

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Provozně podnikatelský obor

Katedra: Zemědělské dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Technologické ověření rýpadel v oblasti zemních prací

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor diplomové práce:

Fikotová Petra

2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra FIKOTOVÁ**
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Provozně podnikatelský obor**
Název tématu: **Technologické ověření rýpadel v oblasti zemních prací.**
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 analýzu pracovních operací prováděných rýpadly na stavbě a stanovit návrhy a zásady pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel ve vazbě na prováděné pracovní operace.

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 hodnot opravných koeficientů pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel;
7. Stanovení skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na prováděných pracovních operacích;
8. Na základě provedených analýz stanovit návrhy a zásady pro optimální využití strojů na stavbě.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 80 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Celjak, I.: Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací, ZF 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/; KUHN Bohemia a.s. ,www.komatsu.cz;
Liebherr, www.liebherr.com; AGROTEC a. s., www.new-holland.cz;
Volvo Stavební stroje s.r.o, www.volvo.com;
www.tesastop.com;www.jcb.cz; www.ppsdetva.sk;
www.bilia.cz; www.dressta.com.pl; www.prodeco.cz;
www.stavostroj.cz; www.liebherr.de; www.volvo-stavstroje.cz;
www.best.prodejce.cz; www.terramet.cz; www.bagry.cz;

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2012


prof. Ing. Milošlav Šoch, CSc.
děkan

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


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 2. března 0210

Prohlášení

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platné znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

26. 4. 2013

.....
Fikotová Petra

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Ivo Celjakovi, CSc. za odborné vedení a všestrannou pomoc a současně děkuji firmě AKORD – stavební a obchodní společnost, spol. s r.o., ZVÁNOVEC a.s., Kámen a písek, spol. s r.o. a Vladimír Urbánek FO za poskytnutí nezbytných podkladů pro zpracování této diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce na téma Technologické ověření rýpadel v oblasti zemních prací, se v první obecné části zabývá analýzou prováděných prací rýpadel na stavbě, analýzou pracovních nástrojů rýpadel a analýzou technických parametrů rýpadel s vazbou na velikostní kategorii rýpadel. V druhé části se práce zabývá vyhodnocením výsledků sběru dat pro stanovení skutečných časů pracovních cyklů rýpadel v závislosti na prováděných pracích. Dále jsou zde stanoveny faktory, které ovlivňují výkonnost rýpadel při provádění konkrétních pracovních operací. Součástí práce je i stanovení hodnot opravných koeficientů pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel a stanovení skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na prováděných pracovních operacích. V závěru jsou na základě provedených analýz stanoveny návrhy a zásady pro optimální využití rýpadel na stavbě.

Klíčová slova

Zemní práce; rýpadlo; pracovní nástroj rýpadla; pracovní cyklus rýpadla; skutečná výkonnost rýpadla

Summary

This thesis on the topic of Technology verification in the field of wheel excavators and its excavations in the first general part deals with the analysis of the work carried out on the construction site. Wheel excavator analysis tools have been developed and used. The study included 'wheel excavators and the technical parameters and analysis with the binding on the size category of wheel excavators'. The second part of the work deals with the evaluation of the results of the data collection for the determination of the actual times of working wheel excavators; and resultant cycles, depending on the work carried out. In addition, there are factors that affect the intended performance wheel excavators and how it works in the implementation of specific operations. Part of the work is the determination of the values of the correction coefficients for the calculation of the actual performance and the determination of the actual wheel excavators, and subsequent analysis of the excavators' performance dependent upon carried out working operations. In conclusion, on the results gained from the analytical process, proposals and guidelines for the optimal use of wheel excavators within the construction industry have been attained.

Keywords

Earthworks; excavator; the working tool excavators; working cycle excavators; the actual performance of the excavators

Obsah:

1. Úvod	11
2. Literární přehled	12
2.1 Analýza prováděných těžebních, nakládacích a manipulačních prací rýpadel na stavbě	12
2.1.1 Vlastnosti a klasifikace hornin	12
2.1.2 Hloubení rýh pro inženýrské sítě a telefonní kabely	14
2.1.3 Hloubení stavební jámy	15
2.1.4 Hloubení stavební rýhy	15
2.1.5 Hloubení stavební šachty	16
2.1.6 Čištění melioračních objektů (kanály, příkopy, vodoteče)	16
2.1.7 Odstraňování naplavenin z řečišť (závaly, hráze tvořené naplaveninami) a prohlubování vodotečí těžbou usazenin	16
2.1.8 Těžení a nakládání sedimentů při rekultivaci rybníků	16
2.1.9 Nakládka stavební suti ze skládek do násypky drtičů	17
2.1.10 Uložení výkopku na skládky	17
2.1.11 Úprava svahů a povrchů	17
2.1.12 Budování studní	18
2.1.13 Klučení pařezů	18
2.1.14 Urovnávání povrchů tvořených horninou s dřevními a bylinnými nálety	18
2.1.15 Přemísťování předmětů	18
2.1.16 Skalní práce (lomařství)	19
2.1.17 Využití rýpadla jako pomocného stroje pro nesení adaptérů	19
2.2 Analýza používaných pracovních nástrojů rýpadel	20
2.2.1 Nakládací lopaty	20
2.2.2 Univerzální (standardní) hloubkové a výškové těžební lopaty	23
2.2.3 Skalní lopaty	24

2.2.4	Drážkovací a drenážní lopaty	25
2.2.5	Čistící a příkopové lopaty	26
2.2.6	Profilové lopaty	27
2.2.7	Rozrývací zuby	27
2.2.8	Drapáky	28
2.2.9	Čelist'ové nástroje pro bourání a třídění materiálů	33
2.2.10	Speciální zařízení hydraulických rýpadel	35
2.2.11	Pracovní nástroje korečkových rýpadel pro plošnou těžbu	36
2.2.12	Pracovní nástroje příkopových rýpadel – rýhovačů	37
2.2.13	Pracovní nástroje speciálních rýpadel	37
2.3	Analýza technických parametrů rýpadel s vazbou na velikostní kategorii rýpadel	38
2.3.1	Základní technické parametry rýpadel	38
2.3.2	Technologické parametry rýpadel	38
2.3.3	Výkonnost hydraulických lopatových rýpadel	39
2.3.4	Základní rozdělení rýpadel	43
2.3.5	Hlavní výrobci rýpadel	45
2.3.6	Rýpadla s provozní hmotností do 20 tun	46
2.3.7	Rýpadla s provozní hmotností 20 – 40 tun	48
2.3.8	Rýpadla s provozní hmotností 40 – 60 tun	50
2.3.9	Rýpadla s provozní hmotností 60 – 100 tun	52
2.3.10	Rýpadla s provozní hmotností nad 100 tun	54
2.3.11	Závislost technických a užitných parametrů vybraných rýpadel	55
3.	Cíle práce	58
4.	Metodika	58
5.	Výsledky měření a stanovení návrhů a zásad pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel	60
5.1	Kategorie do 10 t provozní hmotnosti rýpadla	60
5.1.1	CASE CX50B	60

5.1.2	EUROMACH 6500M	61
5.1.3	JCB 3CX	62
5.2	Kategorie 10 – 30 t provozní hmotnosti rýpadla	64
5.2.1	KOMATSU PC160 LC	64
5.2.2	NEW HOLLAND E215 BLC	65
5.2.3	LIEBHERR R924 B Litronic	67
5.3	Kategorie nad 30 t provozní hmotnosti rýpadla	68
5.3.1	JCB JS330 L	68
5.3.2	KOMATSU PC450 LC	70
5.3.3	NEW HOLLAND E485	71
6.	Výsledky	73
6.1	Průměrné časy pracovních cyklů rýpadel	73
6.2	Přehled teoretické, provozní a skutečné výkonnosti rýpadel	76
7.	Diskuse	76
8.	Závěr	80
9.	Přehled použité literatury a zdrojů	82
10.	Seznam obrázků	83
11.	Seznam grafů	84
12.	Seznam tabulek	85
13.	Seznam příloh	86

1. Úvod

Jedním z povahových rysů lidí je, že si všude tam, kde to je jen trochu možné usnadňují práci. Ještě než byl vynalezen parní stroj, který poháněl první skutečně výkonné stroje, pohon zabezpečovala domácí zvířata a lidé využívali různá pracovní náčiní ulehčující namáhavou tělesnou práci [5]. První parní plovoucí bagrovací stroje se u nás začaly využívat při udržení splavnosti dolních toků Vltavy a Labe v 50. let 19. století. Z plovoucích bagrovacích strojů se vyvinula pozemní korečková rýpadla, kdy byl klasický plovoucí korečkový bagr vyzdvižen z lodi a postaven na podvozek, pojíždějící po širokorozchodné koleji. Většina korečkových pozemních rýpadel, používaných na našich stavbách, byla parních. Korečková rýpadla poháněná spalovacími motory se u nás příliš nerozšířila, jelikož v době, kdy se takové stroje stavěly, už se zájem soustřeďoval spíše na rýpadla lopatová, která byla vybavena stále častěji podvozky pásovými. Lopatové rýpadlo se u nás poprvé objevilo při stavbě zdymadla v Praze u ostrova Štvanice. Stroje s parním pohonem převládaly až do roku 1939. Elektricky poháněná rýpadla se objevovala spíše na skrývkách dolů, zatímco na stavbách se začaly koncem 20. let 20. století zabydlovat stroje s naftovými motory. Nemyslitelné je představit si jakékoliv dnešní staveniště bez jediného stroje. Čím více se staví do výšky, do šířky či do délky, tím pestřejší paletu strojů a zařízení můžeme pozorovat. Zemní práce se neobejdou bez řady rýpadel s hydraulickými pohony [1]. Rýpadla mají hydraulicky ovládaný pohyblivý výložník s násadou, která může být vybavena různými lopatami nebo pracovními zařízeními. Rýpadla jsou vhodná pro různé pracovní činnosti od výkopových prací přes uvolňování, nakládání a rozpojování zeminy a podobných materiálů až po demoliční práce. Pomocí hydrauliky je možné zavést lopatu rýpadla enormní silou do zeminy nebo kamene, přičemž u lanových rýpadel s drapákem, vlečnou nebo hloubkovou lopatou musí k nabírání kamene, písku nebo zeminy stačit samotná tíha nástroje. Pro práci lanového rýpadla ovšem zůstaly oblasti, kde se používá dodnes (těžení písku z vody, bourání velkých průmyslových objektů, hloubení tunelů a šachet u speciálních inženýrských staveb například při stavbách podzemní dráhy) [5].

2. Literární přehled

2.1 Analýza prováděných těžebních, nakládacích a manipulačních prací rýpadel na stavbě

2.1.1 Vlastnosti a klasifikace hornin

Hornina je podle ČSN 73 3050 Zemní práce nadřazený pojem pojmu zemina. Zahrnuje zeminy i horniny a je-li používán výraz zemina, je uvažován materiál bez horniny. Každá hornina má určité technologické vlastnosti, mezi něž zejména patří soudržnost hornin, rozpojitelnost a třídění hornin, objemy a objemové hmotnosti hornin a nakypření hornin [4].

Soudržnost hornin

Podle soudržnosti lze zeminy rozdělit:

- soudržné se střední a vysokou plasticitou, sem patří např. jíl, slín, mokrá hlína atd.
- nesoudržné nebo částečně soudržné, jako je písek, štěrkové zeminy a zeminy s nízkou plasticitou [12]

Rozpojitelnost a třídění hornin

Rozpojitelnost je rozhodujícím hlediskem pro zatřídění hornin podle uvedené normy do 7 tříd. 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.

Třídy rozpojitelnosti hornin:

- 1. třída – horniny sypké – dají se nabírat lopatou, nakladačem
- 2. třída – horniny rypné – rozpojitelné rýčem, nakladačem
- 3. třída – horniny kopné – rozpojitelné krumpáčem, nakladačem, rýpadlem
- 4. třída – pevné horniny drobivé – rozpojitelné klínem, rýpadlem
- 5. třída – pevné horniny lehko trhatelné – rozpojitelné rozrývačem nebo těžkým rýpadlem (nad 40 t), trhavinami
- 6. třída – pevné horniny těžko trhatelné – rozpojitelné těžkým rozrývačem, trhavinami
- 7. třída – pevné horniny těžko trhatelné – rozpojitelné trhavinami

Rozpojování hornin je ovlivněno třemi základními faktory:

- druhem a vlastnostmi horniny
- základními parametry nástroje
- technologií práce [3]

Na rozpojitelnost mají vliv petrografické vlastnosti hornin, úložné poměry, mocnost vrstev, jejich směr a sklon vzhledem k hloubení, hustota a rozpukání, odlučnost a stupeň zvětrávání horniny. Pro posouzení rozpojitelnosti 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 [3]. Tvar a rozměr výkopu je další faktor, který podmínky rozpojování mění, protože např. horniny snadno rozpojitelné ve velké ploše nelze stejným způsobem těžít v úzké rýze [10].

Rozpojitelnost hornin je třeba určit již předběžně pro účely projektu a volbu strojního zařízení [3]. Důležité je průzkumem stanovit, na které zeminy bude nutné použít trhacích prací, které budou natolik nepevné, že budou mít nízkou únosnost pro pojíždění, jak lze využít vytěžený materiál apod. [10].

Pro zemní stroje je určení třídy rozpojitelnosti důležité, zejména z hlediska vzájemného působení pracovního nástroje a horniny, se kterou přichází v průběhu pracovního procesu do bezprostředního styku. Rýpadla lze využít u tříd rozpojitelnosti 1. – 5. [3].

Mechanickým způsobem je těženo 80 – 85% hornin. Mechanický způsob rozpojování lze rozdělit podle způsobu technologie:

- řezání – tříška horniny je odřezávána od horninového masívu elementárním nožem
- vrtání – k rozpojování hornin dochází v důsledku otáčení stroje

Princip řezání je využíván u strojů pro zemní práce, proces vrtání tvoří zpravidla přípravnou část k rozpojování odstřelem [3].

Objemy a objemové hmotnosti hornin

Při těžebním procesu mění horniny v různých fázích svůj objem.

Rozeznáváme tyto tři objemy:

- přírodní rostlý objem před těžebním či rozpojováním materiálu

- nakypřený objem materiálu, který je vytěžen a naložen na odvozní zařízení, tento objem je větší než rostlý objem, neboť je zvětšen o jeho nakypření
- zhutněný objem, který se při zplanýrování zmenší oproti nakypřenému objemu buď vlivem přirozeného sedání, nebo zhutňovacími prostředky [12]

Pro praktické použití má největší význam objemová hmotnost v přirozeném stavu. Tato hodnota je potřebná při výpočtech výkonnosti zemních strojů a při přepravě horniny [3].

Nakypření hornin

Při rozpojování hornin dochází vždy ke zvětšování jejich původního objemu. Z hlediska spotřeby energie může mít zvětšování objemu těžené horniny v případě, kdy odřezaná tříska nemá možnost volného odsunu k povrchu horniny, za následek zvýšení tření v místě rozpojování, a tedy tomu odpovídající zvýšení spotřeby energie [3].

2.1.2 Hloubení rýh pro inženýrské sítě a telefonní kabely

Výkopové práce, při kterých je prováděna příprava inženýrských sítí, například pro kanalizace, plynovody, vodovody nebo telekomunikace [14].

Pro hloubení rýh se využívají rýpadla s hloubkovou lopatou. Tuto práci lze provést pojezdem rýpadla mimo osu drážky při použití kloubového nebo lomeného výložníku, dále pak čelním záběrem lopaty nebo příčným či bočním záběrem lopaty [12].

Etapy hloubení rýh pro inženýrské sítě a telefonní kabely:

- povrchové otevření rýhy – o volbě pracovního nástroje rozhoduje druh těžené horniny (1. – 3. třída hloubková těžební lopata, 4. – 5. třída skalní lopata, těžké nebo zmrzlé horniny rozrývací zub)
- výkop rýhy – o volbě šířky výkopu rozhoduje průměr ukládaného potrubí, jeho materiál, hloubka uložení a jeho zakrytí, k šířce je třeba určit velikost a druh lopaty
- úpravy dna výkopu – dno má mít maximální rovinnost v požadovaném sklonu, to mohou zajistit rýpadla se sdruženými

pohyby výložníku, násady a lopaty nebo rýpadla s teleskopickým výložníkem

- zasypávání rýh – místo lopaty se na násadu rýpadla připevní shrnovací radlice [12]

Dále se pro hloubení rýh se využívají rýpadla příkopová (rýhovače), jsou to stroje sloužící k hloubení úzkých rýh. Jako pracovní nástroje jsou využívány korečky, řetězy nebo frézy [31].

Pracovní operací rýpadel při provádění těchto prací je rozpojování horniny s následným přemístěním na odhoz [3].

2.1.3 Hloubení stavební jámy

Stavební jáma je výkop vyhloubený pod úrovní okolního terénu, délky a šířky větší než 2 m.

Druhy stavebních jam:

- stavební jámy podélného tvaru – široké zavodňovací rýhy, široké odvodňovací kanály, jámy pro základy, obdélníkové výkopy
- plošné stavební jámy – plošné základy v průmyslovém a inženýrském stavitelství, nádrže na vodu apod. [12]

Jámy menšího rozsahu se hloubí traktorovými rýpadly. Hlubší a rozměrné jámy se hloubí buď rýpadly s výškovou lopatou ze dna jámy, nebo hloubkovou lopatou z úrovně staveniště [8].

Pracovními operacemi rýpadel při provádění těchto prací je rozpojování horniny s následným přemístěním na odhoz nebo s následným nakládáním na odvozní zařízení [3].

2.1.4 Hloubení stavební rýhy

Stavební rýha je výkop hloubený pod úrovní terénu, šířky do 2 m.

Pozemní a menší průmyslové stavby se hloubí traktorovými rýpadly. Rýhy větších délek se hloubí rýhovači nebo kolesovými rýpadly [8].

Pracovní operací rýpadel při provádění těchto prací je rozpojování horniny s následným nakládáním na odvozní zařízení [3].

2.1.5 Hloubení stavební šachty

Stavební šachta je výkop hloubený pod úrovní okolního terénu o celkové ploše do 36 m². Stavební šachty se převážně hloubí při zakládání nosných železobetonových nebo ocelových konstrukcí průmyslových staveb.

Převážně se k hloubení šachet využívá rýpadel s drapákem. U větších půdorysů se k hloubení šachet využívá rýpadel s hloubkovou lopatou [8].

Pracovní operací rýpadel při provádění těchto prací je rozpojování horniny s následným nakládáním na odvozní zařízení [3].

2.1.6 Čištění melioračních objektů (kanály, příkopy, vodoteče)

Meliorační objekty se čistí od sedimentů (usazenin) a nárostů travin a tvrdých porostů bránících v průtoku vody.

K čištění nebo ke zvětšování profilu melioračních zařízení se využívají rýpadla příkopová (rýhovače). Rýhovač pojíždí kolem koryta a korečky osazeným spuštěným ramenem těží nánosy ze dna koryta, které nechává na místě [2].

2.1.7 Odstraňování naplavenin z řečišť (závaly, hráze tvořené naplaveninami) a prohlubování vodotečí těžbou usazenin

Při odstraňování naplavenin a usazenin z vodotečí, se využívají rýpadla samohodná, která se pohybují nad osou vodoteče a čistící nebo drenážní lopatou těží usazeniny ze dna [2].

K hloubení a čištění vodních toků se používají hydraulická rýpadla postavena na speciálních pontonech. Jsou opatřena dlouhým výložníkem a násadou. Soupravy jsou vybaveny elektronikou a snímací technikou, která registruje podmínky a výsledky těžení pod hladinou řeky [12].

2.1.8 Těžení a nakládání sedimentů při rekultivaci rybníků

Při těžení a nakládání sedimentů u rekultivace suchých rybníků, se využívají pásová rýpadla s bezzubou dokončovací lopatou. Snímají usazeniny a ukládají je na liniové skládky v ose pojezdu. Ze skládek je poté hornina nakládána na odvozní prostředky.

Při těžení a nakládání sedimentů u rekultivace nevypuštěných rybníků se používá plovoucí sací rýpadlo, které je vybaveno odsávacím zařízením na usazeniny včetně odvodného potrubí a rozrušujícím zařízením na menší porosty. Sací rýpadlo odsává sediment z vody, používá se tudíž tam, kde není možné nádrž vypustit. Sací rýpadlo těží písek, naplaveniny, bahno, vodní rostliny i průmyslový odpad [2].

2.1.9 Nakládka stavební suti ze skládek do násypky drtičů

Prvními pracemi na staveništi jsou bourací práce s odstraněním stávajících rušených objektů. Provádí se odstřelem, použitím mechanických a hydraulických kladiv nebo závaží, zemními stroji nebo ručně [11].

Stavební suť je velmi různorodá, patří sem především beton, železobeton, asfaltové živice, cihly, betonové železniční pražce, panely, hornina, měděné i hliníkové kabely, umělé hmoty a ostatní příměsi. Princip recyklace stavebního odpadu je založen na znovu využívání stavebních odpadů [6].

Nakládku stavební suti do násypky drtičů zajišťují lopatová rýpadla [11]. Pro drcení se nejčastěji používají čelistové drtiče [6].

2.1.10 Uložení výkopku na skládky

Skládky:

- trvalé - zde se ukládá neupotřebitelný výkopek
- dočasné – zde se ukládá výkopek, který se na stavbě ještě později využije

Výkopek se na skládky ukládá zpravidla v nakypřeném stavu. Přeprava výkopku (vodorovná nebo svislá) na skládky nebo na místo jeho použití je jen výjimečně ruční. Volba dopravních prostředků závisí na objemu zemních prací a na způsobu jejich provádění [33].

2.1.11 Úprava svahů a povrchů

Odstranění porostu a sejmutí ornice

Stromy se odstraní těžáním, malé stromky a keře shrnutím s jejich štěpkováním nebo spálením. Ornice se shrne, odstraní se větší kameny, kořeny a nevhodné předměty a uloží se na skládku tak, aby se nezneškodila, jelikož ornice je nejkvalitnější půdou a po dokončení stavby se používá pro úpravu terénu [11].

Rozvoz zemin

Výkopek, který vzniká rozpojováním zemin ve výkopech, je třeba přemístit (vodorovně nebo svisle) mimo staveniště a buď uložit na skládce, nebo použít přímo na násypy, obsypy a zásypy [33].

Násypy, zásypy, obsypy a výsypky

Násypy, zásypy, obsypy nebo jen výsypky s uložením sypanin se vytváří sypaním, které zahrnuje přepravu sypaniny její rozprostírání, zarovnávání do vrstev, zhutňování a případné úpravy povrchů [11].

Rekultivace

K úpravě povrchů patří i rekultivace, a to zejména po skládkách nebo těžbě, kde je terén výrazně zničený. Většinou jsou tyto zákroky velmi žádané, neboť se díky nim může po čase vrátit na místo vegetace [40].

Úprava svahů

Pro úpravu kratších a strmějších svahů je vhodné použití rýpadel s výškovými a nakládacími lopatami. U těchto prací je třeba značné zručnosti při ovládnutí rýpadla. U úprav delších svahů je výhodnější použít kombinaci rýpadla s buldozerem, který přihrnuje k rýpadlu zeminu [12].

2.1.12 Budování studní

K budování studní se využívají rýpadla s kruhovou lopatou nebo drapákem pro těžení z velkých hloubek [12].

2.1.13 Klučení pařezů

Využívají se lopatová rýpadla, jejichž pomocí jsou pařezy vyrýpnuty a současně naloženy do lopaty [2].

2.1.14 Urovnávání povrchů tvořených horninou s dřevními a bylinnými nálety

Využívá se půdní frézy, která je nesena na násadě rýpadla [2].

2.1.15 Přemísťování předmětů

Využití rýpadel k přemísťování stromů a ukládání potrubí [3]. Potrubí s menším průměrem se zavěšuje na hák lopaty a spouští se na požadovanou kótu. K přemísťování stromů se používá jako pracovní nástroj rýpadel drapák na dřevo [12].

2.1.16 Skalní práce (lomařství)

Využití rýpadel v lomařství spočívá zejména v nakládání rubaniny. Nakládání rubaniny patří k základním pracovním operacím při těžbě, uplatňují se zde všechny typy lopatových rýpadel [7]. Pro lomařské práce jsou nejvhodnější rýpadla s nakládací lopatou a velkou posuvnou silou na lopatě [12].

Dalším uplatněním rýpadel v lomařství je dobývání vazkých, rypných a lehce rozpojitelných soudržných surovin a dobývání nesoudržných nerudných surovin:

- těžba cihlářských surovin – využití menších korečkových rýpadel a lopatových rýpadel
- těžba kaolínů – využití převážně hydraulických lopatových rýpadel, výjimečně malých kompaktních kolesových rýpadel
- těžba bentonitů – využití lopatových rýpadel
- těžba jílu – využití lopatových rýpadel nebo malých korečkových rýpadel
- těžba štěrkopísků a písků suchou cestou – využití univerzálních lanových nebo hydraulických lopatových rýpadel
- těžba štěrkopísků z vody – využití plovoucích rýpadel
- těžba štěrkopísků z vody těžebními stroji umístěnými na břehu – využití všech typů lopatových rýpadel mechanických a hydraulických s hloubkovou lopatou, rýpadel s vlečným korečkem, rýpadel s drápkovým zařízením, korečkových rýpadel na housenicovém nebo kolejovém podvozku
- těžba štěrkopísků z vody plovoucími rýpadly – využití plovoucích korečkových rýpadel, plovoucích drápkových rýpadel, plovoucích lopatových rýpadel, plovoucích sacích rýpadel [7]

2.1.17 Využití rýpadla jako pomocného stroje pro nesení adaptérů

- bourací a štípací kleště
- čelist'ové bourací a rozdrobovací zařízení
- čelist'ové drapáky
- hydraulické frézy
- zařízení pro vysávání zeminy při opravách podzemního vedení
- hydraulická kladiva

- rozrývací zuby (trny)
- harvestorová hlava [2]

2.2 Analýza používaných pracovních nástrojů rýpadel

Pracovní nástroj rýpadla je nástroj namontovaný na konci pracovního zařízení, kterým se bezprostředně vykonávají pracovní úkony rýpadla. Zpravidla je tímto nástrojem lopata (nakládací lopaty, univerzální hloubkové a výškové lopaty, skalní lopaty, drážkovací a drenážní lopaty, čistící a příkopové lopaty, profilové lopaty, drenážní lopaty s nuceným vyprazdňováním), ale mohou být i jiné pracovní nástroje (čelist'ové bourací a rozdrobovací zařízení, čelist'ové drapáky, hydraulické frézy, zařízení pro vysávání zeminy, hydraulická kladiva, rozrývací zuby, harvestorová hlava) [3].

Jednouúčelová rýpadla jsou uzpůsobena pro určitý omezený soubor pracovních činností a tudíž jsou vybavena pouze jedním pracovním nástrojem.

Univerzální (víceúčelová) rýpadla umožňují snadnou výměnu různých druhů pracovních nástrojů pro různé pracovní činnosti.

Teleskopická rýpadla (univerzální stroje pro dokončovací práce) mají teleskopický výsuvný výložník, na jehož konci lze přimontovat různé druhy pracovních nástrojů.

Rýpadla s nakládací lopatou jsou převážně určena k nabírání a nakládání hornin nad opěrnou rovinou.

Tunelová rýpadla jsou určena pro práce ve stísněných prostorech a do malých průjezdných profilů [12].

2.2.1 Nakládací lopaty

U moderních hydraulických rýpadel slouží nakládací lopaty nejen k nakládání rozpojené horniny, ale také k těžení.

Nakládací lopaty výklopné s pevným dnem

- **Zubové lopaty s rovným břitem** (obrázek 2. 2. 1) – využití pro lehce nebo těžce těžitelné materiály, pro nakládku lehkých materiálů nebo skalní práce



Zdroj: [www.eagrotec.cz]

Obrázek 2. 2. 1 – Nakládací zubová lopata s rovným břitem

- **Zubové lopaty se šípovým břitem** (obrázek 2. 2. 2) – břit umožňuje předsunutým zubům snáze pronikat do materiálu



Zdroj: [www.nekr.cz]

Obrázek 2. 2. 2 – Nakládací zubová lopata s šípovým břitem

- **Zubové lopaty pro nakládání štěrku** (obrázek 2. 2. 3) – mezi mezerami propadá nevhodný písek nebo hlína



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 3 – Nakládací zubová lopata

- **Bezzubé lopaty s rovným břitem** (obrázek 2. 2. 4) – využití pro nakládání sypkých materiálů



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 4 – Nakládací bezzubá lopata s rovným břitem

- **Bezzubé lopaty se šípovým břitem** – vhodné pro těžení a nakládku různých druhů materiálu [12]

Nakládací lopaty čelist'ové (obrázek 2. 2. 5)

Umožňují dobrý výsyp lepkavých i kusových materiálů do vozidla z malé výšky bez překlápění lopaty, pouze rozevřením čelistí. Využití k očišťování pláně, shrnutí zbytků rubaniny, přemístování a nakládání kamenů [12].

- Nakládací čelist'ové lopaty se zuby
- Nakládací čelist'ové lopaty bezzubé s rovným nebo šípovým ostřím



Zdroj: [www.nekr.cz]

Obrázek 2. 2. 5 – Čelist'ová nakládací lopata

2.2.2 Univerzální (standardní) hloubkové a výškové těžební lopaty

Lopaty pro hloubkové těžení jsou v mnohých případech stejné jako lopaty pro výškové těžení.

Univerzální lopaty (obrázek 2. 2. 6) umožňují montáž na stejnou násadu rýpadla, buď pro činnost hloubkové lopaty, nebo výškové lopaty.

Ke každému stroji se vyrábí větší sortiment lopat a to z toho důvodu, že hlavním kritériem pro volbu lopaty k danému stroji v jeho příslušné třídě je objemová hmotnost zeminy, na které má pracovat. Při výběru lopaty je kromě jejího objemu důležitá také její šířka, proto u univerzálních lopat dávají výrobci dvě až tři šířky lopat.

Univerzální lopaty jsou určeny pro těžbu a nakládku středních hornin o objemové hmotnosti $1,6 - 2,2 \text{ t.m}^{-3}$.

Nejvíce opotřebovanou částí rýpadel jsou zuby lopat. Zuby lopat mají snést velký otěr a mít dlouhou životnost a po opotřebení mají být snadno vyměnitelné za provozu. Zuby lopat se vyrábějí z různých druhů manganových ocelí [12].



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 6 – Univerzální hloubkové a výškové lopaty

2.2.3 Skalní lopaty

Oproti lopatám univerzálním mají u stejného stroje menší objem (přibližně $0,8 - 0,85 \text{ m}^3$), protože jsou určeny pro těžbu nebo nakládku těžkých hornin o objemové hmotnosti $1,8 - 2,2 \text{ t.m}^{-3}$.

Zuby skalních lopat jsou vyráběny z nejtvrděších manganových nebo jiných nejhouvernatějších ocelí.

Pro těžení se využívají vyztužené lopaty (obrázek 2. 2. 7), pro nakládání a případné třídění hrubého kameniva od jemného se využívají nakládací zubové lopaty (obrázek 2. 2. 3) [12].



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 7 – Skalní těžební vyztužené lopaty

2.2.4 Drážkovací a drenážní lopaty (obrázek 2. 2. 8)

Využití u melioračních prací pro hloubení úzkých drážek ve středních a lehkých zeminách, do nichž se ukládají různé druhy drenáží nebo odvodňovacích potrubí.

Druh těženého materiálu a požadovaná šířka drážky rozhodují o volbě nejvhodnější lopaty. U lepkavých a mokrých půd, které se z lopaty těžko vyprazdňují, se používají lopaty, které mají na svém dně mechanicky ovládanou klapku, která zeminu při vyklápění z lopaty vytlačí (obrázek 2. 2. 9). U zvláště úzkých odvodňovacích drážek se využívají lopaty s řeznou lištou na bočních stěnách [12].



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 8 – Drážkovací a drenážní lopaty



Zdroj: [www.empec.cz]

Obrázek 2. 2. 9 – Speciální drážkovací a drenážní lopata s nuceným vyprazdňováním

2.2.5 Čistící a příkopové lopaty

Využití především pro čištění zarostlých příkopů, na hloubení nových příkopů s malým profilem a na dodatečnou úpravu podúrovňových a nadúrovňových svahů. Oproti hloubkovým lopatám jsou podstatně širší [12].

- **Čistící a příkopové lopaty se zuby** (obrázek 2. 2. 10) – pro těžší materiály



Zdroj: [www.renomag.cz]

Obrázek 2. 2. 10 – Čistící a příkopová lopata se zuby

- **Čistící a příkopové lopaty bezzubé** (obrázek 2. 2. 11) – pro lehčí materiály



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 11 – Čistící a příkopová lopata bezzubá

- **Čistící a příkopové lopaty s hydraulicky naklápěným úhlem břitu lopaty** (obrázek 2. 2. 12) – pro jemné svahovací práce, lopatu lze bez ohledu na polohu násady hydraulicky naklopit až o 45° na obě strany [12]



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 12 – Čistící a příkopová lopata s hydraulicky naklápěným úhlem

2.2.6 Profilové lopaty (obrázek 2. 2. 13)

Využití pro hloubení profilových drážek, převážně lichoběžníkového tvaru, dále pro hloubení vodních nebo kanalizačních odpadů [12].



Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 13 – Profilová trojúhelníková lopata

2.2.7 Rozrývací zuby (obrázek 2. 2. 14)

Rozrývací zuby (trny) jsou určeny k rozrušení velmi tvrdých a kamenitých povrchů nebo krytů. Rozrývací zub povrch rozruší, ale horninu nenaloží [12]. Dalším využitím rozrývacích zubů je klučení pařezů [3].



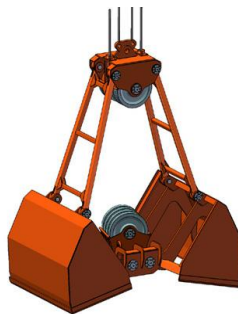
Zdroj: [www.zemstr.cz]

Obrázek 2. 2. 14 – Rozrývací zub (trn)

2.2.8 Drapáky

Drapákové zařízení se montuje na všechny druhy lanových i hydraulických rýpadel na pásových i kolových podvozcích. Z hlediska funkčního je zcela odlišné působení drapáků lanových (netuhé zavěšení) a drapáků hydraulických (tuhé zavěšení) [12].

- **Čelist'ové drapáky lanové** (obrázek 2. 2. 15) – drapák se z určité výšky spustí na horninu, pomocí kinetické energie a hmotnosti drapáku se zaboří zuby čelistí do horniny a při lanovém zdvihu uzavře čelisti pákový mechanismus, při výsypu se čelisti uvolněním lana otevřou



Zdroj: [www.prestar-lifting.cz]

Obrázek 2. 2. 15 – Dvou-čelist'ový lanový drapák

- **Hydraulické dvou-čelist'ové drapáky** (obrázek 2. 2. 16) – drapák je na násadě rýpadla zavěšen „na-tuho“



Zdroj: [www.prestar-lifting.cz]

Obrázek 2. 2. 16 – Dvou-čelist'ový hydraulický drapák

- **Úzkoprofilové dvou-čelist'ové drapáky** (obrázek 2. 2. 17) – využití pro hloubení příkopových a drenážních rýh, hloubení mezi pažením nebo v kamenité půdě a větších hloubkách



Zdroj: [www.prestar-lifting.cz]

Obrázek 2. 2. 17 – Dvou-čelist'ový úzkoprofilový drapák

- **Standardní těžební dvou-čelist'ové drapáky** (obrázek 2. 2. 18) – využití pro hloubení pravoúhlých výkopů, velkých podzemních stěn a hloubení při pažení



Zdroj: [www.hcscentrum.cz]

Obrázek 2. 2. 18 – Standardní těžební dvou-čelist'ový drapák

- **Drapáky bezzubé** (obrázek 2. 2. 19) – využití pro nakládku a vykládku sypkých hmot (písek, uhlí apod.)



Zdroj: [www.hcscentrum.cz]

Obrázek 2. 2. 19 – Bezzubý drapák

- **Drapáky pro těžení z velkých hloubek** – využití při hloubení studní nebo podzemních stěn a to až do hloubky 18 metrů i větších, při hloubení studní se využívají kruhové drapáky (obrázek 2. 2. 20)



Zdroj: [www.davon.cz]

Obrázek 2. 2. 20 – Kruhový drapák

- **Drapáky na dřevo** (obrázek 2. 2. 21) – využití především pro nakládku a vykládku z vagonů



Zdroj: [www.prestar-lifting.cz]

Obrázek 2. 2. 21 – Drapák na dřevo

- **Vidlové dvou-čelist'ové drapáky** (obrázek 2. 2. 22) – využití především v zemědělství (nabírání řepy nebo brambor), další využití při překládce koksu z vagonů



Zdroj: [www.farmweb.cz]

Obrázek 2. 2. 22 – Vidlový dvou-čelist'ový drapák

- **Drapáky více-čelist'ové – polypové** (obrázek 2. 2. 23) – využití především k nakládce nebo překládce velkých kamenů a jiných kusových materiálů a při manipulaci se šrotem [12]



Zdroj: [www.prestar-lifting.cz]

Obrázek 2. 2. 23 – Polypový drapák

2.2.9 Čelist'ové nástroje pro bourání a třídění materiálů

Využití především při demolicích starých objektů a k přípravě těchto materiálů pro jejich obnovu a další využití.

Tyto nástroje se montují na zvláštní výložníky a násady hydraulických rýpadel s velkými dosahy [12].

- **Bourací a štípací kleště** (obrázek 2. 2. 24) – využití při bourání betonových konstrukcí a zdiva včetně armovaných prutů, ocelových nosníků, potrubí nebo jiných profilů



Zdroj: [www.npke.eu]

Obrázek 2. 2. 24 – Bourací a štípací kleště

- **Čelist'ové bourací a rozdrobovací zařízení** (obrázek 2. 2. 25) – využití při bourání železobetonových stěn, pilířů nebo jiných konstrukcí, kde je třeba materiál rozdrtit a vyprostit z něho ocelové pruty nebo jiné materiály, dalším využitím je nakládka nebo překládka při třídění dřevěných trámů, desek, ocelových nosníků nebo izolačních materiálů



Zdroj: [www.npke.eu]

Obrázek 2. 2. 25 – Čelist'ové bourací a rozdrobovací zařízení

- **Čelistový drapák s otočnou hlavou** (obrázek 2. 2. 26) – využití při bourání zdiva, třídění a překládání materiálů z demolic, hloubení a čištění příkopů, dobrou manipulaci umožňuje hydraulická otočná hlava



Zdroj: [www.npke.eu]

Obrázek 2. 2. 26 – Čelistový drapák s otočnou hlavou

- **Zubový čelistový drapák** (obrázek 2. 2. 27) – využití pro vytahování a nakládání hrubých materiálů z demolic, nakládku různých odpadů (šrot, dřevo, suš, kameny, stromy apod.) [12]

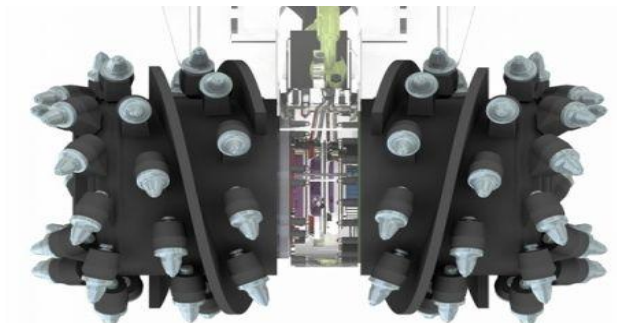


Zdroj: [www.umikov.cz]

Obrázek 2. 2. 27 – Zubový čelistový drapák

2.2.10 Speciální zařízení hydraulických rýpadel

- **Hydraulické frézy** (obrázek 2. 2. 28) – využití pro plošné nebo drážkové frézování všech druhů hornin, povrchové frézování betonových, živičných, skalních a jiných hornin [12]



Zdroj: [www.terramet.cz]

Obrázek 2. 2. 28 – Hydraulická zemní fréza

- **Zařízení pro vysávání zeminy při opravách podzemního vedení** - využití při poruchách podzemního vedení, kdy se vedení nemusí odkrývat kopáním, ale odsaje se skrývkový materiál až k místu poruchy, dalším uplatněním tohoto zařízení je odsávání kalů ze stavebních jam, čištění odpadových šachet a příkopů [12]
- **Hydraulická kladiva** (obrázek 2. 2. 29) - široké využití, zejména pro rozrušování pevných povrchů (beton na vozovkách, v základech, demoliční práce u zdí, armovaných nebo nearmovaných betonů, v lomařství k těžbě nebo dělení bloků), odstraňování skalních podloží při hloubení příkopů a při práci pod vodou [12]



Zdroj: [www.renomag.cz]

Obrázek 2. 2. 29 – Hydraulické kladivo

- **Harvestorová hlava** (obrázek 2. 2. 30) – využití při kácení, odvětvování a krácení stromů [3]



Zdroj: [www.strojeslovakia.sk]

Obrázek 2. 2. 30 – Harvestorová hlava nové generace Waratah H480

2.2.11 Pracovní nástroje korečkových rýpadel pro plošnou těžbu

Pracovními nástroji korečkových rýpadel (obrázek 2. 2. 31) jsou korečky upevněné na nekonečném řetězu. Hornina je rozpojována korečkovým řetězem a vynášena do určité polohy, ze které padá buď na skluzovou plochu, nebo na pásový dopravník.

Předností korečkových rýpadel je, že pracují nepřetržitě a využívají pracovní cyklus efektivněji než rýpadla lopatová [12].



Zdroj: [www.spz.logout.cz]

Obrázek 2. 2. 31 – Korečkové rýpadlo

2.2.12 Pracovní nástroje příkopových rýpadel – rýhovačů (obrázek 2. 2. 32)

Pracovními nástroji rýhovačů jsou korečky, upevněné buď na nekonečném řetězu, nebo na obvodu kola, dále pak řetězy nebo frézy [12].



Zdroj: [www.topstroje.cz]

Obrázek 2. 2. 32 – Příkopové rýpadlo – rýhovač

2.2.13 Pracovní nástroje speciálních rýpadel

Speciální rýpadla jsou strojní soupravy, které se ve stavebnictví využívají pouze okrajově. Jejich využití spočívá především při těžbě nerostných surovin nebo při dobývání uhelných ložisek.

- **Rýpadla kolesová** – pracovním nástrojem je koleso, na jehož obvodu jsou umístěny korečky, které při otáčení rozpojují horninu
- **Rýpadla frézová** – pracovním nástrojem je válcová rotační fréza, která má na svém obvodě osazeny roubíkové hroty z vidiových nebo tungstenových tvrdokovů
- **Rýpadla a zařízení pro těžení štěrkopísků z vody** – pracovním nástrojem jsou korečky nebo čelist'ové drapáky
- **Rýpadla sací (komunální)** – pracovním nástrojem je sací hadice [12]

2.3 Analýza technických parametrů rýpadel s vazbou na velikostní kategorii rýpadel

2.3.1 Základní technické parametry rýpadel

- jmenovitá provozní hmotnost rýpadla (t) se základním pracovním zařízením včetně všech provozních hmot
- výkon hnacích motorů (kW) při jmenovitých otáčkách (min^{-1})
- jmenovitý objem pracovní nádoby – lopaty (m^3), jedná se o objem vnitřního prostoru zvětšený o navršení [12]

2.3.2 Technologické parametry rýpadel

Technologické parametry jsou údaje, které charakterizují pracovní zařízení, jeho činnost, síly a dráhy jeho působení v technologickém procesu.

Záběrové dráhy zubů lopaty:

- největší vodorovný dosah od osy otáčení (m)
- největší hloubkový dosah od opěrné roviny (m)
- největší výškový dosah od opěrné roviny (m)
- výsypná výška dosažená od opěrné roviny dnem lopaty během jejího vyprazdňování (m)
- šířka lopaty (mm)
- nejmenší vzdálenost zubů lopaty od stroje (m)
- vzdálenost nastavení lopaty pro vodorovný posuv (m)
- délka vodorovného posuvu lopaty (m)

Síly vyvolané hydro-motory na zubech lopaty:

- rypná síla na zubech lopaty (kN)
- vylamovací síla (kN) [12]

2.3.3 Výkonnost hydraulických lopatových rýpadel

Rýpadla, která pracují s pravidelně se opakujícím pracovním cyklem při těžbě a nakládání materiálu, se vrací do výchozího postavení, pracují cyklicky. U cyklicky pracujících rýpadel je při stanovení výkonnosti nutné zjistit objem materiálu, který je nakládán do lopaty, během jednoho pracovního cyklu. Dále je nutné zjistit čas na vykonání jednoho pracovního cyklu a správně vybrat opravné koeficienty vztažené ke konkrétním pracovním podmínkám v konkrétním prostředí.

Výkonnost rýpadel lze definovat jako množství manipulovaného materiálu nebo horniny vytěžené a přemístěné (zpracované) za jednotku času. Výkonnost se uvádí v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ [3].

Teoretická výkonnost Q_t ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)

Největší teoretické množství nakypřené horniny (materiálu), které lze nabrat rýpadlem za 1 hodinu nepřetržité práce. Tato výkonnost je nezávislá na geometrických a pevnostních vlastnostech rozpojovaného materiálu [12].

Pro výpočet teoretické výkonnosti platí vztah:

$$Q_t = 3600 \times \frac{V}{T_c} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$$

$$Q_t = V \times z \quad (\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$$

kde:

z – teoretický počet pracovních cyklů za hodinu (h^{-1})

V – předpokládaný (teoretický) objem materiálu vytěženého a zpracovaného během jednoho teoretického pracovního cyklu (m^3)

T_c – doba teoretického pracovního cyklu (s); v tabulce 1 jsou uvedeny teoretické doby pracovních cyklů rýpadel v závislosti na objemu lopaty

3 600 – konstanta pro přepočítání na $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Pohyb pracovního zařízení a lopaty zahrnuje tyto úkony:

- rýpání a nabírání horniny při činnosti přímočarého hydromotoru násady, přičemž se musí lopata naplnit na jmenovitý objem
- zvednutí lopaty do výsypné výšky, nejméně však 3,5 m
- otočení otočného svršku s plnou lopatou o 90°

- vysypání horniny z lopaty při výsypaném úhlu 45° u překlápěcích lopat a při plném zdvihu hydromotoru čelistí u čelistových lopat
- otočení otočného svršku zpět o 90°
- spuštění a nastavení lopaty do výchozí polohy počátku rýpání [3]

Tabulka 1 – Teoretické doby pracovních cyklů rýpadel v závislosti na objemu lopaty [9]

V jmenovitý objem lopaty (m³)	T_c doba teoretického pracovního cyklu (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
4,5	39,2

Provozní výkonnost Q_p (m³.h⁻¹)

Maximálně dosažitelná výkonnost stroje za nepřetržitého chodu se započtením provozních faktorů (druh materiálu, prostředí, rozsahy zdvihů a pohybů lopaty), které prodlužují délku cyklu stroje [12].

Provozní výkonnost se vypočítá podle vztahu:

$$Q_p = Q_t \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n \times k_l \text{ (m}^3\text{.h}^{-1}\text{)}$$

kde:

Q_t – teoretická výkonnost

k – opravné koeficienty, kterými je teoretická výkonnost zpřesňována a přibližována k výkonnosti skutečné [3]

V tabulkách 2 – 6 jsou uvedeny hodnoty koeficientů, se kterými je nutné ve výpočtech uvažovat.

Tabulka 2 – Koeficienty plnění lopaty k_p podle manipulovaného materiálu

Manipulovaný materiál	Koeficient plnění
ornice	0,8 – 1,1
stavební suť	0,6 – 0,75
hornina	0,63 – 0,99

Tabulka 3 – Koeficienty kvalifikace obsluhy k_o

Stupeň kvalifikace	Koeficient k_o
zkušený pracovník	1,10
dobrá obsluha	1,00
nezkušená obsluha	0,85
začátečník	0,70

Koeficient kvalifikace obsluhy vyjadřuje závislost dosažené výkonnosti na zkušenostech obsluhy a schopnostech pracovníka [3].

Tabulka 4 – Koeficienty úhlu otáčení k_u

Úhel otáčení (°)	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Koeficient k_u	1,20	1,15	1,12	1,08	1,03	0,98	0,95	0,93	0,91	0,90

Koeficient úhlu otáčení upozorňuje na zmenšení výkonnosti rýpadla při zvětšujícím se úhlu otáčení, tedy úhlu mezi místem těžení a místem vysypání horniny [3].

Tabulka 5 – Koeficienty opotřebení lopaty rýpadla k_n

Stupeň opotřebení	Koeficient k_n
bez opotřebení	1,00
průměrné opotřebení	0,90
úplné opotřebení	0,78

Koeficient opotřebení pracovního nástroje rýpadla udává závislost mezi výkonností a stupněm opotřebení [3].

Tabulka 6 – Koeficient poměru objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla k_1

Poměr objemu	2	3	4	5	6	7	8
Koeficient $t k_1$	0,82	0,87	0,91	0,94	0,96	0,98	1,00

Koeficient poměru objemu ovlivňuje výkonnost z hlediska poměru mezi objemem korby odvozního prostředku a objemu lopaty rýpadla [3].

Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost Q_s ($m^3 \cdot h^{-1}$)

Údaj o průměrném množství skutečně vytěženého nebo naloženého materiálu strojem a jeho obsluhou v definované časové jednotce a daných provozních podmínkách se započtením všech ztrátových časů [12].

Vypočítá se podle vztahu:

$$Q_s = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} \times k_p \text{ (} m^3 \cdot h^{-1} \text{)}$$

kde:

V_s – objem skutečně naloženého materiálu v lopatě (m^3)

T_{cm} – doba naměřeného pracovního cyklu podle skutečných podmínek, které převážně působí při práci stroje (s)

$$T_{cm} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} \text{ (s)}$$

t_{d1} = čas na plnění lopaty (s)

t_{d2} = čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty (s)

t_{d3} = čas na vyprázdnění lopaty (s)

t_{d4} = čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru (s)

3 600 – konstanta pro přepočet na $m^3 \cdot h^{-1}$

k_p – koeficient plnění lopaty

Nejpřesnější výpočet výkonnosti rýpadel lze provést měřením a statistickým výpočtem výběrového průměru teoretického rozdělení četností. Čas pracovního cyklu T_{cm} pro stanovení skutečné výkonnosti je měřen při určité pracovní činnosti. Objem lopaty při měření skutečné výkonnosti by měl být minimálně geometrický. V praxi jsou využívány dva různé objemy lopaty, zarovnaný a nezarovnaný. Objem lopaty zarovnané (geometrický objem) tvoří množství materiálu mezi stěnami lopaty

až k hornímu okraji bočních desek a přední a zadní stěny. Materiál zadržovaný přeřadovou deskou nebo zuby lopaty se nezahrnuje. Objem nezarovnané lopaty V_s (navršený objem) tvoří množství materiálu v lopatě nad zarovnanou plochou, který se udrží na horním povrchu zarovnaného objemu [3].

2.3.4 Základní rozdělení rýpadel

Dle provozní hmotnosti rýpadla

- *mikro rýpadla* – 0,6 až 1,2 t
- *mini rýpadla* – 2 až 3,2 t
- *malá rýpadla* – 4 až 8 t
- *střední rýpadla* – 10 až 40 t
- *těžká rýpadla* – 50 až 100 t
- *obří rýpadla* – nad 100 t [9]

Dle velikosti lopaty:

- *malá rýpadla* – objem lopaty do 0,63 m³
- *střední rýpadla* – objem lopaty od 0,63 do 4,0 m³
- *velká rýpadla* – objem lopaty od 4,0 m³ [3]

Dle typu pracovního zařízení

- *rýpadla s hloubkovými lopatami*
- *rýpadla s nakládacími a výškovými lopatami*
- *rýpadla s dalšími druhy použitých pracovních adaptérů* (drapáky, rozrývací zuby, čelistové nástroje pro bourání a třídění materiálů apod.)

Dle pohyblivosti stroje

- *samojízdné rýpadlo* – poháněné vlastní motorickou silou na pásovém nebo kolovém podvozku
- *přípojně rýpadlo* – přepravuje se pomocí tahače
- *přívěsné rýpadlo* – je přípojně rýpadlo, u něhož se jen nepodstatná část jeho hmotnosti přenáší na tažné vozidlo
- *návěsné rýpadlo* – je přípojně rýpadlo, u něhož se podstatná část jeho hmotnosti přenáší na tažné vozidlo

- ***samohybné (kráčivé) rýpadlo*** – jeho podvozek nemá vlastní pohon a stroj se přemísťuje pomocí pracovního zařízení (pohybuje se pouze v oblasti stavby)

Dle konstrukce podvozku

- ***pásové rýpadlo*** – podvozek je složen z rámu a dvou souběžných nekonečných pásů přetažených přes hnací a napínací kola a kladky
- ***kolové rýpadlo*** – podvozek je opatřen pojezdovými koly s pneumatikami
- ***automobilové rýpadlo*** – samojízdné rýpadlo, jehož podvozkem je speciální automobil
- ***kolejové rýpadlo*** – podvozek je uzpůsoben pro pojíždění po kolejích
- ***samohybné (kráčivé) rýpadlo*** – podvozek se skládá z opěrné desky a pohyblivých chodidel, která umožňují přemísťování rýpadla ve složitém terénu

Dle únosnosti podkladu pracovní roviny

- ***rýpadlo s podvozkem pro málo únosný podklad (LC)*** – střední měrný tlak rýpadla na podklad menší než 30 kPa
- ***rýpadlo s podvozkem pro středně únosný podklad (ST)*** – střední měrný tlak rýpadla na podklad 30 – 120 kPa
- ***rýpadlo s podvozkem pro vysoce únosný podklad (HD)*** - střední měrný tlak rýpadla na podklad větší než 120 kPa [3]

Dle konstrukčního provedení

- ***jednoúčelová rýpadla*** – uzpůsobena pro určitý omezený soubor pracovních úkonů
- ***univerzální (víceúčelová) rýpadla*** – uzpůsobena pro snadnou změnu různých druhů pracovního zařízení pro různé pracovní činnosti
- ***teleskopická rýpadla*** – mají teleskopicky výsuvný výložník, na jehož konec lze přimontovat různá pracovní zařízení
- ***rýpadla s nakládací lopatou*** – převážně jsou určena k nabírání a nakládání hornin nad opěrnou rovinou

- *tunelová rýpadla* – jsou určena pro práce ve stísněných prostorech a malých průjezdných profilech

Dle druhu pohonu rýpadla

- *rýpadla se spalovacím motorem*
- *rýpadla s elektrickým motorem*
- *rýpadla s kombinovaným motorem* [3]

2.3.5 Hlavní výrobci rýpadel

- **Ammann Yanmar** – výrobce mini a kompaktních rýpadel
- **Bobcat** – výrobce mini a kompaktních rýpadel
- **Caterpillar** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **CNH** – spojení tří výrobců Case, New Holland a Kobelco, výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **Daewoo** – výrobce středně velkých rýpadel
- **John Deere** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **Hitachi** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **Hutter – IHI – Kato – Mikasa** – výrobce malých rýpadel
- **Hyundai** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **JCB** – výrobce malých a středně těžkých rýpadel
- **Kaiser** – výrobce kráčivých rýpadel
- **Komatsu** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **Liebherr** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **Mecalac Ahlmann** – výrobce malých rýpadel
- **Menzi Muck** – výrobce kráčivých rýpadel
- **Neuson Kramer** – výrobce mini a malých rýpadel
- **Sennebogen** – výrobce lanových a manipulačních rýpadel
- **Takeuchi** – výrobce malých a kompaktních rýpadel
- **Terex Atlas** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií
- **Terex Schaeff** – výrobce mini a malých rýpadel
- **Terex O&K** – výrobce důlních velkorýpadel
- **Volvo** – výrobce rýpadel všech velikostních kategorií [5]

2.3.6 Rýpadla s provozní hmotností do 20 tun

Vzhledem ke svým malým rozměrům se velmi dobře uplatňují všude, kde je omezený pracovní prostor (sklady, silniční práce, demoliční práce, kanalizace). Mohou pracovat i v uzavřených prostorech. Nejmenší mikro rýpadla jsou vedená ručně a používají se při sklepních rekonstrukcích a na hřbitovech [9].

Absolutní univerzálnost umožňuje použití široké řady pracovních nástrojů (hydraulické kladivo, drapák, zemní vrták apod.) [23].

U těch nejmodernějších strojů v této kategorii je současně dosahováno i výborných rypných parametrů [34].

Caterpillar 300.9D

Hmotnost rýpadla: 0,935 t
Výkon motoru: 9,6 kW
Objem pracovní nádoby: 0,03 – 0,06 m³
Největší vodorovný dosah: 3,07 m
Největší hloubkový dosah: 1,73 m
Největší výškový dosah: 2,86 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.p-z.cz)

Komatsu PC30MR-3

Hmotnost rýpadla: 3,400 t
Výkon motoru: 22 kW
Objem pracovní nádoby: 0,035 – 0,130 m³
Největší vodorovný dosah: 4,91 m
Největší hloubkový dosah: 2,76 m
Největší výškový dosah: 4,84 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.komatsu.cz)

Kubota U55-4

Hmotnost rýpadla: 5,4 t

Výkon motoru: 33,8 kW

Objem pracovní nádoby: 0,13 – 0,16 m³

Největší vodorovný dosah: 5,75 m

Největší hloubkový dosah: 3,63 m

Největší výškový dosah: 5,66 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.elvaprofi.cz)

Terex TC75

Hmotnost rýpadla: 7,5 t

Výkon motoru: 54 kW

Objem pracovní nádoby: 0,087 – 0,305 m³

Největší vodorovný dosah: 7,26 m

Největší hloubkový dosah: 4,25 m

Největší výškový dosah: 6,3 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.autotrans-jc.cz)

Liebherr 311 Litronic

Hmotnost rýpadla: 13,5 t

Výkon motoru: 68 kW

Objem pracovní nádoby: 0,15 – 0,44 m³

Největší vodorovný dosah: 8,7 m

Největší hloubkový dosah: 4,4 m

Největší výškový dosah: 9,1 m

Podvozek: kolový



Zdroj: (www.liebherr.com)

New Holland WE170 Compact

Hmotnost rýpadla: 18,5 t

Výkon motoru: 105 kW

Objem pracovní nádoby: 0,46 – 0,95 m³

Největší vodorovný dosah: 8,720 m

Největší hloubkový dosah: 5,415 m

Největší výškový dosah: 8,960 m

Podvozek: kolový



Zdroj: (www.eagrotec.cz)

2.3.7 Rýpadla s provozní hmotností 20 – 40 tun

Komatsu PC190LC/NLC-8

Hmotnost rýpadla: 20,02 t

Výkon motoru: 97 kW

Objem pracovní nádoby: 0,66 – 1,14 m³

Největší vodorovný dosah: 9,04 m

Největší hloubkový dosah: 5,80 m

Největší výškový dosah: 9,76 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.komatsu.cz)

Volvo EW230C

Hmotnost rýpadla: 25,6 t

Výkon motoru: 125 kW

Objem pracovní nádoby: 1,18 – 1,50 m³

Největší vodorovný dosah: 10,36 m

Největší hloubkový dosah: 6,79 m

Největší výškový dosah: 11,44 m

Podvozek: kolový



Zdroj: (www.volvoce.com)

Liebherr A 924 C Plus Litronic

Hmotnost rýpadla: 27,3 t

Výkon motoru: 129 kW

Objem pracovní nádoby: 0,55 – 1,55 m³

Největší vodorovný dosah: 10,60 m

Největší hloubkový dosah: 7,05 m

Největší výškový dosah: 11,70 m

Podvozek: kolový



Zdroj: (www.liebherr.com)

Caterpillar 329E L

Hmotnost rýpadla: 31,7 t

Výkon motoru: 179 kW

Objem pracovní nádoby: 0,57 – 2,15 m³

Největší vodorovný dosah: 10 m

Největší hloubkový dosah: 7,25 m

Největší výškový dosah: 9,85 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.p-z.cz)

New Holland E385C BEH

Hmotnost rýpadla: 36,453 t

Výkon motoru: 213 kW

Objem pracovní nádoby: 0,74 – 2,15 m³

Největší vodorovný dosah: 12,060 m

Největší hloubkový dosah: 7,76 m

Největší výškový dosah: 13,38 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.eagrotec.cz)

JCB JS 360

Hmotnost rýpadla: 38,372 t

Výkon motoru: 212 kW

Objem pracovní nádoby: 0,85 – 2,34 m³

Největší vodorovný dosah: 10,82 m

Největší hloubkový dosah: 7,27 m

Největší výškový dosah: 10,020 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.terramet.cz)

2.3.8 Rýpadla s provozní hmotností 40 – 60 tun

JCB JS 460

Hmotnost rýpadla: 46,820 t

Výkon motoru: 228 kW

Objem pracovní nádoby: 2,5 m³

Největší vodorovný dosah: 11,94 m

Největší hloubkový dosah: 9 m

Největší výškový dosah: 11,08 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.terramet.cz)

New Holland E485BEH B

Hmotnost rýpadla: 49,6 t

Výkon motoru: 250 kW

Objem pracovní nádoby: 1,66 - 2,6 m³

Největší vodorovný dosah: 10,63 m

Největší hloubkový dosah: 6,34 m

Největší výškový dosah: 10 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.evrops.cz)

Volvo EC 460C

Hmotnost rýpadla: 50 t
Výkon motoru: 235 kW
Objem pracovní nádoby: 3,3 m³
Největší vodorovný dosah: 13,2 m
Největší hloubkový dosah: 9,1 m
Největší výškový dosah: 11,09 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.volvoce.com)

Caterpillar 349D L

Hmotnost rýpadla: 52 t
Výkon motoru: 283 kW
Objem pracovní nádoby: 1,8 – 3,5 m³
Největší vodorovný dosah: 11,7 m
Největší hloubkový dosah: 7,5 m
Největší výškový dosah: 10,7 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.p-z.cz)

Liebherr R 956 Litronic

Hmotnost rýpadla: 57,1 t
Výkon motoru: 240 kW
Objem pracovní nádoby: 1,25 - 3,5 m³
Největší vodorovný dosah: 12,4 m
Největší hloubkový dosah: 8,60 m
Největší výškový dosah: 11,3 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.liebherr.com)

Komatsu PC600-8

Hmotnost rýpadla: 58,46 t

Výkon motoru: 323 kW

Objem pracovní nádoby: 3,5 m³

Největší vodorovný dosah: 12,8 m

Největší hloubkový dosah: 8,49 m

Největší výškový dosah: 11,88 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.komatsu.cz)

2.3.9 Rýpadla s provozní hmotností 60 – 100 tun

Komatsu PC700LC-8

Hmotnost rýpadla: 67,1 t

Výkon motoru: 323 kW

Objem pracovní nádoby: 5,58 m³

Největší vodorovný dosah: 12,785 m

Největší hloubkový dosah: 8,325 m

Největší výškový dosah: 12,085 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.komatsu.cz)

Volvo EC700C

Hmotnost rýpadla: 69,3 t

Výkon motoru: 316 kW

Objem pracovní nádoby: 2,48 – 6,6 m³

Největší vodorovný dosah: 13,54 m

Největší hloubkový dosah: 13,2 m

Největší výškový dosah: 12,94 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.volvoce.com)

Caterpillar 374D L

Hmotnost rýpadla: 71,1 t
Výkon motoru: 355 kW
Objem pracovní nádoby: 5 m³
Největší vodorovný dosah: 14,45 m
Největší hloubkový dosah: 9,6 m
Největší výškový dosah: 14,45 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.p-z.cz)

New Holland E805

Hmotnost rýpadla: 82 t
Výkon motoru: 340 kW
Objem pracovní nádoby: 2,4 - 5 m³
Největší vodorovný dosah: 15,65 m
Největší hloubkový dosah: 10,65 m
Největší výškový dosah: 13,55 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.new-holland.cz)

Liebherr R 974 C Litronic

Hmotnost rýpadla: 84,5 t
Výkon motoru: 400 kW
Objem pracovní nádoby: 6,80 m³
Největší vodorovný dosah: 13,95 m
Největší hloubkový dosah: 9,25 m
Největší výškový dosah: 13,4 m
Podvozek: pásový



Zdroj: (www.liebherr.com)

Hitachi 870LCH

Hmotnost rýpadla: 85,7 t

Výkon motoru: 397 kW

Objem pracovní nádoby: 2,6 – 4,5 m³

Největší vodorovný dosah: 14,1 m

Největší hloubkový dosah: 8,87m

Největší výškový dosah: 13 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.hitachi-terex.cz)

2.3.10 Rýpadla s provozní hmotností nad 100 tun

Hitachi EX1200

Hmotnost rýpadla: 111 t

Výkon motoru: 567 kW

Objem pracovní nádoby: 4,6 – 7 m³

Největší vodorovný dosah: 15 m

Největší hloubkový dosah: 9,38 m

Největší výškový dosah: 13,46 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.hitachi-terex.cz)

Komatsu PC5500

Hmotnost rýpadla: 549 t

Výkon motoru: 1880 kW

Objem pracovní nádoby: 29 m³

Největší vodorovný dosah: 18,7 m

Největší hloubkový dosah: 8,3 m

Největší výškový dosah: 15,5 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.komatsu.cz)

Liebherr R 9800

Hmotnost rýpadla: 810 t

Výkon motoru: 2984 kW

Objem pracovní nádoby: 42 m³

Největší vodorovný dosah: 20,1 m

Největší hloubkový dosah: 9 m

Největší výškový dosah: 16,20 m

Podvozek: pásový



Zdroj: (www.liebherr.com)

2.3.11 Závislost technických a užitných parametrů vybraných rýpadel

Pro analýzu závislosti technických a užitných parametrů rýpadel byly zvoleny tyto parametry:

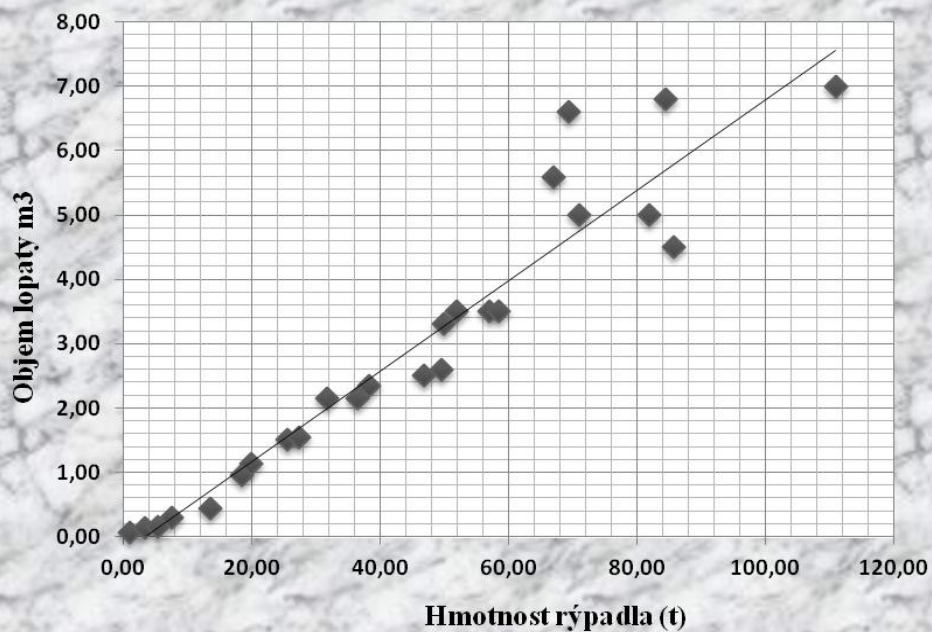
- provozní hmotnost rýpadla v tunách
- objem lopaty daného rýpadla v metrech krychlových

Údaje byly získány z propagačních materiálů výrobců jednotlivých rýpadel. V případě výběru rýpadel podle hmotnosti byly stroje rozděleny do 5 kategorií. U každého rýpadla byl zjištěn objem lopaty. Vzhledem k tomu, že výrobci pro rýpadla nabízejí značné množství různých lopat o různých objemech, byla zvolena vždy ta nejobjemnější varianta. Zjištěné parametry, které byly použity pro vytvoření závislosti, jsou shrnuty v tabulce 7. Tyto údaje posloužily jako vstupní data pro vytvoření grafu č. 1.

Tabulka 7 – Vstupní data pro analýzu závislosti parametrů vybraných rýpadel

Značka	Typ	Hmotnost rýpadla (t)	Objem lopaty (m³)
Caterpillar	300.9D	0,94	0,06
Komatsu	PC30MR-3	3,40	0,13
Kubota	U55-4	5,40	0,16
Terex	TC75	7,50	0,31
Liebherr	311 Litronic	13,50	0,44
New Holland	WE170 Compact	18,50	0,95
Komatsu	PC190LC/NLC-8	20,02	1,14
Volvo	EW230C	25,60	1,50
Liebherr	A 924 C Plus Litronic	27,30	1,55
Caterpillar	329E L	31,70	2,15
New Holland	E385C BEH	36,45	2,15
JCB	JS 360	38,37	2,34
JCB	JS 460	46,82	2,50
New Holland	E485 BEH B	49,60	2,60
Volvo	EC 460C	50,00	3,30
Caterpillar	349D L	52,00	3,50
Liebherr	R 956 Litronic	57,10	3,50
Komatsu	PC600-8	58,46	3,50
Komatsu	PC700LC-8	67,10	5,58
Volvo	EC700C	69,30	6,60
Caterpillar	374D L	71,10	5,00
New Holland	E805	82,00	5,00
Liebherr	R 974 C Litronic	84,50	6,80
Hitachi	870LCH	85,70	4,50
Hitachi	EX1200	111,00	7,00

Graf č. 1 - Závislost objemů lopat a hmotností vybraných rýpadel



◆ Závislost hmotnosti a objemu lopaty

— Lineární (Závislost hmotnosti a objemu lopaty)

3. Cíle práce

Cílem práce bylo provedení analýzy pracovních operací prováděných rýpadly na stavbě a stanovit návrhy a zásady pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel ve vazbě na prováděné pracovní operace.

- sběr dat pro stanovení skutečných časů pracovních cyklů rýpadel v závislosti na prováděných pracích
- určení faktorů, které ovlivňují výkonnost rýpadel při prováděných konkrétních pracovních operacích na základě sběru dat časů pracovních cyklů
- stanovení hodnot opravných koeficientů pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel v závislosti na prováděných pracovních operacích
- stanovení návrhů a zásad pro optimální využití strojů na stavbě

4. Metodika

Pro posouzení skutečné výkonnosti rýpadel byla sbírána data vždy u tří vybraných rýpadel v jednotlivých velikostních kategoriích.

Přehled sledovaných (měřených) strojů:

- CASE CX50B
- EUROMACH 6500M
- JCB 3CX
- KOMATSU PC160 LC
- NEW HOLLAND E215 BLC
- LIEBHERR R924 B Litronic
- JCB JS330 L
- KOMATSU PC450 LC
- NEW HOLLAND E485

Měření bylo realizováno při provádění následujících zemních prací:

- rozpojení horniny s následným přemístěním na odvozní zařízení
- rozpojení horniny s následným přemístěním na odhoz
- rozpojení horniny v rýze s následným přemístěním na odhoz
- přemístění horniny
- nakládka rozpojené horniny na odvozní zařízení

- těžení a nakládání sedimentu při rekultivaci rybníku

Měřeny byly jednotlivé dílčí časy, z nichž byl potom dopočítán celkový čas cyklu. Započítány nebyly změřené časy s odchylkami v pracovním cyklu, například kdy nebyla lopata naplněna na stanovený objem, kdy došlo ke zdržení vlivem neobvyklých pracovních operací (dočištění podložky výkopu nebo skládky, přihrnování zeminy v rýze nebo na skládku) a při odchylkách od obvyklého pracovního cyklu při náběru nebo vysypávání horniny (například jiný úhel otáčení). U každého stroje bylo provedeno 30 kontrolních měření a k určení skutečné výkonnosti byl použit průměrný výsledek z těchto měření.

V prostředí nepůsobily žádné omezující faktory (únosnost, profily, stav povrchu).

Měření prováděly dvě osoby pomocí stopek a hodnoty byly průběžně zapisovány do tištěných tabulek a následně zpracovány do tabulek Excel (příloha A). Jedna osoba zajišťovala změřený čas pro naplnění lopaty (t_{d1}), změřený čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty (t_{d2}), čas pro vyprázdnění lopaty (t_{d3}) a čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru (t_{d4}), za pomoci stopek s mezičasem. Druhá osoba zapisovala mezičasy do tabulky. Celkový čas cyklu (T_c) byl poté dopočítán.

Pro výpočet teoretické výkonnosti byla použita doba teoretického pracovního cyklu rýpadla v závislosti na objemu lopaty.

Pro výpočet provozní výkonnosti byly určeny faktory, které ovlivňují výkonnost rýpadel při provádění konkrétních pracovních operací a vybrány opravné koeficienty, kterými je teoretická výkonnost zpřesňována a přibližována k výkonnosti skutečné.

Pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel byl stanoven, na základě znalosti jmenovitého objemu lopaty, objem materiálu, který byl nakládán do lopaty, respektive byl uchopen do pracovního zařízení, během jednoho pracovního cyklu. Dále byl sběrem dat zjištěn čas na vykonání jednoho pracovního cyklu. Skutečná (naměřená) výkonnost byla vypočítána na základě skutečných (naměřených) průměrných časů pracovních cyklů rýpadel.

Na závěr byly stanoveny návrhy a zásady pro optimální využití strojů na stavbě.

5. Výsledky měření a stanovení návrhů a zásad pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadel

5.1 Kategorie do 10 t provozní hmotnosti rýpadla

5.1.1 CASE CX50B

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 32 kW, provozní hmotnost: 4,87 t, největší vodorovný dosah: 6,05 m, největší výškový dosah: 5,38 m, největší hloubkový dosah: 3,9 m, jmenovitý objem lopaty 0,18 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: rozpojení horniny ve stavební jámě s následným přemístěním na odvozní zařízení

Manipulovaný materiál: hornina 2. třída rozpojitelnosti

Stupeň kvalifikace obsluhy: dobrá obsluha

Úhel otáčení: 180°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Poměr objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla: 1 : 8

Teoretická výkonnost

$$Q_{t\text{CaseCX50B}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{0,18}{15,8} = \underline{\underline{41,01 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$Q_{p\text{CaseCX50B}} = Q_{t\text{CaseCX50B}} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n \times k_l = \\ = 41,01 \times 0,99 \times 1,00 \times 0,90 \times 0,90 \times 1,00 = \underline{\underline{32,88 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

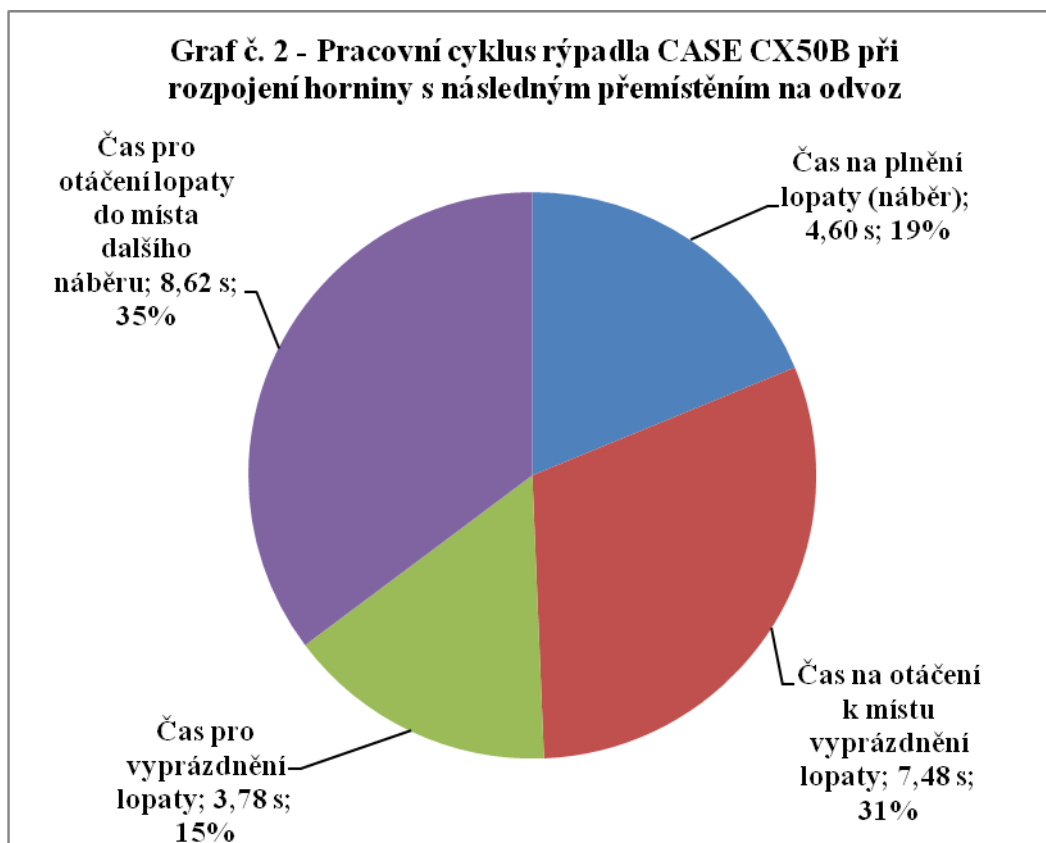
Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

$$Q_{s\text{CaseCX50B}} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} \times k_p = 3600 \times \frac{0,18}{24,48} \times 0,99 = \underline{\underline{26,20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla CASE CX50B:

$$T_{cm\text{CASECX50B}} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 4,60 + 7,48 + 3,78 + 8,62 = \underline{\underline{24,48 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 2.



5.1.2 EUROMACH 6500M

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 52,7 kW, provozní hmotnost: 7,8 t, největší vodorovný dosah: 7,6 m, největší výškový dosah: 6 m, největší hloubkový dosah: 5 m, jmenovitý objem lopaty 0,15 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: přemístění horniny

Manipulovaný materiál: hornina 3. třída rozpojitelnosti

Stupeň kvalifikace obsluhy: zkušený pracovník

Úhel otáčení: 45°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Teoretická výkonnost

$$Q_{tEM6500M} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{0,15}{15,6} = \underline{\underline{34,61 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$Q_{pEM6500M} = Q_{tEM6500M} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n = \\ = 34,61 \times 0,96 \times 1,10 \times 1,20 \times 0,90 = \underline{\underline{39,47 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

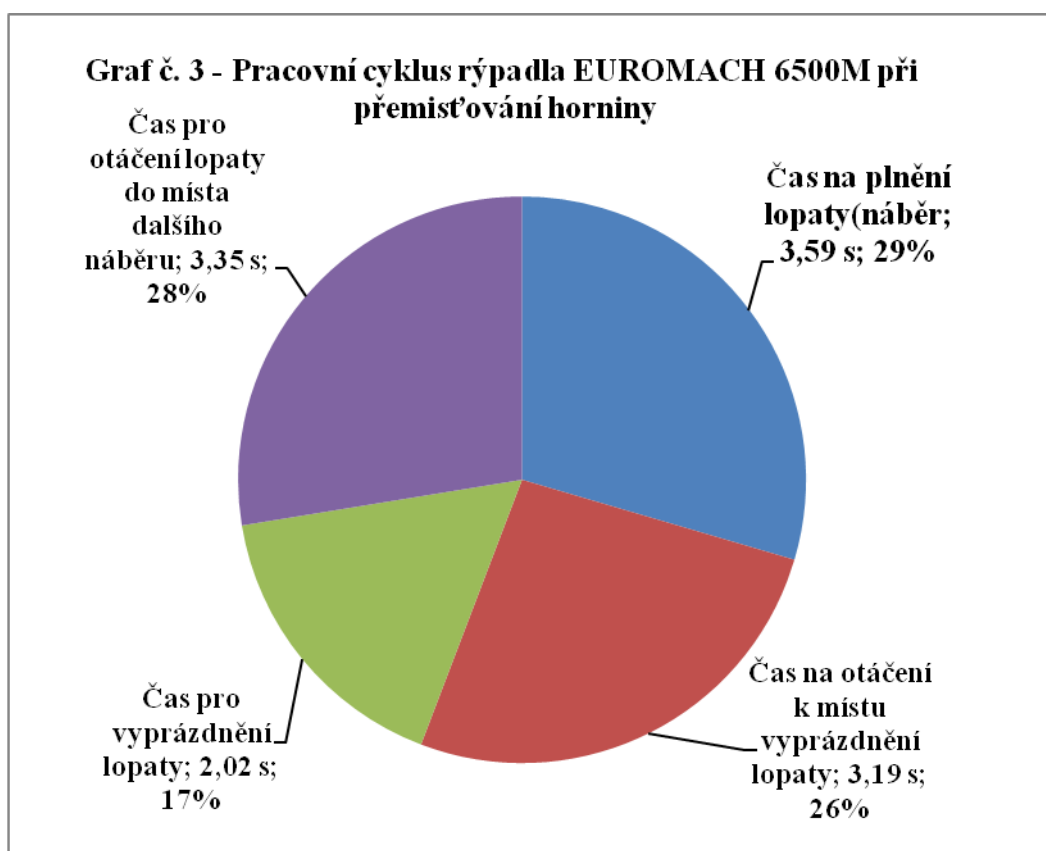
Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

$$Q_{SEM6500M} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} \times k_p = 3600 \times \frac{0,15}{12,15} \times 0,96 = \underline{\underline{42,66 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla EUROMACH 6500M:

$$T_{cmEM6500M} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 3,59 + 3,19 + 2,02 + 3,35 = \underline{\underline{12,15 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 3.



5.1.3 JCB 3CX

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 74,2 kW, provozní hmotnost: 8,136 t, největší vodorovný dosah: 6,52 m, největší výškový dosah: 6,35 m, největší hloubkový dosah: 5,97 m, jmenovitý objem lopaty 0,17 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: rozpojení horniny v rýze s následným přemístěním na odhoz

Manipulovaný materiál: hornina 3. třída rozpojitelnosti

Stupeň kvalifikace obsluhy: dobrá obsluha

Úhel otáčení: 90°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Teoretická výkonnost

$$Q_{\text{JCB3CX}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{0,17}{15,7} = \underline{\underline{38,98 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$Q_{\text{pJCB3CX}} = Q_{\text{JCB3CX}} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n = \\ = 38,98 \times 0,96 \times 1,00 \times 1,08 \times 0,90 = \underline{\underline{36,37 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

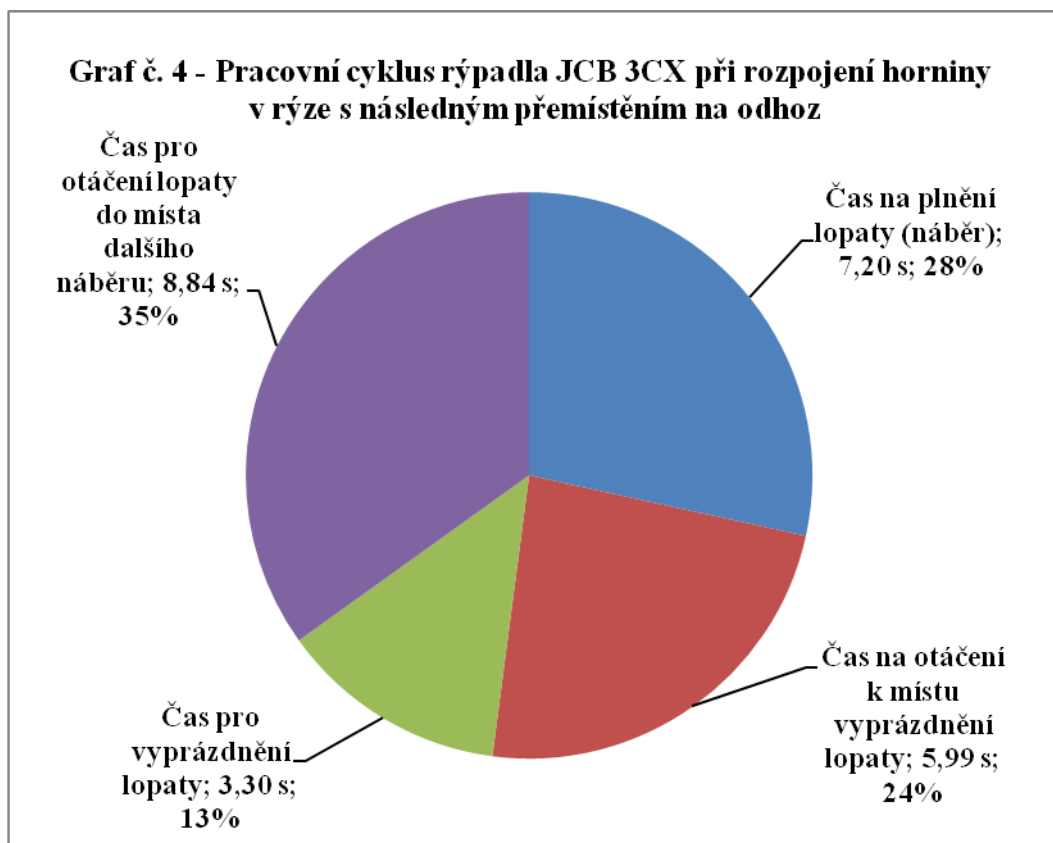
Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

$$Q_{\text{sJCB3CX}} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} = 3600 \times \frac{0,17}{25,33} \times 0,96 = \underline{\underline{23,19 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla JCB 3CX:

$$T_{\text{cmJCB3CX}} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 7,20 + 5,99 + 3,30 + 8,84 = \underline{\underline{25,33 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 4.



5.2 Kategorie 10 – 30 t provozní hmotnosti rýpadla

5.2.1 KOMATSU PC160 LC

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 90 kW, provozní hmotnost: 17,92 t, největší vodorovný dosah: 9,075 m, největší výškový dosah: 9,13 m, největší hloubkový dosah: 6,25 m, jmenovitý objem lopaty 0,66 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: nakládka rozpojené horniny na odvozní zařízení

Manipulovaný materiál: lomový kámen netříděný

Stupeň kvalifikace obsluhy: zkušený pracovník

Úhel otáčení: 90°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Poměr objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla: 1 : 7

Teoretická výkonnost

$$Q_{t\text{KomatsuPC160LC}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{0,66}{19,5} = \underline{\underline{121,84 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$Q_{p\text{KomatsuPC160LC}} = Q_{t\text{KomatsuPC160LC}} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n \times k_l = \\ = 121,84 \times 0,89 \times 1,10 \times 1,08 \times 0,90 \times 0,98 = \underline{\underline{113,62 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

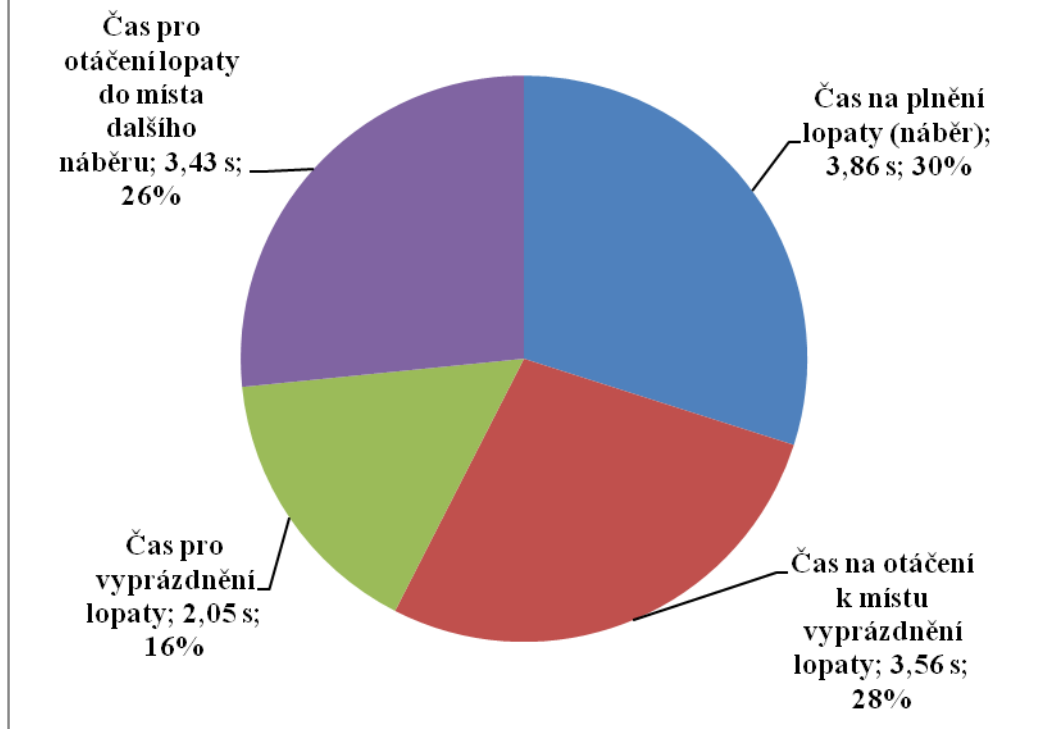
$$Q_{s\text{KomatsuPC160LC}} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} = 3600 \times \frac{0,66}{12,9} \times 0,89 = \underline{\underline{163,92 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla Komatsu PC160 LC:

$$T_{cm\text{KomatsuPC160LC}} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 3,86 + 3,56 + 2,05 + 3,43 = \underline{\underline{12,9 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 5.

Graf č. 5 - Pracovní cyklus rýpadla Komatsu PC160 LC při nakládce rozpojené horniny na odvoz



5.2.2 NEW HOLLAND E215 BLC

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 118 kW, provozní hmotnost: 23,59 t, největší vodorovný dosah: 10,195 m, největší výškový dosah: 9,749 m, největší hloubkový dosah: 7,082 m, jmenovitý objem lopaty 1 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: rozpojení horniny (sejmutí ornice) s následným přemístěním do korby odvozního zařízení

Manipulovaný materiál: ornice

Stupeň kvalifikace obsluhy: zkušený pracovník

Úhel otáčení: 105°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Poměr objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla: 1 : 6

Teoretická výkonnost

$$Q_{\text{INHE215BLC}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{1}{21,2} = \underline{\underline{169,81 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$\begin{aligned} Q_{pNHE215BLC} &= Q_{tNHE215BLC} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n \times k_l = \\ &= 169,81 \times 1,10 \times 1,10 \times 1,03 \times 0,90 \times 0,96 = \underline{\underline{182,85 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}} \end{aligned}$$

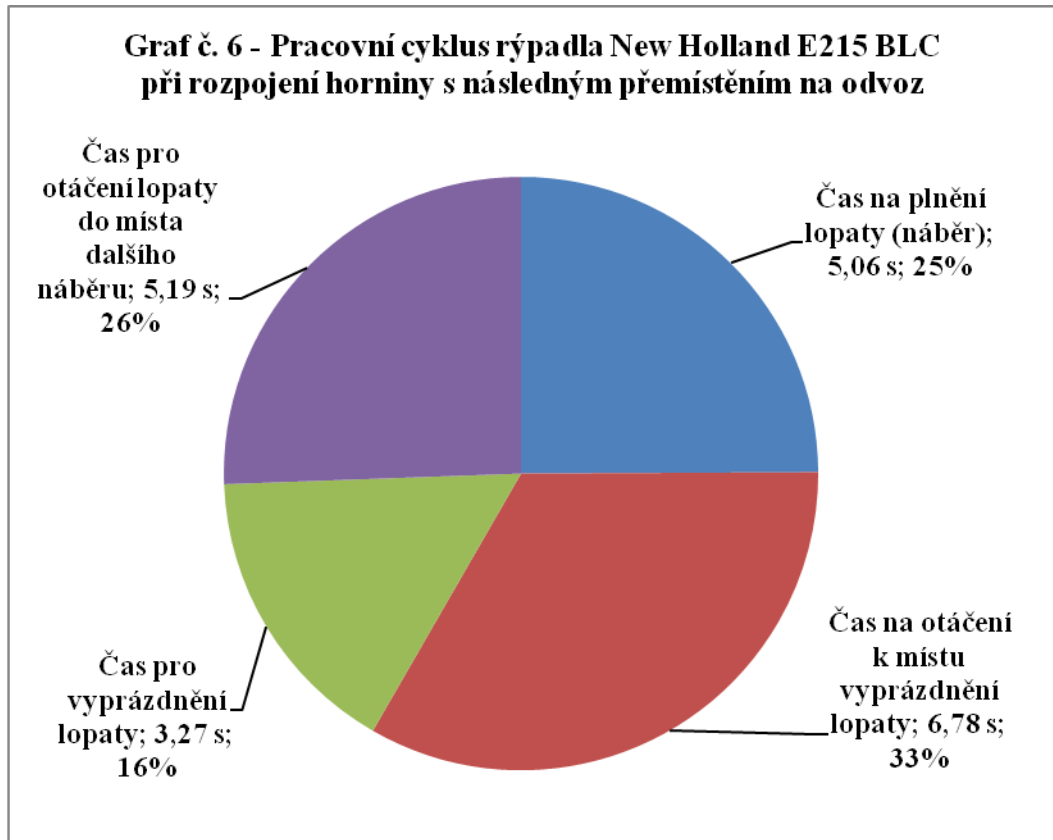
Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

$$Q_{sNHE215BLC} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} = 3600 \times \frac{1}{20,3} \times 1,10 = \underline{\underline{195,07 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla New Holland E215 BLC:

$$T_{cmNHE215BLC} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 5,06 + 6,78 + 3,27 + 5,19 = \underline{\underline{20,3 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 6.



5.2.3 LIEBHERR R924 B Litronic

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 127 kW, provozní hmotnost: 27,9 t, největší vodorovný dosah: 10,85 m, největší výškový dosah: 10,10 m, největší hloubkový dosah: 7,70 m, jmenovitý objem lopaty 1,2 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: těžení a nakládání sedimentu při rekultivaci rybníku

Manipulovaný materiál: rybníční sediment

Stupeň kvalifikace obsluhy: zkušený pracovník

Úhel otáčení: 135°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Poměr objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla: 1 : 8

Teoretická výkonnost

$$Q_{\text{LiebherrR924B}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{1,2}{22,2} = \underline{\underline{194,59 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$\begin{aligned} Q_{\text{pLiebherrR924B}} &= Q_{\text{tLiebherrR924B}} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n \times k_l = \\ &= 194,59 \times 1,10 \times 1,10 \times 0,95 \times 0,90 \times 1,00 = \underline{\underline{201,31 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}} \end{aligned}$$

Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

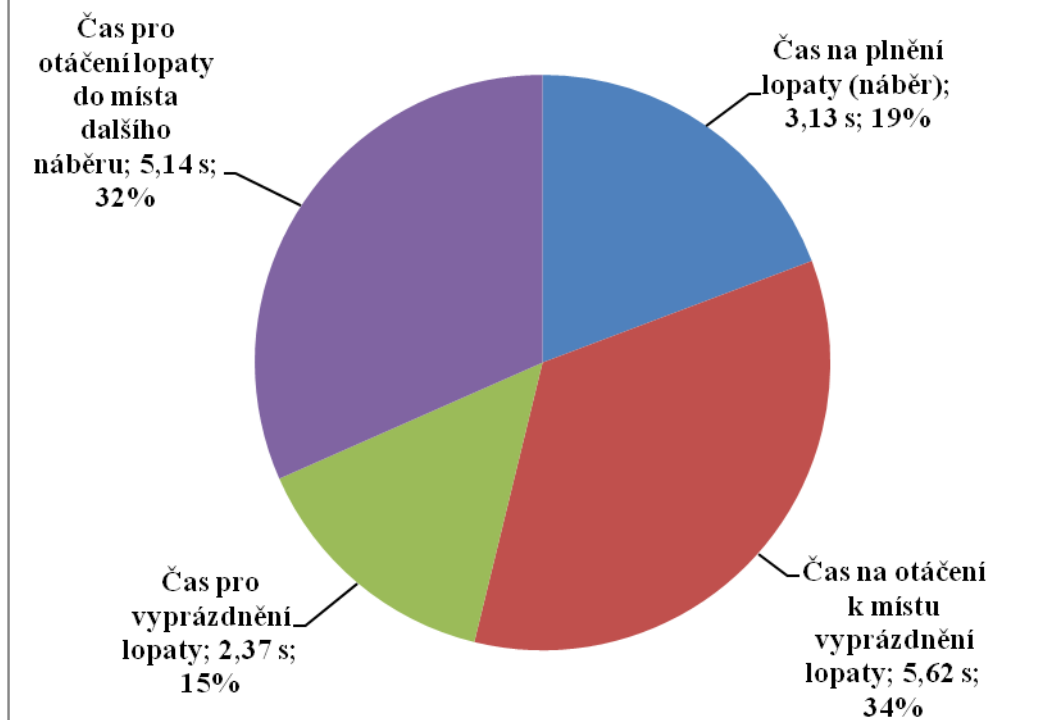
$$Q_{\text{sLiebherrR924B}} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} = 3600 \times \frac{1,2}{16,26} \times 1,10 = \underline{\underline{292,25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla Liebherr R924 B Litronic:

$$T_{\text{cmNHE215BLC}} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 3,13 + 5,62 + 2,37 + 5,14 = \underline{\underline{16,26 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 7.

Graf č. 7 - Pracovní cyklus rýpadla Liebherr R924 B při těžbě sedimentu s následným přemístěním na odvoz



5.3 Kategorie nad 30 t provozní hmotnosti rýpadla

5.3.1 JCB JS330 L

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 202 kW, provozní hmotnost: 39,9 t, největší vodorovný dosah: 11,68 m, největší výškový dosah: 10,55m, největší hloubkový dosah: 8,19 m, jmenovitý objem lopaty 1,4 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: rozpojení horniny ve stavební jámě s následným přemístěním na odhoz

Manipulovaný materiál: hornina 2. třída rozpojitelnosti

Stupeň kvalifikace obsluhy: zkušený pracovník

Úhel otáčení: 180°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Teoretická výkonnost

$$Q_{\text{JCBJS330L}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{1,4}{23,1} = \underline{\underline{218,18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$Q_{pJCBJS330L} = Q_{tJCBJS330L} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n = \\ = 218,18 \times 0,99 \times 1,10 \times 0,90 \times 0,90 = \underline{\underline{192,45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

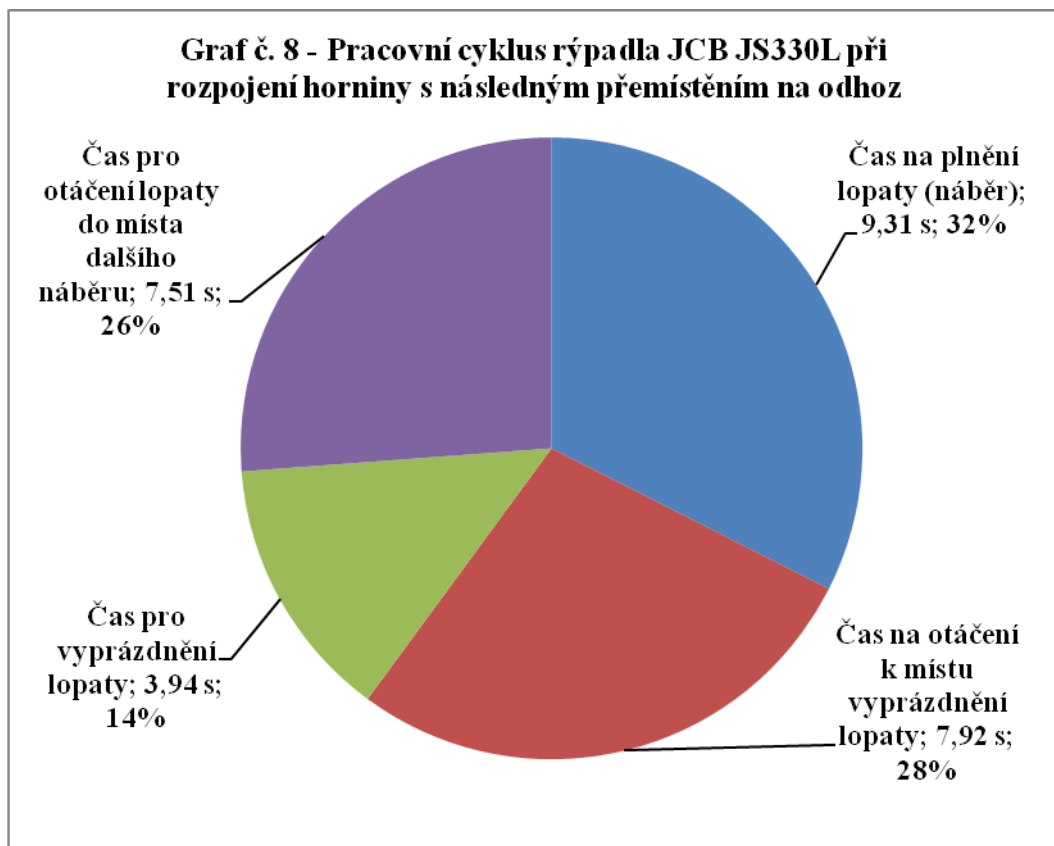
Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

$$Q_{sJCBJS330L} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} = 3600 \times \frac{1,4}{28,68} \times 0,99 = \underline{\underline{173,97 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla JCB JS330 L:

$$T_{cmJCBJS330L} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 9,31 + 7,92 + 3,94 + 7,51 = \underline{\underline{28,68 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 8.



5.3.2 KOMATSU PC450 LC

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 231 kW, provozní hmotnost: 44,2 t, největší vodorovný dosah: 13,17 m, největší výškový dosah: 11,55 m, největší hloubkový dosah: 9,19 m, jmenovitý objem lopaty 1,9 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: nakládka rozpojené horniny na odvozní zařízení

Manipulovaný materiál: hornina 3. - 4. třída rozpojitelnosti

Stupeň kvalifikace obsluhy: zkušený pracovník

Úhel otáčení: 90°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Poměr objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla: 1 : 7

Teoretická výkonnost

$$Q_{t\text{KomatsuPC450LC}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{1,9}{25} = \underline{\underline{273,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$Q_{p\text{KomatsuPC450LC}} = Q_{t\text{KomatsuPC450LC}} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n \times k_l = \\ = 273,6 \times 0,92 \times 1,10 \times 1,08 \times 0,90 \times 0,98 = \underline{\underline{263,74 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

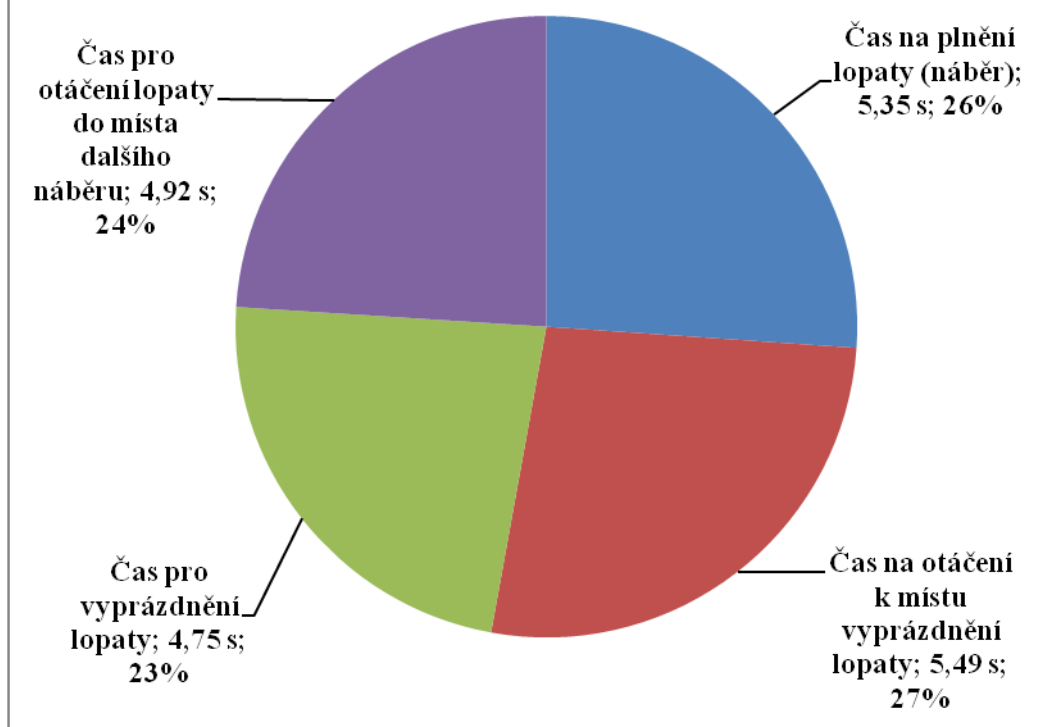
$$Q_{s\text{KomatsuPC450LC}} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} = 3600 \times \frac{1,9}{20,51} \times 0,92 = \underline{\underline{306,81 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla Komatsu PC450 LC:

$$T_{cm\text{KomatsuPC450LC}} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 5,35 + 5,49 + 4,75 + 4,92 = \underline{\underline{20,51 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 9.

Graf č. 9 - Pracovní cyklus rýpadla Komatsu PC450 LC při nakládce rozpojené horniny na odvoz



5.3.3 NEW HOLLAND E485

Technické a technologické údaje rýpadla:

Výkon motoru: 250 kW, provozní hmotnost: 50,25 t, největší vodorovný dosah: 12,57 m, největší výškový dosah: 11,03 m, největší hloubkový dosah: 8,36 m, jmenovitý objem lopaty 2,6 m³.

Technologické údaje prováděné práce:

Druh zemní práce: nakládka rozpojené horniny na odvozní zařízení

Manipulovaný materiál: lomový kámen netříděný

Stupeň kvalifikace obsluhy: zkušený pracovník

Úhel otáčení: 180°

Stupeň opotřebení lopaty rýpadla: průměrné opotřebení

Poměr objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla: 1 : 5

Teoretická výkonnost

$$Q_{\text{INHE485}} = 3600 \times \frac{V}{T_c} = 3600 \times \frac{2,6}{28,9} = \underline{\underline{323,87 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Provozní výkonnost

$$\begin{aligned} Q_{pNHE485} &= Q_{tNHE485} \times k_p \times k_o \times k_u \times k_n \times k_l = \\ &= 323,87 \times 0,89 \times 1,10 \times 0,90 \times 0,90 \times 0,94 = \underline{\underline{241,41 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}} \end{aligned}$$

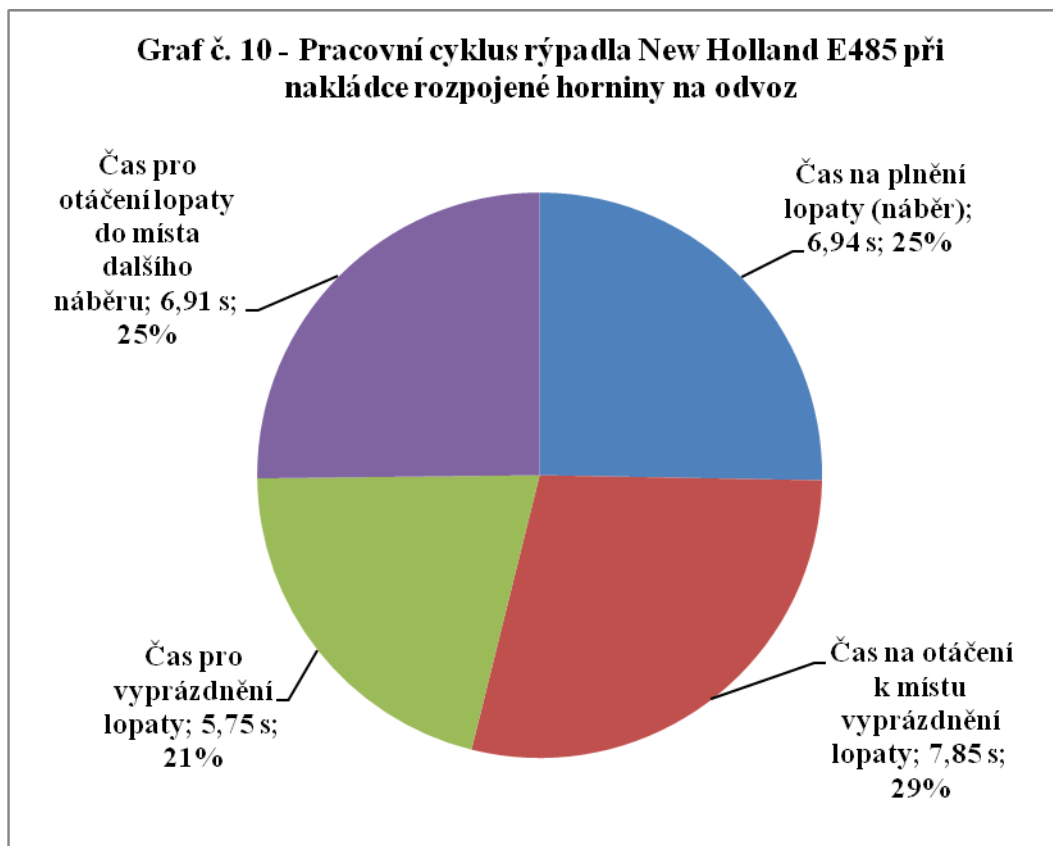
Skutečná (naměřená) pracovní výkonnost

$$Q_{sNHE485} = 3600 \times \frac{V_s}{T_{cm}} = 3600 \times \frac{2,6}{27,45} \times 0,89 = \underline{\underline{303,47 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}}}$$

Skutečný čas pracovního cyklu rýpadla New Holland E485:

$$T_{cmNHE485} = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} + t_{d4} = 6,94 + 7,85 + 5,75 + 6,91 = \underline{\underline{27,45 \text{ s}}}$$

Výše uvedené (naměřené) hodnoty byly použity pro vytvoření grafu č. 10.



6. Výsledky

6.1 Průměrné časy pracovních cyklů rýpadel

V tabulkách 8 – 10 je uveden přehled naměřených průměrných časů pracovních cyklů rýpadel v jednotlivých velikostních kategoriích rýpadel v závislosti na prováděných těžebních, nakládacích a manipulačních pracích sledovaných (měřených) hydraulických lopatových rýpadel.

**Tabulka 8 – Přehled naměřených průměrných časů pracovních cyklů rýpadel
kategorie do 10 tun**

Práce prováděné rýpadlem	Čas na plnění lopaty (náběr) (s)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty (s)	Čas pro vyprázdnění lopaty (s)	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru (s)	Celkový čas cyklu (s)
Rozpojení horniny (stavební jáma) s následným přemístěním na odvozní zařízení, s otáčením 180°	4,60	7,48	3,78	8,62	24,48
Přemístění horniny, s otáčením 45°	3,59	3,19	2,02	3,35	12,15
Rozpojení horniny v rýze s následným přemístěním na odhoz, s otáčením 90°	7,20	5,99	3,30	8,84	25,33

Tabulka 9 – Přehled naměřených průměrných časů pracovních cyklů rýpadel

kategorie 10 - 30 tun

Práce prováděné rýpadlem	Čas na plnění lopaty (náběr) (s)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty (s)	Čas pro vyprázdnění lopaty (s)	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru (s)	Celkový čas cyklu (s)
Nakládka rozpojené horniny na odvozní zařízení, s otáčením 90°	3,86	3,56	2,05	3,43	12,90
Rozpojení horniny (sejmutí ornice) s následným přemístěním na odvozní zařízení, s otáčením 105°	5,06	6,78	3,27	5,19	20,30
Těžení a nakládání sedimentu při rekultivaci rybníku, s otáčením 135°	3,13	5,62	2,37	5,14	16,26

Tabulka 10 – Přehled naměřených průměrných časů pracovních cyklů rýpadel**kategorie nad 30 tun**

Práce prováděné rýpadlem	Čas na plnění lopaty (náběr) (s)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty (s)	Čas pro vyprázdnění lopaty (s)	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru (s)	Celkový čas cyklu (s)
Rozpojení horniny (stavební jáma) s následným přemístěním na odhoz, s otáčením 180°	9,31	7,92	3,94	7,51	28,68
Nakládka rozpojené horniny na odvozní zařízení, s otáčením 90°	5,35	5,49	4,75	4,92	20,51
Nakládka rozpojené horniny na odvozní zařízení, s otáčením 180°	6,94	7,85	5,75	6,91	27,45

6.2 Přehled teoretické, provozní a skutečné výkonnosti rýpadel

V tabulce 11 jsou uvedeny hodnoty teoretické, provozní a skutečné (naměřené) výkonnosti hydraulických lopatových rýpadel v závislosti na objemu lopaty.

Tabulka 11 – Přehled teoretické, provozní a skutečné (naměřené) výkonnosti rýpadel v závislosti na objemu lopaty

Výrobce rýpadla	Model rýpadla	Objem lopaty V (m ³)	Teoretická výkonnost Q _t (m ³ .h ⁻¹)	Provozní výkonnost Q _p (m ³ .h ⁻¹)	Skutečná (naměřená) výkonnost Q _s (m ³ .h ⁻¹)
CASE	CX50B	0,18	41,01	32,88	26,20
EUROMACH	6500M	0,15	34,61	39,47	42,66
JCB	3CX	0,17	38,98	36,37	23,19
KOMATSU	PC160 LC	0,66	121,84	113,62	163,92
NEW HOLLAND	E215 BLC	1,00	169,81	182,85	195,07
LIEBHERR	R24 B Litronic	1,20	194,59	201,31	292,25
JCB	JS330 L	1,40	218,18	192,45	173,97
KOMATSU	PC450 LC	1,90	273,60	263,74	306,81
NEW HOLLAND	E485	2,60	323,87	241,41	303,47

7. Diskuse

Z výsledků je patrné, že skutečnou (měřenou) výkonnost rýpadel ovlivňuje v reálných podmínkách na stavbě řada faktorů.

Faktory, které obecně ovlivňují skutečnou výkonnost rýpadel:

- charakter horniny
- technologie práce
- kvalifikace obsluhy rýpadla
- úhel otáčení rýpadla
- stupeň opotřebení pracovního nástroje (lopaty) rýpadla
- poměr objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla nebo násypky zařízení, do něhož je hornina vkládána

Měřením v této práci byl potvrzen nejvyšší vliv na skutečnou výkonnost rýpadel zejména charakterem horniny a technologií pracovní činnosti.

Charakter horniny je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují skutečnou výkonnost rýpadla. Pro výpočet skutečné výkonnosti rýpadla je otázka určení charakteru horniny zcela zásadní, zejména z hlediska naplnění lopaty. Objem horniny, zpracované během teoretického pracovního cyklu, je roven objemu lopaty rýpadla, který je udáván v technické dokumentaci výrobce. Objem skutečně naložený se liší podle charakteru horniny, která je těžena nebo nakládána. Ne vždy se v praxi podaří, aby objem v lopatě odpovídal objemu teoretickému. Může to být méně i více a z tohoto důvodu je nutné uvažovat s koeficientem plnění lopaty. Pozorování bylo ztíženo tím, že naplnění lopaty na jmenovitý objem muselo být sledováno z bezpečné vzdálenosti a jednoho místa.

Technologie pracovní činnosti je dalším z hlavních faktorů, které ovlivňují skutečnou výkonnost rýpadla. Vzhledem k různorodosti zemních prací nelze stanovit obecný technologický postup. Technologický postup je možné plánovat až po zjištění a vyhodnocení podmínek, které v konkrétním místě práce působí.

Dalším z faktorů ovlivňujícím skutečnou výkonnost rýpadla je stupeň kvalifikace pracovníka, který obsluhuje rýpadlo. Pokud je pracovník nezkušený může se pracovní cyklus rýpadla výrazně prodloužit. Naopak zkušený pracovník může docílit výrazně kratšího pracovního cyklu rýpadla.

Důležitým faktorem je i úhel otáčení, při zvětšujícím se úhlu otáčení dochází ke zmenšení výkonnosti rýpadla. Ve skutečných podmínkách stavby není úhel otáčená rýpadla vždy shodný, ale pohybuje se v určitém rozsahu. Zvláštní pozornost je třeba věnovat i optimálnímu postavení odvozního zařízení. Pracovní nástroj a jeho opotřebení jsou dalšími důležitými faktory působícími na skutečnou výkonnost rýpadla.

Základními požadavky na pracovní nástroj rýpadla je především minimální spotřeba měrné energie pro proces rýpání, dodatečná tuhost a pevnost a co největší životnost. Základním předpokladem pro dosažení vysoké výkonnosti rýpadla je, aby bylo rýpadlo od počátku provozu vybaveno vhodnými zuby s ohledem na třídu horniny, ve které bude pracovat. Zkoušky rýpadel prokázaly pokles výkonnosti přibližně o 2% při práci s úplně opotřebeným nástrojem. Tato hodnota naznačuje, že

včasná výměna nebo úprava opotřebených zubů či ostří řezné hrany lopaty rýpadla má velký vliv na udržení vysoké výkonnosti rýpadla.

Dalším faktorem ovlivňujícím výkonnost rýpadla je poměr mezi objemem korby odvozního zařízení a objemu lopaty rýpadla. Menší objem korby odvozního zařízení znamená menší užitečnou plochu pro vyprazdňování lopaty a tím delší dobu věnovanou nastavení lopaty rýpadla nad místo vysypání horniny. Menší objem korby znamená větší prostoje rýpadla zaviněné častějším střídáním odvozních zařízení. Aby byla hospodárná spolupráce mezi rýpadlem a odvozním zařízením, měla by korba odvozního zařízení pojmout minimálně tři plně naložené lopaty rýpadla.

Výrazný vliv na výpočet skutečné výkonnosti rýpadel měl i fakt, že při skutečném měření nebylo možné utajení přítomnosti osob, které měření prováděly z tohoto důvodu je možné, že pracovník rýpadla projevoval snahu o zrychlení času cyklů po dobu měření.

K ovlivnění hodnot skutečné (naměřené) výkonnosti mohlo dojít tím, že nebyly započítány časy s odchylkami v pracovním cyklu, například kdy nebyla lopata naplněna na stanovený objem, kdy došlo ke zdržení vlivem neobvyklých pracovních operací (dočištění podložky výkopu nebo skládky, přihrnování zeminy v rýze nebo na skládku) a při odchylkách od obvyklého pracovního cyklu při náběru nebo vysypávání horniny (například jiný úhel otáčení).

Z tabulky 11 vyplývá, že ne vždy je teoretická výkonnost vyšší než skutečná výkonnost rýpadla. Je to dáno tím, že při teoretickém výpočtu je uvažováno s teoretickým časem pracovního cyklu, který je výrobcem zjištěn na základě modelových podmínek pracovní činnosti.

Jaké jsou skutečné časy pracovních cyklů v závislosti na konkrétních pracovních podmínkách, uvádějí tabulky 8 až 10. Tyto časy jsou cenné pro případné kalkulace v praxi, protože zpřesňují údaje pro výpočty při konkrétních pracovních operacích.

Z tabulek 8 až 10 vyplývá, že nejkratších pracovních cyklů dosahují rýpadla při přemístění horniny (EUROMACH 6500M) a při nakládce rozpojené horniny na odvozní zařízení s úhlem otáčení do 90° (KOMATSU PC160 LC, KOMATSU PC450 LC) a to z důvodu, že hornina je již rozpojena a pracovní cyklus není zdržován, jejím rozpojováním, velký vliv na kratší pracovní cyklus má i malý úhel

otáčení, naopak při větším úhlu otáčení se pracovní cyklus rýpadla prodlužuje (NEW HOLLAND E485). Kratších pracovních cyklů dosahují rýpadla při těžení a nakládání sedimentu při rekultivaci rybníku (LIEBHERR R924 B Litronic) a při rozpojení horniny (ornice) s následným přemístěním na odvozní zařízení s úhlem otáčení 105° (NEW HOLLAND E215 BLC) a to z toho důvodu, že rybníční sediment i ornice jsou lehké rozpojitelné. Delších pracovních cyklů dosahují rýpadla při rozpojení horniny ve stavební jámě s následným přemístěním na odvozní zařízení nebo s přemístěním na odhoz s úhlem otáčení 180° (CASE CX50B, JCB JS330 L), je to dáno tím, že hornina je v průběhu pracovního cyklu rozpojována a velký vliv na dobu pracovního cyklu má i poměrně velký úhel otáčení k místu vyprázdnění lopaty. Delšího pracovního cyklu dosahují rýpadla i při rozpojení horniny v rýze s následným přemístěním na odhoz s úhlem otáčení 90° (JCB 3CX) a to nejen proto, že dochází k rozpojování horniny, ale i proto, že v rýze je menší manipulační prostor.

Na základě zjištěných dílčích časů z tabulek 8 a 10 vyplývá, že se prodlužují dílčí časy na otáčení k místu vyprázdnění lopaty a časy pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru při pracovní činnosti ve stavební jámě, resp. rýze. Je to dáno tím, že operátor nemůže využít současných pohybů pracovního zařízení (komplex lopata, násada, výložník), což mu ovladače sice umožňují, ale pracovní prostředí nikoliv. Například při otáčení zpět k dalšímu náběru musí v případě těžby ve stavební jámě nebo rýze nejprve umístit pracovní orgán nad jejich půdorys, resp. do osy rýhy nebo do prostoru stavební jámy. Oproti náběrům ve volném prostředí, například při náběru z hromady nebo při těžbě sedimentů, kdy mohou být pohyby pracovního zařízení prováděny současně. Například při srovnání dílčích časů v tabulce 8 je rozdíl 2,8 s, resp. 5,49 s. Určitý rozdíl v časové ztrátě v tomto případě je představen otáčením, protože srovnávaná rýpadla nepracovala se shodným úhlem otáčení, ale i přes tento rozdíl, je časová ztráta způsobena nutností umístit pracovní zařízení do ukončené pozice a až poté je zahájen pohyb k náběru a vlastní náběr horniny.

Měření bylo prokázáno, že se skutečná výkonnost může lišit od teoretické v rozsahu až o 68 %. Doba skutečného pracovního cyklu se může lišit podle skutečných podmínek a skutečná výkonnost může být nižší nebo vyšší než teoretická.

8. Závěr

V závěru jsou stanoveny návrhy a zásady pro optimální využití strojů na stavbě.

Před zahájením zemních prací musí být proveden geologický průzkum staveniště a vyznačeny inženýrské sítě a jiné překážky (např. podzemní prostory). Určení charakteru horniny je v praxi zcela zásadní zejména z hlediska vzájemného působení podvozku a pracovního nástroje rýpadla na horninu.

Pro návrh vhodných strojů je potřeba zvážit více možností technologie práce a ty vzájemně porovnávat za předpokladu optimální realizace každé z nich. Je potřeba brát v úvahu kritéria, která jsou za daných podmínek rozhodující. Rozhodujícími kritérii jsou náklady, pracnost, trvání prací a možný termín zahájení nebo dokončení prací. Návrh nejvhodnější sestavy strojů pro rozpojování a nakládání hornin závisí především na druhu horniny, na volbě dopravního zařízení, na omezujících faktorech prostředí a především na hospodárnosti nasazených strojů. Jelikož se stavební stroje pracující v sestavách navzájem ovlivňují a jsou na sobě závislé, musí se způsob využívání a podmínky práce jednotlivých strojů podříditi požadavku efektivního využití celé sestavy. Strojní sestava musí být navržena tak, aby umožňovala vykonat práci v daném čase, požadované kvalitě, co nejlevněji a s minimální pracností. Aby byla zajištěna plynulá, nepřerušovaná práce rýpadel, je nutno náležitě organizovat dopravu s použitím dopravních zařízení.

Velikost rýpadla i jeho pracovního nástroje je nutno zvolit teprve po uvážení uspořádání terénu a výkopu, celkového množství prací i množství připadajícího na jednotku času, druhu zeminy, místních podmínek a dopravních prostředků. Pokud jde o volbu nejvhodnějšího pracovního nástroje, je třeba uvážit, zda je výhodnější rýpadlo s výškovou nebo hloubkovou lopatou. Rýpadla s výškovou lopatou jsou vhodná pro práce nad úrovní pojezdu rýpadla, pro těžení spojené s nakládáním nebo přehozem zeminy, pro výkop velkých stavebních jam a zářezů s únosným dnem, pro přemísťování materiálu na krátké vzdálenosti a pro nakládání zeminy na vozidla. Rýpadla s hloubkovou lopatou jsou vhodná pro práci pod úrovní pojezdu rýpadla, pro výkop jam s nepřístupným dnem nebo jen malých rozměrů, pro hloubení rýh, kanálů a příkopů, pro těžení pod hladinou podzemní vody a pro manipulaci s materiálem a nakládání zeminy na vozidla. Rýpadla s drapákovou lopatou jsou

vhodná pro práce převážně pod úrovní pojezdu rýpadla, v lehkých nebo rozpojených horninách, pro hloubení studní, šachet a hustě zapažených výkopů, pro těžení z vody, pro nakládku a vykládku sypkého a kusového materiálu zvláště ve stísněných prostorech a pro zásypy a pohozy. Dále je nezbytně nutné stanovit nejvýhodnější objem lopaty. Rozsáhlé testy společnosti Liebherr vyvrátily názor, že nakládací výkon rýpadla roste přímo úměrně s velikostí lopaty. Testováním bylo zjištěno, že existuje optimální velikost lopaty, se kterou rýpadlo dosahuje nejlepší efektivity využití pohonných hmot a nejvyššího výkonu nakládky v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. I když většina lopat vypadá velmi podobně, existují mezi nimi velké rozdíly. Nabídka lopat na trhu je velmi široká. Hlavním požadavkem při navrhování nejvhodnější lopaty je mít takovou lopatu, která je ve spojení s rychloupínačem a rýpadlem co nejvíce efektivní a produktivní.

Obsluha hydraulického rýpadla má zásadní vliv na výkonnost a efektivitu provozu rýpadla. Aby byla schopnost obsluhy rýpadla plně využita, je nezbytně nutné, aby byly jednotlivé části stroje vzájemně dobře sladěny.

Z hlediska bezpečnosti práce při provádění zemních prací lze používat jen stroje a zařízení, které svou konstrukcí, provedením a technickým stavem odpovídají předpisům. Stroje se mohou používat jen k těm účelům, pro které jsou technicky způsobilé v souladu s technickými podmínkami stanovenými výrobcem a technickými normami.

Neustálý technický vývoj a stále zvyšování stupně mechanizace je důležitým činitelem ve vývoji lidské společnosti. Hlavním cílem mechanizace je odstranit těžkou fyzickou práci vykonávanou člověkem a dosáhnout vysoké produktivity práce při podstatně nižší námaze, dosáhnout zlepšení kvality práce, urychlit tempo výroby a snížit výrobní náklady.

9. Přehled použité literatury a zdrojů

Literární zdroje:

- (1) Bauer Zdeněk (2011): Stroje na stavbách. Praha, Gradis Bohemia, s.r.o.
- (2) Celjak Ivo Ing., CSc. (2009): Stroje pro zemní a meliorační práce. České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
- (3) Celjak Ivo Ing., CSc. (2009): Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací, České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
- (4) ČSN 73 3050 – Zemní práce
- (5) Dolder W., Dolder-Pippke U., Barner A. R., Pfeiffer F., Bongartz S. (2007): 1000 Bagger und andere Baumaschinen. Köln, Naumann & Göbel Verlagsgesellschaft mbH
- (6) Kreníková Věra Ing. (2003): Odpadové hospodářství. Ústí nad Labem, Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí
- (7) Kryl Václav Prof. Ing., CSc., Vavruška Otakar Ing. (2001): Základy lomařství. Ostrava, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta
- (8) Maršál Petr Ing. (2005): Technologie staveb I - Technologie provádění zemních prací. Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
- (9) Maršán Petr Ing. (2004): Stavební stroje. Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
- (10) Pašek Jaroslav, Matula Milan a kolektiv (1995): Inženýrská geologie I., II. Praha, Česká matice technická
- (11) Prudký Jan Ing., Ph.D., Ing. Jana Dufková, Ph.D. (2006): Terénní úpravy. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
- (12) Vaněk Antonín (2003): Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Praha, Academia

Internetové zdroje:

- (13) <http://www.autotrans-jc.cz> (staženo dne 18. 11. 2012)
- (14) <http://www.buj.cz> (staženo dne 8. 12. 2012)
- (15) <http://www.davon.cz> (staženo dne 25. 1. 2013)
- (16) <http://www.eagrotec.cz> (staženo dne 10. 11. 2012)
- (17) <http://www.elvaprofi.cz> (staženo dne 18. 11. 2012)
- (18) <http://www.empec.cz> (staženo dne 12. 11. 2012)

(19) http://www.evrops.cz	(staženo dne 8. 12. 2012)
(20) http://www.farmweb.cz	(staženo dne 24. 1. 2013)
(21) http://www.hcscentrum.cz	(staženo dne 16. 2. 2013)
(22) http://www.hitachi-terex.cz	(staženo dne 19. 11. 2012)
(23) http://www.komatsu.cz	(staženo dne 18. 11. 2012)
(24) http://www.liebherr.com	(staženo dne 18. 11. 2012)
(25) http://www.nekr.cz	(staženo dne 10. 11. 2012)
(26) http://www.new-holland.cz	(staženo dne 19. 11. 2012)
(27) http://www.npke.eu	(staženo dne 12. 11. 2012)
(28) http://www.prestar-lifting.cz	(staženo dne 12. 11. 2012)
(29) http://www.p-z.cz	(staženo dne 18. 11. 2012)
(30) http://www.renomag.cz	(staženo dne 11. 11. 2012)
(31) http://www.silnice-zeleznice.cz	(staženo dne 25. 1. 2013)
(32) http://www.spz.logout.cz	(staženo dne 8. 12. 2012)
(33) http://www.stavebnikomunita.cz	(staženo dne 16. 2. 2013)
(34) http://www.stavebni-technika.cz	(staženo dne 16. 2. 2013)
(35) http://www.strojeslovakia.sk	(staženo dne 14. 2. 2013)
(36) http://www.terramet.cz	(staženo dne 18. 11. 2012)
(37) http://www.topstroje.cz	(staženo dne 25. 1. 2013)
(38) http://www.umikov.cz	(staženo dne 12. 11. 2012)
(39) http://www.volvoce.com	(staženo dne 19. 11. 2012)
(40) http://www.zahradni-radce.cz	(staženo dne 8. 12. 2012)
(41) http://www.zemstr.cz	(staženo dne 10. 11. 2012)

10. Seznam obrázků

Obrázek 2. 2. 1 – Nakládací zubová lopata s rovným břitem

Obrázek 2. 2. 2 – Nakládací zubová lopata s šípovým břitem

Obrázek 2. 2. 3 – Nakládací zubová lopata

Obrázek 2. 2. 4 – Nakládací bezzubá lopata s rovným břitem

Obrázek 2. 2. 5 – Čelist'ová nakládací lopata

Obrázek 2. 2. 6 – Univerzální hloubkové a výškové lopaty

Obrázek 2. 2. 7 – Skalní těžební vyztužené lopaty

Obrázek 2. 2. 8 – Drážkovací a drenážní lopaty

Obrázek 2. 2. 9 – Speciální drážkovací a drenážní lopata s nuceným vyprazdňováním

Obrázek 2. 2. 10 – Čistící a příkopová lopata se zuby

Obrázek 2. 2. 11 – Čistící a příkopová lopata bezzubá

Obrázek 2. 2. 12 – Čistící a příkopová lopata s hydraulicky naklápěným úhlem

Obrázek 2. 2. 13 – Profilová trojúhelníková lopata

Obrázek 2. 2. 14 – Rozrývací zub (trn)

Obrázek 2. 2. 15 – Dvou-čelist'ový lanový drapák

Obrázek 2. 2. 16 – Dvou-čelist'ový hydraulický drapák

Obrázek 2. 2. 17 – Dvou-čelist'ový úzkoprofilový drapák

Obrázek 2. 2. 18 – Standardní těžební dvou-čelist'ový drapák

Obrázek 2. 2. 19 – Bezzubý drapák

Obrázek 2. 2. 20 – Kruhový drapák

Obrázek 2. 2. 21 – Drapák na dřevo

Obrázek 2. 2. 22 – Vidlový dvou-čelist'ový drapák

Obrázek 2. 2. 23 – Polypový drapák

Obrázek 2. 2. 24 – Bourací a štípací kleště

Obrázek 2. 2. 25 – Čelist'ové bourací a rozdrobovací zařízení

Obrázek 2. 2. 26 – Čelist'ový drapák s otočnou hlavou

Obrázek 2. 2. 27 – Zubový čelist'ový drapák

Obrázek 2. 2. 28 – Hydraulická zemní fréza

Obrázek 2. 2. 29 – Hydraulické kladivo

Obrázek 2. 2. 30 – Harvestorová hlava nové generace Waratah H480

Obrázek 2. 2. 31 – Korečkové rýpadlo

Obrázek 2. 2. 32 – Příkopové rýpadlo – rýhovač

11. Seznam grafů

Graf č. 1 – Závislost objemů lopat a hmotnosti vybraných rýpadel

Graf č. 2 – Pracovní cyklus rýpadla CASE CX50B při rozpojení horniny s následným přemístěním na odvoz

Graf č. 3 – Pracovní cyklus rýpadla EUROMACH 6500M při přemíst'ování horniny

Graf č. 4 – Pracovní cyklus rýpadla JCB 3CX při rozpojení horniny v rýze s následným přemístěním na odhoz

Graf č. 5 – Pracovní cyklus rýpadla Komatsu PC160 LC při nakládce rozpojené horniny na odvoz

Graf č. 6 – Pracovní cyklus rýpadla New Holland E215 BLC při rozpojení horniny s následným přemístěním na odvoz

Graf č. 7 – Pracovní cyklus rýpadla Liebherr R924 B při těžbě sedimentu s následným přemístěním na odvoz

Graf č. 8 – Pracovní cyklus rýpadla JCB JS330L při rozpojení horniny s následným přemístěním na odhoz

Graf č. 9 – Pracovní cyklus rýpadla Komatsu PC450 LC při nakládce rozpojené horniny na odvoz

Graf č. 10 – Pracovní cyklus rýpadla New Holland E485 při nakládce rozpojené horniny na odvoz

12. Seznam tabulek

Tabulka 1 – Teoretické doby pracovních cyklů rýpadel v závislosti na objemu lopaty

Tabulka 2 – Koeficienty plnění lopaty k_p podle manipulovaného materiálu

Tabulka 3 – Koeficienty kvalifikace obsluhy k_o

Tabulka 4 – Koeficienty úhlu otáčení k_u

Tabulka 5 – Koeficienty opotřebení lopaty rýpadla k_n

Tabulka 6 – Koeficient poměru objemu lopaty a objemu korby odvozního vozidla k_1

Tabulka 7 – Vstupní data pro analýzu závislosti parametrů vybraných rýpadel

Tabulka 8 – Přehled naměřených průměrných časů pracovních cyklů rýpadel kategorie do 10 tun

Tabulka 9 – Přehled naměřených průměrných časů pracovních cyklů rýpadel kategorie 10 - 30 tun

Tabulka 10 – Přehled naměřených průměrných časů pracovních cyklů rýpadel kategorie nad 30 tun

Tabulka 11 – Přehled teoretické, provozní a skutečné (naměřené) výkonnosti rýpadel v závislosti na objemu lopaty

13. Seznam příloh

- Příloha A: Tabulky skutečně naměřených dílčích časů pracovních cyklů rýpadel
- Příloha B: Datový nosič (CD)

PŘÍLOHA A

CASE CX50B				
Objem lopaty: 0,18 m ³				
Podvozek: pásový				
Hmotnost rýpadla: 4,87 t				
Výkon motoru: 32 kW				
Druh zemní práce: rozpojení horniny na odvoz				
Úhel otáčení: 180°				
Typ horniny: 2. tř.				



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	3,96	7,53	3,11	8,90	23,50
2	4,71	8,07	3,30	8,28	24,36
3	3,65	7,96	3,02	8,77	23,40
4	4,85	7,41	3,69	9,40	25,35
5	4,12	7,52	4,21	8,40	24,25
6	5,55	7,46	3,92	8,36	25,29
7	4,24	7,34	3,19	8,73	23,50
8	5,54	7,89	4,38	8,44	26,25
9	4,40	6,76	3,39	8,49	23,04
10	5,00	7,22	4,09	8,56	24,87
11	3,72	7,88	3,32	8,46	23,38
12	4,89	7,49	4,18	9,51	26,07
13	4,12	7,45	3,21	8,39	23,17
14	4,55	7,60	4,29	8,36	24,80
15	4,28	7,64	3,27	8,73	23,92
16	5,43	7,63	4,52	8,68	26,26
17	4,38	6,95	3,86	8,52	23,71
18	4,72	7,28	3,94	8,44	24,38
19	5,03	7,57	4,06	8,87	25,53
20	4,28	7,36	3,65	8,56	23,85
21	4,48	7,72	4,31	8,71	25,22
22	4,63	7,85	3,63	8,63	24,74
23	5,52	7,42	4,38	8,47	25,79
24	4,29	6,84	3,91	8,69	23,73
25	5,12	7,19	4,21	8,65	25,17
26	5,38	7,76	4,29	8,51	25,94
27	4,56	6,83	3,52	8,55	23,46
28	5,18	7,14	4,14	8,38	24,84
29	3,81	7,75	3,28	8,61	23,45
30	3,68	7,94	3,25	8,53	23,40
Průměr	4,60	7,48	3,78	8,62	24,48

EUROMACH 6500M

Objem lopaty: 0,15 m³
 Podvozek: samohybný (krácející)
 Hmotnost rýpadla: 7,8 t
 Výkon motoru: 52,7 kW
 Druh zemní práce: přemístění horniny
 Úhel otáčení: 45°
 Typ horniny: 3. tř.



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	3,75	3,50	1,92	3,36	12,53
2	3,77	3,78	1,88	2,65	12,08
3	3,09	3,42	2,37	3,83	12,71
4	3,15	2,98	2,41	4,19	12,73
5	4,12	2,75	1,91	3,23	12,01
6	3,47	2,69	1,85	4,34	12,35
7	3,25	3,18	2,21	3,61	12,25
8	3,81	2,82	2,24	3,56	12,43
9	3,93	2,85	2,15	3,05	11,98
10	3,98	3,21	2,07	3,92	13,18
11	4,06	2,43	1,79	3,48	11,76
12	3,37	3,03	1,96	3,22	11,58
13	3,18	2,69	2,02	3,75	11,64
14	3,41	3,81	1,82	3,12	12,16
15	3,76	3,26	1,99	3,25	12,26
16	4,08	2,72	2,26	3,24	12,30
17	3,32	3,35	2,05	3,72	12,44
18	3,91	3,37	2,18	3,65	13,11
19	3,28	3,41	1,85	3,36	11,90
20	3,74	3,29	2,06	2,87	11,96
21	3,15	3,42	1,98	2,75	11,30
22	3,38	3,53	1,85	3,31	12,07
23	3,41	3,57	1,78	3,13	11,89
24	3,55	3,19	2,01	3,32	12,07
25	4,12	2,92	1,94	2,96	11,94
26	3,59	3,15	2,19	3,04	11,97
27	3,70	3,36	2,20	3,09	12,35
28	3,53	3,31	1,88	2,97	11,69
29	3,24	3,52	1,82	3,28	11,86
30	3,48	3,05	1,96	3,23	11,72
Průměr	3,59	3,19	2,02	3,35	12,15

JCB 3CXObjem lopaty: 0,17 m³

Podvozek: traktorový

Hmotnost rýpadla: 8,136 t

Výkon motoru: 74,2 kW

Druh zemní práce: rozpojení v rýze na odhoz

Úhel otáčení: 90°

Typ horniny: 3. tř.



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	6,10	6,27	2,46	9,25	24,08
2	7,44	5,83	2,96	8,34	24,57
3	8,56	5,54	3,37	9,08	26,55
4	6,66	7,25	3,60	8,72	26,23
5	6,15	5,64	3,80	8,84	24,43
6	7,59	5,58	3,41	8,84	25,42
7	7,60	5,90	3,33	9,15	25,98
8	7,89	5,35	3,45	8,18	24,87
9	6,54	6,05	3,14	8,75	24,48
10	6,86	6,83	3,53	8,45	25,67
11	7,18	5,83	2,75	8,87	24,63
12	6,74	6,30	3,64	8,21	24,89
13	7,06	5,38	3,57	8,54	24,55
14	7,62	5,54	3,49	8,02	24,67
15	8,06	6,43	3,83	8,32	26,64
16	6,43	7,04	3,26	8,95	25,68
17	8,33	6,48	2,98	8,36	26,15
18	7,68	5,62	3,21	9,38	25,89
19	6,28	5,85	3,43	8,82	24,38
20	7,37	6,24	3,26	9,42	26,29
21	8,21	5,96	3,09	8,77	26,03
22	6,76	5,94	2,97	9,19	24,86
23	6,98	5,47	3,33	8,42	24,20
24	7,71	6,32	3,19	8,67	25,89
25	8,05	5,98	3,56	9,24	26,83
26	7,56	5,51	3,12	9,38	25,57
27	6,72	5,31	3,02	9,79	24,84
28	6,35	6,94	3,30	8,79	25,38
29	6,22	5,32	3,15	9,53	24,22
30	7,17	5,93	3,82	8,79	25,71
Průměr	7,20	5,99	3,30	8,84	25,33

KOMATSU PC160LC

 Objem lopaty: 0,66 m³

Podvozek: pásový

Hmotnost rýpadla: 17,92 t

Výkon motoru: 90 kW



Druh zemní práce: nakládka rozpojené horniny na odvoz

Úhel otáčení: 90°

Typ horniny: lomový kámen netříděný

Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	4,25	3,38	1,91	3,25	12,79
2	5,25	3,10	1,89	3,65	13,89
3	3,80	3,73	2,65	3,19	13,37
4	3,39	3,39	1,69	3,93	12,40
5	3,82	4,03	1,56	3,84	13,25
6	4,64	3,68	1,93	3,44	13,69
7	3,18	3,52	2,16	3,32	12,18
8	3,78	3,49	1,87	3,28	12,42
9	2,95	3,84	2,02	3,55	12,36
10	3,49	3,28	2,31	3,19	12,27
11	4,32	3,51	2,53	3,37	13,73
12	3,66	3,27	2,58	3,21	12,72
13	4,01	3,79	2,25	3,79	13,84
14	3,93	3,36	1,82	3,18	12,29
15	3,27	3,94	2,43	3,52	13,16
16	3,85	3,45	1,91	3,34	12,55
17	4,09	3,62	2,31	3,33	13,35
18	3,68	3,87	1,86	3,71	13,12
19	3,72	3,71	1,94	3,56	12,93
20	3,64	3,83	1,85	3,73	13,05
21	5,05	3,19	2,48	3,15	13,87
22	4,96	3,55	2,07	3,22	13,80
23	3,73	3,28	1,95	3,19	12,15
24	3,41	3,49	1,88	3,38	12,16
25	3,37	3,67	1,96	3,57	12,57
26	3,39	3,81	1,81	3,36	12,37
27	4,32	3,62	2,13	3,38	13,45
28	4,01	3,79	2,18	3,63	13,61
29	3,54	3,48	1,80	3,46	12,28
30	3,38	3,21	1,86	3,20	11,65
Průměr	3,86	3,56	2,05	3,43	12,90

New Holland E215 BLCObjem lopaty: 1 m³

Podvozek: pásový

Hmotnost rýpadla: 23,59 t

Výkon motoru: 118 kW

Druh zemní práce: rozpojení horniny na odvoz

Úhel otáčení: 105°

Typ horniny: ornice



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	4,09	7,55	3,24	4,73	19,61
2	4,46	6,68	3,05	5,79	19,98
3	4,13	6,47	2,89	5,52	19,01
4	5,04	6,65	3,44	5,03	20,16
5	5,90	6,37	3,31	5,68	21,26
6	5,94	6,89	3,78	4,93	21,54
7	4,35	7,05	3,14	4,76	19,30
8	5,01	6,32	3,73	4,59	19,65
9	4,42	6,91	2,82	5,53	19,68
10	5,18	5,84	3,80	4,93	19,75
11	5,98	5,88	3,34	5,93	21,13
12	6,36	8,02	3,72	4,98	23,08
13	4,14	7,41	2,87	5,12	19,54
14	4,49	6,87	3,03	4,91	19,30
15	4,96	6,15	2,75	5,06	18,92
16	5,43	6,56	3,38	5,34	20,71
17	4,92	7,33	3,27	5,25	20,77
18	6,57	8,27	3,87	4,81	23,52
19	4,82	6,32	3,37	4,90	19,41
20	5,34	6,06	2,71	5,71	19,82
21	5,04	6,05	3,51	5,02	19,62
22	5,98	6,48	3,22	5,09	20,77
23	6,29	7,84	3,83	4,41	22,37
24	4,70	7,43	3,11	5,59	20,83
25	4,12	6,12	3,23	5,11	18,58
26	4,27	6,75	2,33	5,62	18,97
27	5,51	6,33	3,73	4,64	20,21
28	5,53	7,03	3,15	5,52	21,23
29	4,57	6,82	3,28	5,68	20,35
30	4,21	6,97	3,25	5,48	19,91
Průměr	5,06	6,78	3,27	5,19	20,30

Liebherr R924 B LitronicObjem lopaty: 1,2 m³

Podvozek: pásový

Hmotnost rýpadla: 27,9 t

Výkon motoru: 127 kW

Druh zemní práce: těžení sedimentu na odvoz

Úhel otáčení: 135°

Typ horniny: rybníční sediment



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	2,93	6,09	1,87	4,29	15,18
2	3,45	6,47	2,53	4,39	16,84
3	3,41	5,75	2,80	5,17	17,13
4	3,07	5,74	2,53	5,35	16,69
5	3,08	5,31	2,32	4,84	15,55
6	2,68	5,24	2,56	5,01	15,49
7	2,91	5,34	1,94	4,87	15,06
8	2,82	5,84	2,06	4,28	15,00
9	3,25	6,58	2,79	4,16	16,78
10	2,83	5,72	2,11	5,03	15,69
11	3,27	5,28	2,34	5,97	16,86
12	3,33	5,60	2,28	5,60	16,81
13	2,87	5,42	2,34	5,33	15,96
14	3,03	5,74	1,96	5,28	16,01
15	3,14	6,42	2,70	4,80	17,06
16	3,51	5,48	2,09	5,15	16,23
17	3,05	5,71	3,37	4,73	16,86
18	3,08	5,65	2,47	5,58	16,78
19	3,16	4,83	2,18	5,16	15,33
20	3,27	5,69	2,98	4,83	16,77
21	3,28	5,89	2,29	5,90	17,36
22	3,39	5,01	2,27	5,16	15,83
23	2,97	5,21	2,09	5,51	15,78
24	3,04	4,94	2,38	5,52	15,88
25	3,18	5,29	2,35	5,41	16,23
26	2,97	5,91	2,43	5,63	16,94
27	3,34	5,59	2,26	5,53	16,72
28	2,84	5,47	2,37	5,29	15,97
29	3,12	5,78	2,36	5,28	16,54
30	3,54	5,53	2,12	5,18	16,37
Průměr	3,13	5,62	2,37	5,14	16,26

JCB JS330L

Objem lopaty: 1,4 m³

Podvozek: pásový

Hmotnost rýpadla: 39,9 t

Výkon motoru: 202 kW

Druh zemní práce: rozpojení horniny na odhoz

Úhel otáčení: 180°

Typ horniny: 2. třída



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	9,15	7,52	4,44	7,20	28,31
2	9,37	7,00	4,62	6,91	27,90
3	9,27	7,90	4,11	7,06	28,34
4	9,16	7,82	3,70	7,34	28,02
5	9,19	7,57	4,14	7,55	28,45
6	8,52	8,28	3,66	8,06	28,52
7	9,55	7,91	4,35	7,16	28,97
8	8,96	7,66	3,68	7,83	28,13
9	8,62	8,44	3,80	7,33	28,19
10	8,87	8,84	3,84	8,22	29,77
11	9,02	8,24	4,13	7,54	28,93
12	8,81	7,49	4,10	7,78	28,18
13	9,15	8,41	4,26	7,11	28,93
14	9,09	8,46	4,21	8,28	30,04
15	8,48	8,12	3,45	7,20	27,25
16	8,88	8,02	3,74	7,42	28,06
17	10,06	7,98	4,00	7,16	29,20
18	9,29	7,92	3,62	7,52	28,35
19	9,19	8,59	3,97	7,65	29,40
20	9,00	7,68	3,53	7,59	27,80
21	9,17	8,20	4,54	7,48	29,39
22	9,10	7,29	4,03	7,89	28,31
23	10,17	8,10	3,95	7,16	29,38
24	9,95	7,44	3,74	7,91	29,04
25	10,02	7,67	3,85	7,34	28,88
26	9,32	7,19	4,06	7,84	28,41
27	10,14	8,23	3,47	7,14	28,98
28	9,76	8,25	3,28	7,56	28,85
29	9,80	7,35	4,38	7,59	29,12
30	10,18	8,03	3,63	7,38	29,22
Průměr	9,31	7,92	3,94	7,51	28,68

KOMATSU PC450 LCObjem lopaty: 1,9 m³

Podvozek: pásový

Hmotnost rýpadla: 44,2 t

Výkon motoru: 231 kW

Druh zemní práce: nakládka rozpojené horniny

Úhel otáčení: 90°

Typ horniny: 3. - 4. třída



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	6,91	4,97	3,34	4,74	19,96
2	5,14	5,95	3,53	4,69	19,31
3	4,69	6,35	5,56	5,43	22,03
4	4,60	6,41	4,42	5,58	21,01
5	4,81	5,51	4,99	4,65	19,96
6	4,45	5,50	5,70	5,37	21,02
7	5,60	5,67	4,98	4,70	20,95
8	6,98	5,10	3,64	4,50	20,22
9	5,48	4,85	4,31	4,47	19,11
10	4,94	5,58	7,18	6,05	23,75
11	4,37	6,12	4,35	4,74	19,58
12	5,57	5,44	4,07	4,98	20,06
13	4,36	5,31	5,92	5,08	20,67
14	7,38	4,92	3,43	4,77	20,50
15	5,39	5,25	4,12	4,26	19,02
16	5,51	5,60	5,94	5,01	22,06
17	5,37	5,87	4,69	5,31	21,24
18	5,18	4,93	4,92	5,12	20,15
19	4,57	4,79	5,95	5,73	21,04
20	6,79	4,87	4,43	4,58	20,67
21	5,47	5,49	4,48	4,57	20,01
22	4,86	6,00	5,17	5,35	21,38
23	4,66	5,12	4,57	4,30	18,65
24	6,48	5,06	4,42	4,40	20,36
25	4,45	4,89	5,41	5,12	19,87
26	5,65	6,08	4,07	4,68	20,48
27	6,28	5,35	4,38	4,61	20,62
28	4,70	5,88	3,97	4,54	19,09
29	5,37	5,68	5,98	5,58	22,61
30	4,54	6,05	4,43	4,62	19,64
Průměr	5,35	5,49	4,75	4,92	20,51

NEW HOLLAND E485

Objem lopaty: 2,6 m³

Podvozek: pásový

Hmotnost rýpadla: 50,25 t

Výkon motoru: 250 kW

Druh zemní práce: nakládka rozpojené horniny na odvoz

Úhel otáčení: 180°

Typ horniny: lomový kámen netříděný



Pokusy	Čas na plnění lopaty (náběr)	Čas na otáčení k místu vyprázdnění lopaty	Čas pro vyprázdnění lopaty	Čas pro otáčení lopaty do místa dalšího náběru	Celkový čas cyklu
1	5,96	7,46	6,30	6,23	25,95
2	7,88	7,17	4,78	6,33	26,16
3	7,35	9,88	7,68	6,07	30,98
4	5,87	7,55	4,87	7,20	25,49
5	7,40	7,68	4,04	7,20	26,32
6	6,07	7,34	6,95	6,81	27,17
7	7,97	7,59	4,95	7,65	28,16
8	6,98	8,15	5,51	7,42	28,06
9	7,39	7,82	6,16	7,81	29,18
10	6,14	8,52	5,97	7,13	27,76
11	6,83	9,03	4,68	7,54	28,08
12	5,91	7,49	7,15	6,31	26,86
13	7,54	8,32	5,87	7,38	29,11
14	7,19	9,56	6,05	6,92	29,72
15	6,54	7,13	6,54	6,83	27,04
16	7,69	8,94	5,39	7,18	29,20
17	6,63	8,32	5,02	7,38	27,35
18	6,94	7,88	6,89	7,32	29,03
19	7,51	7,38	5,36	6,33	26,58
20	6,82	7,23	5,62	6,56	26,23
21	7,22	7,51	5,19	6,37	26,29
22	6,38	7,46	5,91	6,78	26,53
23	6,87	7,18	6,36	6,19	26,60
24	6,98	8,02	6,49	7,53	29,02
25	7,23	7,86	5,68	7,12	27,89
26	7,58	8,31	5,87	6,62	28,38
27	6,72	7,18	5,42	7,08	26,40
28	6,26	7,19	5,33	6,82	25,60
29	6,78	7,21	5,39	7,12	26,50
30	7,46	7,18	5,14	6,14	25,92
Průměr	6,94	7,85	5,75	6,91	27,45

