



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

DRTIČE ČELIŠTOVÉ

JAW CRUSHERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adam Baláž

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Adam Baláž**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

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:

Drtiče čelist'ové

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracování přehledu výrobců, typů a parametrů jednotlivých druhů čelist'ových drtičů s rozvahou jejich použití v různých technologiích.

Cíle bakalářské práce:

Vypracování přehledu jednotlivých typů čelist'ových drtičů včetně parametrů, odkazů, výrobců, možností použití v různých technologiích v pořadí dle výkonností. Dle dostupnosti dokumentace 3D modely, případně výkresy.

Návrh systému volby použití jednotlivých typů drtičů v různých technologiích.

Seznam doporučené literatury

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.).
Konstruování strojních součástí. 1. vyd. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 9788021426290.

BIGOŠ, Peter, Jozef KULKA, Melichar KOPAS a Martin MANTIČ. Teória a stavba zdvíhacích a dopravných zariadení. Vyd. 1. Košice: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2012. Edícia vedeckej a odbornej literatúry (Technická univerzita v Košiciach). ISBN 9788055311876.

POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLISKA a Aleš SLÍVA. Dopravní a manipulační zařízení I. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. ISBN 8024800438.

KOVÁČ, Milan a Vladimír K LAPITA. Manipulácia s materiálom v doprave. 1. vyd. V Žiline: EDIS, 2003. ISBN 8080701741.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: Albra, 2003. ISBN 8086490742.

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

V Brně, dne

L.S.

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

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

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá prehľadom výrobcov a používateľov, ako aj systémom použitia jednotlivých čelust'ových drvičov. V prvej kapitole sú popísané bežné súčasti čelust'ových drvičov. Zároveň sú v tejto kapitole uvedené jednotlivé typy čelust'ových drvičov, ich mechanizmus a použitie. V druhej kapitole je výber výrobcov čelust'ových drvičov a prehľad vyrábaných modelov. Tretia kapitola je zameraná na prehľad technológií v akých sa čelust'ové drviče používajú a výber používateľov v týchto technológiách. Štvrtá kapitola pojednáva o systéme použitia jednotlivých typov čelust'ových drvičov v daných technológiách podľa určitých faktorov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Drvenie, čelust'ový drvič, jednovzperný čelust'ový drvič, dvojvzperný čelust'ový drvič, špeciálny čelust'ový drvič.

ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with an overview of manufacturers and users, as well as the system of use of individual jaw crushers. The first chapter describes common components of jaw crushers. This chapter also contains overview of individual types of jaw crushers, their mechanism and usage. The second chapter presents a selection of manufacturers of jaw crushers and overview of manufactured models. The third chapter focuses on an overview of the technologies in which jaw crushers are used and the selection of users in these technologies. The fourth chapter deals with the system of use of individual jaw crushers in given technologies according to certain factors.

KEYWORDS

Crushing, jaw crusher, single-toggle jaw crusher, double-toggle jaw crusher, special jaw crusher.

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

BALÁŽ, Adam. *Drtiče čelistové*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124976>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 50 s. Vedoucí práce Jiří Malášek.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným dielom, spracoval som ju samostatne pod vedením doc. Ing. Jiřího Maláška, Ph.D. a s použitím informačných zdrojov uvedených v zozname.

V Brne dne 26. júna 2020

.....

Adam Baláž

POĎAKOVANIE

Chcel by som poďakovať môjmu vedúcemu práce, pánovi doc. Ing. Jiřímu Maláškov, Ph.D. za odborné rady a dôležité informácie, ktoré mi pomohli pri spracovaní tejto bakalárskej práce. Taktiež by som chcel poďakovať pánovi Patrikovi Polavkovi z firmy Retsch za ústretovosť a poskytnutie výkresovej dokumentácie. V neposlednom rade by som chcel poďakovať svojej rodine za podporu pri mojom štúdiu na univerzite.

OBSAH

Úvod	11
1 Čelúst'ový drvič	12
1.1 Významné časti čelúst'ového drviča	12
1.2 Typy čelúst'ových drvičov	13
1.2.1 Jednovzperný čelúst'ový drvič	13
1.2.2 Dvojvzperný čelúst'ový drvič	16
1.2.3 Špeciálne čelúst'ové drviče	19
1.3 Použitie jednotlivých typov čelúst'ových drvičov	21
1.3.1 Použitie jednovzperného čelúst'ového drviča	21
1.3.2 Použitie dvojvzperného čelúst'ového drviča	21
1.3.3 Použitie špeciálnych typov čelúst'ových drvičov	22
2 Prehľad výrobcov čelúst'ových drvičov	23
2.1 ChromSpec Slovakia	23
2.2 Retsch	23
2.3 McCloskey	23
2.4 DSP Přerov	24
2.5 RESTA	24
2.6 SANDVIK	25
2.7 TEREX	25
2.8 Metso	25
2.9 Zhengzhou mining machinery	26
2.10 Shanghai Shunky Machinery	27
2.11 JXSC	27
2.12 Dingsheng engineering technology	28
2.13 Telsmith	29
2.14 MEKA	29
2.15 Parker	29
2.16 Kleeman	30
2.17 Uralmashplant	30
2.18 PSP Engineering	31
2.19 Pengfei group	32
2.20 Shibang machinery	33
3 Výber prevádzok, ktoré používajú čelúst'ové drviče	34
3.1 Kameňolomy	34
3.1.1 Resta-dakon, s.r.o.	34
3.1.2 Kameňolomy a štrkopieskovce, a.s.	34
3.1.3 Slovenský vodohospodársky podnik, š.p.	34
3.1.4 SK-Ťažiarik, s.r.o.	34
3.1.5 Rolta, s.r.o.	34
3.1.6 KARE Praha, s.r.o.	34
3.1.7 LB, s.r.o.	35
3.1.8 Českomoravský štěrk, a.s.	35
3.1.9 Reno Šumava, a.s.	35
3.2 Recyklačné dvory a linky	35

3.2.1	DTS Vrbenský, a.s.	35
3.2.2	BAUSET, a.s.	35
3.2.3	C&V Sopúch	35
3.2.4	CSM-Stav, s.r.o.	35
3.2.5	ISO a spol., s.r.o.	35
3.2.6	Tlak Smolník, s.r.o.	35
3.3	Výroba cementu a spracovanie vápenca	36
3.3.1	Cement hranice, a.s.	36
3.3.2	Východoslovenské stavebné hmoty, a.s.	36
3.3.3	HASIT Šumavské vápenice a omítkárny, s.r.o.	36
3.3.4	Kotouč Štramberk, spol. s.r.o.	36
3.4	Laboratóriá	36
3.4.1	Tribologické laboratórium, katedra technológií a materiálov, TU v Košiciach	36
3.4.2	Ústav geotechniky SAV, Košice	36
3.4.3	Retsch	36
3.4.4	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra – geoanalytické laboratóriá	37
4	Návrh systému použitia jednotlivých typov čel'ust'ových drvičov	38
4.1	Porovnanie typov drvičov	38
4.1.1	Jednovzperný	38
4.1.2	Dvojvzperný	38
4.1.3	Dodge	38
4.1.4	Zdvojený	39
4.1.5	Dvojčinný	39
4.1.6	Kužel'očel'ust'ový	39
4.2	Faktory pri volení čel'ust'ového drviča	39
4.2.1	Typ spracovaného materiálu	39
4.2.2	Množstvo spracovaného materiálu	40
4.2.3	Veľkosť vstupného materiálu	41
4.2.4	Veľkosť produktu	41
4.2.5	Možnosť viacnásobnej redukcie	41
4.2.6	Výkon pohonu stroja	42
4.2.7	Rozmery stroja	42
4.2.8	Flexibilita použitia	42
4.2.9	Cena	42
	Záver	43
	Použité informačné zdroje	44
	Zoznam použitých skratiek a symbolov	49
	Zoznam príloh	50

ÚVOD

Ľudská civilizácia je bytostne závislá od celej škály surovín, ktoré musia byť pred ich využitím spracované. Spracovanie surovín a materiálov drvením je jednou so základných činností v mnohých odvetviach priemyslu, pri príprave vzoriek v laboratóriách, ako aj pri sekundárnom spracovaní materiálov v rámci ich recyklácie.

Drvenie vyťaženej suroviny (rudnej alebo nerudnej) predstavuje prvý krok jej ďalšieho spracovania na jej ceste k finálnemu produktu. Drvenie horniny pre stavebné účely (výstavba ciest, železníc, príprava betónových zmesí, cementov, omietok a iných stavebných hmôt) je nemysliteľná bez drvenia na požadovanú frakciu. V stavebnom priemysle má svoje nezastupiteľné miesto aj využitie drvičov pri recyklácii použitých stavebných materiálov. Aj veľmi tvrdé materiály, ako produkty metalurgie (zliatiny kovov), sú takýmto spôsobom drvené pred ďalším spracovaním. Drvenie vzoriek pred ich analyzovaním je štandardným postupom v laboratóriách rôzneho zamerania. Drvenie je aj jedným zo spôsobov prípravy prírodných materiálov pre ich použitie na umelecké účely.

Cieľom predkladanej bakalárskej práce je vypracovanie prehľadu jednotlivých typov čelust'ových drvičov, ich parametrov, výrobcov a možností použitia v rôznych technológiách.

1 ČEĽUSTOVÝ DRVIČ

Čeľustový drvič je primárny typ drviča, charakteristický dvoma čeľusťami, medzi ktoré privádzame materiál na spracovanie. Spravidla je jedna čeľusť pevná a druhá vykonáva potrebný pohyb. Podľa charakteru tohto pohybu pôsobí drvič na drvený materiál buď tlakom, alebo tlakom a zároveň aj súčasným smykom. Používajú sa pri hrubom a strednom drvení veľmi pevných a ťažko drviteľných materiálov (kamenivo, rudy). Drviče je potrebné uvádzať do prevádzky (rozbeh/zastavenie) prázdne, teda bez materiálu v drviacom priestore [1].

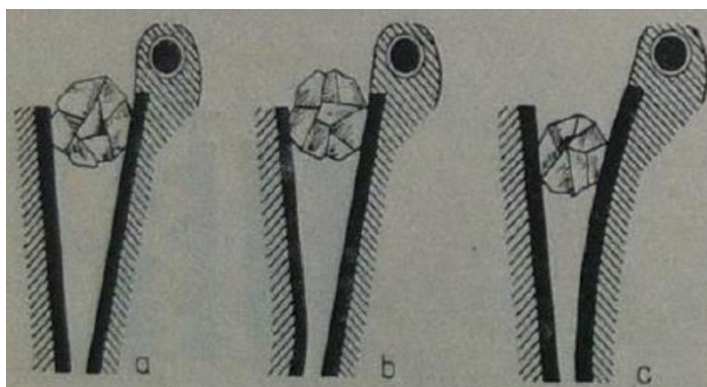
1.1 VÝZNAMNÉ ČASTI ČEĽUSTOVÉHO DRVIČA

Fréma

Frémou nazývame rám stroja. Niekedy nazývané ako lože stroja. Fréma musí prenášať vysoké zaťaženia, ktoré vznikajú pri drvení. Vyrába sa ako robustný odliaťok, alebo zvarenec [4].

Čeľuste

U bežných drvičov je jedna čeľusť pevná a druhá pohyblivá. Uloženie pohyblivej čeľuste u jednovzperných je rozdielne ako u dvojvzperných. Pohyblivá čeľusť je uložená v kyvadle. Čeľuste sa vyrábajú z legovanej mangánovej ocele, kvôli dobrým oteruvzdorným vlastnostiam. Čeľuste bývajú pozdĺžne ryhované tak, že do seba čeľuste zapadnú a dochádza k lámaniu materiálu pri súčasnom drvení. Konštrukcia zvykne byť navrhovaná tak, aby ich pri opotrebení bolo možné otočiť o 180°. Tým sa zvýši ich životnosť a znížia sa náklady na výmenu. Čeľuste bývajú rovné alebo zakrivené (obr. 1). Výhody zakrivených čeľustí sú zvýšenie výkonu stroja, znižujú spotrebovanú energiu a majú väčšiu životnosť. Nevýhodami sú zložitejšia a drahšia výroba, väčšia hmotnosť a nemožnosť otočenia pre použitie z druhej strany [1][3][7].



Obr. 1 Typy profilov čeľustí [3]

- a) Rovné čeľuste
- b) Zakrivené pevné čeľuste v blízkosti výstupnej štrbiny
- c) Zakrivené pohyblivé čeľuste

Tiahlo

Tiahlo vracia pohyblivú čelúšť do pôvodnej polohy pomocou pružiny. Slúži taktiež na udržiavanie vzpernej dosky vo svojom uložení [1].

Vzperná doska

Vzperná doska slúži ako ochranný prvok proti preťaženiu (napr. vníkanie nedrviteľného materiálu do drviacej komory). V prípade preťaženia stroja, vzperná doska praskne a zabráni tak poškodeniu drahších častí stroja. Konštrukcia stroja musí umožňovať jednoduchý prístup a výmenu vzpernej dosky.

Výstredníkový hriadeľ

U dvojvzperných drvičov je výstredníkový hriadeľ osadený ojnicou, ktorá je spojená so vzpernými doskami. Vzperné dosky ďalej vychylujú pohyblivú čelúšť. Jednovzperný drvič má pohyblivú čelúšť osadenú priamo na výstredníkovom hriadeľi. Výstredníkový hriadeľ je uložený na súdkových ložiskách. Na svojich koncoch je opatrený zotrvačníkmi. Jeho otáčky sa líšia, avšak platí, čím väčší drvič, tým menšie otáčky.

Zotrvačník

Plynulosť chodu drviča zaisťujú dva veľké zotrvačníky umiestnené na koncoch výstredníkového hriadeľa. Pri chode naprázdno akumulujú energiu a vydávajú ju pri pracovnom zdvihu. Jeden zo zotrvačníc má drážkovanie pre klinové remene, ktoré zotrvačník poháňajú pomocou elektromotoru. Na zotrvačníku sa často vyskytuje poistka, ktorá pri preťažení stroja odpojí zotrvačník od výstredníkového hriadeľa [1] [3].

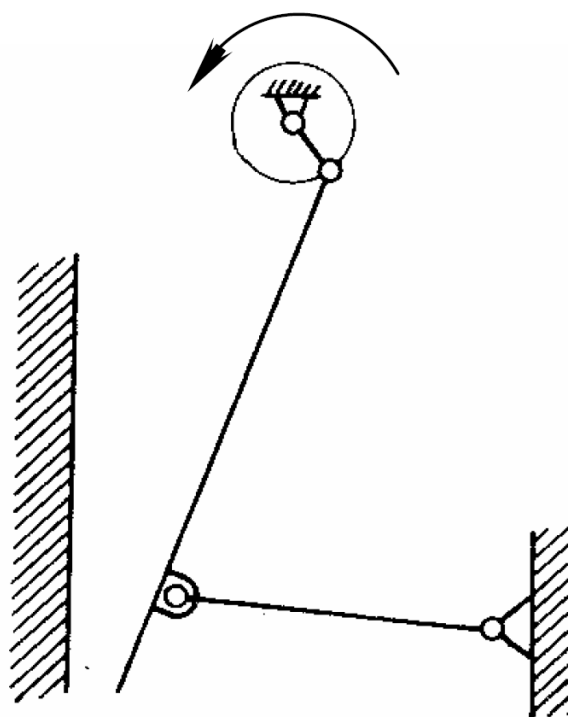
1.2 TYPY ČEĽUSTOVÝCH DRVIČOV

Podľa druhu pohybu pohyblivej časti vzhľadom ku pevnej čelusti sa čelúšťové drviče rozdeľujú na [1] [6]:

- 1) Jednovzperný [Príloha 1]
- 2) Dvojvzperný [Príloha 2]
- 3) Špeciálne
 - a) Zdvojený
 - b) Dodge
 - c) Dvojčinný
 - d) kužeľočelúšťový

1.2.1 JEDNOVZPERNÝ ČEĽUSTOVÝ DRVIČ

Ako z názvu vyplýva, tento typ drviča má jednu vzpernú dosku, ktorá plní funkciu kyvadla. Pohyb tohto typu drviča je založený na spojení posuvného a kývavého pohybu. Zmysel otáčania výstredníkového hriadeľa je u jednovzperného čelúšťového drviča jednoznačne orientovaný (obr. 2). Má tento smer otáčania preto, aby bol materiál vťahovaný medzi čelúšťami [1] [6] [7].

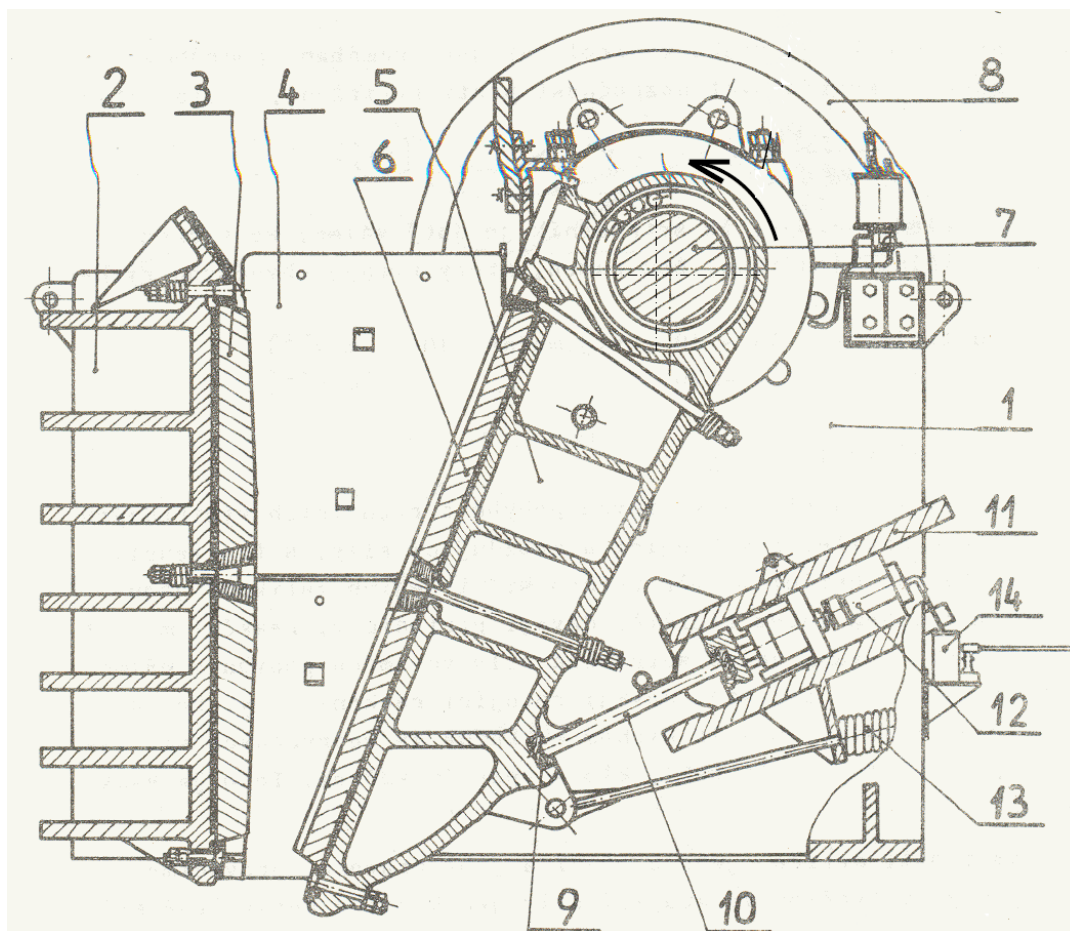


Obr. 2 Kinematické schéma jednovzperného čelustového drviča [1]

Zrno je drvené tlakom, lámaním, čiastočným štiepacím účinkom pri neopotrebovanom ryhovaní drviacich dosiek a roztieraním. Nepriaznivým javom je väčšie opotrebovanie drviacich dosiek a vznik väčšieho množstva prachu ako pri dvojevzpernom drviči, obzvlášť pri niektorých horninách [1] [6].



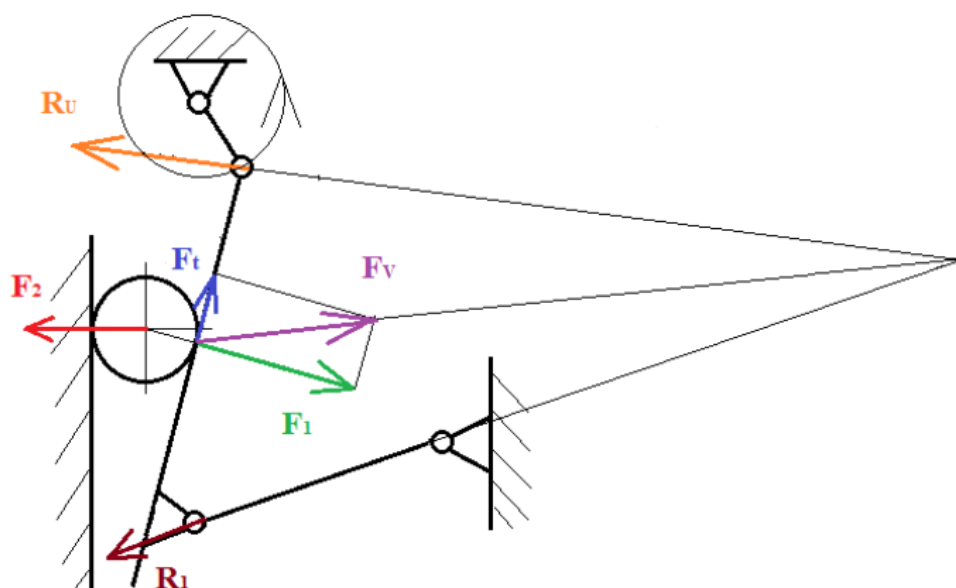
Obr. 3 Rez jednovzperným čelustovým drvičom [28]



Obr. 4 Rez jednovzperným čelúšťovým drvičom s popisom [1]

1 Rám drviču (fréma)	6 Pohyblivá čelúšť	11 Zadné čelo
2 Predné čelo frémy	7 Výstredníkový hriadeľ	12 Hydraulické nastavovacie zariadenie
3 Pevná čelúšť	8 Zotrvačníky	13 vratná pružina s tiahlom
4 Bočné klíny (panciere)	9 Oporná panva	14 ovládacie nastavenie drviča
5 Kyvadlo	10 Vzperná doska	

Ako je vyššie uvedené kyvadlo jednovzperného čelúšťového drviča koná zložený pohyb. Pri drvení materiálu tak vznikajú normálové ale zároveň aj trecie sily. Trecia sila pôsobí proti pohybu drveného zrna materiálu. Na obr. 5 je zobrazené zjednodušené silové pôsobenie v jednovzpernom čelúšťovom drviči [1].



Obr. 5 Schéma pôsobenia síl v jednovzpernom čelust'ovom drviči [59]

Platí :

F_1 - drviaca sila kolmá na pohyblivú čelust' [N]

F_2 - drviaca sila kolmá na pevnú čelust' [N]

F_t - Reakcia trecej sily [N]

F_v - Výsledná sila [N]

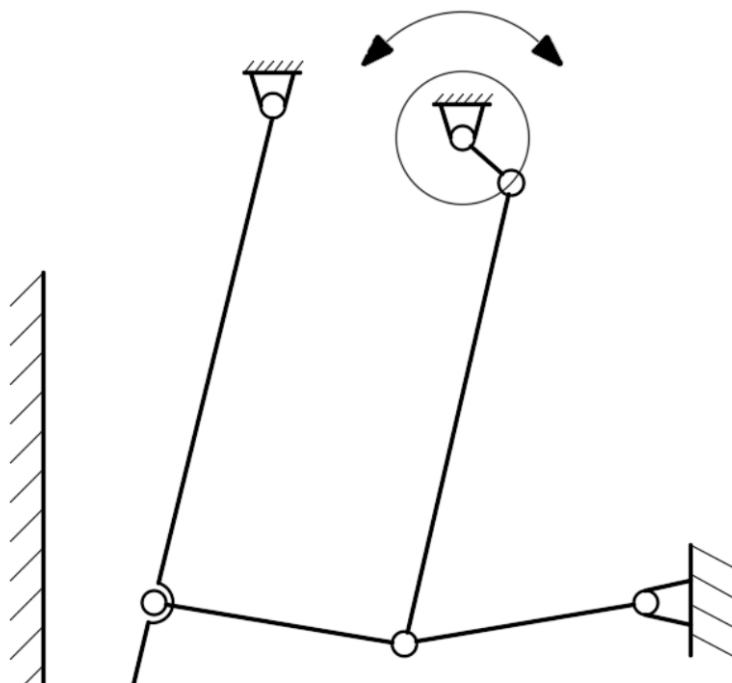
R_1 - Sila vo vzpernej doske [N]

R_U - Sila v uchytení kyvadla [N]

1.2.2 DVOJVZPERNÝ ČELUSŤOVÝ DRVIČ

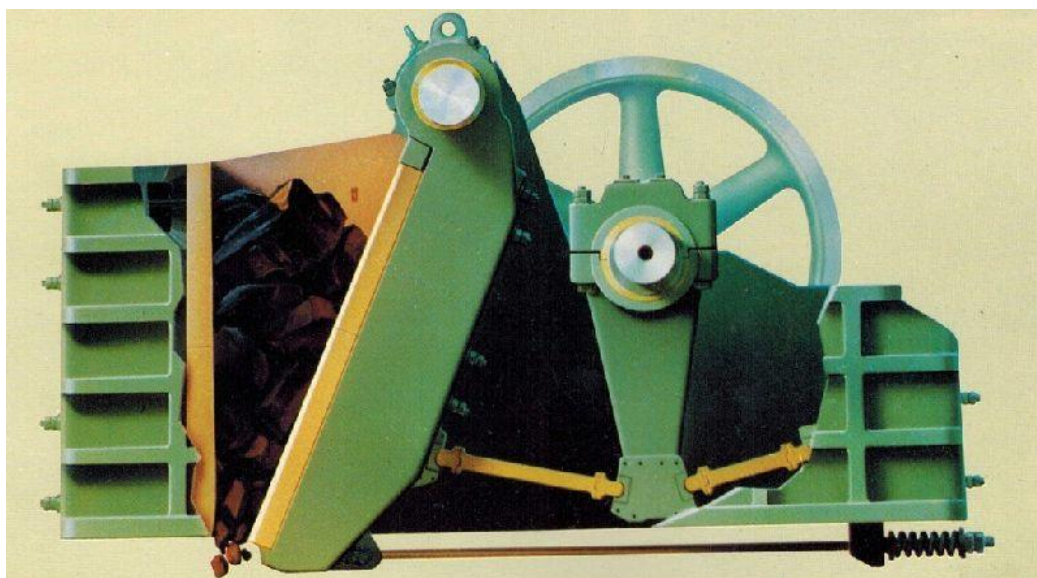
Tento drvič je založený na jednoduchom kývavom pohybe jednej čeluste voči druhej, statickej, čelusti pevne spojenej s rámom drviča. Osa kyvadla je umiestnená na ráme drviča, okolo ktorej kyvadlo vykonáva vyššie zmienený kývavý pohyb. Tento pohyb je vytvorený prenosom otáčania výstredného hriadeľa na pohyb ojnice, ktorá svoj pohyb prenáša cez vzperné dosky na kyvadlo [1] [6] [7].

Pri dvojvzpernom čelust'ovom drviči sa výstredníkový hriadeľ, uložený v súdkových ložiskách, môže otáčať oboma smermi (nezáleží na zmysle otáčania).

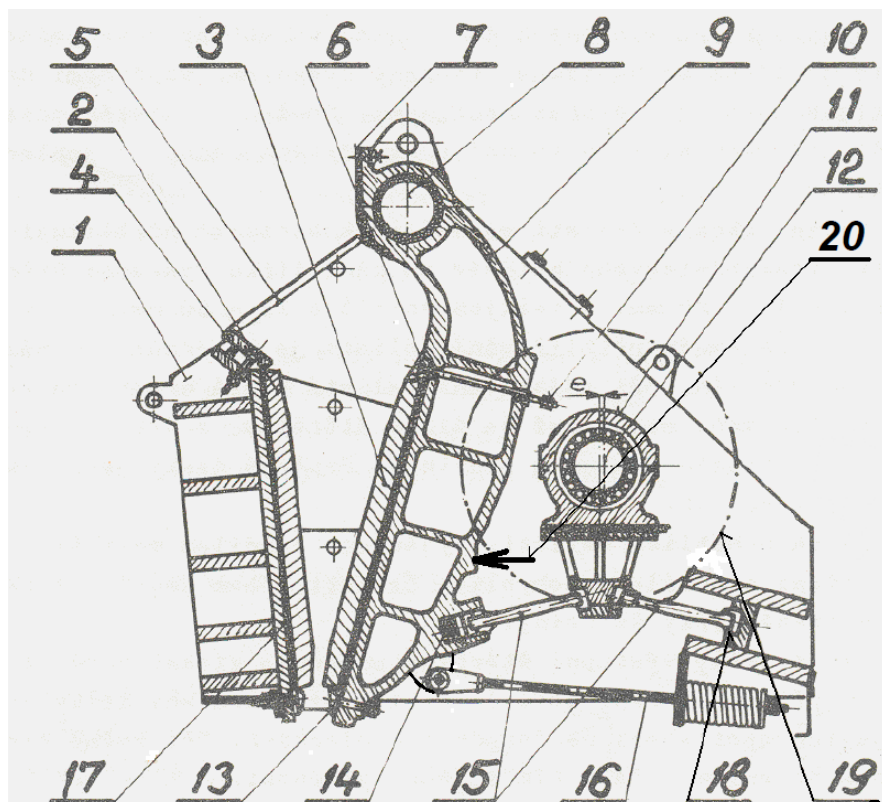


Obr. 6 Kinematické schéma dvojvzperného čeľustového drviča [1]

K drveniu materiálu dochádza približovaním drviacich čeľustí, prevažne tlakom, ale čiastočne k drveniu prispieva aj lámanie zŕn a štiepením materiálu. Materiál opretý o dva hrebene ryhovania a zaťažované hrebeňom ryhovania v strede je lámaný, väčšie aj menšie kusy sú drvené tlakom, pričom neopotrebované ryhovanie prispieva svojim štiepacím účinkom.



Obr. 7 Rez dvojvzperným čeľustovým drvičom [29]

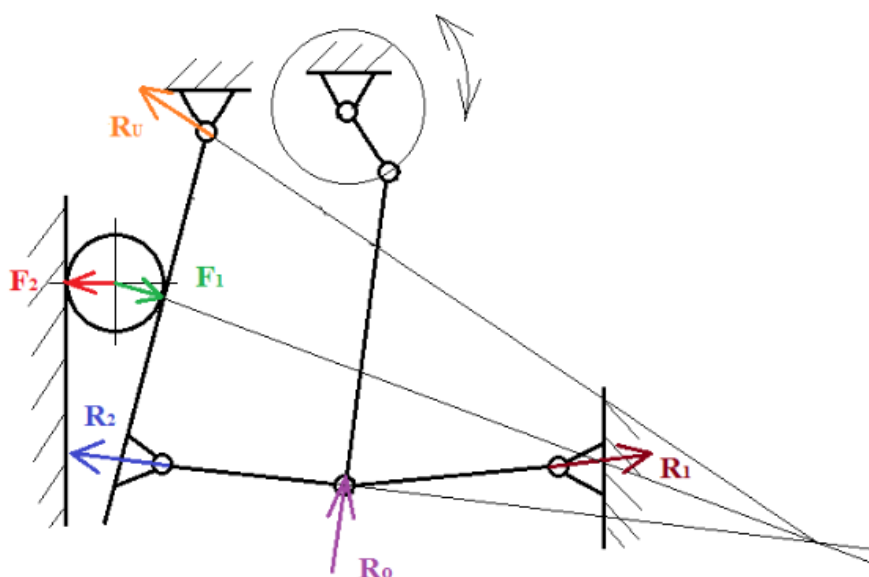


Obr. 8 Rez dvojvzperným drvičom s popisom [1]

1 Rám drviča	6 Prídržný klin	11 ojnica	16 tiaho pružiny
2 Pevná čeľusť	7 Obloženie kyvadla	12 Výstredníkový hriadeľ	17 Podklad čeľusti
3 Pohyblivá čeľusť	8 Osa kyvadla	13 Prídržné klíny	18 operná vložka
4 Držiak čeľuste	9 Kyvadlo	14 Nastavovacie podložky	19 Strižná poistka na zotrvačníkoch
5 Bočné klíny	10 Skrutka čeľuste	15 Vzperné dosky	20 Hydraulický zdvihák

Výhodou tohto typu drviča je tvar vstupného otvoru (obdĺžnik blízky štvorcu), takže pri minimálnych rozmeroch stroja je možné spracovať určitú veľkosť vstupného materiálu. Ďalšou výhodou je vysoká účinnosť práce stroja - 95% výkonu na drvenie materiálu a len 5% výkonu na pohyb čeľuste, čo umožňuje stroju vyvinúť vyššiu drviacu silu pri menej výkonnom motore.

Nevýhodou je predovšetkým nedostatočná tvarová hodnota zrn produktu, čo je ovplyvnené spôsobom drviacej práce. Ďalšou nevýhodou je značná špecifická spotreba energie (na 1t materiálu), spôsobená tým, že pri tomto type drviča je práca vykonávaná iba v polovici otáčky, pričom v druhej polovici sa drviaci priestor uvoľňuje pre postup materiálu vlastnou tiažou. Z tohto plynie, že pri potrebe spracovania vysokého množstva materiálu je potreba omnoho väčší stroj ako pri jednovzpernom drviči [1] [7]. Na obr. 9 je zobrazené zjednodušené silové pôsobenie v dvojvzpernom čeľust'ovom drviči.



Obr. 9 Schéma pôsobenia síl v dvojvzpernom drviči [59]

Platí :

F_1 - drviaca sila kolmá na pohyblivú čelúšť [N]

F_2 - drviaca sila kolmá na pevnú čelúšť [N]

R_1 - sila v prednej vzpernej doske [N]

R_2 - sila v zadnej vzpernej doske [N]

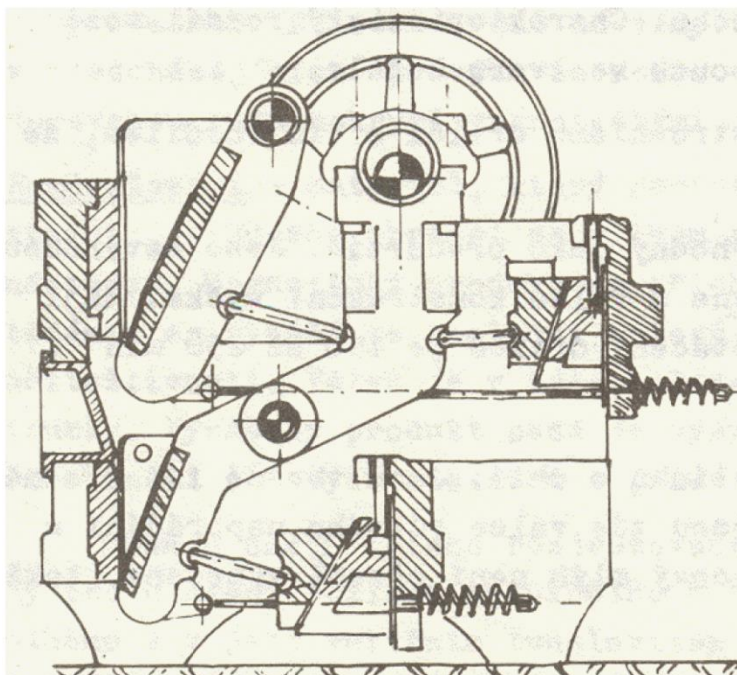
R_U - Sila v uchytení kyvadla [N]

R_O - Sila v ojnici [N]

1.2.3 ŠPECIÁLNE ČELUSTOVÉ DRVIČE

Zdvojený čelúšťový drvič

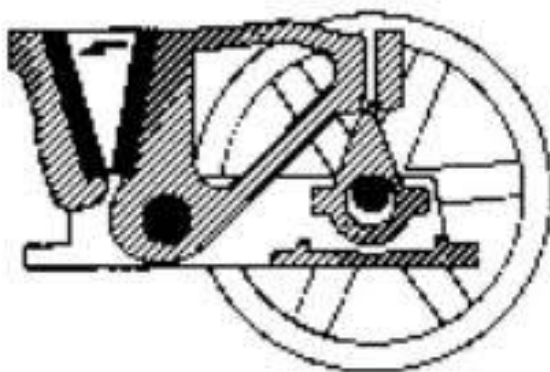
Tento typ drviča je kombináciou preddrviča (dvojvzperný čelúšťový drvič) a vlastného drviča (jednovzperný čelúšťový drvič). Oba drviče môžu byť poháňané jedným elektromotorom a jedným výstredníkovým hriadeľom, rám (frému) majú však stále spoločný [1].



Obr. 10 Rez zdvojeného čeľustového drviča [1]

Čeľustový drvič typu Dodge

Tento typ čeľustového drviča má pohyblivú čeľusť na spodnej časti čeľuste. Vďaka minimálnemu pohybu na spodnej časti čeľuste vytvára jednotnejší materiál. Maximálna amplitúda pohybu na vrchnej časti čeľuste umožňuje prijímanie väčších kusov materiálu výrazne ich zredukovať. Nevýhodou tohto typu drviča je možnosť používania len pri tvrdom, dobre lámavom, nelepavom materiáli a pri malých množstvách, kvôli tendencii upchávania sa [6] [7].

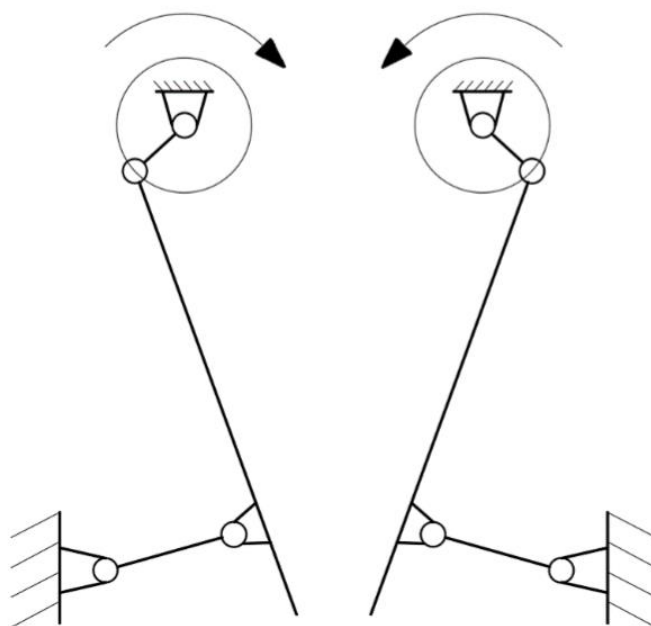


Obr. 11 Rez čeľustovým drvičom typu Dodge [6]

Dvojčinný čeľustový drvič

Pri tomto type čeľustového drviča sú obe čeľusti pohyblivé (obr. 12). Každá má svoj vlastný výstredníkový hriadeľ a vzpernú dosku. Výstredníkové hriadele sa otáčajú oproti sebe a sú

synchronizované vhodným spôsobom. Oproti ostatným typom má zložitejšiu konštrukciu a je finančne nákladnejší [1].



Obr. 12 Kinematické schéma dvojčinného čeľustového drviča [1]

Kužel'očel'ust'ový drvič

Špeciálny, málo používaný typ drviča. Spočiatku obdĺžniková „kapsa“ priechodu materiálu medzi čeľusťami prechádza do kužela. Použitie pri drvení veľkých zŕn materiálu [1].

1.3 POUŽITIE JEDNOTLIVÝCH TYPOV ČEĽUSTOVÝCH DRVIČOV

1.3.1 POUŽITIE JEDNOVZPERNÉHO ČEĽUSTOVÉHO DRVIČA

Jednovzperný čeľustový drvič je používaný na primárne, vstupné, hrubé drvenie materiálu ako vápenec, fluorit, dolerit, žula a k recyklácii stavebného materiálu, betónu a asfaltu. Býva taktiež zaradený hneď za dvojvzperným čeľustovým drvičom, kde vďaka vyššiemu stupňu redukcie, lepšej tvarovej hodnote a nižšej hmotnosti zŕn oproti dvojvzpernému drviču, spracováva už podrvený materiál pre vylepšenie konečného produktu, predovšetkým používané v úpravniach kameniva pre betón. Používa sa pre stroje s výkonmi do 400 kW [1] [53].

1.3.2 POUŽITIE DVOJVZPERNÉHO ČEĽUSTOVÉHO DRVIČA

Dvojvzperný čeľustový drvič je používaný rovnako ako jednovzperný čeľustový drvič na primárne, vstupné drvenie materiálu ako vápenec, žula, dolerit, fluorit a recykláciu stavebného materiálu. Používané taktiež na drvenie vysoko tvrdých, abrazívnych materiálov

a ferozliatin. Tento typ čel'ust'ového drviča sa používa pri strojoch s výkonom do 250 kW [1] [53].

1.3.3 POUŽITIE ŠPECIÁLNYCH TYPOV ČEĽUSTŔOVÝCH DRVIČOV

Použitie zdvojeného čel'ust'ového drviča

Tento typ drviča je konštruovaný pre drvenie materiálu na výrobu jemného betónu, napríklad pre umelecké účely a pre obal'ované zmesi [1].

Použitie čel'ust'ového drviča typu Dodge

Čel'ust'ový drvič typu Dodge sa používa pri malých banských operáciách, vzorkovacích zariadeniach alebo v prípadoch kde je potrebný malý produkt, ale nie je dostupné dvojstupňové drvenie. Málo používané kvôli tendencii zapchávania sa. Používa sa do výkonov 11kW [52].

Použitie dvojčinného čel'ust'ového drviča

Dvojčinný čel'ust'ový drvič sa používa pri drvení veľmi tvrdých materiálov. Kvôli zložitej konštrukcii a vysokým nákladom používané veľmi zriedkavo [1].

2 PREHLAD VÝROBCOV ČEĽUSTOVÝCH DRVIČOV

Prehľad firiem, ich modelov, parametre jednotlivých modelov, typy vyrábaných čeľustových drvičov. Pokiaľ výrobca neuvádza maximálnu kusovitosť materiálu riadime sa pravidlom – max. kusovitosť = 80-85 % menšieho rozmeru vstupného otvoru (a opačne).

2.1 CHROMSPEC SLOVAKIA

Firma ChromSpec Slovakia je zameraná na výrobu jednovzperných čeľustových drvičov. Používané hlavne v laboratórnych podmienkach v baníckom, chemickom, sklárskom a keramickom priemysle, ako aj v geológii a mineralógii [9]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy ChromSpec Slovakia je uvedený v tab. 1.

Tab.1 Prehľad modelov firmy ChromSpec Slovakia

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitosť [mm]
Pulverisette 1 classic line	1,34	x	1,0 -15	60
Pulverisette. 1 premium line	3,49	x	0,3-15	95

2.2 RETSCH

Firma Retsch vyrába jednovzperné čeľustové drviče [Príloha 3] [Príloha 4]. Využitie drvičov tejto firmy je pri príprave vzoriek v laboratóriách a priemyselných zariadeniach pri drvení stredne tvrdých, tvrdých krehkých a húževnatých materiálov [10]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Retsch je uvedený v tab. 2.

Tab.2 Prehľad modelov firmy Retsch

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitosť [mm]
BB 50	1,1	x	0-11	40
BB 100	0,75	x	0-20	50
BB 200	1,5	x	0-30	90
BB 250	3	x	0-30	120x90
BB 300	3	x	1,0-40	130
BB 400	5,5	x	0-30	220x90
BB 500	7,5	x	0-11	110
BB 600	15	x	6,0-60	350x170

2.3 McCLOSKEY

Firma McCloskey vyrába jednovzperné čeľustové drviče. Použitie týchto drvičov je v mobilných drviaciach zariadeniach, ktoré svoje využitie nachádzajú hlavne v banskom a lomovom priemysle [11]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy McCloskey je uvedený v tab. 3.

Tab.3 Prehľad modelov firmy McCloskey

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
J40	166	1016x610	51-152	x
J45	261	1143x686	51-157	x
J45R	261	1152x691	51-157	x
J50	261	1270x740	51-165	x

2.4 DSP PŘEROV

Firma DSP Přerov vyrábá jednovzperné čelúšťové drviče. Použitie týchto drvičov je pri spracovaní lomového kameňa, spracovaní betónu alebo pri recyklácii tehlového muriva [12]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy DSP Přerov je uvedený v tab. 4.

Tab.4 Prehľad modelov firmy DSP Přerov

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
DC 75x50	45	x	20-80	x
DC 95x70	90-110	x	50-150	x
DC 105x80	90-110	x	70-180	x
DC 110x70R	90-110	x	70-180	x
DC 115x85	90-132	x	80-250	x
DC 130x105	132-160	x	120-260	x

2.5 RESTA

Firma RESTA vyrábá jednovzperné čelúšťové drviče. Drviče od tejto firmy sa používajú ako pri spracovaní prírodného kameniva tak aj pri recyklačných prácach [13]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Resta je uvedený v tab. 5.

Tab.5 Prehľad modelov firmy RESTA

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
DCJ 350x110	3	350x110	8,0-35	x
DCJ 400x200	5,5	400x200	10,0-45	x
DCJ 470x330	18	470x330	10,0-50	x
DCJ 710x500	37	710x500	30-70	x
DCJ 900x600	75	900x600	40-170	x
DCJ 1100x750	110	1100x750	70-170	x
DCJ 1100x800	110	1100x800	65-200	x
DCJ 1200x1000	132	1200x1000	85-230	x

2.6 SANDVIK

Firma SANDVIK vyrába jednovzperné čelustové drviče. Použitie týchto drvičov je v banskom, lomovom a stavebnom priemysle [14]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Sandvik je uvedený v tab. 6.

Tab.6 Prehľad modelov firmy SANDVIK

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
CJ411	110	1045x840	75-225	750
CJ412	132	1200x830	75-275	750
CJ612	160	1200x1100	125-275	990
CJ613	160	1300x1130	125-300	1070
CJ615	200	1500x1070	125-300	960
CJ815	200	1500x1300	150-300	1170

2.7 TEREX

Firma TEREX vyrába jednovzperné čelustové drviče. Firma je zameraná na použitie v recyklácii alebo na drvenie mäkkého a tvrdého lomového kameňa [8]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy TEREX je uvedený v tab. 7.

Tab.7 Prehľad modelov firmy TEREX

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
JAQUES 4024	224	1000x600	45-175	540
JAQUES	261	1070x762	45-175	685
TEREX 900x600	140	900x600	40-125	350
TEREX JW 40	202	1000x660	40-140	540
TEREX 1100x700	257	1100x700	50-150	x
TEREX JW 42	257	1070x762	45-175	650
TEREX JW 55	328	1415x820	80-230	730

2.8 METSO

Firma Metso vyrába jednovzperné čelustové drviče. Použitie týchto drvičov je v rôznych priemyselných oblastiach ako napríklad banský a lomový rovnako ako aj v recyklácii. Využíva pri spracovaní tvrdých kameňov a rúd ako aj pri spracovaní menej náročných materiálov [15]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Metso je uvedený v tab. 8.

Tab.8 Prehľad modelov firmy Metso

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
C80	75	800x510	40-175	x
C96	90	930x580	60-175	x
C106	110	1060x700	70-200	x
C116	132	1150x760	70-200	x
C120	160	1200x870	70-175	x
C130	185	1300x1000	100-250	x
C150	200	1400x1200	125-250	x
C160	250	1600x1200	150-300	x
C200	400	2000x1500	175-300	x

2.9 ZHENGZHOU MINING MACHINERY

Firma Zhengzhou mining machinery vyrába jednovzperné čelustové drviče. Drviče tejto firmy sa používajú v metalurgii, stavebnom, chemickom a banskom priemysle pre materiály s maximálnou odolnosťou voči stlačeniu 250 MPa. Modely PE sa používajú pre hrubé drvenie zatiaľ čo modely PEX sú používané na jemné až stredne jemné drvenie [17]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Zhengzhou mining machinery je uvedený v tab. 9.

Tab.9 Prehľad modelov firmy Zhengzhou

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
PE-250x400	15	250x400	20-50	200
PE-400x600	30-37	400x600	40-100	350
PE-500x750	45-55	500x750	50-100	425
PE-600x900	55-75	600x900	65-160	480
PE-750x1060	90-110	750x1060	80-140	630
PE-800x1060	90-110	800x1060	100-200	680
PE-870x1060	90-110	870x1060	170-270	750
PE-900x1060	90-110	900x1060	200-290	780
PE-900x1200	132	900x1200	95-180	750
PE-1000x1200	132	1000x1200	95-190	850
PE-1200x1500	220	1200x1500	150-300	1020
PEX-150x500*	3,0-15	150x500	10,0-40	120
PEX-150x750	15	150x750	18-48	125
PEX-250x750	22-30	250x750	25-60	210
PEX-250x1000	30-37	250x1000	25-60	210
PEX-250x1200	37-45	250x1200	25-60	210
PEX-300x1300*	20-60	300x1300	15-50	250

2.10 SHANGHAI SHUNKY MACHINERY

Firma Shanghai Shunky machinery vyrábá jednovzperné čelustové drviče. Stroje od tejto firmy sa používajú v metalurgii, stavebnom, chemickom a banskom priemysle, pričom sa používajú pri materiáloch s maximálnou odolnosťou voči stlačeniu 280MPa pre modely JCE a 320MPa pre modely PE [16]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Shanghai Shunky Machinery je uvedený v tab. 10.

Tab.10 Prehľad modelov firmy Shanghai Shunky Machinery

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
SKJ 630x1000	75	630x1000	70-175	x
SKJ 870x1100	110	870x1100	70-200	x
SKJ 1000x1300	160	1000x1300	100-250	x
SKJ 1200x1600	220	1200x1600	150-300	x
JCE1302	30	180x1300	10,0-30	150
JCE1003	30	250x1000	20-40	220
JCE1303	37-45	250x1300	70-100	220
JCE604	37-45	400x600	35-85	350
JCE 800x1060	110	800x1060	80-160	650
JCE 800x1100	132	860x1100	100-225	720
PE-250x400	15	250x400	20-50	200
PE-400x600	30-37	400x600	40-100	350
PE-500x750	45-55	500x750	50-100	425
PE-600x900	55-75	600x900	65-160	480
PE-750x1060	90-110	750x1060	80-140	630
PE-900x1200	132	900x1200	95-180	750
PE-1000x1200	132	1000x1200	95-190	850
PE-1200x1500	220	1200x1500	150-300	1020
PE-1500x1800	355	1500x1800	220-350	1200
PEX-150x250	5,5	150x250	10,0-40	125
PEX-150x750	15	150x750	18-48	125
PEX-250x750	22-30	250x750	25-60	210
PEX-250x1000	30-37	250x1000	25-60	210
PEX-250x1200	37-45	250x1200	25-60	210

2.11 JXSC

Firma JXSC vyrábá jednovzperné čelustové drviče. Drviče tejto firmy sa využívajú predovšetkým ako primárne na rozdrvenie tvrdých a krehkých materiálov pre ďalšie drviacie štádiá. Používané v banskom, lomovom a stavebnom priemysle. Modely PE sa používajú pre hrubé drvenie zatiaľ čo modely PEX sú používané na jemné až stredne jemné drvenie [18]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy JXSC je uvedený v tab. 11.

Tab.11 Prehľad modelov firmy JXSC

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
PE-150x250	7,5	150x250	30-100	130
PE-250x400	15	250x400	20-50	200
PE-400x600	30-37	400x600	40-100	350
PE-500x750	45-55	500x750	50-100	425
PE-600x900	55-75	600x900	65-160	480
PE-750x1060	90-110	750x1060	80-140	630
PE-900x1200	132	900x1200	95-180	750
PE-1200x1500	220	1200x1500	150-300	1020
PEX-150x750	15	150x750	18-48	125
PEX-200x1000	22	200x1000	22-55	160
PEX-250x1000	30-37	250x1000	25-60	210
PEX-250x1200	37-45	250x1200	25-60	210
PEX-300x1300	20-60	300x1300	15-50	250

2.12 DINGSHENG ENGINEERING TECHNOLOGY

Firma Dingshen engineering technology vyrába jednovzperné čelust'ové drviče. Drviče typu PE sa používajú v banskom a lomovom priemysle, pri drvení kameniva, rúd a recyklácii materiálov s maximálnou odolnosťou voči stlačeniu 320 MPa. Modely typu JC sú používané v banskom a lomovom priemysle, pri spracovaní nerastov a recyklácii železobetónu [19]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Dindgsheng engineering technology je uvedený v tab. 12.

Tab.12 Prehľad modelov firmy Dingsheng engineering technology

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
PE-500x750	45-55	500x750	50-100	425
PE-600x900	55-75	600x900	65-160	480
PE-750x1060	90-110	750x1060	80-140	630
PE-900x1200	132	900x1200	95-180	750
PE-1000x1200	132	1000x1200	95-190	850
PE-1200x1500	220	1200x1500	150-300	1020
PE-1500x1800	355	1500x1800	220-350	1200
JC900	90	600x900	60-175	x
JC1100	132	760x1100	70-200	x
JC1200	160	900x1200	150-300	x
JC1400	200	1100x1400	160-350	x
JC1600	250	1200x1600	200-400	x
JC2000	400	1500x2000	250-450	x

2.13 TELSMITH

Firma Telsmith vyrába jednovzperné čelust'ové drviče. Tieto drviče sa používajú v banskom a lomovom priemysle ako aj pre recyklácii [20]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Telsmith je uvedený v tab. 13.

Tab.13 Prehľad modelov firmy Telsmith

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
H2238	93	965x559	51-152	x
H2550	112	1270x635	63-152	x
H3244	112	1118x813	76-178	x
H3450	147	1270x863	102-203	x
3258	149	1473x813	90-175	x
J3858	186	1524x965	100-229	x
Iron Giant 4448	186	x	125-305	x
Iron Giant 5060	234	x	150-358	x

2.14 MEKA

Firma MEKA vyrába jednovzperné čelust'ové drviče. Tieto drviče sa využívajú v lomovom a banskom priemysle [22]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy MEKA je uvedený v tab. 14.

Tab.14 Prehľad modelov firmy MEKA

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
MJ 60	30	610x380	40-150	x
MJ 65	45	650x500	40-150	x
MJ 90	75	900x650	60-200	x
MJ 110	132	1100x850	100-200	x
MJ 130	160	1300x1000	125-250	x
MJS 90	30	900x200	25-75	x
MJS 110	75	1100x350	25-125	x

2.15 PARKER

Firma Parker vyrába jednovzperné čelust'ové drviče. Tieto drviče sú využívané hlavne ako primárne drviče v drviacom procese v lomových, recyklačných a demolačných prácach. Vyrábané sú dva hlavné typy Rocksizer a RockSledger. [21]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Parker je uvedený v tab. 15.

Tab.15 Prehľad modelov firmy Parker

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
Rocksledger 900x600	90	900x600	70-330	x
Rocksledger 1100x630	110	1100x630	80-350	x
Rocksledger 1100x650	110	1100x650	100-350	x
Rocksledger 1100x760	110	1100x760	100-350	x
Rocksledger 1100x800	110	1100x800	140-350	x
Rocksledger 1300x1050	200	1300x1050	310-870	x
Rocksizer 600x300	30	600x300	25-75	x
Rocksizer 700x450	37	700x450	35-130	x
Rocksizer 800x480	55	800x480	38-140	x
Rocksizer 800x500	55	800x500	50-140	x
Rocksizer 950x300	45	950x300	40-105	x
Rocksizer 1000x600	110	1000x600	85-210	x
Rocksizer 1000x625	110	1000x625	100-210	x
Rocksizer 1200x300	90	1200x300	55-135	x

2.16 KLEEMAN

Firma Kleeman vyrába jednovzperné čelustové drviče. Tieto drviče sú používané v mobilných drviacich zariadeniach, ktoré spracúvajú takmer všetky typy prírodných kameňov v lomoch [24]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Kleeman je uvedený v tab. 16.

Tab.16 Prehľad modelov firmy Kleeman

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
STR95-055	160	950x550	40-150	x
STR110-070	160	1100x700	30-180	x
STR120	200	1200x800	70-200	x

2.17 URALMASHPLANT

Firma Uralmashplant vyrába jednovzperné čelustové drviče. Tieto drviče sa využívajú v stavebnom priemysle, v malých rudných baniach a kamenných lomoch kde je tvrdosť materiálu do 300 MPa [27]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Uralmashplant je uvedený v tab. 17.

Tab.17 Prehľad modelov firmy Uralmashplant

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
SCHDP-900x1200U	90	900x1200	130-180	750
SHCDP-1200x1500U	160	1200x1500	155-310	1000
SHCDP-1500x2100U	250	1500x2100	180-600	1300

2.18 PSP ENGINEERING

Firma PSP Engineering vyrába jednovzperné a dvojevzperné čelúšťové drviče. Jednovzperné modely (DCJ) sú používané pri spracovaní rôzneho kameniva, rúd a stavebných materiálov, kde je potrebné lepšia kvalita spracovaného materiálu, zatiaľ čo dvojevzperné (DCD) sú používané pri spracovaní extrémne tvrdých a drsných materiálov [26]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy PSP Engineering je uvedený v tab. 18.

Tab.18 Prehľad modelov firmy PSP Engineering

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
DCJ 1032	30	500x300	20-70	x
DCJ 1033	45	700x300	15-50	x
DCJ 1033	45	700x500	30-110	x
DCJ 1023	55	900x500	30-185	x
DCJ 1031	75	900x600	40-170	x
DCJ 1039	90	1100x700	50-180	x
DCJ 1021	110	1100x800	63-200	x
DCJ 1022	132	1200x800	63-200	x
DCJ 1028	132	1200x1000	85-230	x
DCJ 1029	160	1400x1120	100-250	x
DCJ 1038	200	1600x1250	120-300	x
DCJ 1025	250	2000x1500	170-350	x
DCD 4701	30	500x400	30-80	x
DCD 4701	30	540x400R	10,0-60	x
DCD 4702	40	630x500	30-80	x
DCD 4702	40	700x500R	10,0-60	x
DCD 4703	75	800x630	60-150	x
DCD 4709	55	1000x700R	50-130	x
DCD 4704	90	1000x800	100-180	x
DCD 4775	75	1100x800R	50-200	x
DCD 4705	132	1250x1000	130-250	x
DCD 4706	160	1600x1250	150-300	x
DCD 4707	250	2000x1600	200-400	x

2.19 PENGFEI GROUP

Firma Pengfei group vyrába jednovzperné čelust'ové drviče. Modely PEC sa využívajú na spracovanie tvrdého kameniva a používa sa v banskom a lomovom priemysle ako aj pri recyklácii štrkov, stavebných odpadových materiálov a asfaltu. Modely PE, PEX a PEV sa používajú na hrubé a stredne hrubé drvenie materiálov s maximálnou odolnosťou voči stlačeniu 320 MPa. Tieto typy drvičov sa používajú v Banskom, hútnickom, stavebnom a chemickom priemysle [23]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Pengfei group je uvedený v tab. 19 a tab. 20.

Tab.19 Prehľad modelov firmy Pengfei group s modelmi typu PE

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
PE-60x100	1,1	60x100	3,0-10	45
PE-150x250	5,5	150x250	10,0-40	125
PE-250x400	15	250x400	20-50	200
PE-250x500	18,5	250x500	20-80	210
PE-400x600	30-37	400x600	40-100	350
PE-430x600	37	430x600	90-140	400
PE-475x1050	55	475x1050	90-140	400
PE-500x750	45-55	500x750	50-100	425
PE-550x900	55	550x900	50-120	450
PE-600x750	55	600x750	50-110	500
PE-600x900	55-75	600x900	65-160	480
PE-620x900	55-75	620x900	95-145	500
PE-670x900	55-75	670x900	195-245	520
PE-720x900	55-75	720x900	195-245	520
PE-750x1060	90-110	750x1060	80-140	630
PE-800x1060	90-110	800x1060	100-200	680
PE-870x1060	90-110	870x1060	170-270	750
PE-900x1060	90-110	900x1060	200-290	780
PE-900x1200	132	900x1200	95-180	750
PE-1000x1200	132	1000x1200	95-190	850
PE-1100x800	132	1100x800	50-125	650
PE-1200x1500	220	1200x1500	150-300	1020
PE-1500x1800	355	1500x1800	220-350	1200
PE-1600x2100	355	1600x2100	175-300	1250

Tab.20 Prehľad modelov firmy Pengfei group s modelmi typu PEV, PEX, PEC

PEV-430x650	37	430x650	40-100	360
PEV-500x900	55	500x900	50-100	425
PEV-600x900	75	600x900	70-130	500
PEV-750x1060	110	750x1060	80-140	630
PEX-100x600	7,5	100x600	7,0-21	80
PEX-150x750	15	150x750	18-48	125
PEX-200x1000	22	200x1000	22-55	160
PEX-250x750	22-30	250x750	25-60	210
PEX-250x1000	30-37	250x1000	25-60	210
PEX-250x1200	37-45	250x1200	25-60	210
PEX-300x1300	20-60	300x1300	15-50	250
PEC80	75	800x510	40-180	x
PEC100	110	1000x760	70-210	x
PEC96	90	930x580	60-180	x
PEC106	110	1060x700	70-210	x
PEC116	132	1150x800	70-210	x
PEC3054	160	1375x760	70-210	x
PEC110	160	1100x850	70-210	x
PEC125	160	1250x950	100-260	x
PEC140	200	1400x1070	125-260	x
PEC145	200	1400x1100	125-280	x
PEC160	250	1600x1200	150-310	x
PEC200	400	2000x1500	175-310	x

2.20 SHIBANG MACHINERY

Firma Shibang machinery vyrába jednovzperné čelust'ové drviče. Tieto drviče sú v banskom, lomovom a stavebnom priemysle [25]. Prehľad vyrábaných modelov od firmy Shibang machinery je uvedený v tab. 21.

Tab.21 Prehľad modelov firmy Shibang machinery

Model	Výkon [kW]	Rozmery otvoru [mm]	Štrbina [mm]	max. kusovitost' [mm]
PEW250x1000	30	250x1000	20-40	220
PEW250x1200	37	250x1200	20-40	220
PEW400x600	37	400x600	35-85	350
PEW760	110	760x1100	75-200	640
PEW860	132	860x1100	100-225	720
PEW1100	185	1100x1200	150-275	930

3 VÝBER PREVÁDZOK, KTORÉ POUŽÍVAJÚ ČEĽUSTOVÉ DRVIČE

Čeľustové drviče sú používané v rôznych priemysloch, ako banský (prírodné kamenivo, ako napríklad vápenec alebo dolomit, rudy), metalurgický, chemický a stavebný. Taktiež používané v laboratóriách na prípravu vzoriek a pri recyklácii, prevažne, stavebných materiálov ako betón, železobetón, prírodné kamenivo a tehlové sutiny.

3.1 KAMEŇOLOMY

V lomovom a banskom využití sa využívajú stroje s vyšším výkonom. Výkon strojov v tomto priemysle sa pohybujú od 50 do 400 kW, respektíve 150 až 450 t/h.

3.1.1 RESTA-DAKON, S.R.O.

Firma zameraná na ťažbu a spracovanie kameniva. Táto firma ponúka služby v banských, lomových, hutníckych oblastiach. Používaný je jednovzperný čeľustový drvič Resta 900x600 [30].

3.1.2 KAMEŇOLOMY A ŠTRKOPIESKOVCE, A.S.

Firma zameraná na ťaženie a spracovanie materiálov ako dolomit, vápenec, štrkopiesok, kremenec a andezit. K drveniu sú používané mobilné jednovzperné čeľustové drviče PEGSON Premiertrack 1100x800 a KOMATSU BR 580 JG. Firma taktiež ponúka recykláciu stavebného materiálu [31].

3.1.3 SLOVENSKÝ VODOHOSPODÁRSKY PODNIK, Š.P.

Jednovzperný čeľustový drvič 650x1100 je používaný v kameňolome (Devín, Bratislava) na spracovanie granodioritu [32].

3.1.4 SK-ŤAŽIARIK, S.R.O.

Čeľustový drvič používaný na primárne drvenie dolomitov s maximálnou vstupnou frakciou 600 mm [33].

3.1.5 ROLTA, S.R.O.

Firma zameraná na spracovanie kameniva, štrkov a recykláciu stavebného odpadu. Využívané sú mobilné jednovzperné čeľustové drviče TEREX Pegson Metrotrack a Powerscreen Premiertrack 400 [34]

3.1.6 KARE PRAHA, S.R.O.

Firma zameraná na spracovanie kameniva v kameňolomoch a pieskovňach. Používané stroje sú mobilné jednovzperné drviče Hartl PC 1380 jg, Metso LT 106 s čeľustovým drvičom Nordberg C106 a Hartl PC 1265 [35].

3.1.7 LB, S.R.O.

Firma zameraná na spracovanie kameniva v kameňolomoch a pieskovňach. Používané stroje sú mobilné jednovzperné drviče Hartl PC 1380 jg, Metso LT 106 s čeľustovým drvičom Nordberg C106 a Hartl PC 1265 [36].

3.1.8 ČESKOMORAVSKÝ ŠTĚRK, A.S.

Firma zameraná na ťažbu a spracovanie migmatitu. Použité stroje sú čeľustový drvič DCJ 1900x1250 na primárne drvenie a čeľustový drvič DCJ 1000x1000 na terciárne drvenie [37].

3.1.9 RENO ŠUMAVA, A.S.

Firma zameraná na ťažbu a spracovanie granulitu, ruly a migmatitu. Používa sa dvojjvzperný čeľustový drvič 1000x630 na primárne drvenie materiálu [38].

3.2 RECYKLAČNÉ DVORY A LINKY

Čeľustové drviče používané v recyklačných dvoroch bývajú stredných až vysokých výkonov. Tieto stroje sa pohybujú vo výkonnostiach od 30 do 300 kW, respektíve 100 až 400 t/h.

3.2.1 DTS VRBENSKÝ, A.S.

Firma zameraná na spracovanie stavebného materiálu pri príprave pre pozemné stavebníctvo napr. pri výstavbe ciest a tunelov. Používa sa mobilná drviaca linka Sandvik QJ341+ s jednovzperným čeľustovým drvičom, na drvenie a triedenie kameniva, zeminy a stavebných materiálov [39].

3.2.2 BAUSET, A.S.

Firma zameraná na drvenie nelepivých stavebných odpadov, železobetónu, tehlových sutín a prírodného kameniva. Používa sa jednovzperný čeľustový drvič RESTA DCJ 700x500 [40].

3.2.3 C&V SOPÚCH

Firma zameraná na drvenie nelepivých stavebných odpadov, železobetónu, tehlových sutín a prírodného kameniva. Používa sa jednovzperný čeľustový drvič RESTA DCJ 700x500 [41].

3.2.4 CSM-STAV, S.R.O.

Firma zameraná na recykláciu a spätné získavanie anorganických materiálov ako betón, tehly, zemina, prírodné kamenivo a štrk zo železného zvršku. Používaný je mobilný jednovzperný čeľustový drvič Komatsu BR 380 JG [42].

3.2.5 ISO A SPOL., S.R.O.

Firma zameraná na recykláciu a spätné získavanie organických a anorganických látok ako odpadový štrk, zemina, drevo, betón, tehly a minerálne látky (piesok, kamenivo). Používaný je jednovzperný čeľustový drvič Sandvik QJ 340 [43].

3.2.6 TLAK SMOLNÍK, S.R.O.

Firma zameraná na recykláciu stavebných odpadov ako betón, tehly a prírodné kamenivo. Používa sa dvojjvzperný čeľustový drvič Hartl Powercrusher PC1055J [44].

3.3 VÝROBA CEMENTU A SPRACOVANIE VÁPENCA

Stroje používané pri úprave vápenca a výrobe cementu sa pohybujú v stredných až vysokých výkonoch. Tieto výkony sú v rozmedzí 30 až 250 kW, respektíve 60 až 300 t/h.

3.3.1 CEMENT HRANICE, A.S.

Firma zameraná na spracovanie vápenca (vysoko/nízko percentný), zlievarenských pieskov, popolčeka a hlíny. Používaný je jednovzperný čeľusťový drvič od firmy DSD Přerov 1000x1250 mm [45].

3.3.2 VÝCHODOSLOVENSKÉ STAVEBNÉ HMOTY, A.S.

Firma zameraná na spracovanie vápenca v lome. Používa sa čeľusťový drvič Hartl PC 1265 na primárne drvenie materiálu [46].

3.3.3 HASIT ŠUMAVSKÉ VÁPENICE A OMÍTKÁRNY, S.R.O.

Firma zameraná na výrobu cementu vápna a oxidu horečnatého. Použitý je jednovzperný čeľusťový drvič DCJ 1033 ako primárny drvič na drvenie vápenca [47].

3.3.4 KOTOUČ ŠTRAMBERK, SPOL. S.R.O.

Firma zameraná na spracovanie stavebných materiálov a vápenných produktov. Použité sú čeľusťový drvič 1026 pre drvenie kusového vápna a čeľusťový drvič Testchem-KS pre prípravu vzoriek [48].

3.4 LABORATÓRIÁ

Čeľusťové drviče sa v laboratórnom využití pohybujú v nízkych výkonoch. Tieto výkony sa pohybujú v kg/h, respektíve 1-15 kW.

3.4.1 TRIBOLOGICKÉ LABORATÓRIUM, KATEDRA TECHNOLOGII A MATERIÁLOV, TU V KOŠICIACH

Čeľusťový drvič sa v tomto laboratóriu používa pri skúšaní odolnosti povlakov na umelé kĺby kolenných náhrad a pri skúškach odolnosti proti abrazívnemu opotrebeniu, pri modelovaní procesov opotrebenia pri drvení [49].

3.4.2 ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV, KOŠICE

Používa sa čeľusťový drvič PS D-160 na úpravu nerastných surovín (napríklad kremeňa) pred analýzou [50].

3.4.3 RETSCH

Firma používa svoje vlastné čeľusťové drviče na prípravu materiálov, napr. na analýzu veľkosti častíc bazaltu (BB 600), analýzu veľkosti častíc selénu a kremíku, chemickú analýzu ťažobného materiálu napr. kremeň) a röntgenovú fluorescenčnú analýzu bazaltu a bauxitu (BB 300), určovanie hodnoty uhlíka v železnej zliatine (BB 200), DNA analýzu z kostí (BB 50) a radu ďalších analýz [51].

3.4.4 ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA – GEOANALYTICKÉ LABORATÓRIÁ

Laboratóriá zabezpečujú kompletný servis analytických, fyzikálno-chemických a mineralogických prác pre potreby geologického výskumu a prieskumu. Na spracovanie vzoriek sa používajú čeľuťové drviče D-160, BB-3 a DLS-80X150.

4 NÁVRH SYSTÉMU POUŽITIA JEDNOTLIVÝCH TYPOV ČELUSŤOVÝCH DRVIČOV

4.1 POROVNANIE TYPOV DRVIČOV

V tejto časti porovnáme vlastnosti jednotlivých typov drvičov, ktoré ovplyvňujú adekvátnosť použitia daného typu drviča v jednotlivých technológiách.

4.1.1 JEDNOVZPERNÝ

- Jednoduchá konštrukcia
- Vysoká flexibilita použitia
- Menšie rozmery
- Menšia hmotnosť
- Veľký rozsah výkonnosti :
- Nízka prvotná cena
- Možnosť prijímať veľké kusy materiálu (možnosť veľkého vstupu)
- Možnosť spracovania vlhkého resp. lepkavého materiálu
- Nemajú tendenciu dusenia
- Obmedzená drviaca sila (pre materiály s pevnosťou v tlaku do 250 MPa)
- Menšie miery zmenšovania materiálu

4.1.2 DVOJVZPERNÝ

- Veľká drviaca sila (pre materiály s pevnosťou v tlaku nad 250 MPa)
- Vysoká efektívnosť výkonu (95 % drvenie, 5 % pohyb čeluste)
- Dlhšia životnosť (ložiská, čeluste)
- Možnosť prijímať veľké kusy materiálu (možnosť veľkého vstupu)
- Možnosť spracovania vlhkého resp. lepkavého materiálu
- Nemajú tendenciu dusenia
- Možnosť drvenia abrazívnych a vysoko tvrdých materiálov (ferozliatiny, sklo)

4.1.3 DODGE

- Vysoké miery zmenšenia materiálu
- Možnosť vytvárania jednotnejšieho a jemnejšieho produktu
- Používané len pri produkcii malého množstva produktu
- Tendencia dusenia
- Možné použiť len pri tvrdom dobre lámavom materiály
- Možnosť použitia iba s malými výkonmi

4.1.4 ZDVOJENÝ

- Možnosť pohonu oboch drvičov jedným motorom
- Vysoká miera zmenšenia materiálu
- Možnosť vytvorenia jemnejšieho produktu bez použitia viacerých strojov

4.1.5 DVOJČINNÝ

- Vyššia kapacita drviacej komory
- Niekoľkokrát dlhšia životnosť ako pri jednovzperných/dvojvzperných drvičoch
- Možnosť drvenia veľmi tvrdých materiálov (pre materiály s pevnosťou v tlaku nad 250 MPa)
- Zložitá konštrukcia
- Vysoké náklady

4.1.6 KUŽELOČELUSŤOVÝ

- Možnosť spracovania veľkých zŕn vstupného materiálu
- Vysoká miera zmenšenia materiálu bez použitia viacnásobného drvenia

4.2 FAKTORY PRI VOLENÍ ČELUSŤOVÉHO DRVIČA

Pri výbere vhodného typu čelust'ového drviča je potrebné vziať do úvahy radu faktorov, ktoré tento výber ovplyvňujú a je nutné ich podľa dôležitosti zoradiť [3] [5].

4.2.1 TYP SPRACOVANÉHO MATERIÁLU

- tvrdosť materiálu, respektíve pevnosť v tlaku, ktorá je pre rôzne materiály rozličná, napríklad horniny ako vápenec (50-150 MPa), diorit (>150 MPa), žula (100-250 MPa), rôzne rudy, recyklovateľný stavebný materiál ako betón (5-35 MPa), tehelné sutiny (7,4-30 MPa) alebo rôzne ferozliatiny [2].

Tab.22 Schopnosť drvičov spracovávať materiál danej pevnosti v tlaku

	<50 MPa	50-250 MPa	>250 MPa
Jednovzperný	X	X	-
Dvojvzperný	X	X	X
Špeciálny	X	X	X*

**dvojčinný čelust'ový drvič*

- abrazivita : je potrebné zaručiť že vybraný drvič, konkrétne jeho čeľuste dokážu odolať a neopotrebovať sa abrazívnymi materiálmi ako napríklad sklenený prášok, karbid kremíku a rôzne ferozliatiny. Čeľustové drviče sa dokážu zvládajú abrazívne materiáli veľmi dobre, avša pri vysoko abrazívnych materiáloch je vhodné použiť dvojvzperný alebo dvojčinný drvič.
- suchosť/lepkavosť materiálu: pri drvení vlhkého materiálu je potrebné zaručiť, že sa drvič nebude zapchávať. S touto prekážkou pri drvení sa dokáže najlepšie vysporiadať jednovzperný typ drviča [5].

Tab.23 Schopnosť drviča spracovávať danú vlhkosť materiálu

	Suchý	Mierne vlhké	Vlhké/Lepkavé
Jednovzperný	X	X	-
Dvojvzperný	X	X	-
Špeciálny	X	X*	-

*dvojčinný, zdvojený alebo kužeľočeľustový

- krehkosť materiálu: podľa typu materiálu, či už pevný dobre lámavý alebo húževnatý materiál, je potrebné zaručiť aby vybraný drvič bol schopný spracovať požadovaný typ drveného materiálu na požadovanú kvalitu produktu. Čeľustové drviče sú však vysoko všestranné v tomto ohľade. Jediné typy čeľustových drvičov, ktorý majú problém s húževnatým materiálom sú dodge a kužeľočeľustový.

4.2.2 MNOŽSTVO SPRACOVANÉHO MATERIÁLU

Pre správne určenie stroje je taktiež podstatné v akom odvetví sa bude používať, napríklad pri lomových a banských prácach, metalurgických prevádzkach, v recyklačných dvoroch budú predpokladané vysoké objemové výkony spracovaného materiálu, zatiaľ čo v malých banských prevádzkach a laboratórnych prevádzkach pri príprave vzoriek, bude kladený dôraz na kvalitu produktu a množstvo spracovaného materiálu bude hrať menšiu rolu. Podľa parametrov drviča môže množstvo spracovaného materiálu dosahovať niekoľko kg/h až po stovky t/h.

Tab.24 Použitie daného drviča podľa objemového výkonu

	$P_o < 1 \text{ t/h}$	$1 < P_o < 10 \text{ t/h}$	$P_o > 10 \text{ t/h}$
Jednovzperný	X	X	X
Dvojvzperný	-	-	X
Špeciálny	X*	X	X

*Dodge

4.2.3 VEĽKOSŤ VSTUPNÉHO MATERIÁLU

Ďalší dôležitý faktor pri výbere drviča je veľkosť vstupného materiálu. Je potrebné zaručiť že vybraný stroj bude schopný prijať danú frakciu materiálu, ktorá býva normovane 80-85% menšieho vstupného rozmeru čeluste, respektíve podľa odporúčania výrobcu daného drviča. Pokiaľ má byť daný drvič použitý ako primárny v drviacom procese je predpokladané že bude nutné použiť drvič z hornej hranice spektra, čo sa týka vstupných otvorov. Pokiaľ bude drvič použitý ako sekundárny, resp. terciárny, bude možné použiť drvič s menším vstupným otvorom. Pri drvení materiálu s extrémne veľkou vstupnou frakciou je použiť dvojvzperný alebo špeciálny (dvojčinný, zdvojený) typ drviča. Jednovzperný čelustový drvič je v tomto smere veľmi univerzálny a zvláda od malých až po veľké vstupné frakcie.

4.2.4 VEĽKOSŤ PRODUKTU

Pri každej aplikácii drvičov je dôležitý účel, na ktorý bude produkt drvenia použitý, čiže je nutné aby spĺňoval dané predpoklady cieľovej frakcie. Hrubé frakcie produktu bývajú použité na stavebné účely, zatiaľ čo rudy spracované pred metalurgickým použitím majú vyššie požiadavky na výslednú frakciu. Produkt používaný na analýzu vzoriek alebo umelecké použitie je zvyčajne potrebné spracovať na jemné frakcie.

Tab.25 Možnosť spracovania na dané frakcie

	Jemné	Stredné	Hrubé
Jednovzperný	X	X	X
Dvojvzperný	-	X	X
Špeciálny	X*	X**	X**

*Dodge alebo zdvojený

**Dvojčinný alebo kužel'očel'ustový

4.2.5 MOŽNOSŤ VIACNÁSOBNEJ REDUKCIE

Pri určitých použitíach je potrebný výrazná redukcia materiálu, čo sa dá riešiť buď drvičom s vysokým stupňom redukcie alebo drvením viacerými drvičmi v drviacom procese. Pri volení sú dôležité faktory ako priestorové obmedzenia pracoviska, výkon pohonu stroja, finančné náklady.

Pri použití viacnásobnej redukcie (primárne, sekundárne, terciárne drvenie) je možné všetky typy čelustových drvičov (primárne - jednovzperné, dvojvzperné alebo dvojčinné, sekundárne – jednovzperné, dodge).

Pokiaľ nie je možné využiť viacnásobné drvenie, ale je potrebný vysoký redukčný stupeň zmenšenia materiálu je možné využiť špeciálne typy drvičov ako zdvojený alebo kužel'očel'ustový, keďže predstavujú viacnásobné drvenie vo forme jedného drviča.

4.2.6 VÝKON POHONU STROJA

Odvíja sa od spomínaných faktorov, prevažne od množstva spracovaného materiálu, s rastúcim množstvom materiálu priamo úmerne stúpa aj potreba zvyšovať výkon stroja. Od tohto sa odvíja ďalší faktor čím je veľkosť stroja, rovnako ako pri množstve spracovaného materiálu, so zvyšujúcim sa výkonom rastú celkové rozmery stroja.

Tab.26 Možnosti výberu výkonu pohonu drviča

	P<15 kW	15<P<250 kW	P>250 kW
Jednovzperný	X	X	X
Dvojvzperný	-	X	-
Špeciálny	X*	X	X

*Dodge

4.2.7 ROZMERY STROJA

- Obmedzenia veľkosti stroja kvôli rozmerom pracoviska
Pri menších banských operáciách alebo v laboratóriách, býva veľkosť stroja obmedzená veľkosťou pracoviska. Pri menších pracoviskách sú preto lepšie jednovzperné čelusťové drviče, respektíve drviče typu dodge, vďaka svojim menším rozmerom.

4.2.8 FLEXIBILITA POUŽITIA

Čelusťové drviče sú jednodimenzionálne používané veľmi zriedkavo, často krát bývajú používané v recyklačných linkách na drvenie škály materiálov, od prírodného kameniva až po recykláciu železobetónu. Pri takýchto použitíach je potrebné zistiť, ktorý typ drviča je najideálnejší práve pre danú škálu predpokladaných spracovaných materiálov.

4.2.9 CENA

- Vstupné náklady na stroj
Jednovzperný typ drviča má nižšie vstupné náklady ako dvojvzperný alebo špeciálne typy čelusťových drvičov.
- Životnosť stroja
Dvojvzperný typ drviču má nižšie náklady na údržbu a vyššiu životnosť ako jednovzperný, vďaka menšiemu namáhaniu ložísk a excentrického hriadeľa. Dvojčinný čelusťový drvič má niekoľkokrát vyššiu životnosť ako jednovzperné a dvojvzperné drviče, ale kvôli vysokým vstupným nákladom a zložitej konštrukcii je používaný iba výnimočne.

ZÁVER

V prvej kapitole tejto bakalárskej práce sa venujem všeobecnému popisu čelust'ových drvičov. Ďalej v tejto časti popisujem zloženie čelust'ových drvičov, ich konštrukciu a použitie v praxi. Taktiež uvádzam rozdelenie čelust'ových drvičov podľa druhu s príslušným technickým opisom ako aj oblasti ich najčastejšieho použitia.

Druhá kapitola tejto práce sa venuje prehľadu výberu výrobcov čelust'ových drvičov, či už domácich alebo zahraničných. V tomto prehľade sú uvedené zoznamy drvičov vyrábaných daným výrobcom, parametre týchto drvičov (napr. výkon pohonu, rozmery vstupného otvoru a štrbiny) a na aké typy využitia v technológiách sa daná firma zameriava. Tieto informácie boli čerpané z internetových stránok, respektíve online katalógov firiem.

Tretia kapitola je zameraná na prehľad technológií v akých sa čelust'ové drviče používajú (kameňolomy, cementárne, vápenky, recyklačné dvory a linky, laboratória), výkonnostné kategórie drvičov v týchto technológiách a výber firiem používajúcich čelust'ové drviče v daných technológiách.

Posledná časť tejto bakalárskej práce je zameraná na navrhnutie systému použitia jednotlivých čelust'ových drvičov v daných technológiách. Ako prvé môžeme vidieť porovnanie všetkých typov drvičov, kde sú spísané významné vlastnosti (výhody, nevýhody) každého typu. Nasleduje zvolený spôsob tohto systému, ktorý čerpá inšpiráciu z logistiky, konkrétne z metódy vážených hodnôt pri rozbere nevyčísliteľných účinkov. Rovnako ako v tejto metóde, aj v mnou zvolenom systéme som si určil faktory, ktoré budú ovplyvňovať výber drviča v danej technológii. Tieto faktory som následne zoradil od najdôležitejšieho po najmenej dôležitý.

Drvenie surovín a materiálov predstavuje jeden zo základných a nevyhnutných krokov pri ich spracovaní pre ďalšie použitie. Správnosť výberu zvolenej technológie drvenia má tak mimoriadny význam pri realizácii každého projektu, ktorý si vyžaduje použitie drviča. Výber tak ovplyvňuje aj ekonomickú efektívnosť prevádzky.

POUŽITÉ INFORMAČNÉ ZDROJE

- [1] MALÁŠEK, Jiří. Stroje pro výrobu stavebních materiálů a stavebních dílců. Vysoké učení technické/ FSI. 2005.
- [2] ZAHRADNÍČEK, Rudolf a SEMRÁD, Karol. Pružnosť a pevnosť, TU Košice, 218 s., ISBN 978-80-553-0862-3. 2012.
- [3] Dinter, Oskar. Drcení a mletí nerostných surovin. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1984.
- [4] POLUS, Emil. Úpravárenské stroje I: drtiče a mechanické třídiče pro průmysl kamene, výrobu maltovin a lehčených stavebních hmot. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1970. Učební texty vysokých škol.
- [5] Mine design: Crushers [online]. 2010 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://minewiki.engineering.queensu.ca/mediawiki/index.php/Crushers>
- [6] 911metallurgist: Jaw crusher working principle [online]. 2016 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.911metallurgist.com/blog/jaw-crusher-working-principle>
- [7] WILLS A. Barry, NAPIER-MUNN T.J. Wills' Mineral Processing Technology, Cornwall. 2006.
- [8] Terex Finlay [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: https://www.finlay.hydrex.sk/drvice.php?site=drvice_celustove a <http://www.finlay.cz/drtice/celistove/>
- [9] ChromSpec spol. s r.o. [online]. 2016 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: http://www.chromspec.sk/products_1/jawcrushing.htm
- [10] Retsch [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.retsch.sk/>
- [11] McCloskey [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://kuhn.sk/sk/building-machines/products/mccloskey/drvice>
- [12] DSP Přerov [online]. 2011 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.dspprerov.cz/nase-vyrobky/drtice/celistove-drtice-dc.html>
- [13] RESTA [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.resta.cz/vyroba-drticich-a-tridicich-zarizeni/kusove-stroje/celistove.aspx>
- [14] Sandvik [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.rocktechnology.sandvik/en/products/stationary-crushers-and-screens/stationary-jaw-crushers/>

- [15] Metso [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.metso.com/products/crushers/jaw-crushers/>
- [16] Shanghai Shunky Machinery [online]. 2016 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://sk-crusher.com/productlist.html>
- [17] Zhengzhou mining machinery [online]. 2020 [cit. 2020-16-25]. Dostupné z: <http://www.zkcomp.com/Crushing/78.html>
- [18] JXSC [online]. 2020 [cit. 2020-16-25]. Dostupné z: <https://www.jxscmachine.com/rock-crusher/jaw-crusher/>
- [19] Dingsheng engineering technology [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.ds-mobilecrusher.com/crusher/pe-jaw-crusher.html>
- [20] Telsmith [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://telsmith.com/product/jaw-crushers/>
- [21] Parker [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.parkerplant.com/crushing-and-screening/crushers/jaws>
- [22] MEKA [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.mekaglobal.com/en/products/crushing-screening-plants/crushers/jaw-crushers>
- [23] Pengfei group [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: http://www.cementmachinery.com/pengfei/products/Grinding_equipments/Crusher/index.html
- [24] Kleeman [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.wirtgen-group.com/ocs/en-th/kleemann/mobile-jaw-crushers-80-c/>
- [25] Shibang machinery [online]. 2019 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.shibangmac.com/equipments/pew.html>
- [26] PSP Engineering [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.pspeng.com/en/jaw-crushers1/>
- [27] Uralmashplant [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://uralmash-kartex.ru/en/crushing-equipment>
- [28] Indiamart [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/jaw-crusher-machine-19956467930.html>
- [29] Exportersindia.com [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.exportersindia.com/ashapura-minechem/double-toggle-jaw-crusher-3654504.htm>

- [30] Resta-dakon, s.r.o. [online]. 2017 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.resta-dakon.cz/drceni-kamene>
- [31] Kameňolomy a štrkopiskovce, a.s. [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.kas.sk/sluzby-19/>
- [32] Slovenský vodohospodársky podnik, š.p. [online]. 2018 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://portal.eks.sk/SpravaZakaziek/Zakazky/Detail/183875>
- [33] SK-Ťažiarik, s.r.o. [online]. 2017 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: https://www.hbu.sk/files/documents/uradn%C3%A1%20tabu%C4%BEda/51/obubb_cvbs_mytna_hrby/eia.pdf
- [34] Rolta, s.r.o. [online]. 2015 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.rolta.sk/o-nas/>
- [35] KARE Praha, s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.karepraha.cz/>
- [36] LB, s.r.o. [online]. 2018 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.betonserver.cz/lb-hutnický-vrch>
- [37] Českomoravský štěrk, a.s. [online]. 2018 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_4_6_5_KAMENIVO/55_Nemojov.pdf
- [38] Reno Šumava, a.s. [online]. 2018 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_4_6_5_KAMENIVO/158_Vyskovice_Sudslavice.pdf
- [39] DTS Vrbenský, a.s. [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.dts-as.cz/zemni-prace/>
- [40] BAUSET, a.s. [online]. 2007 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1BBSzI0NV9vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/PAK245_oznameni.pdf
- [41] C&V Sopúch [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.cav-sopuch.sk/sk/ponuka-sluzieb>
- [42] CSM-Stav, s.r.o. [online]. 2012 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.csm-stav.sk/CSM-STAV/files/df/dff2c654-9871-412e-bdcf-0882c24361d4.pdf>
- [43] ISO a spol., s.r.o. [online]. 2011 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: http://www.isospol.sk/old/recycle_docs/Rozhodnutie%20KU%20ZP%20Zilina%202011.pdf
- [44] Tlak Smolník, s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.smolik.cz/sluzby/nakladani-s-odpady/>

- [45] Cement hranice, a.s. [online]. 2014 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.vumo.cz/wp-content/uploads/2015/05/04-priprava-suroviny-v-cement-hranice-a-s.pdf>
- [46] Východoslovenské stavebné hmoty, a.s. [online]. 2009 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: http://emiktf.hu/Ugyfelinf/Vendegi_meszkobanya/Pokracovanie_tazby_vapenca_v_do_byvacom_priestore_Hostovce_sprava_EIA.pdf
- [47] HASIT Šumavské vápenice a omítkárny, s.r.o. [online]. 2005 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1BMSzE2OF9vem5hbWVuaURPQ18xLnBkZg/PLK168_oznameni.pdf
- [48] Kotouč Štramberk, spol. s.r.o. [online]. 2015 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.vumo.cz/wp-content/uploads/2015/05/07-pouzivane-drtice-ve-spolecnosti-kotouc-stramberk-spol-s-r-o.pdf>
- [49] Tribologické laboratórium, katedra technológií a materiálov, TU v Košiciach [online]. 2015 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-12014/tribologicke-laboratorium-experimentalne-metody-skusania-trenia-opotrebe-nia-materialov-povrchovych-v.html>
- [50] Ústav geotechniky SAV, Košice [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://ugt.saske.sk/veda-a-vyskum/vyskumna-infrastruktura/>
- [51] Retsch [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.retsch.sk/sk/aplikacie/aplikacna-databaza/>
- [52] 911metallurgist: Dodge crusher [online]. 2016 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.911metallurgist.com/blog/dodge-crusher>
- [53] Deepak, B.B.V.L. Optimum design and analysis of swinging jaw plate of single toggle jaw crusher. National Institute of Technology Rourkela, Department of mechanical engineering. 2010.
- [54] JEŠUTA, J. Kyvadlo čelistového drtiče 1600x1250. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 80 s. Vedúci diplomovej práce doc. Ing. Jiří Maláček, Ph.D.
- [55] CSERTO, Tamas. Double toggle (blake) jaw crusher [online]. 2019 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://grabcad.com/library/double-toggle-blake-jaw-crusher-1>
- [56] SILVESTRI, Serjio. Jaw crusher 900x1200 [online]. 2014 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://grabcad.com/library/jaw-crusher-900x1200-1>

- [57] Geoanalytické laboratoria, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra [online]. 2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: https://www.geology.sk/sluzby/laboratoria/geoanalyticke-laboratoria/?fbclid=IwAR0YBCp8-xQHualTUFcgpt_DY1xiky4CBH0FlNSmBcz1oN1VKAEuAqTyfsg
- [58] OBAIDA, Abo. Jaw crusher G600 [online]. 2017 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://grabcad.com/library/jaw-crusher-g600-1>
- [59] KOPECKÝ, L. Kyvadlo čelistového drtiče 700x300. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 75s. Vedúci diplomovej práce doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

F_1	[N]	Drviaca sila kolmá na pohyblivú čeľusť
F_2	[N]	Drviaca sila kolmá na pevnú čeľusť
F_t	[N]	Reakcia trecej sily
F_v	[N]	Výsledná sila
R_1	[N]	Sila v (prednej) vzpernej doske
R_2	[N]	Sila v zadnej vzpernej doske
R_U	[N]	Sila v uchytení kyvadla
R_o	[N]	Sila v ojnici
P_o	[t/h]	Objemový výkon
P	[kW]	Výkon pohonu stroja

Zoznam príloh

Príloha 1: Jednovzperný čelust'ový drvič 900x1200

Príloha 2: Dvojvzperný čelust'ový drvič

Príloha 3: Výkres čelust'ového drviča Retsch BB100

Príloha 4: Zoznam hlavných dielov čelust'ového drviča Retsch BB100

Príloha 5: Jednovzperný čelust'ový drvič DCJ 1600x1250 [53]

Príloha 6: Výkres čelust'ového drviča DCJ 1600x1250[53]

Príloha 7: Jednovzperný čelust'ový drvič 150x150