	6,79	5,65	5,20	4,89	22,53	
5	5,94	7,09	6,78	6,30	26,11	
6	4,18	5,40	5,78	6,23	21,59	
7	6,91	5,53	4,69	5,50	22,63	
8	7,62	5,83	4,52	5,67	23,64	
9	8,15	5,37	4,18	5,52	23,22	
10	7,06	4,52	4,87	4,63	21,08	
11	6,02	5,77	6,95	5,41	24,15	
12	6,75	5,38	5,66	5,77	23,56	
13	8,05	6,20	4,93	5,33	24,51	
14	6,53	5,52	5,10	6,69	23,84	
15	7,92	4,80	3,69	5,26	21,67	
16	8,21	6,97	6,33	5,75	27,26	
17	8,03	4,38	7,85	6,11	26,37	
18	6,81	7,60	6,68	6,04	27,13	
19	5,71	6,13	5,87	5,41	23,12	
20	5,66	5,03	4,20	5,19	20,08	
21	5,61	5,35	4,88	4,65	20,49	
22	7,38	6,65	6,11	5,40	25,54	
23	7,69	5,73	5,14	5,59	24,15	
24	4,90	5,10	7,29	5,66	22,95	
25	6,80	5,23	6,76	6,97	25,76	
26	6,11	5,98	4,81	6,61	23,51	
27	6,65	6,09	5,28	4,75	22,77	
28	5,84	5,34	5,97	6,26	23,41	
29	6,24	5,19	3,86	5,09	20,38	
30	5,22	5,13	3,89	5,23	19,47	
31	6,98	5,56	5,40	5,68	23,62	
32	6,15	6,34	6,16	5,98	24,63	
33	5,23	5,84	4,27	5,01	20,35	
34	5,87	5,13	5,69	4,68	21,37	
35	5,60	4,03	5,34	5,72	20,69	
36	6,63	4,61	5,12	6,31	22,67	
37	5,98	5,40	7,49	5,96	24,83	
38	6,35	6,23	5,80	5,39	23,77	
39	6,39	5,57	4,32	5,01	21,29	
40	7,58	6,03	5,74	6,24	25,59	
41	8,07	4,97	5,52	4,95	23,51	
42	6,41	5,67	5,66	5,73	23,47	
43	7,53	6,29	7,15	6,43	27,40	
44	7,78	5,40	4,97	5,35	23,50	
45	6,37	6,53	5,39	7,02	25,31	
46	7,30	7,56	6,64	6,07	27,57	
47	7,12	6,80	6,45	5,93	26,30	
48	6,58	6,74	5,79	5,79	24,90	
49	7,62	5,91	5,17	6,08	24,78	
50	5,45	5,84	5,62	6,15	23,06	
<b>Průměr</b>	<b>6,62</b>	<b>5,78</b>	<b>5,55</b>	<b>5,68</b>	<b>23,62</b>	

## Příloha AG

Pokus	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	T <sub>cm</sub>	
1	4,21	4,11	2,70	4,56	15,58	
2	4,02	4,87	3,42	4,98	17,29	
3	4,11	5,96	2,05	5,69	17,81	
4	4,51	4,73	2,86	5,23	17,33	
5	4,64	4,49	2,73	4,72	16,58	
6	4,03	3,79	2,53	5,10	15,45	
7	3,98	5,41	3,21	5,32	17,92	
8	4,31	4,88	2,19	4,88	16,26	
9	4,26	3,61	2,33	5,18	15,38	
10	4,41	3,93	2,42	4,36	15,12	
11	4,97	4,82	2,89	4,37	17,05	
12	3,70	4,87	2,15	4,06	14,78	
13	4,32	3,41	2,58	4,12	14,43	
14	3,85	4,71	2,13	4,07	14,76	
15	4,52	3,84	2,91	4,30	15,57	
16	3,60	5,19	2,35	4,28	15,42	
17	4,35	4,64	2,21	4,63	15,83	
18	4,68	4,28	2,06	5,10	16,12	
19	4,02	4,94	2,31	4,68	15,95	
20	4,26	5,12	2,58	4,45	16,41	
21	4,72	4,10	2,19	5,22	16,23	
22	3,98	4,52	3,02	4,93	16,45	
23	4,05	3,87	2,76	4,51	15,19	
24	3,79	4,62	3,05	4,26	15,72	
25	4,32	4,49	2,86	4,15	15,82	
26	4,19	3,97	2,53	4,36	15,05	
27	4,42	5,06	2,93	4,21	16,62	
28	4,35	4,42	2,37	4,30	15,44	
29	3,88	4,23	2,51	4,61	15,23	
30	4,21	4,82	2,89	4,53	16,45	
31	4,42	4,95	2,76	4,49	16,62	
32	5,19	4,81	3,08	4,15	17,23	
33	4,63	3,68	2,88	4,26	15,45	
34	4,58	4,36	2,91	4,29	16,14	
35	4,43	4,71	2,69	4,61	16,44	
36	4,55	4,93	3,05	4,78	17,31	
37	4,33	4,28	2,34	4,52	15,47	
38	5,21	4,65	3,21	4,77	17,84	
39	4,83	4,11	2,75	4,61	16,30	
40	4,37	4,21	2,58	4,70	15,86	
41	4,11	3,95	2,61	4,48	15,15	
42	4,19	4,08	2,50	5,13	15,90	
43	4,74	4,58	2,69	4,53	16,54	
44	4,50	4,87	2,93	4,71	17,01	
45	3,88	4,36	2,44	4,60	15,28	
46	4,15	4,65	2,53	4,39	15,72	
47	4,83	4,75	2,68	4,44	16,70	
48	4,61	4,96	2,80	4,91	17,28	
49	4,32	4,57	2,77	4,62	16,28	
50	3,83	4,28	2,63	4,12	14,86	
<b>Průměr</b>	<b>4,33</b>	<b>4,51</b>	<b>2,65</b>	<b>4,61</b>	<b>16,09</b>	

Třída horniny:  
**1**Objem lopaty:  
**0,96 m<sup>3</sup>**Úhel otáčení:  
**180°**Druh práce:  
**těžení sedimentu**Stroj:  
**KOMATSU  
PC210LC**

## Příloha AH

Pokus	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	T <sub>cm</sub>	
1	9,78	8,60	3,56	6,94	28,88	
2	11,38	8,92	3,32	7,05	30,67	
3	10,98	6,06	4,21	6,61	27,86	
4	9,08	7,68	3,69	6,67	27,12	
5	11,44	8,56	5,56	7,38	32,94	
6	10,09	8,98	5,50	7,65	32,22	
7	10,77	8,48	5,39	8,33	32,97	
8	11,08	8,14	5,20	8,22	32,64	
9	11,64	7,53	3,39	7,75	30,31	
10	9,82	8,05	6,37	7,82	32,06	
11	10,97	8,35	4,68	6,25	30,25	
12	7,40	7,89	5,27	6,85	27,41	
13	9,07	8,80	4,85	7,37	30,09	
14	10,90	7,19	4,03	7,45	29,57	
15	11,74	8,65	5,09	8,38	33,86	
16	10,45	8,35	4,34	6,86	30,00	
17	11,90	9,19	4,47	6,92	32,48	
18	9,47	7,84	4,60	7,19	29,10	
19	9,23	7,27	3,96	6,81	27,27	
20	11,20	7,98	4,39	7,48	31,05	
21	12,24	9,04	4,59	7,40	33,27	
22	9,61	8,32	4,24	7,41	29,58	
23	10,39	8,23	4,84	7,50	30,96	
24	11,08	8,08	4,60	7,62	31,38	
25	10,29	8,36	5,01	7,35	31,01	
26	10,87	8,56	5,24	8,19	32,86	
27	10,25	8,17	4,52	6,88	29,82	
28	10,82	8,88	4,33	8,05	32,08	
29	10,64	8,19	4,68	8,24	31,75	
30	10,12	9,33	6,47	8,29	34,21	
31	9,90	8,31	5,96	8,09	32,26	
32	12,02	8,08	4,86	7,25	32,21	
33	10,00	8,74	4,94	8,38	32,06	
34	10,71	8,66	5,23	8,44	33,04	
35	11,45	9,46	4,72	7,36	32,99	
36	11,69	9,03	7,03	6,92	34,67	
37	8,15	8,13	5,44	7,06	28,78	
38	8,27	7,74	5,11	8,10	29,22	
39	10,54	8,04	5,42	7,48	31,48	
40	8,43	7,86	3,64	7,23	27,16	
41	11,12	8,99	5,15	7,56	32,82	
42	12,76	7,72	3,78	7,26	31,52	
43	8,70	9,18	3,76	8,65	30,29	
44	12,37	9,03	6,22	7,21	34,83	
45	10,81	9,49	4,64	8,17	33,11	
46	11,85	9,02	4,42	8,60	33,89	
47	10,41	8,63	4,13	7,60	30,77	
48	9,62	7,91	4,87	7,10	29,50	
49	9,77	8,29	4,84	7,31	30,21	
50	10,17	7,61	4,81	7,19	29,78	
<b>Průměr</b>	<b>10,47</b>	<b>8,35</b>	<b>4,79</b>	<b>7,52</b>	<b>31,13</b>	

Třída horniny:  
2Objem lopaty:  
1,8 m<sup>3</sup>Úhel otáčení:  
180°Druh práce:  
nakládání do  
třídíčeStroj:  
KOMATSU  
PC240NLC

## Příloha AI

Pokus	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	T <sub>cm</sub>	
1	11,74	7,42	8,46	7,92	35,54	
2	12,13	10,03	10,40	7,24	39,80	
3	11,44	8,91	12,67	6,12	39,14	
4	13,32	9,41	11,39	5,90	40,02	
5	11,22	10,47	11,81	5,80	39,30	
6	8,63	7,50	15,38	6,21	37,72	
7	10,91	8,10	8,49	6,01	33,51	
8	14,37	6,85	9,60	6,45	37,27	
9	14,86	7,93	8,48	7,46	38,73	
10	11,08	7,18	14,91	7,68	40,85	
11	13,18	10,78	10,22	6,63	40,81	
12	10,94	7,08	9,14	6,74	33,90	
13	10,76	8,77	8,01	7,12	34,66	
14	14,42	11,08	8,92	6,71	41,13	
15	13,93	8,78	10,12	6,62	39,45	
16	13,12	9,34	10,90	7,42	40,78	
17	11,17	9,50	14,01	6,53	41,21	
18	11,70	7,44	12,94	6,91	38,99	
19	10,56	7,32	12,16	6,21	36,25	
20	7,67	7,00	14,42	5,40	34,49	
21	12,42	9,59	10,46	7,72	40,19	
22	10,90	9,65	10,62	8,45	39,62	
23	10,65	8,71	5,98	7,17	32,51	
24	8,26	8,87	10,50	8,39	36,02	
25	12,60	9,51	12,43	7,34	41,88	
26	10,81	7,93	7,66	7,76	34,16	
27	9,18	7,15	15,18	6,83	38,34	
28	13,01	9,86	7,32	7,02	37,21	
29	14,61	11,70	8,08	6,91	41,30	
30	9,30	7,80	8,28	8,19	33,57	
31	12,70	9,86	10,95	7,06	40,57	
32	10,64	7,24	6,63	8,54	33,05	
33	11,61	8,64	8,39	6,50	35,14	
34	8,71	8,11	7,29	6,97	31,08	
35	11,73	10,96	10,57	7,30	40,56	
36	10,87	9,97	13,02	5,60	39,46	
37	9,98	7,85	8,30	5,89	32,02	
38	8,22	8,46	15,65	6,11	38,44	
39	8,50	9,14	9,64	6,89	34,17	
40	9,34	8,56	11,47	7,38	36,75	
41	11,58	9,78	12,36	7,01	40,73	
42	12,08	9,70	11,62	6,63	40,03	
43	11,30	8,07	8,79	7,44	35,60	
44	10,32	10,13	10,14	6,76	37,35	
45	8,31	7,58	9,29	6,11	31,29	
46	11,89	8,70	7,53	7,01	35,13	
47	9,26	8,05	10,50	6,51	34,32	
48	9,52	8,61	9,98	7,38	35,49	
49	9,44	8,53	12,95	6,75	37,67	
50	10,42	9,17	10,25	5,88	35,72	
<b>Průměr</b>	<b>11,11</b>	<b>8,78</b>	<b>10,49</b>	<b>6,89</b>	<b>37,26</b>	

Třída horniny:  
4Objem lopaty:  
2,8 m<sup>3</sup>Úhel otáčení:  
90°Druh práce:  
rozpojení; na  
odvozStroj:  
KOMATSU  
PC450LC