



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PŘÍDAVNÁ PRACOVNÍ ZAŘÍZENÍ A NÁŘADÍ PRO STROJE PRO RYPADLA

ADDITIONAL WORKING EQUIPMENT AND TOOLS FOR MACHINES FOR
EXCAVATORS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Karel Horký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	Karel Horký
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.
Akademický rok:	2016/17

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

Přídavná pracovní zařízení a nářadí pro stroje pro rypadla

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kritická rešerše existujících přídavných pracovních zařízení, které umožňují rozšířit funkce rypadel při demoličních pracích budov. Práce bude zejména zaměřena na bourací kladiva, demoliční čelisti a nůžky a přídavná zařízení k drcení a třídění stavebních sutí.

Cíle bakalářské práce:

Přehled současně vyráběných a používaných přídavných pracovních zařízení rypadel určených pro demolici budov.

Kritický rozbor jak s ohledem na konstrukční uspořádání jednotlivých koncepcí, tak i na provozní a technické parametry.

Hodnocení jednotlivých koncepcí.

Předpokládané směry vývoje.

Seznam literatury:

VANĚK, Antonín. Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Praha: Academia, 2003. Česká matice technická (Academia). ISBN 80-200-1045-9.

ŠKOPÁN, Miroslav. Hydraulické pohony strojů. Vysoké učení technické v Brně, 2009. [cit. 1. 11. 2016]. Dostupné z <https://www.vutbr.cz/studis/student.phtml>.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.

ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.

děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na rešerši současně vyráběných a používaných hydraulických demoličních kladiv a hydraulických demoličních nůžek určených pro demolici budov. V obou případech je zpracován přehled typů zařízení pro použití na různých rypadlech od vybraných výrobců. V této práci je zpracováno také porovnání těchto vybraných zařízení. Porovnání je zapsáno do tabulek a vykresleno do grafů. Dále je uveden přehled přídatných zařízení pro drcení a třídění stavebních sutí.

KLÍČOVÁ SLOVA

Demoliční kladivo, demoliční nůžky, přídatná zařízení pro drcení sutí, přídatná zařízení pro třídění sutí, porovnání

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on research of hydraulic demolition hammers and hydraulic demolition shares that are manufactured and used to demolish the buildings nowadays. There is written down a research of types of equipment for an application on different types of excavators in both cases. In this thesis there is a comparison of this equipment also included. Comparison is written down to the tables and drawn to the graphs. Moreover there is included a survey of additional equipment for crushing and separating a structural rubble.

KEYWORDS

Demolition hammer, demolition shares, additional equipment for crushing a rubble, additional equipment for separating a rubble, comparison

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HORKÝ, K. *Přídavná pracovní zařízení a nářadí pro stroje pro rypadla*. Brno, 2017. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 40 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 26. května 2017

.....

Karel Horký

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji svému vedoucímu práce doc. Ing. Miroslavu Škopánovi, CSc. za rady a ochotu při tvorbě této práce.

Taktéž děkuji své rodině a všem, kteří mě v průběhu studia podporovali a pomáhali mi.

OBSAH

Úvod	9
1 Bourací kladiva.....	10
1.1 Konstrukce bouracího kladiva	10
1.2 Princip bouracího kladiva	11
1.3 Přehled bouracích kladiv od vybraných dodavatelů	12
1.3.1 Soosan.....	12
1.3.2 Renomag.....	12
1.3.3 Rotair	13
1.3.4 Sandvik	14
1.4 Porovnání bouracích kladiv podle vybraných parametrů	16
1.5 Druhy používaných nástrojů u bouracích kladiv	17
1.6 Shrnutí výhod a vhodnosti použití bouracích kladiv	18
2 Demoliční nůžky a čelisti	19
2.1 Princip funkce a konstrukce.....	19
2.2 Rozdělení demoličních nůžek.....	20
2.3 Přehled demoličních nůžek od vybraných dodavatelů.....	20
2.3.1 Atlas Copco	20
2.3.2 Sandvik	21
2.3.3 Montabert	22
2.3.4 NPK Europe.....	23
2.4 Porovnání univerzálních nůžek podle vybraných parametrů.....	25
2.5 Porovnání šrotových nůžek podle vybraných parametrů.....	27
2.6 Porovnání drtičů (pulverizátorů) podle vybraných parametrů.....	28
3 Zařízení k drcení a třídění sutí.....	30
3.1 Třídící a demoliční drapák	30
3.2 Třídící lžíce MB Crusher	31
3.3 Drtící lžíce a lopaty MB Crusher	32
3.4 Hartl Crusher.....	33
3.5 Hartl Screener	34
3.6 ALLU lopaty.....	34
3.7 Shrnutí využití, výhod a nevýhod zařízení k drcení a třídění sutí	35
Závěr.....	36
Použité informační zdroje.....	37
Seznam použitých zkratk a symbolů	40

ÚVOD

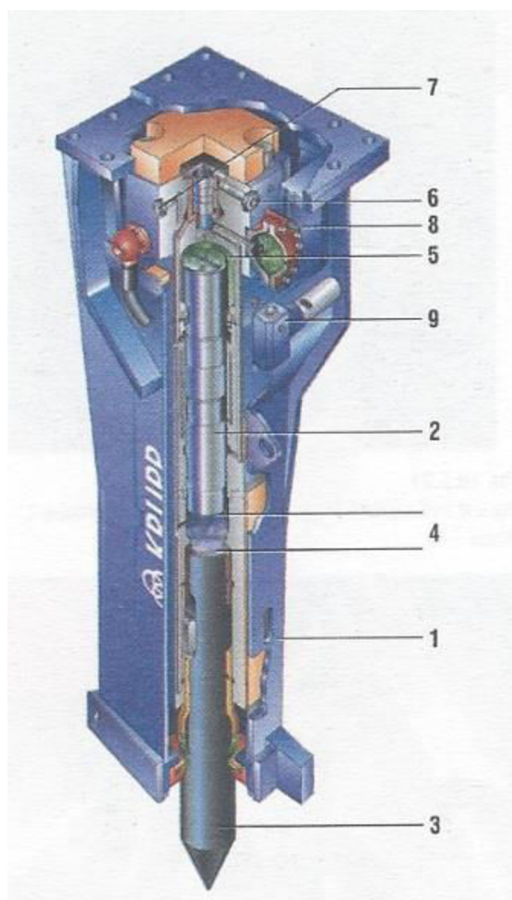
V dnešní době je u budov stejně důležitou otázkou jejich správná konstrukce jako jejich efektivní, rychlá a pokud možno ekologická demolice. K tomuto účelu slouží bourací kladiva, demoliční nůžky a čelisti, či přídatná zařízení určená k drcení a třídění sutí, která jsou náplní mé bakalářské práce. Bourací kladiva jsou konstrukčně jednoduchá zařízení, která slouží k rozrušování nevyztužených částí konstrukce a ke zmenšování velkých kusů demolovaného materiálu. Jejich jednoduchá konstrukce slouží ke snadné opravě a údržbě. Demoliční nůžky a čelisti se dělí do třech základních kategorií – univerzální nůžky, nůžky šrotové a drtiče (pulverizátory). Univerzální nůžky slouží jak ke stříhání, tak k drcení, a jsou tedy vhodnou pomůckou pro rozrušování armovaných částí konstrukce. Šrotové nůžky jsou zařízení sloužící ke stříhání kovových profilů, pulverizátory se pak používají pro drcení nevyztužených částí konstrukce. Zařízení pro drcení a třídění sutí je možno použít ve zpracování adaptéru určeného pro rypadla. Mezi tato zařízení se řadí např. ALLU lopaty nebo lopaty a lžice od firmy Hartl. Tato zařízení však nejsou schopna plně nahradit mobilní drtičky. Jejich použití je omezeno mnoha faktory – velikost vstupního otvoru, velikost materiálu apod. Téma pro zpracování bakalářské práce jsem si vybral z důvodu mého zájmu o zařízení tohoto typu.

Cílem této práce je přehled současně vyráběných a používaných přídatných pracovních zařízení rypadel určených pro demolici budov a jejich kritický rozbor jak s ohledem na konstrukční uspořádání jednotlivých koncepcí, tak i na provozní a technické parametry. Dalšími cíli jsou hodnocení jednotlivých koncepcí a předpokládané směry jejich vývoje.

1 BOURACÍ KLADIVA

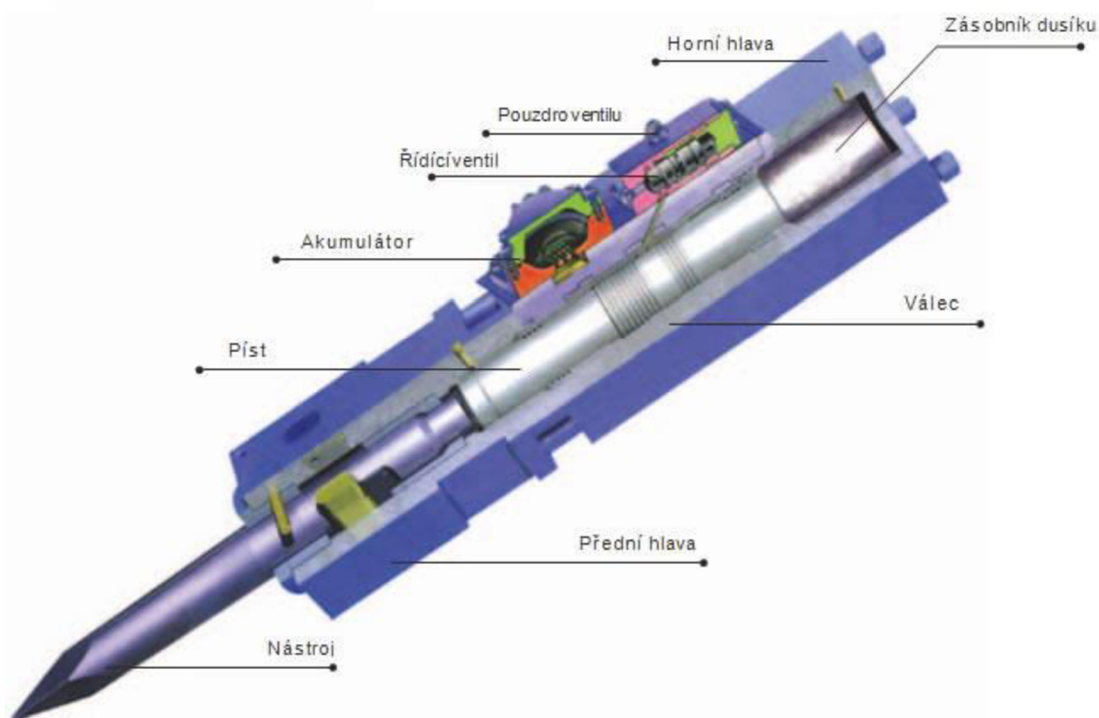
Pro správnou volbu přídavného zařízení je třeba dbát na dva parametry. Zaprvé, aby hmotnost tohoto zařízení odpovídala rozsahu hmotností nosiče (rypadla). Obecně by se dalo říct, že hmotnost kladiva je přibližně desetina hmotnosti rypadla. Zadruhé, aby byl průtok kapaliny v hydraulickém okruhu dostačující. Mezi nejznámější výrobce bouracích kladiv patří např. firmy Krupp, Caterpillar, Montabert, Rammer nebo Soosan. Vývoj bouracích kladiv směřuje ke snižování hluchnosti, zlepšení mazání a zvyšování hodnoty plnicího tlaku dusíku. [1]

1.1 KONSTRUKCE BOURACÍHO KLADIVA



Obr. 1 Konstrukce hydraulického kladiva Krupp Maraton Vibrosilenced Plus [4]

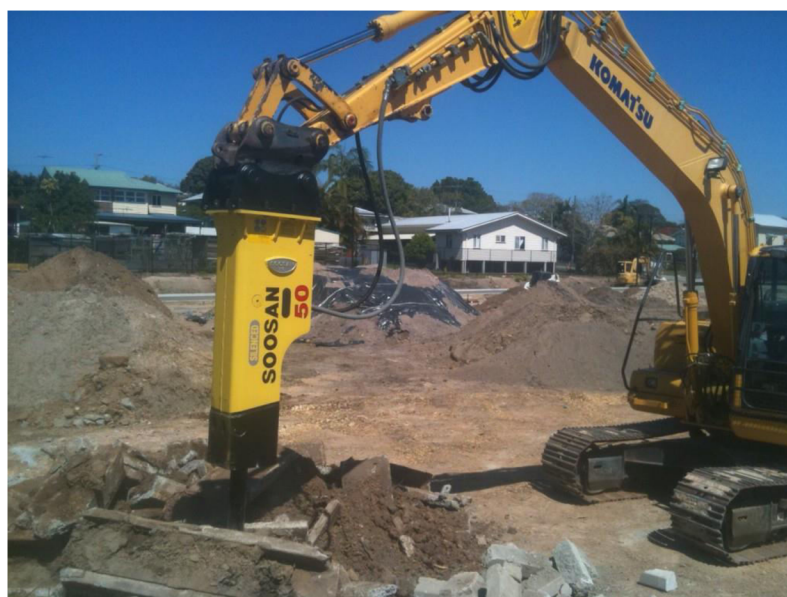
- 1 – Plášť kladiva – slouží k ochraně kladiva před vnějším poškozením*
- 2 – Pohyblivý píst – koná pohyb, stejná plocha jako nástroj kvůli efektivitě přenosu energie*
- 3 – Pracovní nástroj – má stejnou plochu jako píst, více druhů viz dále*
- 4 – Zdvihový prostor mezi stopkou nástroje a pístem*
- 5 – Plynový akumulátor – k tlumení nárazů a energetickému využití pohybu pístu*
- 6 – Regulační ventil – k regulaci potřebného výkonu a zdvihu pístu*
- 7 – Odvzdušňovací vývod pro práci kladiva pod vodou*
- 8 – Přístup k údržbě nárazových částí kladiva*
- 9 – Automatické mazání kladiva*



Obr. 2 Konstrukce hydraulického kladiva Giant [5]

1.2 PRINCIP BOURACÍHO KLADIVA

Základní podmínkou k použití bouracího kladiva je vybavení ramena nosiče (rypadla) přídatným hydraulickým okruhem. Olej z hydraulického okruhu ramene proudí do hydraulického bouracího kladiva, kde svým tlakem stlačuje dusíkovou náplň v kladivu. Když tlak dusíku dosáhne požadované hodnoty, tak je olej odveden pryč. Rozpínající se dusík prostřednictvím oleje předá energii do pístu, který svůj pohyb předá do nástroje. Tento proces se může opakovat několikrát za vteřinu. [2]



Obr. 3 Rypadlo Komatsu s přídatným hydraulickým okruhem a kladivem Soosan [3]

1.3 PŘEHLED BOURACÍCH KLADIV OD VYBRANÝCH DODAVATELŮ

Do přehledu bouracích kladiv jsou vybráni 4 dodavatelé těchto přídatných zařízení – Rotair, Soosan, Renomag a Sandvik. Tyto společnosti jsou vybrány na základě dobré dostupnosti informací a široké nabídky zařízení.

1.3.1 SOOSAN

Soosan Heavy Industries Co., Ltd. je předním korejským výrobcem hydraulických kladiv, nůžek, pulverizátorů, drapaků a hydraulických vrtacích zařízení. Společnost byla založena roku 1984 a je předním korejským výrobcem nástrojů pro demolice a přípravu stavenišť. Společnost Soosan je uznávána jako jeden z předních světových výrobců hydraulických kladiv, demoličních zařízení, pásových vrtáků a hydraulických jeřábů. V současné době vyváží své produkty do 70 různých zemí po celém světě. [6]

Tab. 1 Hydraulická kladiva Soosan [6]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Průměr nástroje [mm]	Minimální hmotnost nosiče [t]
SB10TS-P	102	15 – 30	9 – 12	800 – 1100	40	0,8 – 2,5
SB20TS-P	126	20 – 40	9 – 12	700 – 1200	45	1,2 – 3,0
SB30TS-P	152	25 – 50	9 – 12	600 – 1100	53	2,5 – 4,5
SB35TS-P	224	30 – 60	10 – 13	500 – 1000	60	3,0 – 5,5
SB40TS-P	295	40 – 70	11 – 14	500 – 900	68	4,0 – 7,0
SB43TS-P	375	50 – 90	12 – 15	400 – 800	75	6,0 – 9,0
SB45TS-P	571	60 – 100	13 – 16	400 – 800	85	7,0 – 14,0
SB50TS-P	861	80 – 110	15 – 17	350 – 700	100	11 – 16
SB60TS-P	1297	90 – 120	15 – 17	350 – 650	125	15 – 18
SB70TS-P	1500	100 – 150	16 – 18	350 – 600	135	18 – 21
SB81TS-P	1766	120 – 180	16 – 18	350 – 500	140	18 – 26
SB100TS-P	2071	150 – 210	16 – 18	300 – 450	150	25 – 30
SB121TS-P	2632	180 – 240	16 – 18	300 – 450	155	28 – 35
SB130TS-P	2833	200 – 260	16 – 18	250 – 400	165	30 – 45
SB140TS-P	3090	200 – 260	16 – 18	200 – 350	165	32 – 50
SB151TS-P	3991	210 – 290	16 – 18	200 – 350	175	40 – 55

1.3.2 RENOMAG

Společnost Renomag byla založena roku 1993. Společnost dodává a snaží se zdokonalovat lžice, lopaty a přídatná zařízení pro stavební stroje ve stavebnictví, lomech a dolech. [7]

Tab. 2 Hydraulická kladiva lehké třídy od firmy Renomag [8]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Nárazová energie [J]	Průměr nástroje [mm]
XR55	55	12 – 25	6 – 13	800 – 1200	0,5 – 2	122	40
XR120	120	12 – 25	9 – 12	550 – 1000	0,8 – 2,5	157	45
XR190	187	23 – 70	9 – 12	600 – 1500	1,5 – 4	294	57
XR260	260	29 – 65	11 – 16,5	380 – 1000	3 – 6,5	613	70
XR330	390	34 – 76	12 – 16,5	380 – 900	4,5 – 8	760	75
XR500	495	38 – 85	14 – 17	400 – 1100	4,5 – 8	1110	80
XR550	545	42 – 94	14 – 17	350 – 1000	6,0 – 10	1428	90
XR800	800	63 – 102	14 – 18	350 – 900	8 – 12,5	1870	95
XR900	900	68 – 119	14 – 19	350 – 900	10 – 15	2247	105
XR1150	1150	85 – 127	14 – 19	320 – 700	12 – 18	2804	115

Tab. 3 Hydraulická kladiva střední třídy od firmy Renomag [8]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Nárazová energie [J]	Průměr nástroje [mm]
XR1450	1450	95 – 131	15 – 19	320 – 650	16 – 22	3018	125
XR1600	1580	115 – 155	16 – 19	320 – 600	18 – 24	3532	135
XR1800	1800	119 – 161	16 – 19	340 – 550	20 – 26	3647	135
XR2000	2000	127 – 178	16 – 19	270 – 500	24 – 30	5610	145
XR2400	2400	154 – 204	16 – 19	250 – 450	25 – 36	6410	150
XR2700	2700	170 – 238	16 – 19	230 – 470	28 – 42	7365	155
XR3300	3300	187 – 250	15 – 19	230 – 410	34 – 50	7932	165
XR3800	3800	204 – 272	15 – 19	230 – 500	40 – 60	9350	175

Tab. 4 Hydraulická kladiva těžké třídy od firmy Renomag [8]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Nárazová energie [J]	Průměr nástroje [mm]
XR4500	4500	260 – 360	15 – 19	280 – 530	45 – 80	10167	180
XR5700	5700	310 – 390	17 – 21	280 – 485	58 – 90	12878	200
XR7000	7000	350 – 420	17 – 21	280 – 520	60 – 100	15025	205
XR10000	10000	450 – 530	17 – 21	250 – 380	85 – 140	20943	240

1.3.3 ROTAIR

Společnost Rotair má více než 50letou tradici ve výrobě a dodávání široké škály produktů pro stavební a zemědělský průmysl. Mezi tyto produkty se řadí elektrické kompresory, multifunkční dumpery, hydraulická kladiva a drtiče. Firma dodává hydraulická kladiva

v provedení sedlo a deska. Deska je samostatné zařízení bez systému upínání na rameno rypadla, zatímco sedlo je kladivo dodané se systémem upínání. [9]

Tab. 5 Hydraulická kladiva Rotair lehké třídy v provedení sedlo [10]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Max. nárazová energie [J]	Průměr nástroje [mm]
OLS 50	60	15 – 20	13 – 15	1000 – 1350	0,8 – 1,2	122	36
OLS 95	100	23 – 32	8 – 12	800 – 1200	1,3 – 2,2	230	48
OLS 160	180	30 – 50	8 – 12	800 – 1200	2,2 – 3,2	360	53,7
OLS 255	255	45 – 85	9 – 13	650 – 1000	3,4 – 4,5	590	67,5
OLS 300	275	45 – 85	9 – 13	650 – 1000	3,5 – 5,0	590	71,5
OLS 350	350	60 – 95	7 – 13	680 – 720	4,5 – 8,0	830	77,5
OLS 550	568	80 – 110	7 – 13	480 – 720	7,0 – 11,0	1060	81,5

Tab. 6 Hydraulická kladiva Rotair těžké třídy v provedení sedlo [27]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Max. nárazová energie [J]	Průměr nástroje [mm]
OLS 700X	700	70 – 100	15	600 – 900	10 – 14	2000	95
OLS 980 X	970	90 – 120	16	700 – 900	12 – 18	2400	105
OLS 1000	1000	90 – 115	17	500 – 1050	14 – 20	2400	105
OLS 1300 X	1300	110 - 140	16	700 – 900	17 – 20	3000	120
OLS 1400	1350	105 – 125	17	400 – 900	17 – 22	3200	120
OLS 1600 X	1600	125 – 155	17	600 – 800	20 – 25	3700	135
OLS 1700	1700	130 – 160	17	400 – 800	20 – 29	4200	135
OLS 2200	2200	165 – 195	17,5	350 – 650	27 – 35	6100	150



Obr. 4 Provedení sedlo (vlevo) a provedení deska [10]

1.3.4 SANDVIK

Společnost Sandvik byla založena roku 1862 Göranem Fredrikem Göranssonem. Společnost se postupem času začala prosazovat v mnoha kategoriích průmyslu, mezi které dnes patří

především výroba nástrojů a systémů pro strojní obrábění, vybavení a nástroje pro těžářský a stavební průmysl a výrobky z ušlechtilých ocelí, titanu a keramických materiálů. [16]

Firma Sandvik vyrábí také hydraulická kladiva, kleště a nůžky. Kladiva vyrábí ve 4 různých řadách – compact, lehká, střední a těžká, viz následující tabulky.

Tab. 7 Hydraulická kladiva firmy Sandvik řady compact [12]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Průměr nástroje [mm]
BR108	70 – 85	12 – 30	10 – 14	400 – 1900	0,8 – 1,8	104
BR211	100 – 120	14 – 40	10 – 14	400 – 1900	1,2 – 2,6	119
BR315	135 – 160	16 – 50	10 – 14	400 – 1900	1,6 – 3,6	131
BR522	205 – 245	20 – 70	11 – 15	400 – 1900	2,5 – 5,5	150

Tab. 8 Hydraulická kladiva firmy Sandvik lehké řady [13]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Průměr nástroje [mm]
BR155	90	15 – 33	8 – 13	1000 – 2600	0,8 – 1,8	36
BR255	110	15 – 33	9,5 – 15	600 – 3200	1,2 – 2,5	40
BR355	150	25 – 55	9 – 15	800 – 3000	1,6 – 3,6	48
BR455	230	40 – 70	10 – 17	700 – 2600	2,7 – 5,2	56
BR555	275	35 – 90	9 – 14	600 – 1800	3,2 – 8,0	72
BR777	385	40 – 120	9 – 14	500 – 1700	4,3 – 9,5	80
BR999	505	50 – 150	10 – 14	500 – 1700	5,8 – 13,0	90

Tab. 9 Hydraulická kladiva Sandvik střední řady [14]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Průměr nástroje [mm]
BR1533	870	80 – 140	14 – 16	550 – 1050	10 – 19	105
BR1655	1080	100 – 140	13,5 – 14,5	500 – 940	12 – 21	115
BR2155	1240 – 1280	120 – 180	14 – 16	490 – 780	16 – 26	118
BR2166	1400	120 – 180	14 – 16	430 – 790	16 – 27	125
BR2577	1760	140 – 200	13,5 – 14,5	450 – 750	21 – 30	135

Tab. 10 Hydraulická kladiva Sandvik těžké řady [15]

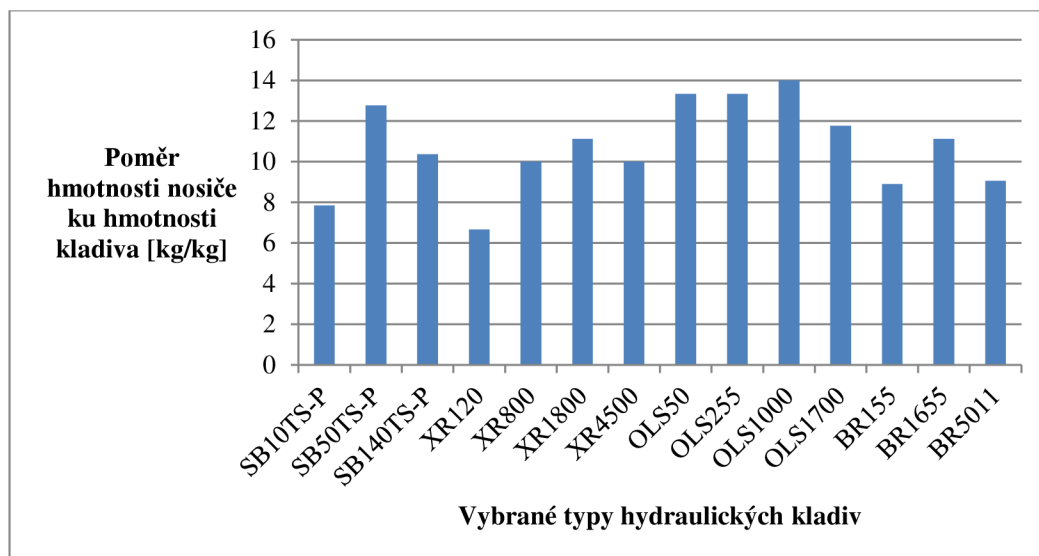
Model	Provozní hmotnost [kg]	Průtok oleje [l/min]	Provozní tlak [MPa]	Frekvence úderů [BPM]	Minimální hmotnost nosiče [t]	Průměr nástroje [mm]
BR3288	2330 – 2350	160 – 250	15 – 16	370 – 630	26 – 40	142
BR4099	3380 – 3540	250 – 350	15 – 16	400 – 560	34 – 55	166
BR5011	4750	280 – 380	16 – 17	370 – 530	43 – 80	190
BR7013	7000	300 – 400	15 – 17	350 – 450	60 – 100	203

1.4 POROVNÁNÍ BOURACÍCH KLADIV PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

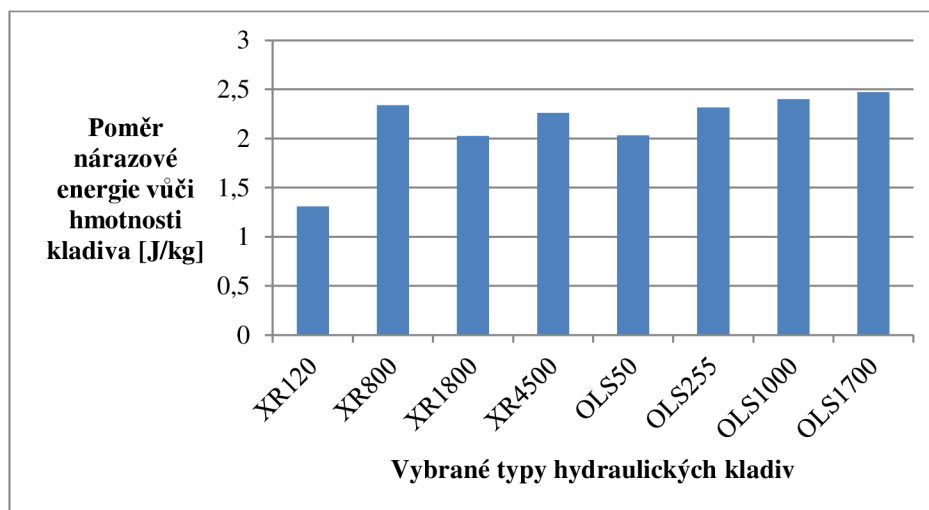
V následující tabulce je vybráno 14 hydraulických kladiv do hmotnosti 5000 kilogramů. Těchto 14 přídavných zařízení je v následujících grafech porovnáno z hlediska dvou poměrů – minimální hmotnost nosiče vůči hmotnosti kladiva, a nárazová energie vůči hmotnosti kladiva. Druhý z těchto poměrů je možné pochopitelně vypočítat pouze u výrobců, kteří uvádí hodnotu nárazové energie v katalogích nebo na webových stránkách, v tomto případě se jedná o společnosti Renomag a Rotair.

Tab. 11 Vybraná hydraulická kladiva určená k porovnání technických a provozních parametrů

Model	Výrobce / dodavatel	Hmotnost kladiva [kg]	Nejmenší možná hmotnost nosiče [t]	Nárazová energie [J]
SB10TS-P	Soosan	102	0,8	-
SB50TS-P	Soosan	861	11	-
SB140TS-P	Soosan	3090	32	-
XR120	Renomag	120	0,8	157
XR800	Renomag	800	8	1870
XR1800	Renomag	1800	20	3647
XR4500	Renomag	4500	45	10167
OLS50	Rotair	60	0,8	122
OLS255	Rotair	255	3,4	590
OLS1000	Rotair	1000	14	2400
OLS1700	Rotair	1700	20	4200
BR155	Sandvik	90	0,8	-
BR1655	Sandvik	1080	12	-
BR5011	Sandvik	4750	43	-



Obr. 5 Graf poměru minimální hmotnosti nosiče vůči hmotnosti hydraulického kladiva



Obr. 6 Graf poměru nárazové energie ku hmotnosti hydraulického kladiva

Z provedeného porovnání hmotnosti nosiče vůči hmotnosti kladiva se dá říci, že nejvyššího poměru dosáhlo kladivo Rotair OLS 1000. Na druhé straně se nachází kladivo XR 120 dodávané firmou Renomag. Čím nižší je tento poměr, tím vyšší může být hmotnost kladiva na daném nosiči.

Ve druhé kategorii, tedy poměr nárazové energie ku hmotnosti hydraulického kladiva dosahuje nejvyššího poměru kladivo Rotair OLS 1700, i když výsledky jsou o něco vyrovnanější než v prvním vybraném poměru. Nejnižšího poměru opět dosáhlo hydraulické kladivo XR 120, což je dáno především jeho malou hmotností, ale dá se vyzorovat, že i lehčí kladiva mohou mít tento poměr vysoký, viz Rotair OLS50. V tomto poměru je výhodné dosáhnout co nejvyšší hodnoty, jelikož vyšší poměr se rovná větší síle úderů.

1.5 DRUHY POUŽÍVANÝCH NÁSTROJŮ U BOURACÍCH Kladiv

Hydraulická bourací kladiva mohou být vybavena mnoha různými pracovními nástroji. Každý z nich je vhodný pro jiný typ bouraného materiálu. Primárními vlastnostmi nástroje jsou

maximální tvrdost, rázová houževnatost a trvanlivost, potřebné k práci v náročných podmínkách. Správný výběr nástroje je důležitým krokem pro zvýšení životnosti výrobku. Nástroje jsou vybrané z výrobní škály společnosti Renomag, která obsahuje nástroje úspěšně využitelné v kladivech různých výrobců, např. Rotair, Atlas Copco či Montabert. Výběr taktéž ovlivňuje vhodnost využití nástroje při demolicích budov. [17]

- a) kónický hrot – pro všeobecné demoliční práce, kde je požadován dobrý průnik
- b) pyramidový hrot – pro použití, kde je požadována zvýšená vylamovací síla
- c) hrot do tvaru X – pro použití v měkkém materiálu nebo při vysoce prašných pracích
- e) tupý nástroj – pro rozbíjení rázem, např. sekundární lámání
- f) tupý rozšířený nástroj – stejné použití jako u tupého nástroje, ale zvětšený průměr na pracovním konci zaručuje delší životnost a zvýšenou odolnost proti opotřebení



Obr. 7 Nástroje bouracích kladiv určené k demolici budov [18]

1.6 SHRUTÍ VÝHOD A VHODNOSTI POUŽITÍ BOURACÍCH KLADIV

Použití bouracích kladiv je univerzální. Dají se použít např. při rozrušování betonů v základech staveb, při demoličních pracích u zdiva, při demolici armovaných či nearmovaných betonů, dělení stavebních materiálů apod. Velkou výhodou neseného bouracího kladiva je jeho jednoduchá konstrukce, což vede k jednoduché údržbě a případně i rychlé opravě. Široká škála vyráběných zařízení od mnoha výrobců je zárukou možnosti využití na každém nosiči (rypadlu), na kterém je nainstalován přídavný hydraulický okruh. Další výhodou jsou nízké provozní náklady. Většina moderních bouracích kladiv je vybavena systémem tlumení vibrací, což vede ke snižování hluchnosti a také omezení přenosu vibrací do ramena nosiče. Bourací kladiva taktéž nabízí mnoho možností při výběru nástroje. Výměna nástroje je snadná, což je výhodné z ekonomického hlediska fungování stroje. [19]

2 DEMOLIČNÍ NŮŽKY A ČELISTI

Nůžky jsou určeny pro demolici v nosných částech budov. Používají se pro vylamování betonových nebo železobetonových krytů, podlah, dále také při bourání podpěr, nosníků, zdiva a také k drcení velkých betonových či cihelných kusů. Na demoličních stavbách se též vyskytuje mnoho materiálů, které je potřeba přímo na místě dělit pro jejich skladnost a možné další upotřebení, např. dřevo, beton, kovy a jiné. [1]

2.1 PRINCIP FUNKCE A KONSTRUKCE

Stříhání se provádí dvěma dlouhými stříhacími noži. Stříhací nůžky mají dvě stříhací ostří, což prodlužuje dobu do výměny nového ostří. Nůžky jsou vybaveny hydromotorem s kyvným pohybem s úhlem otáčení 360°. To umožňuje snadné ovládání z kabiny strojníka do všech možných pracovních pozic. Kyvný hydromotor je chráněn přepouštěcím (pojistným) ventilem a dvěma akumulátory, což zajišťuje, že rameno rypadla nemůže být poškozeno ukroucením. Bourací síly mohou být vyvozovány buď hydraulickými válci, nebo 1 až 2 hydromotory, které jsou umístěny přímo v zařízení. Výrazným rysem hydraulických válců je, že se těleso válce pohybuje, zatímco pístní tyč zůstává zasunutá, a proto je ideálně chráněna proti vnějšímu poškození. V případě použití konstrukce s jedním hydromotorem je pohyblivá jedna čelist, což negativně přispívá k většímu namáhání zařízení i nosiče. Konstrukce se dvěma hydromotory umožňuje, že mohou být libovolně uzavřeny obě čelisti, což slouží k lepšímu uchopení bouraného materiálu. [20]



Obr. 8 Primární drtící nůžky Trevi Benne řady HC, konstrukce s válci [23]

2.2 ROZDĚLENÍ DEMOLIČNÍCH NŮŽEK

Hlavními požadavky dnešních demoličních prací jsou rychlost, hospodárnost a dokonalost. Má-li demolice probíhat tiše a bez otřesů, pokud mají být jednotlivé kroky a drcení provedeny dokonale a přitom v jednom procesu probíhat současně destrukce betonu, armování nebo ocelových nosníků, pak jsou žádané univerzální hydraulické nůžky nebo drtiče.

Demoliční nůžky se dělí do základních kategorií – univerzální demoliční nůžky, drtiče a nůžky šrotové. Univerzální demoliční nůžky slouží k demolici budov nebo průmyslových objektů, ale i k vydrčování a separaci materiálu, proto jsou vhodné, jak pro demolici, tak i pro třídění vydrčeného materiálu. Univerzální demoliční nůžky mají kombinované nože a zuby, což znamená, že drtí beton i stříhají výztuže. Šrotové nůžky jsou zkonstruovány pro stříhání různých ocelových profilů, a proto mají pouze stříhací nože. Drtiče, nazývané též pulverizátory a ve stavebním slangu „hroši“ jsou nejlepší volbou pro druhotné demolice betonových částí a panelů a třídění armovacího železa od betonu. Drtiče se používají jako mobilní zařízení pro recyklaci přímo na stavbě. Existuje však možnost vybavit drtiče nekonečnou hydraulickou otočí, což jim umožňuje bezproblémové použití také při primárních demolicích. [30]

2.3 PŘEHLED DEMOLIČNÍCH NŮŽEK OD VYBRANÝCH DODAVATELŮ

Do přehledu jsou vybráni 4 dodavatelé – Atlas Copco, NPK Europe, Montabert a Sandvik. Dodavatelé těchto zařízení jsou, stejně jako v případě hydraulických bouracích kladiv, vybráni s ohledem na dostupnost informací a širokou škálu nabízených produktů.

2.3.1 ATLAS COPCO

Atlas Copco je předním dodavatelem zařízení pro průmysl a stavebnictví. Společnost dodává kompresory, generátory, demoliční zařízení apod. Společnost má více než 140letou historii, první zastoupení v České republice se datuje do roku 1969. [21]

Firma vyrábí demoliční nůžky třídy CC (combi cutter). Tato řada zaručuje krátké časy na otevírání a zavírání čelistí a nízké zatížení přenášené na nosič díky tandemovým válcům (od modelu CC 550). Dále zajišťuje vyměnitelnost břitů, zubů (od modelu CC 1700) a výměnné čelisti pro univerzální použití a pro stříhání oceli (od modelu CC 1700). Kombinované nůžky třídy CC jsou určeny pro demolice, zmenšování rozměrů suti a recyklaci suti. Typ čelistí U (univerzální) se vyznačuje svým mnohostranným využitím, typ S (šrotové) je určen pro stříhání oceli a železného šrotu. Dále společnost též dodává pulverizátory (drtiče) ve dvou řadách, první značena DP, druhá BP. Pod zkratkou DP se skrývají demoliční drtiče, BP jsou drtiče objemné suti. [22]

Tab. 12 Demoliční nůžky Atlas Copco CC [22]

Model	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Provozní hmotnost [kg]	Max. stříhací síla [kN]	Drťící síla na zubu [kN]	Stříhací síla na špičce [kN]	Rozvor čelistí [mm]
CC 250	2 – 4	240	660	180	-	360
CC 550	5 – 14	530	1410	340	-	450
CC 1700 U	15 – 25	1680	2000	600	-	750

CC 1700 S	15 – 25	1530	2000	-	800	385
CC 2500 U	22 – 35	2640	3000	910	-	880
CC 2500 S	22 – 35	2410	3000	-	1330	425
CC 3300 U	30 – 50	3480	4000	1090	-	1010
CC 3300 S	30 – 50	3280	4000	-	1410	440
CC 6000 U	58 – 75	6500	6500	1800	-	1400
CC 6000 S	58 – 80	6000	6500	-	2050	750
DP 2000	18 – 27	2050	2650	850	-	780
DP 2800	25 – 35	2850	3200	1000	-	965
BP 2100	18 – 27	2115	2400	800	-	795
BP 2900	25 – 35	2930	3620	1140	-	950

2.3.2 SANDVIK

Demoliční nůžky Sandvik jsou konstruovány na práci s ocelí, dřevem a železobetonem, který rozdrťí a rozstříhají na dále použitelný materiál. Jsou užívané k rozmělnění tvrdé struktury v první fázi demolice. Velmi vysoká stříhací a drtící energie se používá v různých řadách nůžek a mnoha aplikacích včetně rozmělnění na prach. Nůžky Sandvik jsou flexibilní, vysoce výkonné, bezpečné a nenáročné na údržbu s nízkými náklady na tunu rozbitého materiálu.

Demoliční nůžky Sandvik se dělí na tři kategorie – BC Multi-processor Range, BC Cutter-crusher Range a řada BP Pulverizer Range. První kategorie jsou nůžky pro univerzální použití. Jsou konstruovány jak na primární, tak na sekundární drcení betonů, dále na stříhání velmi silných tyčí, rozemletí na prach, k demolicím a stříhání dřeva. Mohou být použity i pod vodou, ovšem otočná část nosiče musí vždy zůstat nad hladinou. Hlavními výhodami nůžek této kategorie jsou velmi odolné ostří, které je umístěno mimo drtící plochu, odolné a rychle vyměnitelné drtící zuby a otáčivé těsnění, které vyžaduje pouze standardní mazání. V kategorii BC Cutter-crusher Range jsou nůžky pro demoliční práce. Svým tvarem jsou vhodné pro drcení betonu, demolování objektů, stříhání silných tyčí a jiných konstrukcí určených k demolici. Hlavními výhodami jsou 360stupňová volná rotace, dlouhé, nastavitelné a vyměnitelné stříhací ostří s možností širokého otevření, robustní tvar a výkonné a efektivní drtící zuby. Do řady BP Pulverizer Range patří drtiče a pulverizátory. Tyto nástroje redukují velikost betonových bloků, oddělují velké tyče a třídí a nakládají materiál. V tab. 13 se nachází univerzální nůžky, v tab. 14 nůžky šrotové a v tab. 15 pulverizátory. [24]

Tab. 13 Univerzální demoliční nůžky Sandvik BC Multi-processor Range [24]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Max. drtící síla [kN]	Max. rozevření čelistí [mm]
BC 807	650	6 – 10	430	530	494
BC 1515	1600	10 – 18	2060	900	566
BC 2019	2270	16 – 25	2800	1350	859
BC 2525	2790	22 – 35	3300	1600	852
BC 3032	3300	28 – 35	3420	1500	912

Tab. 14 Šrotové nůžky Sandvik BC Cutter-crusher Range [24]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Max. drtící síla [kN]	Max. rozevření čelistí [mm]
BC 504	205	2,5 – 6	460	180	312
BC 706	355	4 – 9	750	240	400
BC 2022	2300	20 – 40	1600	700	720

Tab. 15 Drtiče a pulverizátory řady BP Pulverizer Range [31]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Max. drtící síla [kN]	Max. rozevření čelistí [mm]
BP 2430	1950	18 – 28	1350	770	870
BP 3042	3340	24 – 42	2330	1220	1160

2.3.3 MONTABERT

Francouzská společnost Montabert byla založena roku 1921. Soustředí se na navrhování, výrobu a dodávání hydraulické demoliční techniky a vrtacího vybavení určeného pro běžnou, ale i důlní a lomovou práci. Montabert nabízí širokou škálu vysokovýkonných zařízení, které dodává do více než 110 zemích světa. [25]

Hydraulické demoliční nůžky Montabert umožňují střížení betonu včetně výztuží a nosníků. Zařízení pracuje v rozsahu 360°. Konstrukce je z ořezavzdorného materiálu Hardox 400, má jeden centrální čep a obsahuje rychlostní ventil. [26]

Tab. 16 Demoliční nůžky Montabert [26]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Hydraulický tlak [MPa]	Hydraulický průtok [l/min]	Max. rozevření čelistí [mm]
MPR03	392	3,5 – 5	620	22	30 – 50	372
MPR05	625	5,5 – 10	1000	22 – 35	70 – 110	545
MPR10	1100	10 – 15	1750	35	90 – 140	650
MPR15	1700	15 – 20	2000	35	150 – 200	750
MPR20	2000	21 – 27	2500	35	170 – 210	372
MPR25	2700	28 – 35	3350	35	250 – 300	1100
MPR35	3700	35 – 45	3600	35	300 – 350	1230
MPR45	4500	45 – 55	3900	35	350 – 450	1300
MPR55	5500	50 – 70	4200	35	400 – 500	1500

2.3.4 NPK EUROPE

Společnost NPK Europe se soustředí na výrobu demoličních a bouracích strojů a příslušenství. Sídlo společnosti se nachází v Nizozemsku a hlavní sklad v Uhřetěvíně v České republice. NPK Europe dodává své výrobky především po území Evropy, Ruska a severní Afriky. Společnost se taktéž zabývá dodávkami technologických kompletů či jejich částí, kusovou a malosériovou výrobou, výrobou atypických strojů a prototypů dle specifických požadavků. [28]

Nůžky společnosti NPK Europe jsou účinné na beton, na stříhání armovaného betonu, oceli, demolici budov a mostů a také na recyklaci sutí. Nůžky jsou vyráběny z ořezovací oceli a písní tyče jsou plně chráněny konstrukcí nůžek. Konstrukce je uzpůsobena k tomu, aby se při nárazu na překážku aktivoval hydraulický posilovač. Nůžky se dodávají se třemi typy čelistí – K, S a G, viz obrázek 9. Společnost nabízí pulverizátory ve dvou řadách G a U. Pulverizátory řady G jsou konstruovány speciálně pro zmenšování velkých betonových kusů po jejich oddělení od demolované stavby. S jejich pomocí se taktéž třídí ocel od betonu. [29]



Obr. 9 Čelisti nůžek firmy NPK Europe – typy K, S a G (zleva) [29]

Tab. 17 Demoliční nůžky NPK Europe s čelistmi typu K [29]

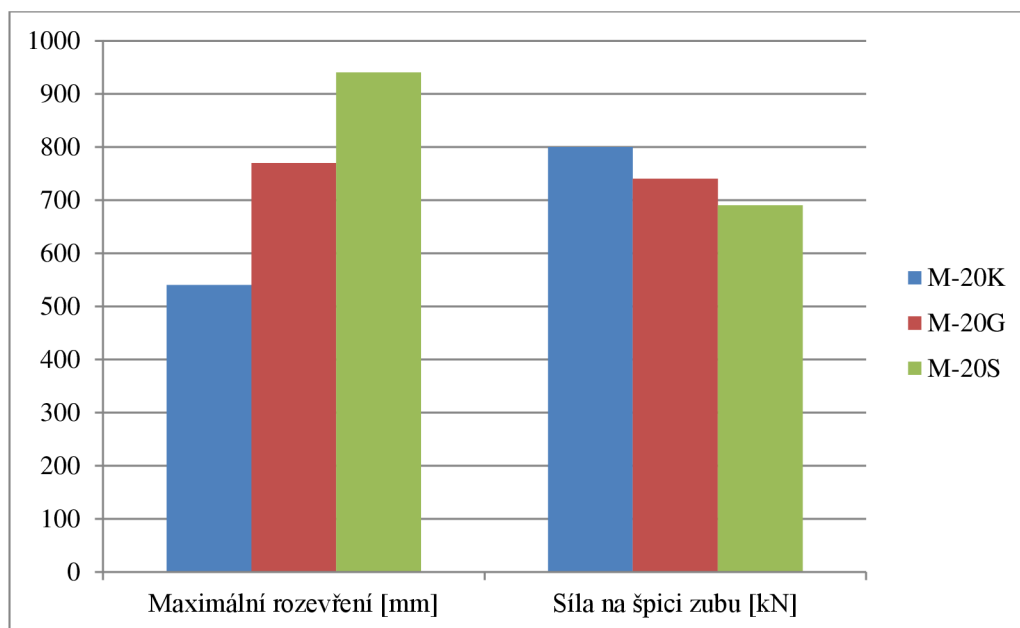
Model	Provozní hmotnost [kg]	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Průtok oleje [l/min]	Max. rozevření čelistí [mm]	Síla na špičce zubu [kN]
M – 20K	2100	17 – 24	3250	100 – 200	540	800
M – 28K	3130	28 – 40	4500	150 – 250	638	1190
M – 38K	4250	35 – 45	5900	200 – 250	735	1510

Tab. 18 Demoliční nůžky NPK Europe s čelistmi typu S [29]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Průtok oleje [l/min]	Max. rozevření čelistí [mm]	Síla na špičce zubu [kN]
M – 20S	2000	17 – 24	3250	100 – 200	940	690
M – 28S	2970	28 – 40	4500	150 – 250	1067	1030
M – 38S	3850	35 – 45	5900	200 – 250	1230	1300

Tab. 19 Demoliční nůžky NPK Europe s čelistmi typu G [29]

Model	Provozní hmotnost [kg]	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Průtok oleje [l/min]	Max. rozevření čelistí [mm]	Síla na špici zubu [kN]
M – 20G	2100	17 – 24	3250	100 – 200	770	740
M – 28G	3150	28 – 40	4500	150 – 250	910	1120
M – 38G	4150	35 – 45	5900	200 – 250	1140	1360



Obr. 10 Graf rozdílných parametrů jednotlivých typů čelistí NPK Europe

Z předchozích dat se dají vyčíst výhody jednotlivých typů čelistí pro demoliční nůžky NPK. Čelisti typu K vynikají silou na špici zubu. Naopak zaostávají ve velikosti rozevření, což u demolovaného materiálu, pro který jsou určeny, není velký problém. Čelisti typu S excelují ve velikosti rozevření čelistí, což jim umožňuje uchopení větších částí materiálů, než dalším typům. Výhodou je taktéž nepatrně nižší provozní hmotnost, což zlepšuje poměr hmotnosti nosiče vůči hmotnosti nůžek. Typ čelistí G je vyváženou kombinací předchozích dvou typů a jeho výhodou oproti ostatním čelistem je univerzálnost.

Tab. 20 Pulverizátory NPK Europe [32]

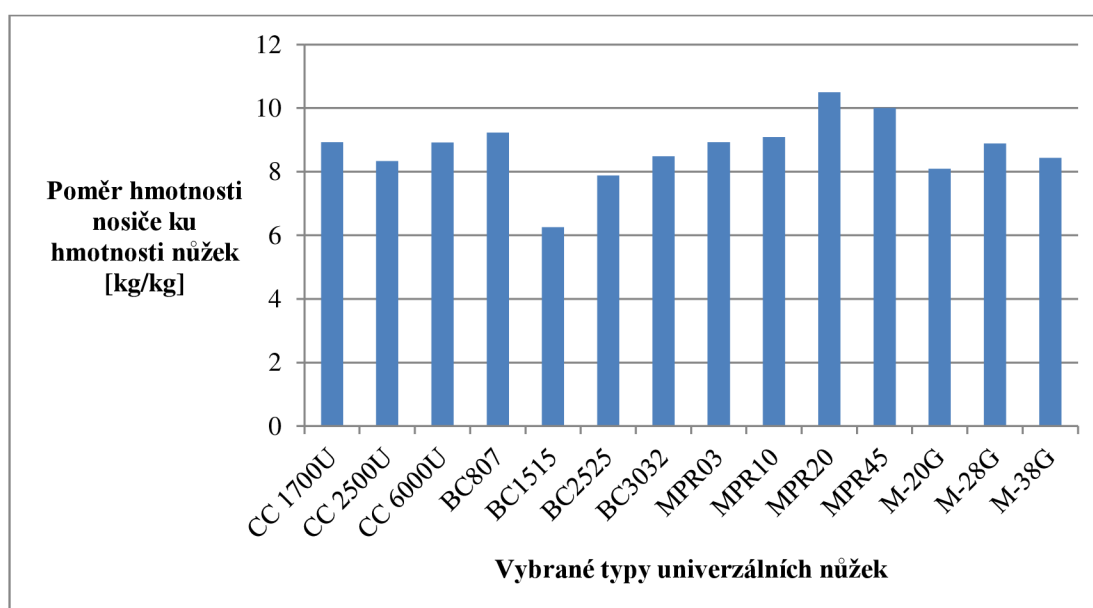
Model	Doporučená hmotnost nosiče [t]	Provozní hmotnost [kg]	Max. drtící síla [kN]	Max. rozevření čelistí [mm]
G – 120	10 – 17	1165	690	775
G – 18JX	17 – 22	2150	820	823
G – 28J	25 – 38	2960	1170	1000

2.4 POROVNÁNÍ UNIVERZÁLNÍCH NŮŽEK PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

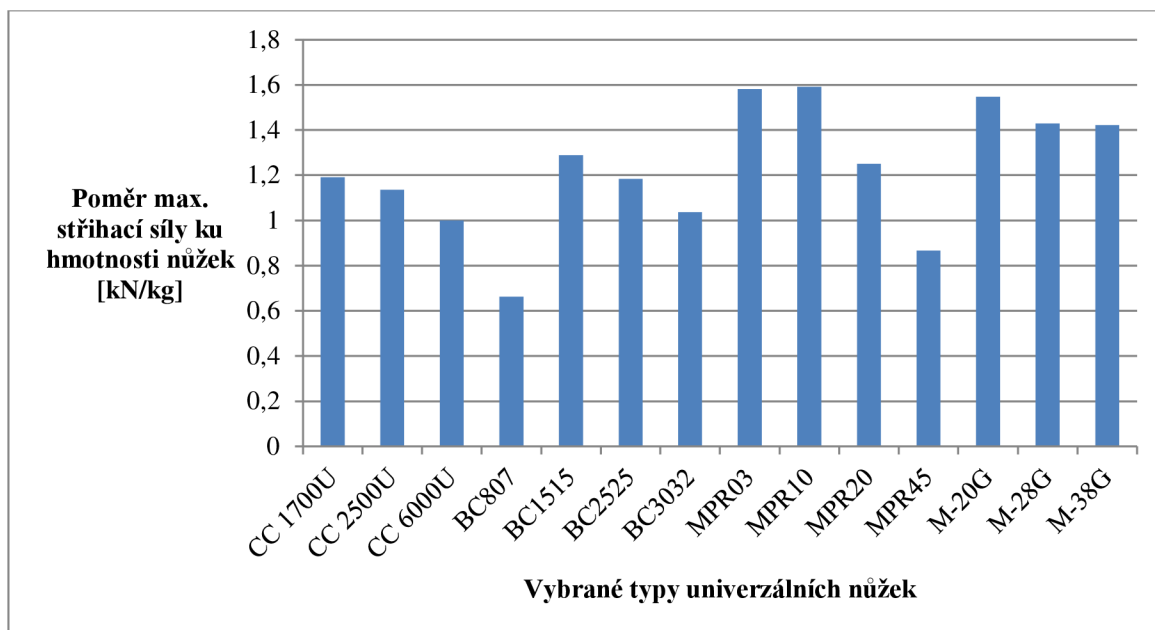
V následující tabulce je vybráno 14 typů univerzálních demoličních nůžek od uvedených výrobců. Těchto 14 přídavných zařízení je v následujících grafech porovnáno z hlediska třech poměrů – hmotnost nosiče vůči minimální hmotnosti nůžek, maximální stříhací síla ku hmotnosti nůžek, a maximální síla na špiči vůči hmotnosti nůžek. Poslední z těchto poměrů je možné vypočítat pouze u výrobců, kteří uvádí hodnotu této síly v katalogích nebo na webových stránkách, v tomto případě se jedná o společnosti Sandvik a Atlas Copco.

Tab. 21 Vybrané parametry pro porovnání univerzálních demoličních nůžek

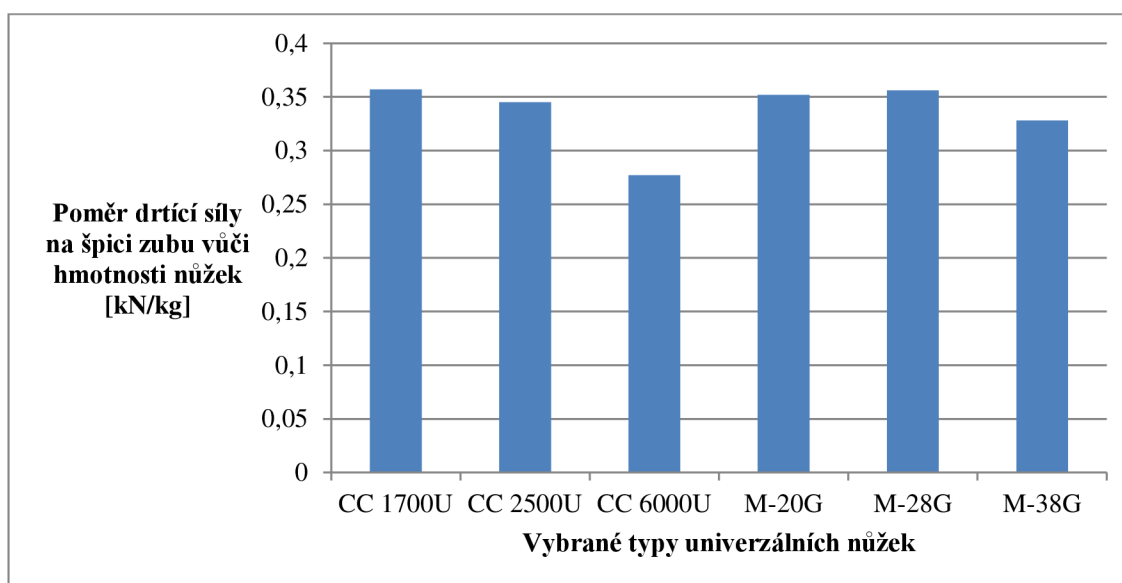
Výrobce / dodavatel	Model	Hmotnost nůžek [kg]	Min. hmotnost nosiče [t]	Max. stříhací síla [kN]	Síla na špiči zubu [kN]
Atlas Copco	CC 1700U	1680	15	2000	600
Atlas Copco	CC 2500U	2640	22	3000	910
Atlas Copco	CC 6000U	6500	58	6500	1800
Sandvik	BC 807	650	6	430	-
Sandvik	BC 1515	1600	10	2060	-
Sandvik	BC 2525	2790	22	3300	-
Sandvik	BC 3032	3300	28	3420	-
Montabert	MPR03	392	3,5	620	-
Montabert	MPR10	1100	10	1750	-
Montabert	MPR20	2000	21	2500	-
Montabert	MPR45	4500	45	3900	-
NPK	M – 20G	2100	17	3250	740
NPK	M – 28G	3150	28	4500	1120
NPK	M – 38G	4150	35	5900	1360



Obr. 11 Graf poměru minimální hmotnosti nosiče ku hmotnosti nůžek



Obr. 12 Graf poměru maximální stříhací síly vůči hmotnosti nůžek



Obr. 13 Graf poměru drtící síly na špici zubu ku hmotnosti nůžek

Z grafického porovnání poměru hmotnosti nosiče vůči hmotnosti nůžek je možné vyzorovat, že nejvyššího poměru dosáhly dvojce nůžky od firmy Montabert, a to konkrétně MPR20 a MPR45, které dosáhly poměru rovnajícímu se, resp. převyšujícímu 10:1, což ukazuje, že k jejich použití je třeba v poměru většího stroje. Nejnížší poměr mají nůžky BC 1515 od firmy Sandvik. U poměru max. stříhací síly vůči hmotnosti nůžek docílily nejvyšší hodnoty nůžky Montabert MPR03 a MPR10 a NPK M – 20G, naopak nejnížší hodnoty nabývají nůžky Sandvik BC807. Dá se říci, že čím vyšší je tento poměr, tím vyšší je stříhací síla nůžek na jejich hmotnost, je tedy nejvýhodnější, když poměr dosahuje vyšších hodnot. Z grafických výsledků třetího poměru drtící síly na špici zubu ku hmotnosti nůžek je patrné, že výsledky jsou velmi vyrovnané, mírně zaostávají kladiva s větší provozní hmotností. Opět platí, že čím vyšší je poměr, tím efektivnější je použití nůžek.

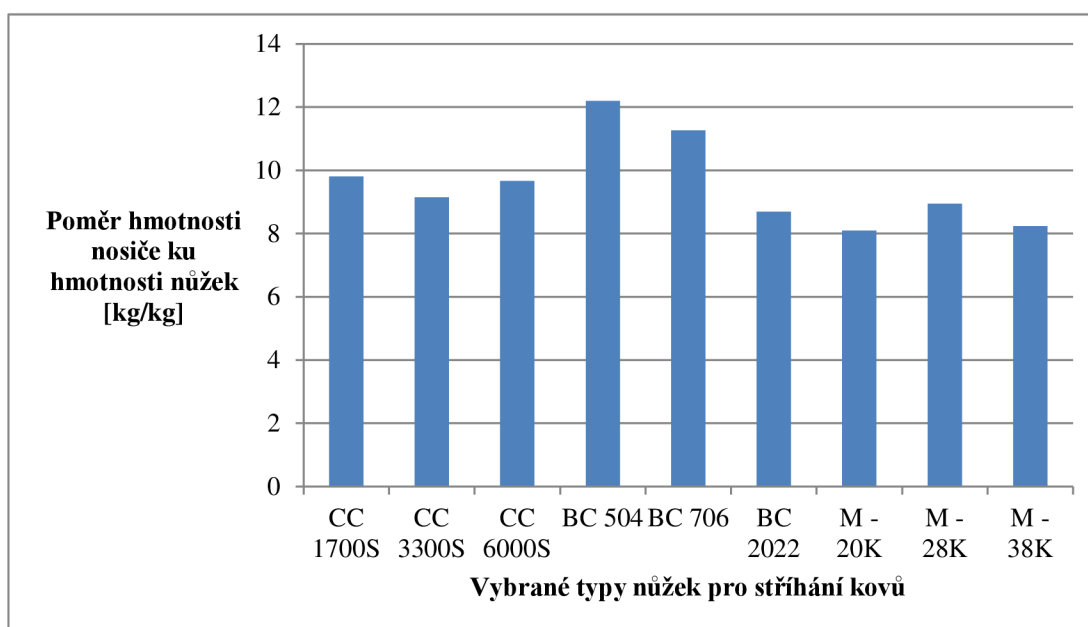
2.5 POROVNÁNÍ ŠROTOVÝCH NŮŽEK PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

Do porovnání je vybráno 9 nůžek, které byly vybrány podle doporučení k použití na stříhání kovů od výrobce nebo podle vysokých hodnot stříhací síly na špici čelistí. Tento typ se vyznačuje také menší hodnotou maximálního rozevření čelistí než multifunkční nůžky. Do porovnání jsou vybrána zařízení od firem Atlas Copco, Sandvik a NPK Europe.

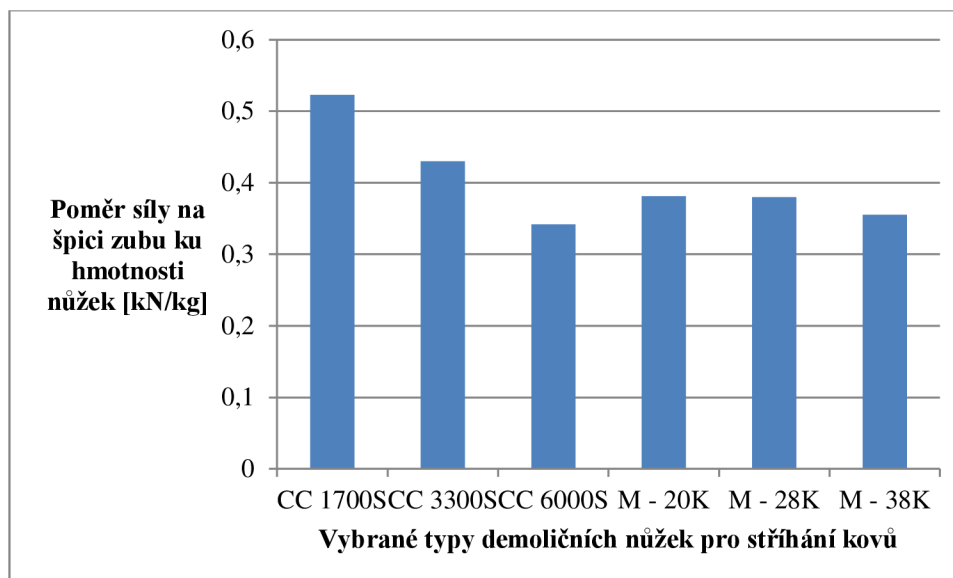
Nůžky pro stříhání kovů jsou v následující tabulce a grafech porovnány ze dvou hledisek – poměr hmotnosti nosiče ku hmotnosti nůžek určených ke stříhání kovů a poměru síla na špici čelistí vůči hmotnosti nůžek.

Tab. 22 Vybrané parametry pro porovnání šrotových nůžek

Výrobce / dodavatel	Model	Hmotnost nůžek [kg]	Min. hmotnost nosiče [t]	Síla na špici [kN]
Atlas Copco	CC 1700S	1530	15	800
Atlas Copco	CC 3300S	3280	30	1410
Atlas Copco	CC 6000S	6000	58	2050
Sandvik	BC 504	205	2,5	-
Sandvik	BC 706	355	4	-
Sandvik	BC 2022	2300	20	-
NPK	M – 20K	2100	17	800
NPK	M – 28K	3130	28	1190
NPK	M – 38K	4250	35	1510



Obr. 14 Graf poměru hmotnosti nosiče ku hmotnosti šrotových nůžek



Obr. 15 Graf poměru síly na špici zubu ku hmotnosti šrotových nůžek

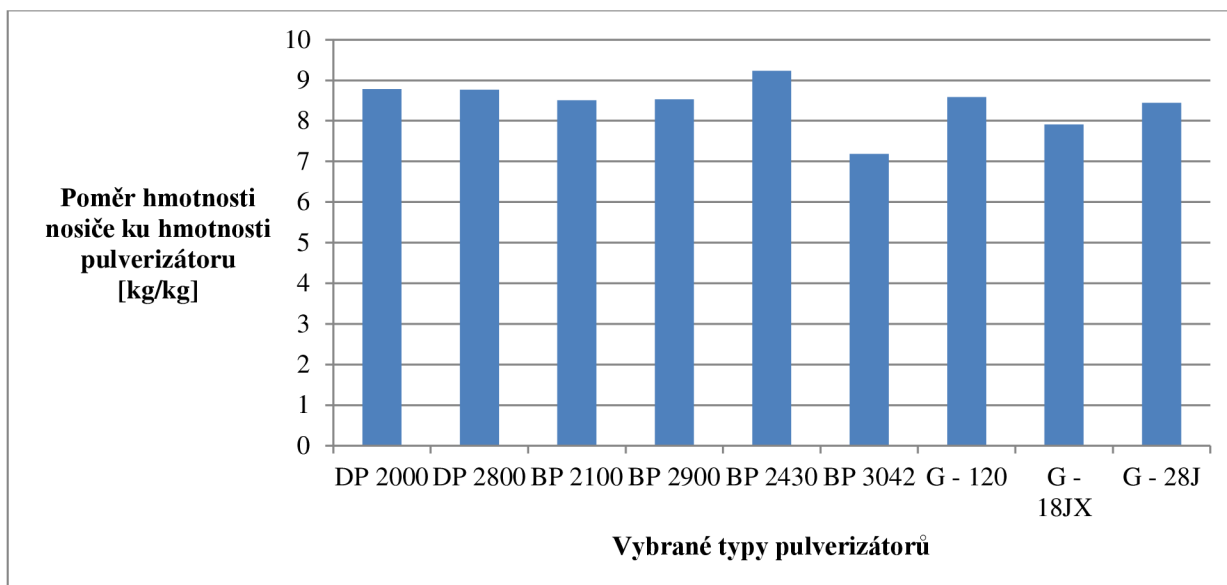
Z porovnání dat od jednotlivých výrobců je možno zhodnotit vybrané poměry. Největšího poměru v hmotnostech dosahují nůžky Sandvik BC 504, které překračují poměr 12:1, což už je vzhledem k hmotnosti nosiče poměrně vysoký podíl. Na druhém konci se nachází nůžky NPK M – 20K. Ve druhém srovnání došly nejvyššího poměru nůžky Atlas Copco CC 1700S, naopak nejnižšího model CC 6000S, také od výrobce Atlas Copco. Obecně se dá říci, že čím je vyšší tento poměr, tím je vyšší efektivnost nůžek.

2.6 POROVNÁNÍ DRTIČŮ (PULVERIZÁTORŮ) PODLE VYBRANÝCH PARAMETRŮ

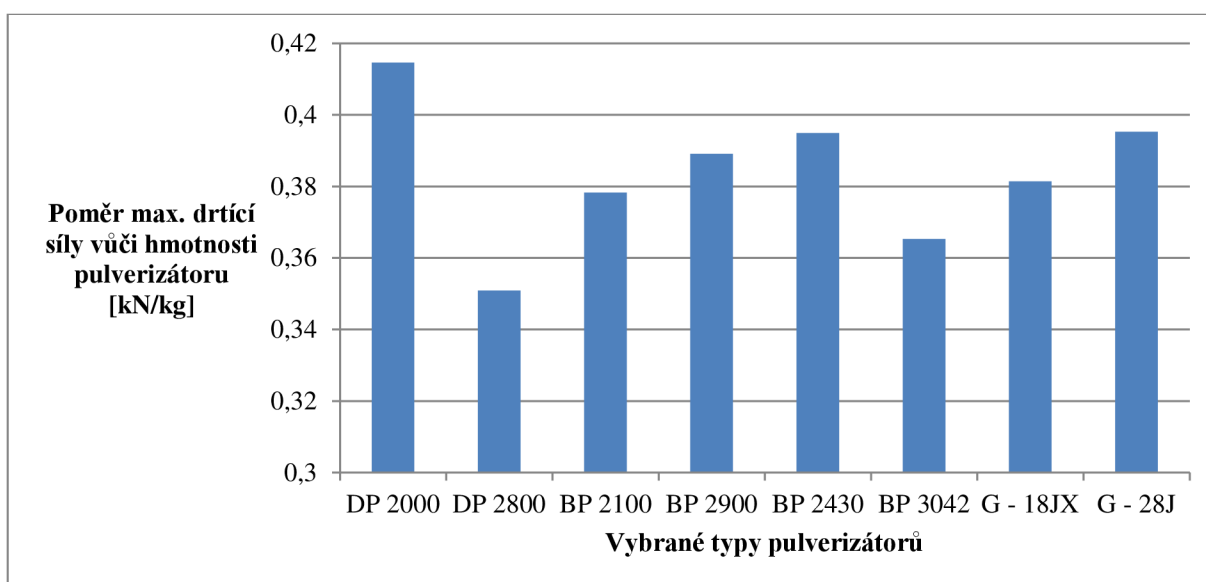
V následující tabulce je 8 různých pulverizátorů od 3 výrobců. Těchto 8 přídavných zařízení je v následujících grafech porovnáno z hlediska dvou poměrů – hmotnost nosiče vůči minimální hmotnosti nůžek a maximální drtící síla vůči hmotnosti nůžek.

Tab. 23 Vybrané parametry pro porovnání pulverizátorů

Výrobce	Model	Min. hmotnost nosiče [t]	Hmotnost zařízení [kg]	Max. drtící síla [kN]
Atlas Copco	DP 2000	18	2050	850
Atlas Copco	DP 2800	25	2850	1000
Atlas Copco	BP 2100	18	2115	800
Atlas Copco	BP 2900	25	2930	1140
Sandvik	BP 2430	18	1950	770
Sandvik	BP 3042	24	3340	1220
NPK	G – 18JX	17	2150	820
NPK	G – 28J	25	2960	1170



Obr. 16 Graf poměru hmotnosti nosiče vůči hmotnosti pulverizátoru



Obr. 17 Graf poměru maximální drtící síly vůči hmotnosti pulverizátoru

Z grafického porovnání pulverizátorů podle poměru hmotností nosiče a zařízení se dá říci, že nejlépe dopadl pulverizátor Sandvik BP 3042, který dosáhl nejnižšího poměru. Nejvyššího poměru dosáhl pulverizátor Sandvik BP 2430, což ukazuje, že k jeho použití je potřeba v poměru největšího stroje. Při porovnání z hlediska druhého poměru – maximální drtící síly ku hmotnosti zařízení se jako nejlepší jeví pulverizátor Atlas Copco DP 2000, který dosáhl nejvyššího poměru. Naopak nejnižšího poměru dospěl pulverizátor DP 2800 taktéž od firmy Atlas Copco. Lze říci, že čím větší je tento poměr, tím větší je efektivnost zařízení.

3 ZAŘÍZENÍ K DRCENÍ A TŘÍDĚNÍ SUTÍ

Demolice na stavbách obsahují velké množství různorodého materiálu různých velikostí, který je třeba pro další použití nejprve hrubě vytržít. Drapákovým zařízením na rypadle se zhruba vytržít dřevěné materiály, ocelové materiály, umělé hmoty, papír apod. Pro rozdrčení velkých kusů se používá čelistové drtící zařízení (pulverizátor). Různí výrobci též nabízí přídavná třídící zařízení určená pro rypadla, jako jsou ALLU lopaty, drtící a třídící lopaty. [4]

3.1 TŘÍDICÍ A DEMOLIČNÍ DRAPÁK

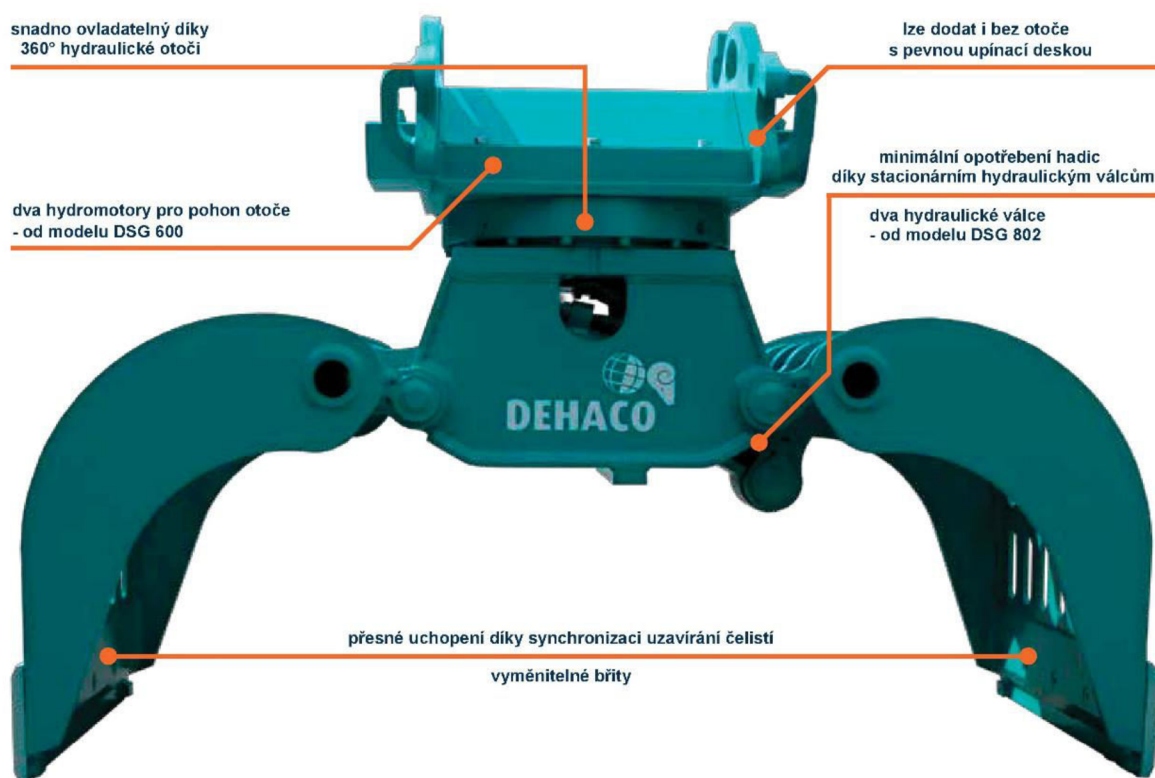
Drpák je výkonný univerzální pomocník pro třídění, manipulaci a ukládání materiálu jako je kámen, beton nebo dřevo. Je hydraulicky otočný, a je možno jej připojit na okruh ovládání lžice. Tato zařízení jsou kompaktní, snadno ovladatelná a rychlá. Jsou schopná oddělovat a následně doručovat bouraný materiál do recyklačních souprav. Díky těmto výhodám figuruje v nabídkách výrobců široká škála vyráběných drpáků s různým objemem.

Tab. 24 Technické parametry lehkých třídících drpáků dodávaných společností Dehaco [33]

Model	Min. hmotnost rypadla [t]	Hmotnost drpáku [kg]	Maximální rozevření [mm]	Objem drpáku [m ³]	Uzavírací síla čelistí [kN]
DSG 70	0,7 – 1,2	75	600	0,03	6
DSG 150	1,2 – 3	140	700	0,07	15
DSG 250	2,5 – 4	240	850	0,1	20
DSG 400	4 – 6	350	950	0,15	23
DSG 450	5 – 9	400	1000	0,2	24
DSG 452	7 – 11	470	1100	0,2	24
DSG 502	8 – 12	600	1150	0,3	30
DSG 600	10 – 16	840	1200	0,4	35
DSG 802	12 – 20	1000	1300	0,5	46
DSG 902	13 – 20	1050	1300	0,6	46
DSG 1002	16 – 20	1170	1300	0,7	46

Tab. 25 Technické parametry těžkých třídících drpáků dodávaných spol. Dehaco [33]

Model	Min. hmotnost rypadla [t]	Hmotnost drpáku [kg]	Maximální rozevření [mm]	Objem drpáku [m ³]	Uzavírací síla čelistí [kN]
DSG 1102	16 – 25	1400	2100	0,75	55
DSG 1202	17 – 28	1500	2100	0,8	68
DSG 1402	20 – 28	1600	2100	0,85	68
DSG 1702	23 – 30	1750	2250	0,9	80
DSG 1900	25 – 38	1900	2200	0,9	80
DSG 2500	28 – 40	2500	200	1,0	90
DSG 2700	30 – 50	2700	200	1,1	90
DSG 3000	35 – 50	3000	2400	1,3	90
DSG 5000	45 – 100	5000	3000	1,6	130
DSG 13000	100 – 200	10000	4400	4,6	180



Obr. 18 Demoliční třídící drapák DEHACO s popisem jednotlivých částí [33]

3.2 TŘÍDICÍ LŽÍCE MB CRUSHER

Třídící lžíce MB – S jsou ideální pro třídění materiálů před nebo i po drcení. Jejich použití před samotným drcením může ušetřit přibližně polovinu času, který by drcení zabralo bez předchozího třídění, přičemž je možno vytříděný materiál okamžitě odebrat a zpracovávat dle momentální potřeby. Lžíce se používá především pro základní třídění na odpad či demoliční materiál. Třídící lžíce jsou k dispozici ve čtyřech hmotnostních a rozměrových řadách, což umožňuje možnost použití lžíce prakticky pro každý stroj. [34]



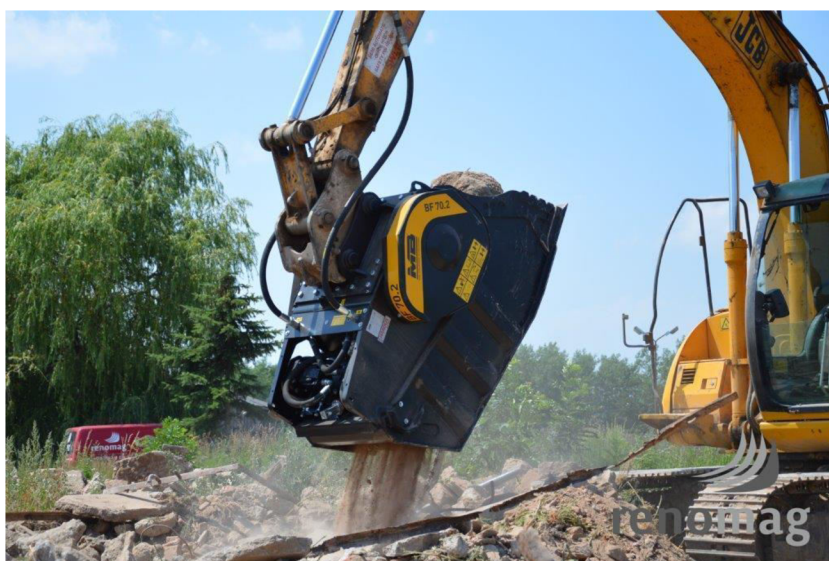
Obr. 19 Třídící lopata MB Crusher dodávaná společností Renomag [34]

Tab. 26 Technické parametry třídících lopat MB Crusher [34]

Model	Hmotnost [kg]	Objem [m ³]	Průměr koše [mm]	Doporučená hmotnost rypadla [t]
MB – S10	445	0,6	880	4 – 8
MB – S14	1100	1,2	1200	10 – 16
MB – S18	1850	2,4	1600	16 – 30
MB – S23	3750	4,7	2000	30 – 40

3.3 DRTÍCÍ LŽICE A LOPATY MB CRUSHER

Drtící lžice MB Crusher je určena pro drcení materiálu v místech demolicí nebo sanací budov a obytných oblastí. Lžice drtí veškeré zbytky po demolicích přímo na místě. Snižuje nutnost použití jiných mechanických nástrojů, řeší problém zbavování se demoličních pozůstatků, které není nutno odvážet na skládku. Je vhodná pro malá i velká staveniště. Umožňuje recyklaci materiálu, což se odráží na finanční úspoře. Snižuje náklady v souvislosti s drcením, likvidací a zpracováním odpadu. Snižuje čas vynaložený na připojení a použití nástroje, umožňuje znovupoužití drceného materiálu. Nevýhoda ovšem tkví v poměrně vysoké pořizovací ceně a v nemožnosti rozměrového nastavení lžice. [35]



Obr. 20 Drtící lžice MB Crusher upnutá na rypadlu JCB [35]

Tab. 27 Technické parametry drtících lžic a lopat MB Crusher určených pro rypadla [35]

Model	Min. hmotnost rypadla [t]	Hmotnost lžice [kg]	Objem nákladu [m ³]	Nastavení velikosti materiálu na výstupu [mm]
BF 60.1	8	1500	0,5	<15;100>
BF 70.2	14	2250	0,6	<15;120>
BF 80.3	18,5	3000	0,75	<15;135>
BF 90.3	20	3500	0,8	<15;120>
BF 120.4	28	4900	1	<15;140>

BF 135.8	43	7500	1,6	<40;150>
BF 150.10	70	10000	2,3	<100;200>

3.4 HARTL CRUSHER

Drtič Hartl Crusher poskytuje nejvyšší možný výkon při minimálních nákladech na opotřebení a také vysoce kvalitní konstantní frakci ve tvaru kostek. Drtič se osvědčil při recyklaci a úpravě stavební suti jako je beton, cihly, asfalt, keramika nebo sklo, ale také např. při zpracování přírodního kameniva či silničních a zemních pracích. U všech použitých materiálů a dílů se klade důraz na nejvyšší kvalitu. Ergonomický tvar a design dávají zařízení Hartl typický dojem.

Zařízení slouží k flexibilní, mobilní a levné recyklaci a úpravě stavební suti přímo na místě s nízkými nároky na místo a čas. Požadovaný materiál se zpracuje pomocí drtící lžice přímo tam, kde vznikl. Poté se může přímo na místě zpracovat nebo použít. Dochází k redukci nákladů na dovoz a odvoz materiálu, nákladů spojených s uložením materiálu na skládku, nákladů na dopravu nebo provozních nákladů. Díky jedinečnému uložení vzpěrné desky vzniká unikátní pohyb „Quattro“ drtících čelistí. Pohyblivá část nevykonává paralelní pohyb ke směru pohybu materiálu, jako je tomu u běžných drtičů, ale pohybuje se střídavým kývavým pohybem (ve tvaru číslice 8). V horní části drtící komory proto dochází k předdrcení a ve spodní části ke konečnému drcení. K drtiči je také možnost nechat si dodat volitelné vybavení jako jsou magnety, rychloupínací systémy, skrápěcí jednotka nebo kamerový systém kontroly. [36]



Obr. 21 Hartl Crusher HBC950 [36]

Tab. 28 Technické parametry dodávaných drtičů Hartl Crusher [36]

Model	Min. hmotnost nosiče [t]	Provozní hmotnost [kg]	Kapacita [m ³]	Velikost vstup. otvoru [mm]
HBC 650	10	1700	0,51	650 x 500
HBC 750	18	2800	0,73	750 x 500
HBC 950	24	3950	1,00	950 x 525
HBC 1250	35	5720	1,66	1250 x 570

3.5 HARTL SCREENER

Hartl Screener se vyznačuje svou kompaktní stabilní konstrukcí a konstantním výkonem třídění při nízkých nákladech na údržbu. Zařízení se uplatní při přesném třídění a oddělování materiálu. Pomocí výměnných třídících vložek je provedeno prosetí a vytřídění v různých variabilních velikostech výsledného zrna. Třídíče jsou vhodné jak pro předběžné třídění (před případným drcením), tak pro konečné třídění podle zrnitosti. [37]



Obr. 22 Třídíč Hartl Screener [37]

Tab. 29 Technické parametry třídíčů Hartl Screener [37]

Model	Min. hmotnost nosiče [t]	Provozní hmotnost [kg]	Kapacita [m ³]	Průměr bubny [mm]	Hloubka třídícího koše [mm]
HBS 800	8	640	0,60	800	500
HBS 1200	13	1220	2,00	1200	750
HBS 1600	22	2320	4,80	1600	1100
HBS 2000	35	4600	7,50	2000	1100

3.6 ALLU LOPATY

ALLU lopaty se nabízejí pro stroje o hmotnosti od 1 do 40 tun a v objemech od 0,4 m³ do 4,5 m³. Třídění, drcení, míchání, provzdušňování a nakládání materiálu probíhá v jednom kroku otáčejícími se diskovými hřídeli osazenými noži, které umožňují zpracování materiálu i o značné vlhkosti, aniž by došlo k zalepení nebo ucpání lopaty.

Výraznou předností ALLU lopat je jejich mobilita a minimální nároky na stav podloží. Mohou být velmi jednoduše a rychle transportovány na místo nasazení a umožňují práci všude, kde se dokáže pohybovat rypadlo. Na rozdíl od jiných zařízení nehrozí u třídící a drtící lopaty ALLU žádné nebezpečí poškození při vniknutí kamene nebo zbytku nejrůznějších ocelových profilů, které mohou být díky reverznímu chodu uvolněny, aniž by musel strojník vystoupit z kabiny stroje.

Mezi nevýhody ALLU lopat se řadí především vysoká pořizovací cena, nemožnost změny velikosti vstupního otvoru, což v praxi znamená, že každý kus sutí musí být připravený maximálně na velikost otvoru, čemuž může sloužit např. hydraulické kladivo. Problémem ALLU lopat, stejně jako ostatních drtících a třídících lopat, je také rychlost drcení nebo třídění, kdy se při větším objemu sutí vyplatí použití mobilní drtičky kvůli úspoře ekonomické i časové.

Široká řada lopat ALLU umožňuje najít vhodný a konfiguraci pro připojení na všechny běžné stroje, ze kterých jsou tak vytvořena drtící a třídící zařízení. Výrobce nabízí lopaty v sedmi řadách, rozdělených podle využití a druhu a hmotnosti stroje. [38]



Obr. 23 ALLU lopata DN2 – 09 [38]

3.7 SHRUTÍ VYUŽITÍ, VÝHOD A NEVÝHOD ZAŘÍZENÍ K DRCENÍ A TŘÍDĚNÍ SUTÍ

Přídavná zařízení k drcení a třídění sutí se dají využít všude, kde je možný pohyb rypadla. Lopaty, lžice i drapáky jsou dodávány v široké škále provedení tak, aby bylo možné je použít pro rypadla všech velikostí. Třídící a demoliční drapáky se používají pro hrubé třídění materiálu, který následně dopravují do recyklačních souprav. Jejich hlavními přednostmi jsou otočná hlava, snadná ovladatelnost a rychlost. Tato zařízení však neslouží k přesnému třídění. Třídící lžice MB Crusher a Hartl Screener jsou využívány pro přesné třídění a oddělování materiálu. Lze je využít pro třídění materiálu před, ale i po drcení. Při jejich použití před drcením je dosaženo úspory času potřebného k drcení. Výhodou je kompaktní konstrukce při nízkých nákladech na údržbu. Třídící lžice Hartl Screener je vybavena výměnnými třídícími vložkami, které slouží k prosetí a vytřídění materiálu ve variabilních velikostech zrna. Drtící lžice MB Crusher a Hartl Crusher jsou využívány pro recyklaci a úpravu stavební sutí. Lžice drtí veškerou suť v místě demolice. Výhodou je redukce nákladů na dovoz a odvoz materiálu, provozních nákladů a nákladů spojení s uložením materiálu na skládku. Nevýhodami jsou vysoké pořizovací ceny a nižší rychlost drcení než u mobilních recyklačních strojů. Zařízení společnosti Hartl, na rozdíl od MB, koná unikátní pohyb Quattro, který vzniká díky originálnímu uložení vzpěrné desky. ALLU lopaty v sobě spojují drcení a třídění materiálu v jednom kroku. Výhodami ALLU lopat jsou mobilita, snadný transport a minimální nároky na stav podloží. Mezi nevýhody se řadí vysoká pořizovací cena, nemožnost změny velikosti vstupního otvoru a rychlost drcení a třídění.

ZÁVĚR

V mé bakalářské práci je provedena kritická rešerše současně vyráběných a používaných přídatných pracovních zařízení rypadel určených pro demolici budov. V první kapitole práce je zpracován přehled současně vyráběných hydraulických demoličních kladiv od vybraných výrobců (Soosan, Renomag, Rotair, Sandvik). V kapitole je také popsána konstrukce a princip funkce kladiva. Údaje získané z katalogů a webových stránek výrobců a dodavatelů jsou zpracovány do tabulek. Následné porovnání je přehledně vyneseno do grafů zkonstruovaných pomocí vybraných poměrů. Pod grafy je zpracováno vyhodnocení daných porovnání. Ve druhé kapitole je popsáno rozdělení demoličních nůžek na univerzální nůžky, nůžky šrotové a pulverizátory. V tabulkách jsou sepsány důležité technické a provozní parametry dle dostupných informací od výrobců a dodavatelů (Atlas Copco, Sandvik, Montabert, NPK Europe). Tyto parametry jsou u vybraných zařízení graficky porovnány a je vypracováno vyhodnocení jednotlivých grafických porovnání. Ve třetí kapitole je zpracován přehled zařízení vhodných pro třídění a drcení sutí, která se dají použít pro rypadla. V poslední kapitole jsou popsány třídící demoliční drapák, třídící lžíce a drtící lžíce MB Crusher, drtič Hartl Crusher, třídíč Hartl Screener a ALLU lopaty. Tato zařízení je vhodné použít zejména při malých objemech sutí a v místech, kam je složité mobilní recyklační stroj dopravit. Při velkých objemech materiálu je výhodnější použití mobilního recyklačního stroje kvůli jeho rychlosti drcení a třídění materiálu.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] VANĚK, Antonín. Strojní zařízení pro stavební práce. Druhé, přepracované vydání. Praha: Sobotáles, 1999. ISBN 80-85920-61-1.
- [2] Jak funguje kladivo. *Webové stránky firmy Hošek trade s.r.o.* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.dobrekladivo.cz/rady-a-tipy/3-jak-funguje-kladivo>
- [3] Soosan rock breaker sales. *Heaydon diesel services* [online]. 2016 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://heaydondiesel.com.au/portfolio/2030-2/>
- [4] VANĚK, Antonín. Přehled světové techniky - strojů pro stavebnictví: Bauma 1998. Praha: Image Interior, 1999.
- [5] Hydraulická bourací kladiva GIANT. *Webové stránky firmy Hošek trade s.r.o.* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.dobrekladivo.cz/produkty/hydraulicka-bouraci-kladiva>
- [6] Hydraulická kladiva Soosan. *Webové stránky firmy AHservis stavebních strojů s.r.o.* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.ah-servis.cz/hydraulicka-kladiva-soosan>
- [7] Úvod. *Webové stránky firmy Renomag spol. s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.renomag.cz/uvod/>
- [8] Hydraulická kladiva Renomag. *Webové stránky firmy Renomag spol. s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.renomag.cz/produkty/webpage%5B2%5D/webpage%5B2%5D/>
- [9] Rotair about us. *Webové stránky firmy Rotair* [online]. 2017 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.rotairspa.com/>
- [10] Light weight serie. *Webové stránky firmy Rotair spa* [online]. 2016 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.rotairspa.com/lightweight-serie-50-550-kg/>
- [11] Katalog firmy Rotair spa. *Webové stránky firmy Rotair spa* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.rotairspa.com/wp-content/uploads/2016/08/OlsDE-EN16.pdf>
- [12] Compact range breakers. *Webové stránky firmy Sandvik Construction* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://construction.sandvik.com/products/breaking-and-demolition-tools/hydraulic-breakers/compact-range-breakers/>
- [13] Small range breakers. *Webové stránky firmy Sandvik Construction* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://construction.sandvik.com/products/breaking-and-demolition-tools/hydraulic-breakers/small-range/>
- [14] Medium range breakers. *Webové stránky firmy Sandvik Construction* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://construction.sandvik.com/products/breaking-and-demolition-tools/hydraulic-breakers/medium-range/>

- [15] Large range. *Webové stránky firmy Sandvik Constuction* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://construction.sandvik.com/products/breaking-and-demolition-tools/hydraulic-breakers/large-range/>
- [16] Historie společnosti. *Webové stránky firmy Sandvik Construction* [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://construction.sandvik.com/about-us/our-history/>
- [17] Nástroje do hydraulických kladiv. *Webové stránky firmy Renomag spol. s.r.o.* 2017 [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.renomag.cz/produkty/webpage%5B2%5D/nastroje-do-hydraulickyh-kladiv/>
- [18] Katalog oškrtů firmy Renomag. *Webové stránky firmy Renomag spol. s.r.o.* 2017 [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.renomag.cz/produkty/webpage%5B2%5D/nastroje-do-hydraulickyh-kladiv/>
- [19] VANĚK, Antonín. *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1045-9.
- [20] Katalog HKS. *Web společnosti Hydroma s.r.o* [online]. 2016 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.hydroma.cz/www/produkty/dle-vyrobce/hks/>
- [21] Atlas Copco v ČR. *Webové stránky spol. Atlas Copco* [online]. 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.atlascopco.cz/cs-cz/Atlas-Copco-v-CR>
- [22] Kombinované nůžky CC. *Webové stránky firmy Vladimír Baše - DemoličníTechnika.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.demolicnitechnika.cz/prodej-demolicni-techniky/ticha-demolicni-technika.php>
- [23] Demoliční a recyklační příslušenství Trevi Benne. *Webové stránky firmy Renomag spol. s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.renomag.cz/produkty/drceni-trideni-recyklace/demolicni-drvice-a-nuzky/>
- [24] Stříhací a drtící nůžky Sandvik. *Webové stránky obchodní společnosti Rocktech* [online]. 2007 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.rocktech.cz/hydr-kladiva-nuzky.php>
- [25] The company. *Webové stránky společnosti Montabert* [online]. [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.montabert.com/en/content/company>
- [26] Demoliční nůžky a drtiče Montabert. *Webové stránky společnosti Staves s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.staves.cz/prodej-stavebnich-stroju/demolicni-nuzky-a-drvice>
- [27] Heavy weight serie. *Webové stránky firmy Rotair spa* [online]. 2016 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.rotairspa.com/heavyweight-serie-750-2200-kg/>
- [28] Company. *Webové stránky společnosti NPK Europe BV* [online]. 2014 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.npke.eu/company/>
- [29] Multiprocessors. *Webové stránky společnosti NPK Europe BV* [online]. 2014 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://www.npke.eu/products/multiprocessors/>

- [30] Tiché demoliční nůžky a drtiče Atlas Copco - nepostradatelné pro demolice a recyklace. *Webové stránky Stavební technika* [online]. 2006 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <https://www.stavebni-technika.cz/clanky/tiche-demolicni-nuzky-a-drtice-atlas-copco>
- [31] Drtiče a pulverizátory – rozměňovače. *Webové stránky obchodní společnosti Rocktech* [online]. 2007 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.rocktech.cz/hydr-kladiva-drtice.php>
- [32] Crunchers. *Webové stránky společnosti NPK Europe BV* [online]. 2014 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.npke.eu/products/crunchers/>
- [33] Drapáky DEHACO. *Webové stránky BAGRKOM s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.bagrkom.cz/drapaky/>
- [34] Třídící lžice MB Crusher. *Webové stránky firmy Renomag spol. s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.renomag.cz/produkty/drceni-trideni-recyklace/tridici-lzice-mb-crusher/>
- [35] Drtící lžice a lopaty MB Crusher. *Webové stránky firmy Renomag spol. s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.renomag.cz/produkty/drceni-trideni-recyklace/drtici-lzice-mb-crusher/>
- [36] Hartl Crusher. *Webové stránky společnosti Hartl Holding* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.hartl-crusher.com/cs/vyrobky/crusher/>
- [37] Hartl Screener. *Webové stránky společnosti Hartl Holding* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.hartl-crusher.com/cs/vyrobky/screener/>
- [38] ALLU lopaty. *Webové stránky společnosti Staves s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.staves.cz/prodej-stavebnich-stroju/tridici-a-drtici-lopaty-allu>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BPM beats per minute, údery za minutu