



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN BRIKETOVACÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK

DESIGN OF BRIQUETTING PRESS FOR METAL CHIPS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adéla Matušková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Studentka:	Bc. Adéla Matušková
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	akad. soch. Josef Sládek, ArtD.
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 diplomové práce:

Design briketovacího lisu kovových třísek

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Briketovací lisy na kovové třísky jsou určeny pro lisování odpadu z obrábění litiny, oceli nebo barevných kovů. U těchto strojů je dávkování třísek zajištěno pomocí šneků a k lisování je použit hydraulický pohon. Problémem stávajících produktů je jejich nesourodý a elementární design. Důležitým aspektem je údržba a čistitelnost stroje.

Typ práce: vývojová – designérská

Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem je design briketovacího lisu kovových třísek s využitím hydraulického agregátu. Návrh má být uzpůsobený pro možnost výroby v závislosti na aplikovaném agregátu a profilu briket, dle specifických požadavků firem. Lis je určen pro menší a střední podniky. Předpokládána je malosériová výroba.

Dílčí cíle diplomové práce:

- identifikovat hlavní designérské trendy a charakteristické prvky současných briketovacích lisů kovových třísek,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a vyrobiteľnosť návrhu,
- realizovat fyzický model ve zmenšeném měřítku.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://ustavkonstruovani.cz/texty/magisterske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

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

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá designem briketovacího lisu kovových třísek a reaguje na nekomplexnost řešení současných produktů. Cílem je zvýšení atraktivity stroje a s tím spojené zlepšení povědomí o tomto zařízení a jeho ekologickém i ekonomickém přínosu. Práce klade důraz na zachování funkčnosti a zohlednění ergonomie i bezpečnosti stroje.

KLÍČOVÁ SLOVA

Briketovací lis, kovové třísky, hydraulický lis, recyklace, design

ABSTRACT

This dissertation deals with design of briquetting press of metal splinters. Dissertation reacts to non-complexity of solutions of present products. Goal is to raise the attractiveness of the machine and related increase in awareness of this machine with ecological and economic benefits. Dissertation emphasizes preservation of functionality, consideration of ergonomics and safety of the machine.

KEYWORDS

Briquetting press, metal chips, hydraulic press, recycling, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MATUŠKOVÁ, Adéla. Design briketovacího lisu kovových třísek. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124860>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Josef Sládek.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu akad. soch. Josefu Sládkovi, ArtD. za vstřícný přístup a především cenné připomínky a trpělivost v průběhu zpracovávání mé práce.

Další poděkování za rady a podporu patří spolužákům a rodině.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracovala samostatně, pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka, ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpala, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

podpis autora

OBSAH

ABSTRAKT	7
KLÍČOVÁ SLOVA	7
ABSTRACT	7
KEYWORDS	7
1 ÚVOD	17
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	18
2.1 Designérská analýza	18
2.1.1 Historický vývoj	18
2.1.2 Příklady stávajících produktů	19
2.1.3 Technická analýza	33
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	46
3.1 Analýza problému	46
3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	46
3.3 Cíl práce	47
3.4 Cílová skupina	47
3.5 Základní parametry a legislativní omezení	47
3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena	48
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	49
4.1 Varianta I	49
4.2 Varianta II	51
4.3 Varianta III	53
4.4 Zhodnocení	55
5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ	57
5.1 Kompoziční řešení	58
5.1.1 Spodní statická část briketovacího lisu	58
5.1.2 Horní část briketovacího lisu	59
5.1.3 Zadní strana briketovacího lisu	61
5.1.4 Ovladače a sdělovače	63

5.1.5	Větrací otvory	65
5.1.6	Připojení periferií	66
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	68
6.1	Popis	68
6.1.1	Parametry zařízení	68
6.1.2	Funkce zařízení	69
6.2	Rozměrové řešení	71
6.3	Vnitřní mechanismy a komponenty	71
6.3.1	Komponenty	71
6.3.2	Vnitřní uspořádání	74
6.4	Materiálové řešení	75
6.4.1	Rám	75
6.4.2	Krytování	76
6.5	Technologie	77
6.5.1	Rám	77
6.5.2	Krytování	77
6.6	Ergonomie	78
6.6.1	Ovladače a sdělovače	78
6.6.2	Servisní přístupy	80
6.7	Bezpečnost a hygiena	82
6.8	Udržitelnost	83
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	84
7.1	Barevné řešení	84
7.2	Grafické řešení	88
7.2.1	Logotyp	88
7.2.2	Piktogramy	89
7.2.3	Uživatelské rozhraní	90
8	DISKUZE	91
8.1	Psychologická funkce	91
8.2	Sociální funkce	92
8.3	Ekonomická funkce	92
9	ZÁVĚR	93

10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	94
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	98
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	99
13	SEZNAM TABULEK	102
14	SEZNAM PŘÍLOH	103
15	ZMENŠENÉ POSTERY	104
16	FOTOGRAFIE MODELU	108

1 ÚVOD

Stroje na briketování kovových třísek jsou významné v oblasti zpracování třískového odpadu strojírenského průmyslu. Briketovací lisы kovových třísek však nejsou v povědomí lidí příliš známé. V dnešní době se dbá na ekologické i ekonomické stránky téměř ve všech oblastech průmyslu a právě toto zařízení může být ekonomickým a zároveň i ekologickým řešením pro třískové obrábění kovů. Návržnost ceny a ekologie tohoto stroje spočívá ve třech základních oblastech. První je zmenšení objemu kovových třísek a s tím spojený nižší propal v hutích, z čehož vyplývá vyšší výkupní cena briket v porovnání s neslisovaným odpadem. Dále je to výrazná úspora v oblasti transportu. A v neposlední řadě oddělení emulzí z odpadu a možnost jejich opakovaného využití.

I přesto, že briketovacích lisů kovových třísek je na trhu stále více, nemá většina firem zabývajících se výrobou strojů tohoto typu snahu zohlednit jejich designérské hledisko. Jen díky tomu, že trh strojů s kvalitním designem roste, můžeme u větších mezinárodních firem, které se nezabývají jen výrobou briketovacích lisů, vidět řešení designérské stránky. Ekologičnost i ekonomičnost těchto strojů je prokázána. Proto je důležité na tento produkt upozornit a zvýšit povědomí odborné veřejnosti o řešení recyklace odpadu z třískového obrábění. K čemuž má tato práce přispět.

Cílem práce je posunout design těchto strojů na vyšší úroveň a zvýšit tím zájem lidí o tyto stroje. Dále je cílem v tomto řešení zohlednit ergonomii a použití nových materiálů. Řešení by mělo odpovídat používaným technologiím a zohlednit i připojení periferií, jakými jsou dopravníky, separátory či drtiče. Splnění všech těchto aspektů má vést k pozvednutí briketovacích lisů na vyšší úroveň a dosáhnout konkurenceschopnosti na trhu s průmyslovými stroji.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

V této kapitole bude popsán historický vývoj briketovacích lisů na kovové třísky. Dále pak budou představeni zástupci těchto strojů či jejich zpracované návrhy, které můžeme v dnešní době najít na trhu. [1]

2.1.1 Historický vývoj

Průmyslové postupy pro zhutňování materiálů do tzv. briket se datují do druhé poloviny 19. století. Jednalo se však o stroje na výrobu palivových briket. Pod vlivem nedostatku paliva během první světové války se rozšířilo briketování dřevěných pilin a jiných biologických odpadů. Využití palivových briket bylo pak znovu rozšířeno v období vysokých cen energie v 70. a 80. letech 20. století.

První zmínky o zařízeních na briketování kovových třísek a jejich úpravách jsou dohledatelné z první poloviny 20. století. Tento pokrok přišel v návaznosti na vývoj hydraulických lisů. [2, 3]

Ve druhé polovině 20. století dochází ke značnému růstu těžby, zpracování a využití kovu. To je spojeno s environmentálními dopady a rapidním růstem kovového odpadu. Následkem tohoto vývoje se ke konci 20. století rozvíjí recyklace kovového odpadu a s tím i větší zájem o využití briketovacího lisu na kovový odpad. [4]

Protože výroba a výkup kovových briket zaznamenala v době konce 20. století boom, rozšířily se i pokusy o výrobu briket s nečistým složením. Tyto brikety pak způsobovaly v hutích více škody. Také dostatečně neodstředěné kovové třísky od emulzí a z nich vyrobené brikety ničily tavné pece, a to jejich výbuchem. Tyto problémy pak výrazně ovlivnily trh i vývoj těchto strojů. Hutě nechtěly v důsledku špatných zkušeností kovové brikety vykupovat. [5]

Briketovací lisy kovových třísek jsou stále ve vývoji samotného procesu, a proto nesledujeme významný posun z hlediska designu. Velké procento těchto strojů je čistě konstrukční. Jen pár firem se začíná v dnešní době ohlížet na progresivnější design těchto lisů, a to v důsledku vývoje konkurence a popularity ekologické a ekonomické produkce.

Jediný rozdíl ve vzhledu briketovacích strojů lze zaznamenat v postupu vývoje technologie. U některých výrobků jde o barevné řešení ovlivněné typickými barvami firmy či dané doby. Můžeme tak pozorovat vývoj barevného řešení. První stroje jsou typické zelenou barvou. Na ně navazují novější stroje, kde je typická modrá barva v kombinaci s bílou či žlutou. Nejnovější stroje jsou pak nejčastěji černé v kombinaci s oranžovou či bílou.

2.1.2 Příklady stávajících produktů

Briketovací lis na kovové třísky firmy RUF

Firma RUF Maschinenbau GmbH & Co. KG nabízí celou řadu strojů na lisování odpadů. Stroje na lisování kovových třísek vycházejí z konceptu na obr. 2-1. Firma pak nabízí jejich úpravu v závislosti na lisovacím tlaku, tvaru briket a dalších výrobních požadavcích. [6]

Designérské řešení

Řešení stroje vychází z potřeby přístupu k jednotlivým částem. Není zde však viditelná snaha řešení vzhledu stroje. Jedná se jen o umístění funkčních prvků na jednoduchém rámu. Kryté části jsou řešeny čistě konstrukčním oplechováním. Tvarová návaznost či jakýkoli designérský přístup jsou zde zcela opomíjeny.

Barevné a grafické řešení

Tento model, je už novější verzí od firmy RUF. Jediný progres z designérského hlediska však můžeme pozorovat jen ve zvolení černé barvy, která je v současné době u strojů populární. Ovládací rozhraní je také řešeno čistě konstrukčně.

Ergonomické řešení

Také řešení z hlediska ergonomie není vhodné. Některé otevřené části působí nebezpečně. Přestože potřeba obsluhy stroje člověkem není nijak časově náročná, nemělo by být opomíjeno bezpečí a komfort člověka. Při manipulaci s kovovými třískami není jednoduché udržet prostředí i stroje čisté. Proto z hlediska čistitelnosti a údržby není tato členitost stroje přívětivá.



obr. 2-1 Model z konstrukční řady lisů na kov od firmy RUF [6]

Briquette Press – M Series

Stroj od firmy Jorgensen Conveyors jako většina nabízí zachycení chladicí emulze, která po obrábění zůstává na třískách. Model se vyrábí se dvěma výstupy, pro rychlejší zpracování materiálu.

Designérské řešení

Tvarování stroje je opět čistě konstrukční (viz obr. 2-2). Vana, která slouží pro zachycení emulze po stlačení třísek, je řešena jako dno stroje a ohraničuje tak celý jeho prostor. Výrazným prvkem je rameno, které drží hydraulický píst. Toto rameno nepřírozně trčí ven z celé konstrukce stroje.

Barevné a grafické řešení

Ani v případě tohoto stroje nelze mluvit o grafickém či barevném řešení. Na celý stroj je použita pouze černá barva.

Ergonomické řešení

Řešení stroje postrádá ohled na ergonomii či bezpečnost při práci. Lisu chybí dostatečná ochrana před kolizí člověka s jeho pohyblivými částmi. Údržba tohoto stroje není kvůli jeho členitosti bezpečná ani jednoduchá. Při lisování se odděluje z třísek emulze, která při stlačení volně odchází z lisovacího prostoru. Následkem tohoto procesu je znečištění celého stroje od emulzí. Pro kontrolu procesu jsou na stroji umístěny průhledové otvory. Tyto otvory nejsou příliš velké, a tak sledování procesu nemusí být dostatečné.



obr. 2-2 Briquette Press – M Series [7]

Briquetter BCM 50

Švédská firma Nederman, zabývající se výrobou strojů, environmentálními přínosy a bezpečnějšími pracovišti, nabízí dva modely briketovacích lisů. Model BCM 50 je určen převážně pro briketování hliníku a dalších lehkých kovů. [8]

Designérské řešení

Dominantní částí stroje je násypka. U lisování hliníku se často využívá lisovací síly i pro oddělení emulzí, z tohoto důvodu je tento model z velké části zakrytován. Krytování vychází pouze z konstrukčního hlediska. Není zde řešena žádná tvarová či estetická návaznost. Řešení je nahodilé, což výrazně snižuje úroveň stroje.

Barevné a grafické řešení

Zvolené grafické i barevné řešení také nedodává stroji poutavý vjem. Jsou použity barvy, kterým se nově navrhované stroje již vyhýbají.

Ergonomické řešení

Zakrytování stroje a neumístění žádného průhledového otvoru značně zhoršuje kontrolu stroje. Snaha o jeho sjednocení pomocí krytů je z hlediska bezpečnosti vítaná, ale nedotažením tohoto řešení může docházet ještě k větší nepohodlnosti obsluhy tohoto stroje.



obr. 2-3 Briquetter BCM 50 [8]

iSwarf 800

Česká firma BrikliS vyrábí model iSwarf 800, na který má patent a získala za něj v roce 2017 ocenění zlatou medailí na 59. Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně. Nový přístup v konstrukci stroje umožňuje vhodné dispoziční řešení a snazší přizpůsobení se danému prostoru nebo stávající technologii firmy. [9]

Designérské řešení

Model iSwarf je technologickou novinkou, zřejmě proto je i jeho vzhled v porovnání s dalšími modely posunutý. Jde o nový přístup jak v tvarování celého stroje, tak i v rozmístění pracovních prvků. To přináší nový pohled a jednoznačné odlišení od ostatních produktů na trhu. Tvarové navázání jednotlivých částí na sebe však není úplně vhodné. Navázání je zde zvoleno příliš tvrdě a s výrazným rozměrovým rozdílem.

Barevné a grafické řešení

Neutrální bílá plocha je rozbita modrými vodorovnými pruhy. Použití pruhů však není vhodně zvoleno. Pruhy dvou oddělených částí na sebe nenavazují a celkový dojem není příznivý. Toto řešení působí příliš nahodile. Také zvolená žlutá barva logotypu firmy příliš splývá s důležitými ovládacími a informačními prvky. Barevnost celého stroje je neprogresivní a výrazně ubírá inovativnímu řešení.

Ergonomické řešení

Zakrytování celého stroje je nepraktickým řešením pro obsluhu zejména pro náhodné kontroly a rychlé zhlédnutí stavu procesu práce. Informační displej je ve vhodné výšce, je zde ale nevyužitý prostor pro větší rozměr displeje, který by mohl uživateli zpříjemnit práci.

Technické vlastnosti

Firma uvádí, že jednou z novinek stroje je oddělení lisovací jednotky s násypkou a hydraulického agregátu. Produkt je dále vybaven technologiemi pro diagnostiku procesu stroje. To poskytuje ještě větší automatizaci a menší náročnost na obsluhu stroje člověkem. Výkon stroje dosahuje až 1400 kg/h (hliníkových třísek). Na 1 kg hliníkových třísek spotřebuje 0,02 W. [9]



obr. 2-4 iSwarf 800 [9]

Briqueteuse PM3 H

Tento model nabízí francouzská firma AL-Industrie. Firma se zabývá mechanizací výrobních hal. Řeší haly pro různé průmysly, a to od kovo zpracujícího až po potravinářský. Firma nabízí celou řadu briketovacích lisů s různým výkonem, ale jako jedna z mála firem uvádí i rozličné konstrukční a tvarové řešení pro daný výkon. [10]

Designérské řešení

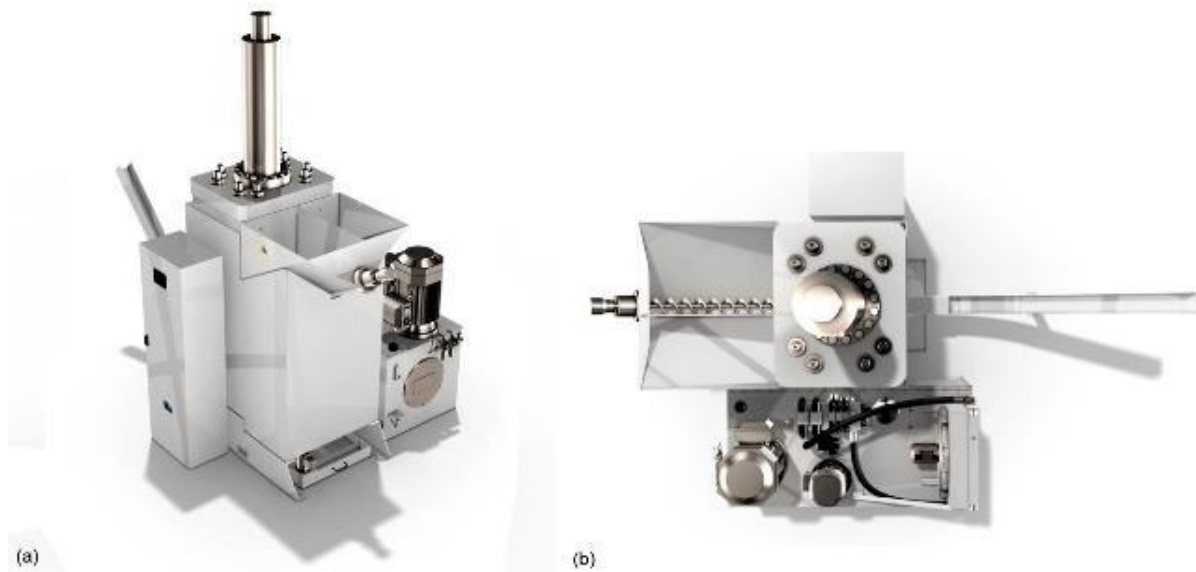
Stroj je konstruován čistě geometricky, a přesto v porovnání s jinými lisy působí celistvě. Geometrické členění odděluje jednotlivé pracovní procesy a dělí je tak na čtyři části. Část, kde je umístěna nádoba na hydraulický olej spolu s čerpadly. Dále část, kde se odehrává lisování materiálu, ta je propojena s násypkou a šnekovým dopravníkem. Poslední dominantní částí je rozvodová skříň. PM3 H se od ostatních zmiňovaných lisů odlišuje také konstrukcí. Všechny představené lisy disponují hlavním lisovacím pístem umístěným horizontálně. Modely od firmy AL-Industrie jsou vyráběny s hlavním lisovacím pístem ve vertikální poloze. Ač jde o jiný přístup konstrukce, není zde výrazně viditelně jiné tvarové pojetí.

Barevné a grafické řešení

Zvolená bílá barva v kombinaci s poměrně členitým tvarem vytváří čistý a působivý dojem. Přiznání některých dílů bez barevné úpravy dodává stroji techničtější vzhled, navíc v kombinaci s bílou barvou oplechování nepůsobí agresivně.

Ergonomické řešení

Jako u většiny modelů můžeme i u tohoto najít některé ergonomické nedostatky. Například přístup obsluhy do násypky, u které je zapotřebí častá kontrola a řešení defektů při zaseknutí materiálu. Násypka je poměrně vysoko a chybí tu i možnost namátkové kontroly. Zakrytování sice působí z estetického hlediska dobře, ale opět zabraňuje náhledu na pracovní proces.



obr. 2-5 Briqueteuse PM3 H [10]

Briketovací lis iSwarf EK

Je jedním z řady strojů, který nabízí již zmiňovaná firma Briklis. Jde o malý kompaktní stroj představený na 61. Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně. Tento stroj je možné připojit přímo na dopravník či jej plnit ručně. [11]

Designérské řešení

Na obr. 2-6 je zobrazen stroj iSwarf EK, který je určen do malých a střední provozů. Řešení designu a tvarování je celé postaveno na jednoduchém obdélníkovém tvaru. Tvarové řešení je odlehčeno podstavnými nohama a poměrně jednoduchým a nenápadným členěním funkčně odlišných prvků. Horizontální větrací otvory v bočních stěnách také vytvářejí odlehčující prvek. Umístění těchto otvorů působí poměrně nahodile vzhledem k jednoduchosti řešení. Celkově jde o řešení, které plně zakrývá funkci stroje. Jde tak o kostku, která by na první pohled mohla být téměř jakýmkoli strojem.

Barevné řešení

Zvolená bílá barva v kombinaci s modrou je pro firmu Brikliis typická. Zároveň jde o barvy, které jsou použity u velkého množství kovoobráběcích strojů. Bílá barva napomáhá odlehčení celého stroje a působí čistým dojmem. Modrý pruh ve spodní části celý stroj usazuje k zemi, a i přes proporcčně malé nožky působí stroj stabilně právě díky tomu pruhu. Modrou barvou je dále už označen jen výstup ze stroje. Díky tomu je intuitivně zřetelné místo výstupu.

Ergonomické řešení

Zakrytí celého stroje poskytuje snadnou údržbu zvenčí stroje. Také je tímto krytem zaručena ochrana člověka před kolizí s pohyblivými částmi stroje. Tyto pozitivní aspekty však převyšuje problém s údržbou a dostupností jednotlivých částí. Ač má stroj automatické hlídání kolizí, je u těchto strojů nevyhnutelný zásah člověka právě při opravách. U takového řešení stroje se dá očekávat, že uživatel v brzké době odstraní krytování a bude stroj používat bez něho.



obr. 2-6 Briketovací lis iSwarf EK – napojen přímo na obráběcí stroj [12]

ER44T – TEGAMO

Firma Tegamo se zabývá technologiemi třískového obrábění a ve spolupráci s francouzskou firmou S.F.H. nabízí dva kompaktní briketovací lisy. Jako většina firem vyrábějících tyto lisy se i tato zabývá kompletním třískovým hospodářstvím. Jako doplněk k malým kompaktním lisům si zákazník může pořídit i doplňkovou drtičku nad samotnou násypku obr. 2-7.[13]

Designérské řešení

Z designérského pohledu zde není žádný esteticky dobře působící prvek. Opět jde o řešení čistě konstrukční. Jako dynamicky zajímavý prvek může působit linie mezi hlavním lisovacím pístem a výstupní ližinou. Tento prvek však narušuje právě řešení výstupní ližiny, ta působí nestabilně a tento celkový dojem nezlepšuje ani opěrná noha. Možné připojení drtiče také není řešeno jinak než jen konstrukčně.

Barevné a grafické řešení

Celý stroj je v černé barvě, jen rozvodová skříň je v klasické šedivé barvě a nádrž hydraulického oleje je ponechána bez povrchové úpravy. Celé barevné provedení je prvoplánové a téměř neřešené.

Ergonomické řešení

Příznivým prvkem je možnost umístění drtiče na násypku, což zabrání vniknutí větších částí do násypky a dalším kolizím. Velké formy využívají speciální stroje na drcení špon, tento malý přídatný drtič je tak vhodným řešením do menších podniků. Jinak stroj postrádá jakékoli ergonomické řešení.



obr. 2-7 Briketovací lis ER44T – TEGAMO [13,14]

SG-16

Návrh briketovacího stroje od firmy Simolin Water & Energy Ltd.

Designérské řešení

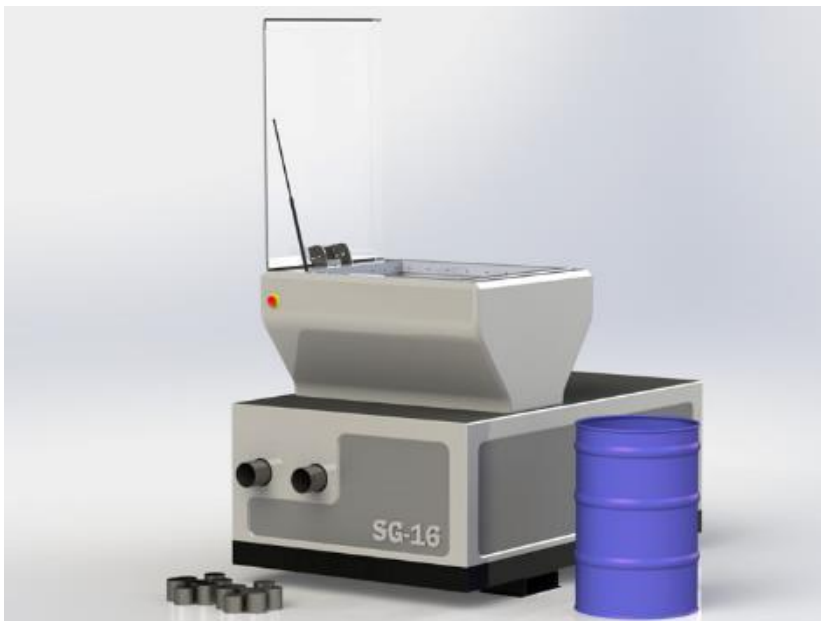
Tento návrh je jedním z mála inovativních a designérsky řešených. Jde o jednoduché zakrytí všech pracovních a konstrukčních prvků. Krytování spodní části není nijak tvarově výrazné. Zajímavým prvkem je řešení násypky, návrh vyplývá z klasických tvarů těchto násypek. Velikost a umístění násypky přes celou šířku stroje působí v porovnání s jinými lisy statickým a méně členitým dojmem.

Barevné a grafické řešení

Barevnost není řešena nijak zajímavým či poutavým dojmem. Volba několika odstínů šedé je konzervativním řešením, což může být ve strojních podnicích žádané.

Ergonomické řešení

Z hlediska ergonomie je problém v přístupu k funkčním částem a jejich sledování. Z návrhu nevyplývá prostor, kterým by byl umožněn přístup k pracovním prvkům. Nevhodně je umístěno tlačítko nouzového vypnutí, které je na násypce sice dobře viditelné, ale přístup k němu není intuitivní.



obr. 2-8 SG-16 [15]

Metso EtsBriq®press

Metso EtsBriq®press (obr. 2-9) je vysoce výkonný briketovací lis určený pro zpracování velkého množství třísek, a to v průmyslu zpracování kovů i v recyklačním průmyslu. [16]

Designérské řešení

Stroj je z výkonnější řady a je tak určen pro zpracování většího množství třísek než ostatní představené stroje. O jeho výkonu a síle už jasně vypovídá i jeho celkový vzhled. Díky vhodnému tvarovému řešení je na první pohled zřejmé, že jde o silný stroj. Je zde zachováno konstrukční řešení a tvar jednoznačně vyplývá z funkce a pracovního procesu. Zdůrazněním některých prvků je celý stroj ještě tvarově zajímavější.

Barevné řešení

Zvolené barvy vycházejí ze současného barevného trendu strojů. Zároveň jde o barvy typické pro firmu Metso. Barevnost vychází také z funkce stroje. Tmavě šedá až černá barva je zvolena na hydraulické motory a vedení hydraulické kapaliny. Bílá barva je pak použita na nosný rám a kryt pracovní části. Oranžová barva se objevuje jako detail, a sice formou horizontální linie, která popisuje směr práce.

Ergonomické řešení

Stroj se skládá z jedné hlavní části, která je převážně zakrytována. Tato část je však uzpůsobena pro pohodlné a zároveň bezpečné sledování procesu. Nejdůležitější pracovní prostor stroje je zakryt dostatečně velkým průhledovým otvorem. Některé části stroje nejsou plně zakrytované. Jde o nepohyblivé části, které ale mohou vyžadovat častější kontrolu či zásah člověka. Tyto části jsou převážně mohutných a oblých tvarů, tímto řešením je výrazně zmenšeno riziko úrazu. Stroj tak poskytuje dostatečné bezpečí i snadnou manipulaci.



obr. 2-9 Metso EtsBriq®press [16]

Briquetting presses – PBC range

PBC range je briketovací lis od firmy Danieli Centro Recycling (obr. 2-9). Jde o stroj vyššího výkonu určený pro zpracování větších objemů. Díky svému výkonu je tento model určen právě k lisování kovových třísek. Firma nabízí modifikaci tohoto stroje pro různé kovy. [17]

Designérské řešení

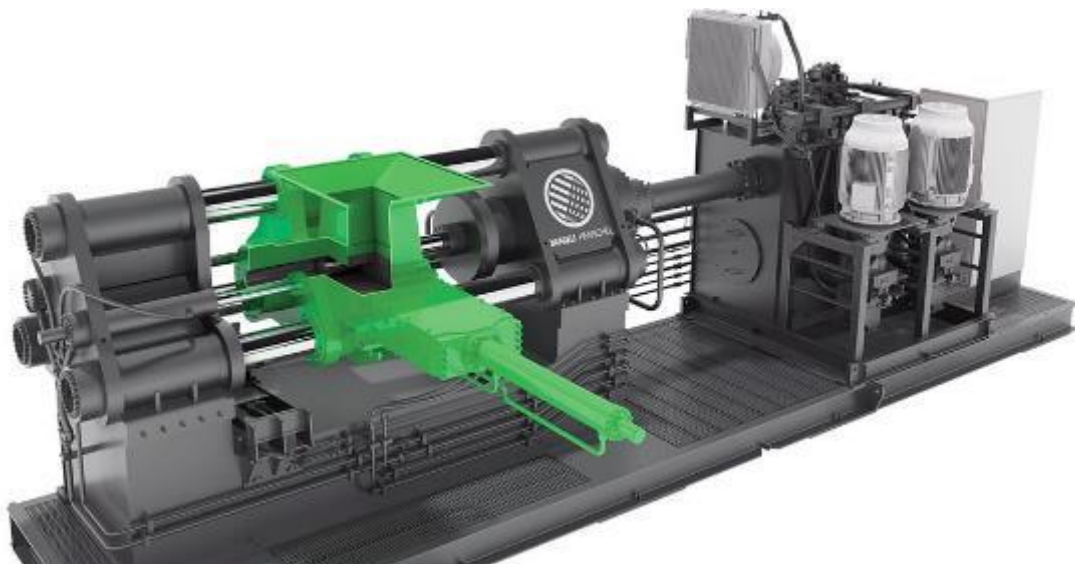
Briketovací lis tvarově vychází z pracovního procesu. Jedná se tak o řešení s přiznanými funkčními a konstrukčními prvky. Konstrukce stroje je doplněna detaily, které řeší nebezpečná místa při obsluze stroje. Tyto detaily jsou elegantně provedeny a dodávají tak stroji poutavý vzhled.

Barevné řešení

Kombinace šedé a zelené barvy vypovídá o ekologickém záměru stroje. Tuto barevnost však většina firem využívá spíše pro briketovací lisy na biomasu a dřevěné piliny. Je tak částečně shozena jednoznačnost funkce stroje, která vyplývá z tvarování. Vhodně je pak barevně oddělena hlavní pracovní část briketovacího stroje, na kterou je použita výrazná zelená. Přívětivé je umístění loga na nakloněné ploše, která nemá jinak žádnou funkci.

Ergonomické řešení

Firma uvádí, že lis je v místech největší pravděpodobnosti úrazu zakrytován, díky tomu splňuje bezpečnostní směrnici strojů [16]. Díky částečnému zakrytování je pro obsluhu snadné dostat se k místům, která vyžadují opravu či častější kontrolu.



obr. 2-10 Briquetting presses – PBC range [18]

Vlastní fotodokumentace stroje HLS METAL od firmy Briklis

Prohlídka stroje HLS METAL od předního českého výrobce BRIKLIS, spol. s r.o. proběhla 14. 3. 2019 ve firmě REMAT LETOVICE, s.r.o. Prohlídku stroje i s odbornou konzultací mi umožnil jednatel firmy Ing. Josef Procházka.

Jedním z podstatných problémů, který firma řešila, byl přístup do násypky, kde dochází k zaseknutí materiálu, a je zde tedy nutný zásah člověka. Ve firmě REMAT si proto ke stroji vyrobili kovový žebřík (viz obr. 2-12). [20]



obr. 2-11 Briklis - HLS METAL [19]



obr. 2-12 Vlastní fotodokumentace stroje HLS METAL

Problém byl i s přístupem, a to jak kontaktním, tak i vizuálním, k dalším pracovním částem stroje. Proto byla většina krytů i přes zvýšení rizika úrazu odstraněna. Také udržování čistoty těchto strojů je nepostradatelné, ovšem přílišná členitost a tvarování nejsou příznivě řešeny pro pohodlné čištění stroje. [20]

Jelikož jde o starší model, není tu ještě řešeno zachycení obráběcí emulze, proto jsou třísky dováděné do stroje již od této emulze odstředěny. Dále musí být odpad dodávaný do násypky lisu zbaven příliš velkých částí, což požadují i dnešní stroje. Firmy tak ve většině případů potřebují ještě drtič a separátor.

Stroj má ovládací prvky z pravé strany na rozvodové skříni. Umístění stroje ve firmě REMAT je tedy z hlediska ovládání nevhodné. Například v případě potřeby nouzového vypnutí je pro obsluhu nepraktické obcházet celý stroj.

Dílčí zhodnocení designérské analýzy

Dnešní trh nabízí řadu briketovacích lisů na kovové třísky. Tyto stroje se tvarově odlišují především na základě tří funkčních principů a tří výkonnostních tříd (více v kapitole Technická analýza).

Briketovací lisy malé a střední výkonnostní třídy jsou tvarově i konstrukčně podobného řešení. Odlišnou skupinou jsou stroje vyšších výkonů. Lisy vyšší výkonnostní kategorie používají především dva horizontální protichůdné písty. Dále se vyznačují řešením vizuální stránky. Důvodem je zaměření na širší spektrum strojů a internacionální trh. Firmy s takovouto produkcí musejí investovat do vizuálního řešení strojů, aby na trhu zaujaly a odlišily se.

Tato práce je zaměřena na střední výkonnostní kategorii strojů. V této kategorii najdeme jen několik firem, které investují do řešení designérské stránky strojů. Největší část nabízených lisů je čistě konstrukčního řešení a nebere ohled na estetiku, tvarovou kultivovanost a návaznost. Z hlediska designu není řešeno ani připojení periférií. Řešení kytování vychází z jednoduchých výrobních procesů a běžně používaných materiálů. Setkáme se převážně s kytováním pomocí plechů, které jsou opatřeny perforací v místě chladiče a v některých případech průhledovými otvory.

Ovládání stroje nabízí dotykový displej s možností vzdálené kontroly a základní ovládání na dálku prostřednictvím internetu. Řešení grafického rozhraní je však uživatelsky nepřívětivé.

V oblasti barevnosti jsou používány převážně odstíny typické u starších návrhů strojů. Voleny jsou studené barvy. Často je u čistě konstrukčně řešených strojů použita pouze jedna barva, která zčásti tlumí přílišnou členitost stroje.

2.1.3 Technická analýza

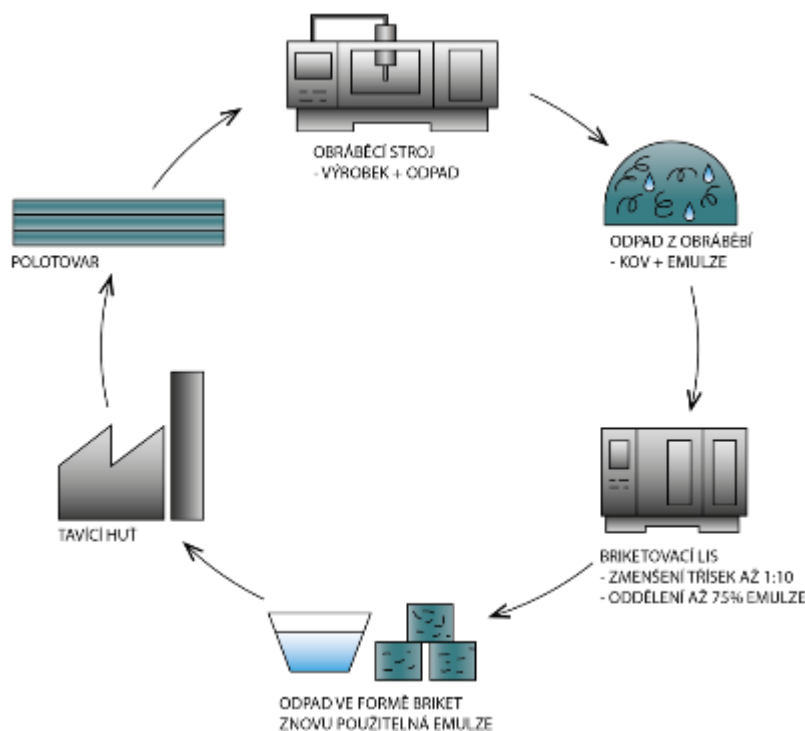
Briketování je proces, jenž využívá mechanických a chemických vlastností materiálu, který je v podobě malých částí. Tyto části materiálu se za použití tlaku v lisovací komoře zhutňují do kompaktního tvaru. U některých lisovaných materiálů je zapotřebí použít pojivo, to se ovšem kovového odpadu netýká. [21]

Briketování bez pojiva využívá valenční síly. Jde o síly mezi molekulami, které vznikají při přiblížení částecek na minimální molekulovou vzdálenost. Tento děj probíhá pouze za vysokých tlaků. Kovové brikety se zpracovávají ze železných i neželezných kovových odpadů ve formě třísek, hoblin a pilin. Slisováním tohoto odpadu se výrazně zvýší jeho objemová hmotnost. [21]

Briketování efektivně řeší odpad z třískového obrábění. Na obr. 2-13 je vidět koloběh materiálu z třískového obrábění, jehož součástí je briketovací lis. Firma obrábějící kovové polotovary může značně ekonomicky zhodnotit odpad, který při obrábění vzniká. Polotovary, který firma koupí, je obráběn různými způsoby a konečný výrobek může být zhotoven z méně než 50 % použitého materiálu. To nastává převážně u kusové či malosériové výroby. To znamená, že může vznikat velké množství odpadu, který musí firma likvidovat.

Odpad z třískového obrábění obsahuje navíc i kapalinu. Jde o kapalinu k chlazení či mazání při obrábění. Tato kapalina je označována jako nebezpečný odpad.

Briketovací lis odděluje tuto kapalinu a po filtraci může být až 75 % opět navráceno do výroby. Dále se briketováním značně zmenšuje objem kovového odpadu, a to až 1 : 10. [27]



obr. 2-13 Koloběh materiálu v procesu třískového obrábění

Základní dělení briketovacích lisů

Na výrobu briket z různých druhů odpadů jsou převážně používány tři typy lisů. Jsou to:

- mechanické pístové lisy
- hydraulické pístové lisy
- šnekové lisy

[22]

Ke zpracování kovového odpadu je zapotřebí vysokých tlaků, proto je používán princip hydraulických pístových lisů. Tyto lisy pak mohou mít různé konstrukční modifikace. Lisovací válec bývá umístěn horizontálně či vertikálně, dále některé výkonnější briketovací stroje využívají dvou protichůdných pístů pro vyšší efektivitu práce.

V tabulace 2-1 jsou zapsány základní dohledatelné parametry některých briketovacích lisů uvedených v designérské analýze.

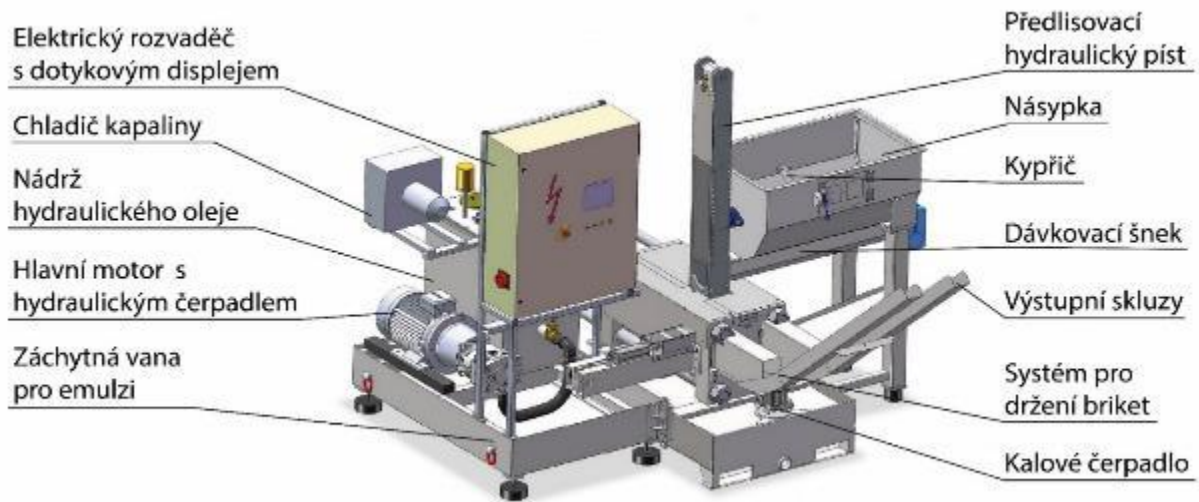
tab. 2-1 Technické parametry k vybraným produktům z designérské analýzy [10, 11, 17, 22, 23, 24, 25, 26]

	Výkonnost lisu pro ocel a litinu kg/h	Výkonnost lisu pro hliník kg/h	Rozměr briket mm ²	Hydraulický motor kW	Přibližný rozměr stroje (délka x šířka x výška) mm	Hmotnost kg
RUF 7,5 - 22	100 – 200	60 – 300	2400 – 5000	4 – 11	1600 x 1600 x 1950	1400 – 1800
TEGAMO ER44T	60 – 80	30 – 60	3800	4	1700 x 1300 x 1400	900
BCM 50	30 – 170	–	2800 – 5000	4 – 11	3000 x 1520 x 2800	4000
iSwarf EK	–	40	2800	4	1360 x 1180 x 1390	–
iSwarf 800	–	až 1400	2800 – 8000	4 – 30	2300 x 2160 x 1630	–
Laminator PM3 H	1200	500	11300	22 – 40	3860 x 2790 x 3670	–
Metso EtsBriq®press	5000 – 9800	2000 – 5100	15 000 – 34 600	2 x 90	–	–
PBC range	2000 – 7500	600 – 3500	11 300 – 31 400	45 – 185	–	–

Z tabulky 2-1 je jednoznačně vidět, že firmy se snaží nabízet jeden druh stroje s širší možnou modifikací pro různé požadavky zákazníků. Stroje Metso EtsBriq®press a PBC range značně převyšují výkonnost osadních zmíněných strojů.

Cílovou skupinou pro tuto práci jsou malé a střední podniky, proto bude popsána funkce a konstrukce méně výkonných strojů.

Na obr. 2-1 je zobrazeno konstrukční sestavení briketovacího lisu od firmy RUF. Tento koncept využívá podstatná část strojů na trhu.



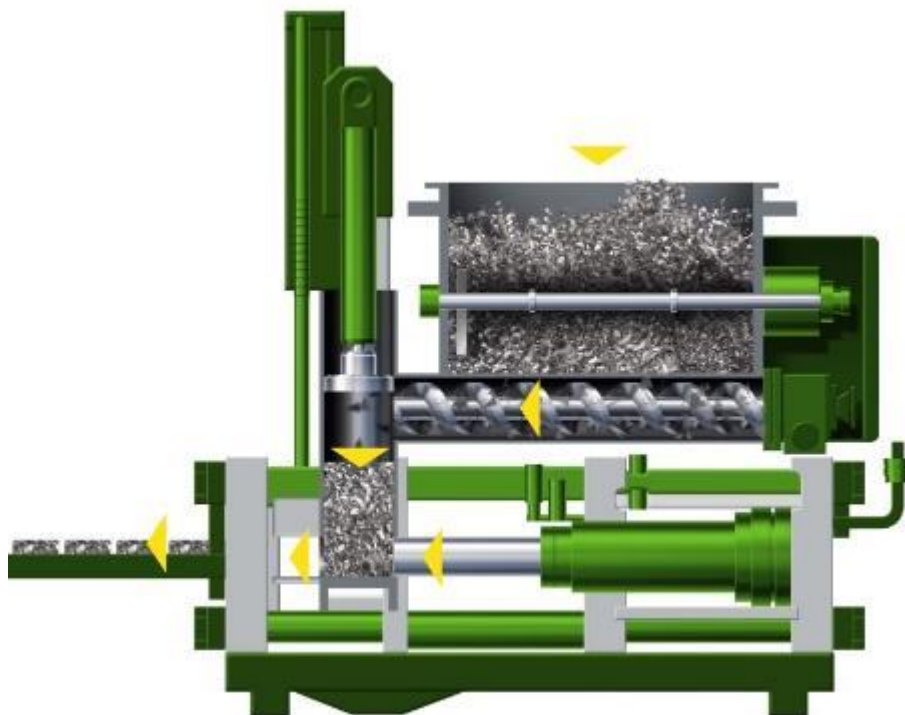
obr. 2-14 Konstrukční uspořádání stroje od firmy RUF (upraveno) [22]

Princip pracovního procesu briketovacích lisů

Lisy nabízené na trhu určené k briketování kovového odpadu fungují pomocí hydraulických systémů. Hydraulický systém zajišťuje přenos energie do pracovních částí stroje. Energie je přenášena pomocí hydraulického oleje. Čerpadlo, které vytváří tlak kapaliny, je poháněno elektromotorem. Součástí stroje je i nádrž s rozváděcí kostkou, která rozvádí energii pomocí kapaliny do pracovních míst. Tato kapalina je vedena v hydraulických hadicích do válců. Kvůli delší životnosti a chtěným vlastnostem oleje je tento olej čištěn přes filtry a udržován v provozní teplotě. Správnou provozní teplotu zajišťuje chladič hydraulického oleje. [27, 28]

Princip pracovního procesu lisu s horizontálním hlavním lisovacím pístem a dvěma výstupy

Princip pracovního procesu tohoto typu briketovacích lisů bude představen na stroji od firmy RUF. Celý systém ovládání i hydrauliky je řízen pomocí PLC (Programmable Logic Controller).



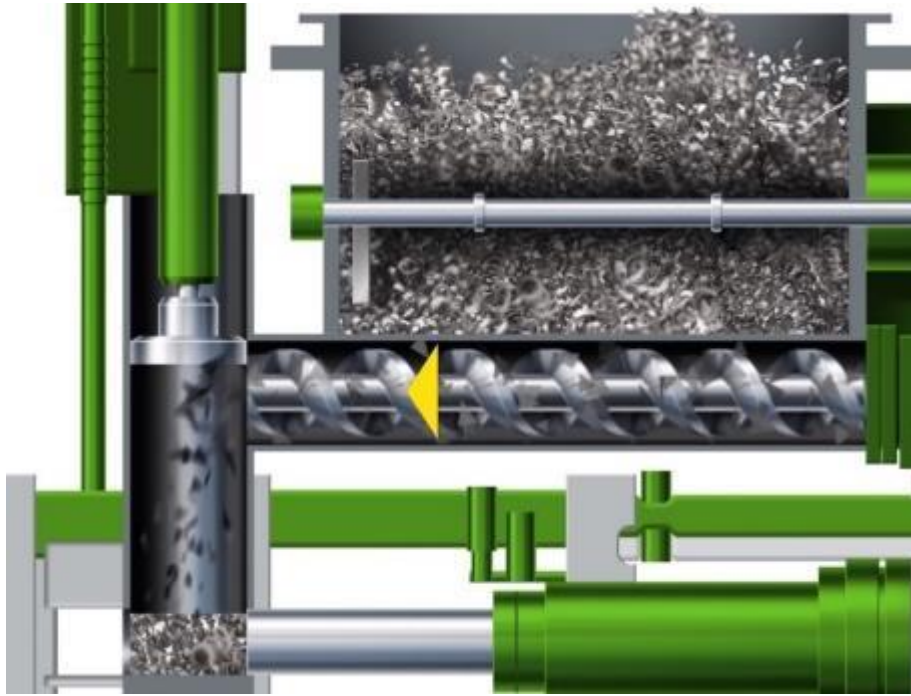
obr. 2-15 Lis firmy RUF – znázornění pohybu (upraveno) [29]

Násypka

Do násypky stroje je dopravován materiál ke zpracování. Podmínkou pro správnou funkčnost stroje je materiál, který neobsahuje žádné velké části kovů. V použitém kovovém odpadu by se neměly vyskytovat kusy řádově větší, než jsou třísky z obrábění. Čistota materiálu je zajištěna pomocí separátoru či drtiče, kterým projde materiál předtím, než je dopraven do násypky. V násypce je pak umístěn tzv. kypřič, který eliminuje zaseknutí kovových třísek v násypce. [29]

Šnekový dopravník

Dopravník je na dně násypky a jeho úkolem je posun kovových třísek do předlisovací komory. Množství materiálu dovedeného do komory pro jeden cyklus je dáno dobou otáčení šneku. Tato doba je řízena pomocí PLC systému. Množství je nastavováno v závislosti na velikosti a hustotě částic kovových třísek. [29]



obr. 2-16 Lis firmy RUF – pohyb šneku (upraveno) [29]

Předlisování

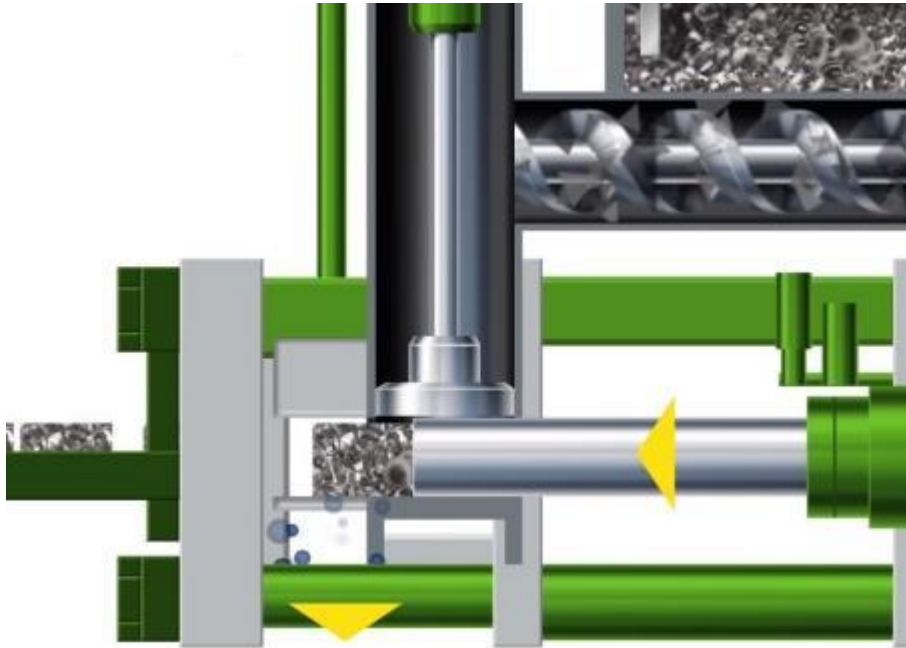
Materiál nasypáný do předlisovací komory je dále stlačen pomocí vertikálně umístěného předlisovacího pístu. Tento píst stlačí kovové třísky do lisovací komory. Poté setrvává ve spodní poloze, než hlavní píst přesune materiál do formy. [29]



obr. 2-17 Lis firmy RUF – pohyb předlisování (upraveno) [29]

Hlavní lisování

Hlavní lisovací píst, který vykonává největší tlak, je umístěn na stroji horizontálně. Tento píst stlačuje předlisovaný materiál do jednoho ze dvou formovacích otvorů v lisovací formě. Komprese trvá, dokud není dosaženo hustého kompaktního bloku. Lisovací tlak je monitorován a materiál se lisuje do dosažení požadované lisovací hodnoty. Lisovací formou také odcházejí emulze, které ulpěly z výroby na kovových třískách. Tyto vytěsněné emulze skončí v záchytné vaně. [29]

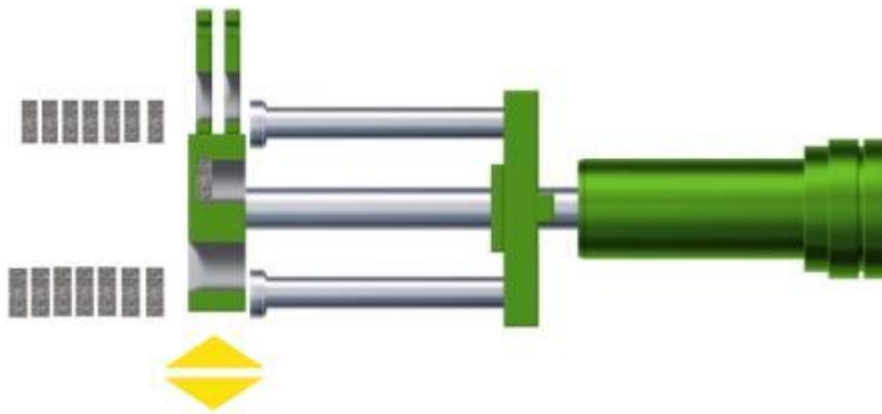


obr. 2-18 Lis firmy RUF – hlavní lisovací komora a oddělení emulze (upraveno) [29]

Záchytná vana je vybavena čidlem, které při naplnění spustí čerpadlo. Pomocí čerpadla je pak emulze přečerpána do jiné nádoby a po přefiltrování je připravena k opětovnému využití. [29]

Vytlačovací píсты

Jde o dva píсты umístěné rovnoběžně po obou stranách hlavního pístu. Tyto písty chodí zároveň s hlavním pístem. Jejich funkcí je posouvání slisovaných briket ven ze stroje na výstupní skluzu. Při jednom cyklu vytlačuje střídavě levý nebo pravý píst, podle toho, který otvor formy je zaplněn. [29]



obr. 2-19 Lis firmy RUF – pohyb vytlačovacích pístů a formy (upraveno) [29]

Tento cyklus se opakuje stále dokola, dokud senzor v násypce nezahlásí vyčerpání materiálu, či nespustí pásový dopravník. Ten pak následně doplní materiál do násypky a proces automaticky pokračuje.

Pracovní proces lisu s vertikálním hlavním lisovacím pístem

Dalším principem lisování je použití vertikálního lisu jako hlavního. U tohoto principu je vypuštěna část předlisování.

Násypka a šnekový dopravník

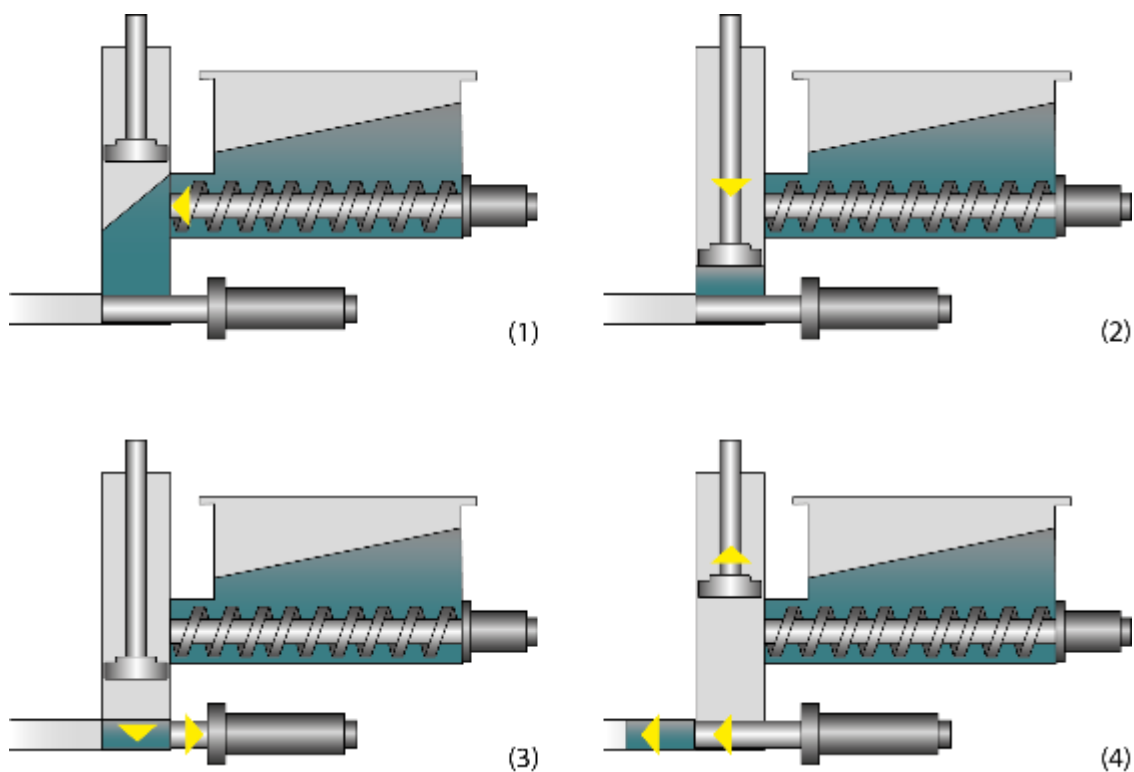
Materiál je stejně jako u předchozího principu dopraven do násypky, kde je umístěn šnek, který posouvá materiál dále do stroje. [30]

Lisování

Hlavní lisovací píst je zde umístěn vertikálně a nedochází zde k předlisování materiálu. Materiál je tedy rovnou lisován do kompaktní brikety v jednom směru. Nevýhodou tohoto principu může být nedostatečné prolisování. Brikety se pak mohou více drolit a zůstává v nich větší množství nevytlačené emulze. [30]

Horizontální píst

Když je briketa stlačena, má stroj druhý píst. Tento píst není určen k lisování, pouze posouvá briketu ven ze stroje. [30]



obr. 2-20 Pracovní proces lisu s vertikálním hlavním lisovacím pístem (upraveno) [30]

Pracovní proces lisu s dvěma horizontálními písty

Tento typ strojů využívá dva protichůdné písty jako hlavní a třetí umístěný vertikálně jako předlisovací. Použitím dvou protichůdných pístů je možno dosáhnout větších tlaků. Z tohoto důvodu je tento princip použit u strojů určených pro velké objemy třískového odpadu.

Násypka a šnekový dopravník

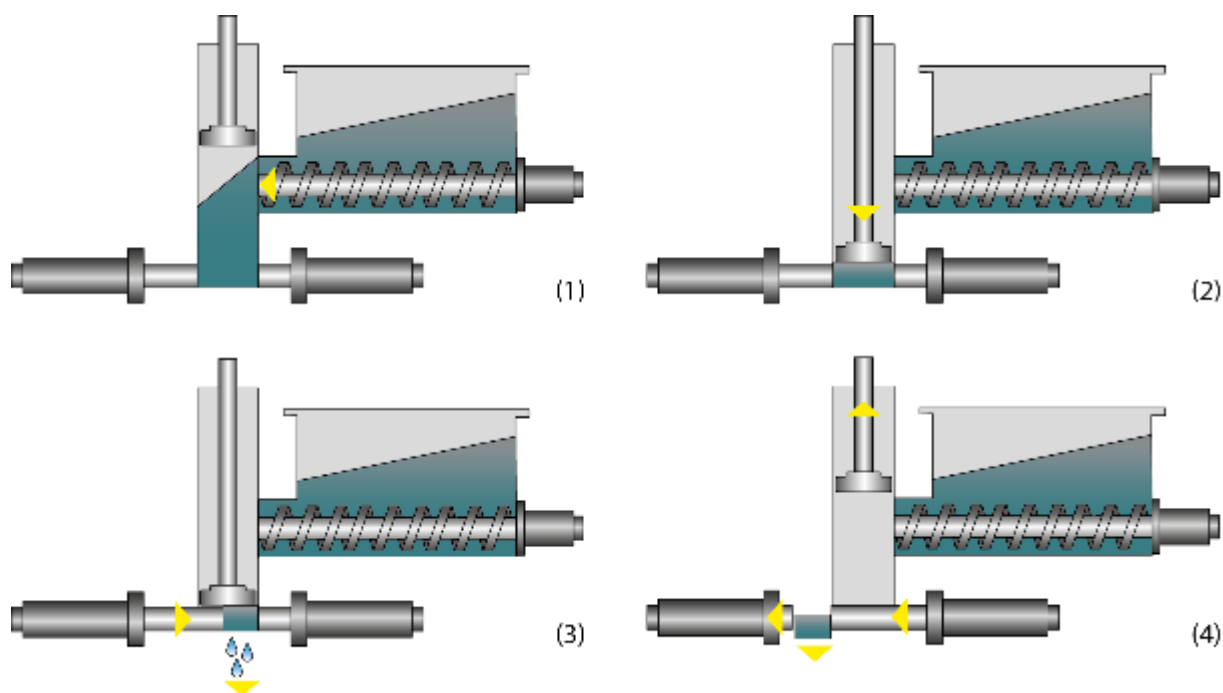
Násypka je ve většině případů proporčně menší než stroj. Důvodem je postupné plnění pomocí dopravníku přímo z objemného kontejneru, před kterým jsou často umístěny další periferie. [31]

Předlisování

Stejně jako u prvního popsaného typu je i zde použit předlisovací píst. Tento píst je umístěn vertikálně a stlačuje nasypaný materiál do lisovací komory. [31]

Hlavní lisování

Probíhá za tlaku dvou protichůdných pístů, které jsou umístěny horizontálně. Při lisování je vytlačována kapalina, která je odvedena do nádrže. Když je briketa za určeného tlaku slisována, jeden z pístů zajíždí a druhý ji vysune. Hotová briketa pak pomocí gravitace spadne do připravené nádoby. [31]



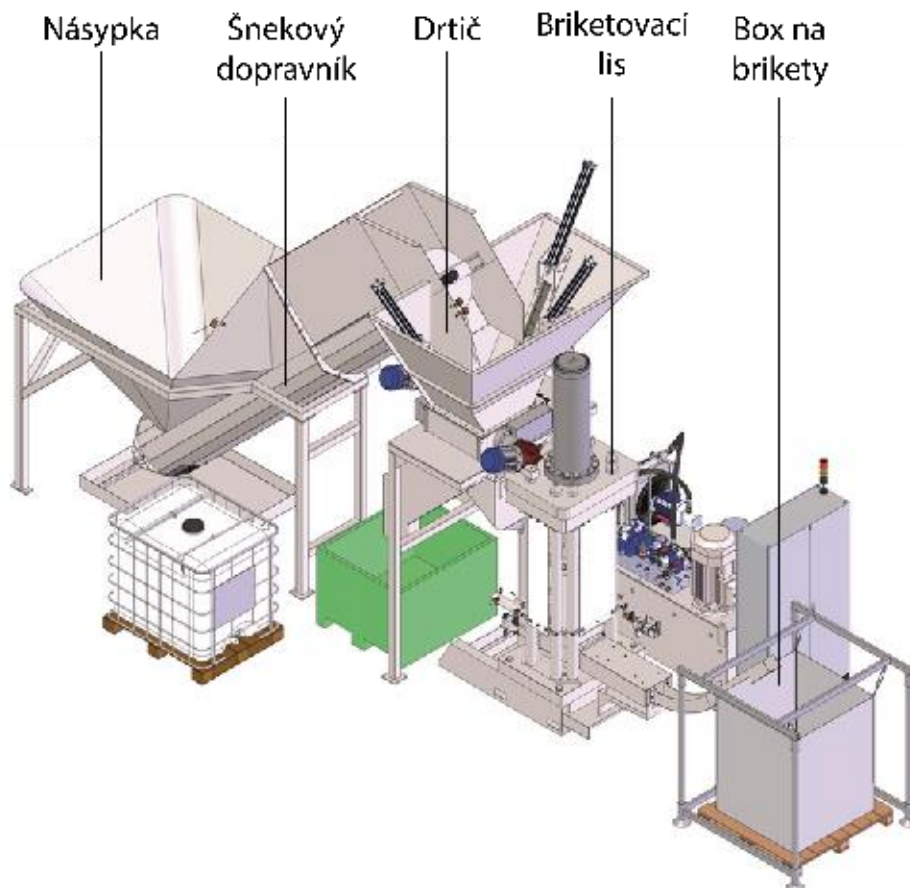
obr. 2-21 Pracovní proces lisu s dvěma horizontálními písty (upraveno) [31]

Konstrukční, funkční a přídavné prvky stroje

Většina funkčních prvků je volena v závislosti na konkrétních potřebách firmy. Mezi tyto faktory patří:

- množství odpadu
- materiál
- velikost a tvar třísek
- další specifické požadavky firem [27]

V návaznosti na specifické požadavky podniků jsou poskytovány periferie. Přídavné stroje si volí zákazník po konzultaci s danou firmou. Tyto stroje většinou volí velké podniky. Menší podniky si často vystačí se samotným briketovacím lisem či s přídavným drtičem s možností separování větších kusů. Na obr. 2-22 je znázorněna linka pro zpracování velkého objemu hliníkového odpadu.



obr. 2-22 Briketovací linka na hliníkové špony [32]

Hlavní funkční prvky briketovacího lisu

Briketovací stroje na kovové třísky fungují za pomoci hydrauliky. Celý hydraulický systém je poháněn elektromotorem, ten dále pohání zubové čerpadlo. Objevují se i stroje s lamelovým čerpadlem. Výkon elektromotorů pro stroje dostačující malým a středním podnikům se pohybuje od 3 kW do 11 kW, to vyplývá z tab. 2-1. Podstatnou částí stroje jsou písty, ty jsou voleny v závislosti na potřebném tlaku, délce a průřezu briket. Jednotlivé části hydrauliky jsou pak ovládány pomocí PLC systémů.

Použité materiály

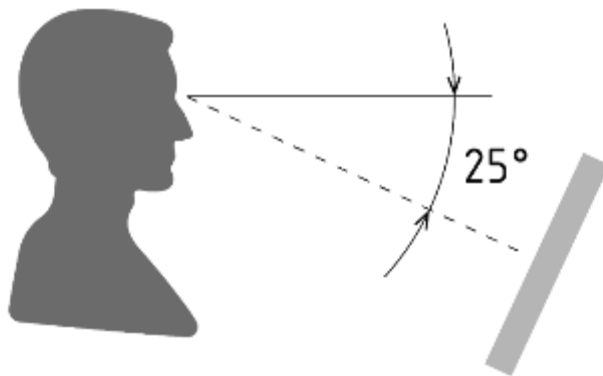
Na výrobu těchto briketovacích strojů jsou použity převážně kovové materiály. Jedná se především o různé ocelové profily. Tyto profily jsou spojovány zejména svařováním. Kryté části a násypky jsou řešeny svařovanými, šroubovanými či nýtovanými plechy. Průhledové otvory jsou z plexiskla, které je čiré a zároveň i dostatečně odolné. Některé části strojů, u kterých pozorujeme designérský přístup, jsou vyrobeny kombinací kovových a plastových částí. Plasty dovolují volnější tvarování.

Ergonomie

Briketovací lisy kovových třísek fungují na automatických systémech, proto není zapotřebí se ergonomicky vymezovat na dlouhodobou práci člověka se strojem. I přesto nelze u dobrého designu ergonomii zcela zanedbat. Dobrý designérský přístup s ohledem na antropometrické zákonitosti může výrazně zkrátit čas potřebný k obsluze stroje a také zajistí pracovní prostředí, které nebude obsluhu rozptylovat a nadbytečně zatěžovat.

Briketovací stroje nabízené na trhu pro střední a malé podniky aspekt ergonomie v zásadě postrádají. Nekrytované pohyblivé části jsou nebezpečným prvkem, například v případě kolize uživatele přímo s pohyblivou částí.

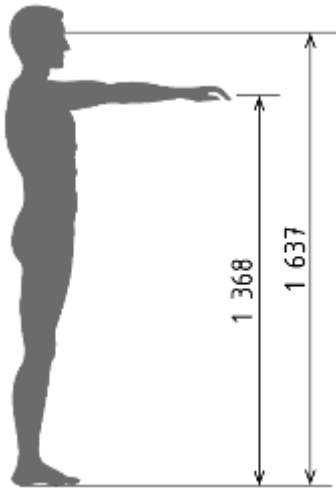
Z hlediska interakce člověka je tedy nutné především zohlednit bezpečnost. Další podstatnou částí, jak zefektivnit práci, je zajištění optimálního řešení pracovního prostoru, tj. celé oblasti stroje, v níž se obsluha při práci pohybuje.



obr. 2-23 Osa pohledu (upraveno) [39]

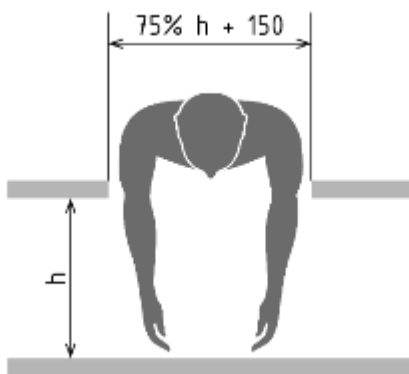
Hlavním prvkem na briketovacím lisu je dotykový displej spolu s dalšími mechanickými ovladači. Ovládací panel musí být umístěn tak, aby výškově odpovídal obsluze vestoje a jeho sklon byl kolmo na osu pohledu, což je pro optimální výškové poměry od horizontály pohledu 25° směrem dolů. [39]

Průhledové otvory zajišťují vizuální kontrolu procesu stroje, proto je vhodné umístit tyto průhledy v rozsahu zorného pole. Obsluha stroje není dlouhodobá, proto se veškeré pracovní úkony i vizuální kontrola budou vztahovat ke stojící průměrné postavě.



obr. 2-25 Výška paže a středu zorného pole (upraveno) [39]

Pro obsluhu stroje je nezbytné dodržet rozsahy šířky manipulačních otvorů. Tyto otvory umožní zásah člověka do stroje v případě kolize či seřizování. [39]



obr. 2-24 Šířka přístupového místa (upraveno) [39]

Dílčí zhodnocení technické analýzy

Firmy zabývající se briketovacími stroji na kovové třísky se snaží pokrýt co největší rozsah výkonnosti stroje. Toho dosahují jednotným řešením konstrukčního uspořádání prvků a záměnou komponent dle požadavků firmy. Firmy se zabývají hlavně funkčností stroje a často jde o čistě konstrukční řešení bez zásahu designérského přístupu. I použití materiálu není progresivní a pro výrobu jsou použity tradiční a základní principy výroby.

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Tvarování či celkový design současných briketovacích lisů na kovové třísky není u středních a malých výkonů nijak progresivní a od doby prvních lisů se přístup z designérského hlediska téměř nezměnil. I pracovní princip těchto strojů je téměř neměnný, jen technologie se zlepšují a poskytují větší výkony, ještě více automatizovaný proces či lepší kontrolu pracovního procesu.

Celkové povědomí o briketovacích lisech kovových třísek není velké. Neřešení designérské stránky briketovacích lisů kovových třísek vyvolává pocit nedůvěry v komplexnost přístupu věnovaného vývoji a v celkovou kvalitu stroje. Nevzhledné stroje dále zhoršují kultivovanost pracovního prostředí a produktivitu práce. Jejich prosazení na trhu je náročné i přes podložené zkušenosti s finanční návratností a ekologickým přínosem.

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Briketovací lisy, které fungují za pomoci hydraulického systému, bychom mohli rozdělit do tří tříd dle výkonu. Ta nejnižší je s hydraulickým motorem o výkonu (4–7) kW, tento typ se hodí do firem s minimální produkcí kovových třísek nebo jako stroj připojený přímo k jednomu obráběcímu stroji. Cenově jsou však často pro malé firmy nevýhodné a doba návratnosti je poměrně dlouhá. Dále bychom mohli určit střední třídu, pro firmy s vyšší produkcí kovových třísek. Pro tyto firmy jsou vhodné stroje s výkonem motoru (7–20) kW. Středním firmám se investice do briketovacího lisu vrací v řádu měsíců. Investice se vrací díky oddělené emulzi z třísek, kterou lze znovu použít. Dále je investice navrácena díky vyšší výkupní ceně briket a snížení nákladů na transport. Nejsilnější lisy s výkonem motoru nad 20 kW jsou pak určeny pro velké firmy či firmy vykupující kovové třísky od menších podniků.

Briketovací lisy kovových třísek s malým a středním výkonem jsou ve většině případů bez zásahu designového přístupu. U některých modelů sice již lze vidět snahu o odlišení se na trhu, ale stále se jedná spíše o konstrukční řešení. U strojů s nejvyššími výkony je design progresivnější. Tyto stroje jsou vyrobeny velkými mezinárodními firmami, které se zabývají i jinými stroji, u nichž je na trhu větší designérská konkurence. Z tohoto důvodu se vzhled promítá i do těchto briketovacích lisů.

Vzhled briketovacích lisů je také ovlivněn technologiemi výroby a použitým materiálem. U stávajících modelů jsou pro výrobu použity základní výrobní metody, jako je svařování, nýtování a ohýbání plechů. Žádný z uvedených produktů, vyjma těch s velkým výkonem, pro výrobu nevyužívá moderních technologií či materiálů.

Jelikož jsou briketovací lisy brány jako automatické, často zde není zohledněna bezpečnost a pohodlí obsluhy. I přesto, že obsluha stroje člověkem není častá, je důležité zajistit základní ergonomické požadavky, a to zejména v případě kontrol, čištění a oprav stroje.

3.3 Cíl práce

Hlavním cílem práce je řešení kultivovaného tvarování briketovacích lisů s možností rozměrové přizpůsobivosti daným technologiím. Použité technologie budou odpovídat potřebám středních strojírenských podniků. Tvarování a celkové řešení bude vycházet z horizontálně umístěného hlavního lisovacího pístu. Zohledněny budou i potřebné ergonomické prvky, jakými jsou průhledové otvory, dostupnost do míst častých kontrol a oprav a ovládací rozhraní spolu s informačním.

3.4 Cílová skupina

Finální řešení briketovacího lisu kovových třísek bude zaměřeno na specializovaná pracoviště zabývající se třískovým obráběním kovů. Cíleno přitom bude hlavně na podniky s menší a střední produkcí kovového opadu, které mají zájem řešit ekologické i ekonomické dopady svého odpadového hospodářství. Půjde o řešení vhodné jak do již fungujících podniků, tak i do nově vznikajících.

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

Technické parametry pro finální řešení budou určeny pro střední výkonnostní třídu těchto strojů. To znamená, že výkon hydraulického motoru bude v rozsahu od 7 kW až do 11 kW. Celkový výkon pro lisování hliníku by se měl pohybovat (60–300) kg/h a pro lisování oceli či litiny v rozmezí (60–200) kg/h. Rozměrově bude briketovací lis uzpůsoben velikosti současných technologií. Firmy vyrábějí lis stejného typu a přizpůsobují dané technologie požadavkům zákazníka. Pro daný typ je určen výkonnostní rozsah, ve kterém může být stroj modifikován. Návrh proto bude přizpůsobitelný pro umístění velikostně rozdílných jednotek s omezením na maximální možné parametry.

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Dalším z cílů práce je aplikace moderních technologií spojených s použitím novějších a progresivnějších materiálů. Tento cíl je volen z důvodu přínosnosti nových materiálů v oblasti lepší funkčnosti a udržitelnosti stroje. Použití materiálu a technologií by však mělo být vymezeno cenovou dostupností finálního řešení.

Předpokládána je malosériová výroba v řádu jednotek až desítek kusů ročně. Rozsah výroby je určen pro evropský trh tak, jak je tomu u současných výrobců. Cenová relace těchto produktů se na dnešním trhu pohybuje okolo 1 500 000 Kč.

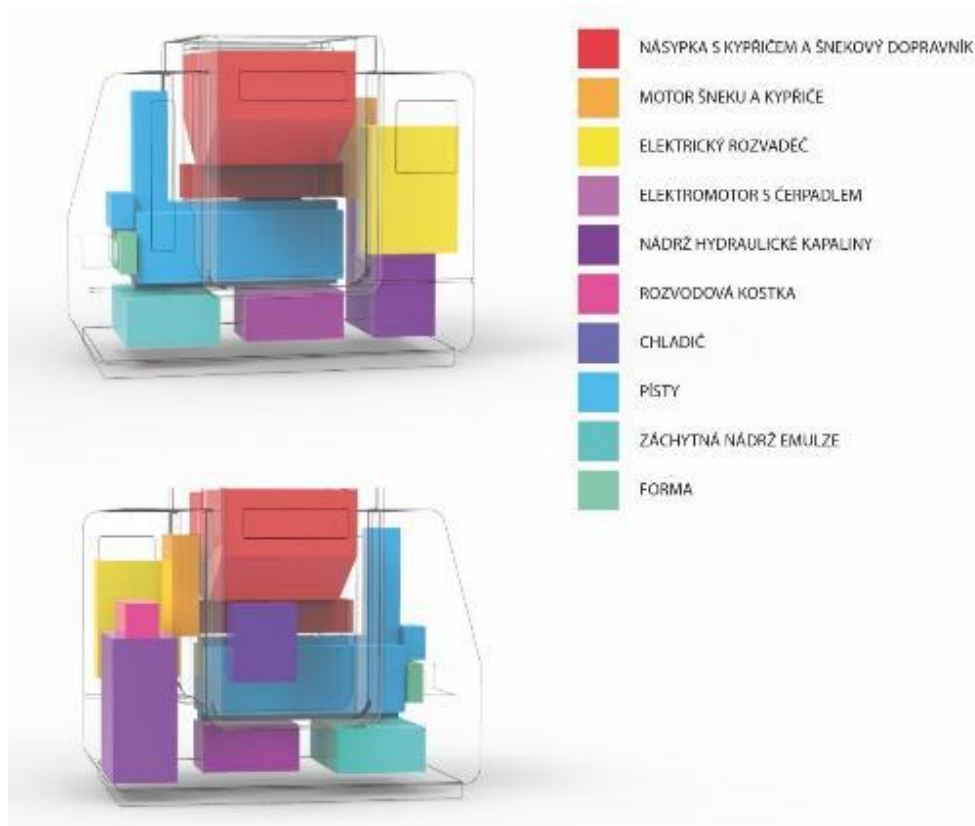
Všechny tyto aspekty by měly vymezovat a určovat finální návrh jak ze strany designérské, technologické a funkční, tak i ze strany dostupnosti a realizovatelnosti.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Designový návrh nejvíce ovlivňuje uspořádání jednotlivých prvků stroje. Uspořádání je v případě tohoto druhu lisů poměrně volné. Jednotlivé prvky na sebe ve většině případů nejsou konstrukčně vázány. Dodržení konstrukční návaznosti vyžaduje jen hlavní lisovací píst, výtlačné písty a šnekový dopravník. Variantní návrhy jsou tak výrazně odlišné právě vnitřním uspořádáním. I když jde o automatizovaný stroj, zásah člověka musí být pro určité části zohledněn. Ve většině případů člověk zasahuje do chodu stroje pouze při zapnutí/vypnutí či při opravách.

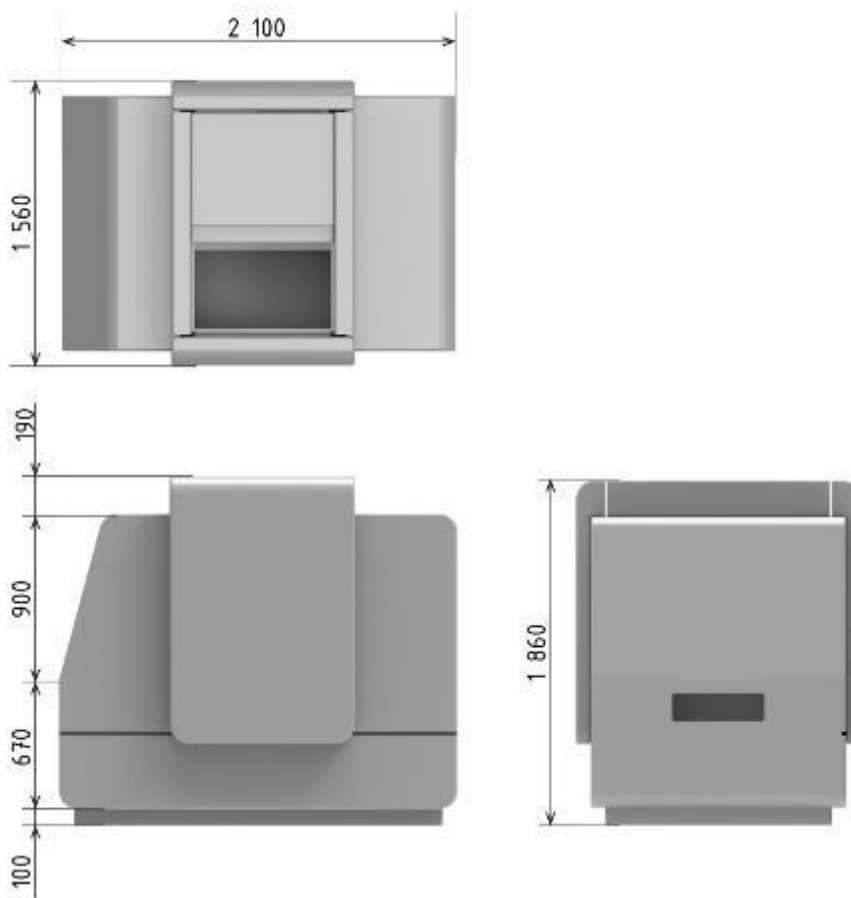
4.1 Varianta I

První variantní řešení je postaveno na konstrukčním uspořádání, kde jsou prvky lisu poskládány tak, aby co nejvíce šetřily prostor, a toho je docíleno pomocí co nejmenšího půdorysného řešení. Hlavní změnou v konstrukci je umístění šnekového dopravníku a násypky přímo nad hlavní lisovací píst.



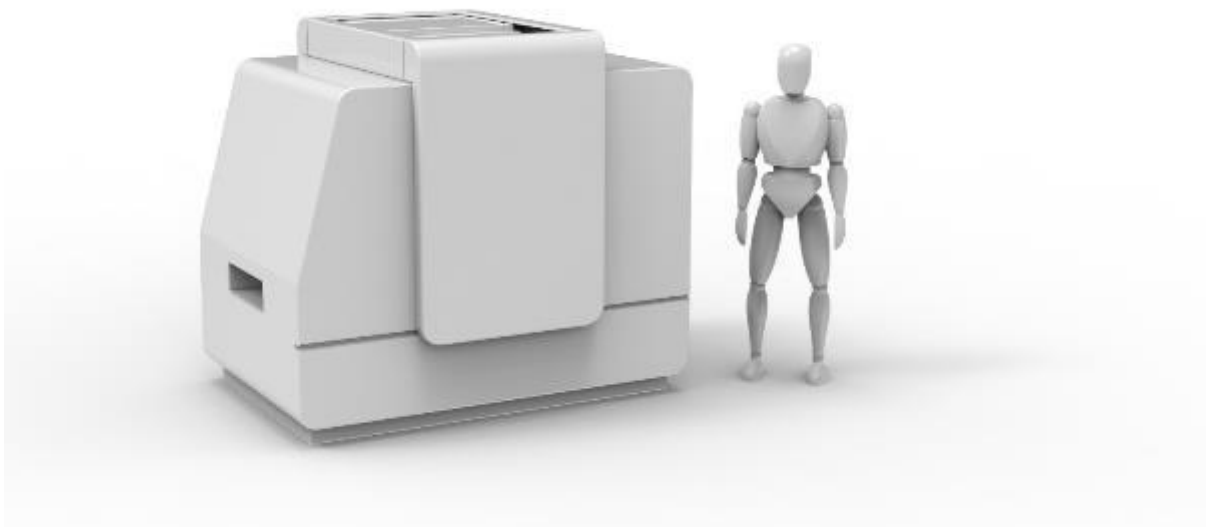
obr. 4-1 Vnitřní uspořádání varianty I

Rozměrově je stroj koncipován tak, aby zabíral co nejmenší půdorysný prostor. Je tak docíleno jeho délky na 2100 mm a šířky na 1560 mm.



obr. 4-2 Rozměrové řešení varianty I

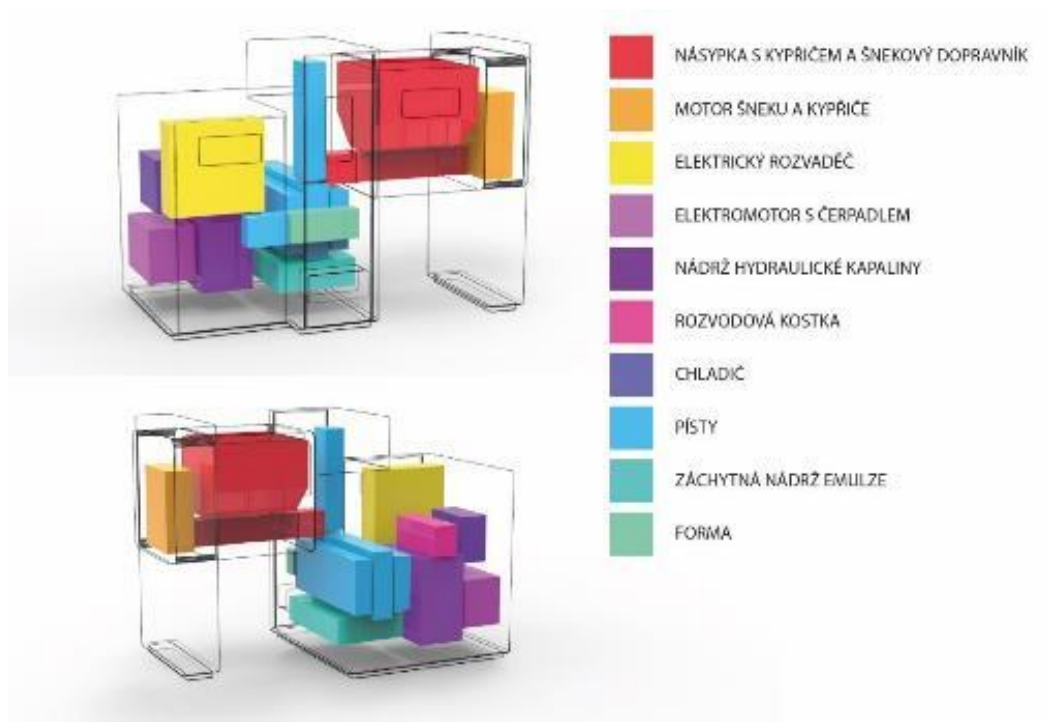
Tímto konstrukčním řešením vzniká varianta, která vede ke kompaktnímu tvarování. Celé uspořádání stroje odpovídá kvádrovému tvarování. Snahou této studie, u které lze vycházet z jednoduchého tvaru kvádrů, bylo vytvoření poutavého vzhledu, který by zároveň reflektoval funkci stroje. Dominantním prvkem je tak linie pod úhlem 15° , která je nejzřetelnější v bočním pohledu. Tato linie naznačuje směr procesu a také zmenšení objemu od největšího po nejmenší. Dalším výrazným prvkem je střední část stroje, v tomto místě se nachází násypka, která převyšuje zbývající součásti stroje. S tvarováním krytu násypky jsou propojeny hlavní dveře stroje, ty poskytují přístup k nejdůležitějším částem lisu. Dveře jsou otevírány posunem vpravo či vlevo. Celkově je pak stroj propojen zaoblením.



obr. 4-3 Varianta I

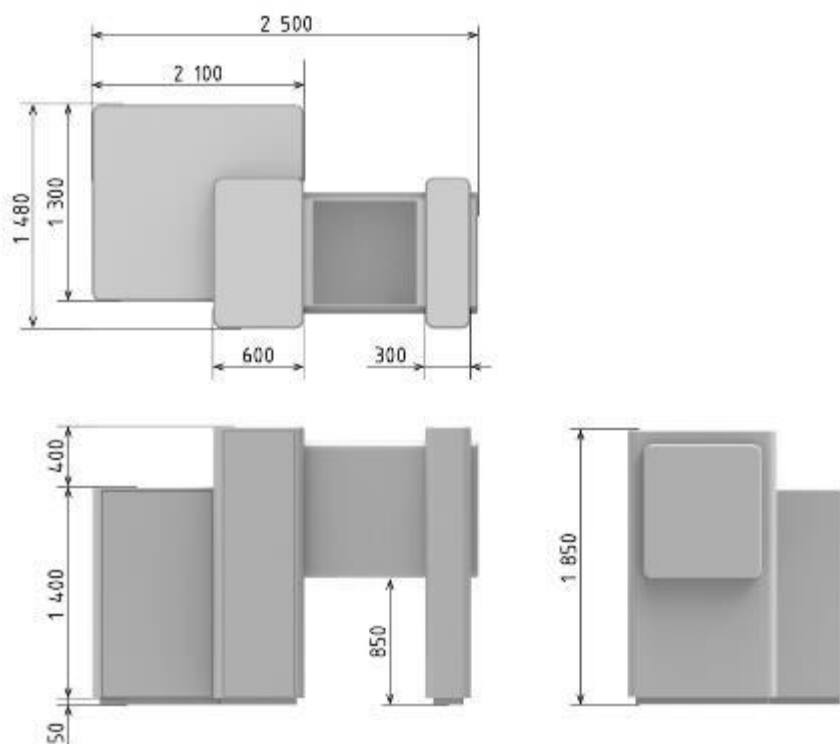
4.2 Varianta II

U druhé varianty je uspořádání jednotlivých komponentů dle briquetovacího lisu od firmy RUF, který byl představen v kapitole 2. Toto uspořádání používá více firem, které vyrábějí briquetovací lisy. Tento typ konstrukce je volen z důvodu dobré dostupnosti ke všem komponentům. Uspořádání, stejně jako u varianty I, vytváří tvar kvádrů. Rozdílem je umístění násypky, která je postavena mimo stroj a tvoří tak dominantní prvek. Umístění takto koncipovaného stroje je nejvhodnější v prostoru, tak aby byl zajištěn přístup ke všem prvkům.



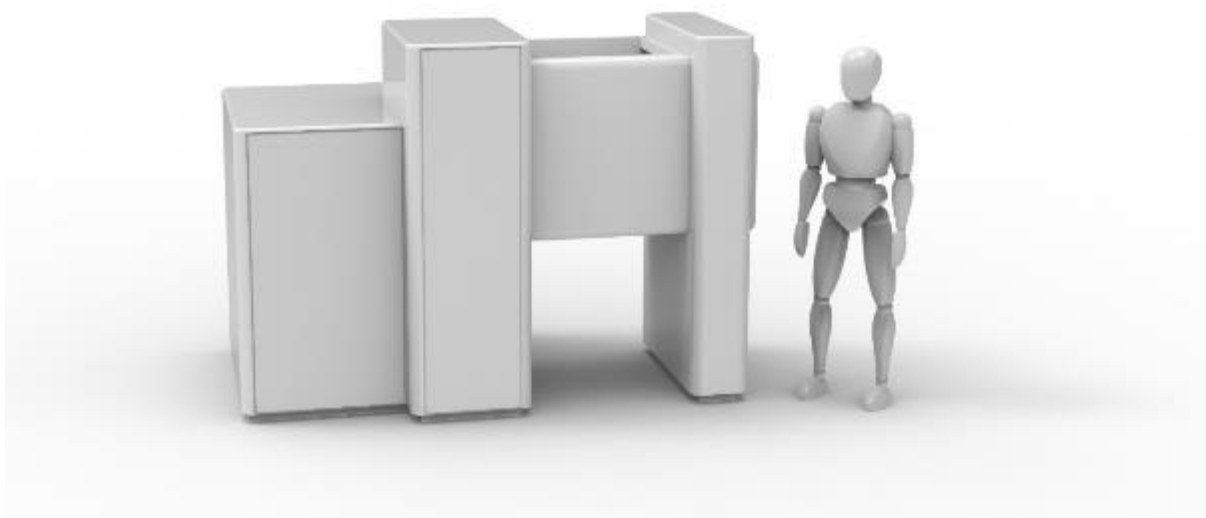
obr. 4-4 Vnitřní uspořádání varianty II

Jedná se o rozměrově největší návrh řešení. To je způsobeno především umístěním násypky, pod kterou je z pohledu prostorového řešení nevyužitý prostor.



obr. 4-5 Rozměrové řešení varianty II

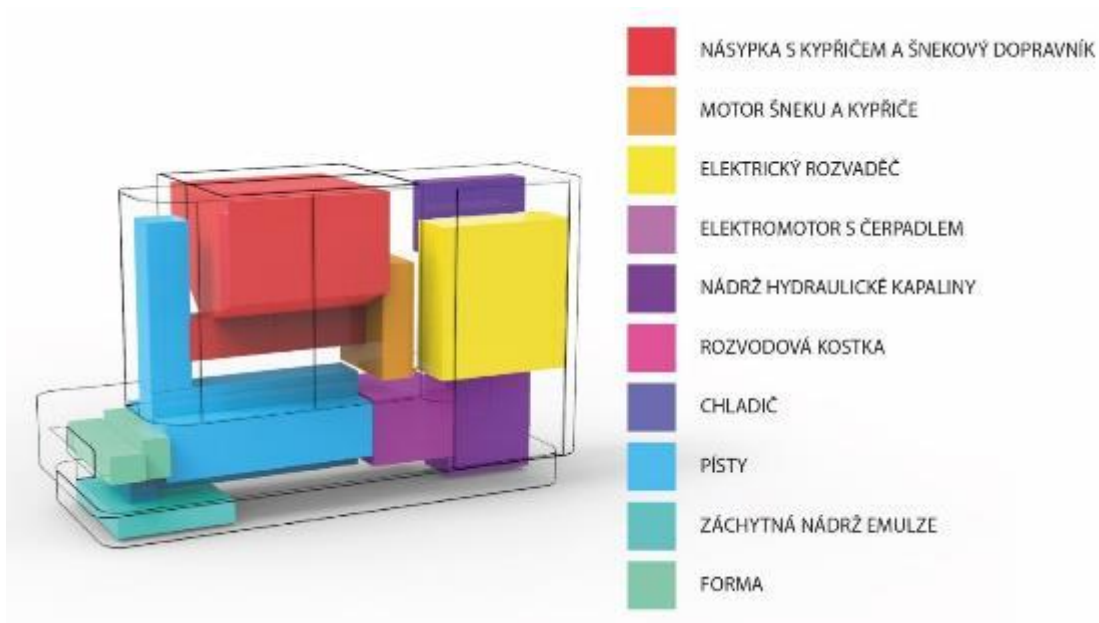
Návrh řešení této varianty vychází z kvádrů. Velikost, tvarování a umístění určuje vnitřní uspořádání komponentů. Násypka, jež je umístěna mimo ostatní komponenty, potřebuje podporu na svém konci. Aby bylo zajištěno propojení násypky a ostatních komponentů do jednoho kompaktního tvaru, je podpora dotvořena z bočního pohledu stejným kvádrem, jako je použit pro krytování předlisovacího pístu. Z předního pohledu je krytování podpory přesně v poloviční šířce krytování pístu. Prostor pod násypkou vytváří z vizuálního hlediska dominantní a zároveň odlehčující prvek.



obr. 4-6 Varianta II

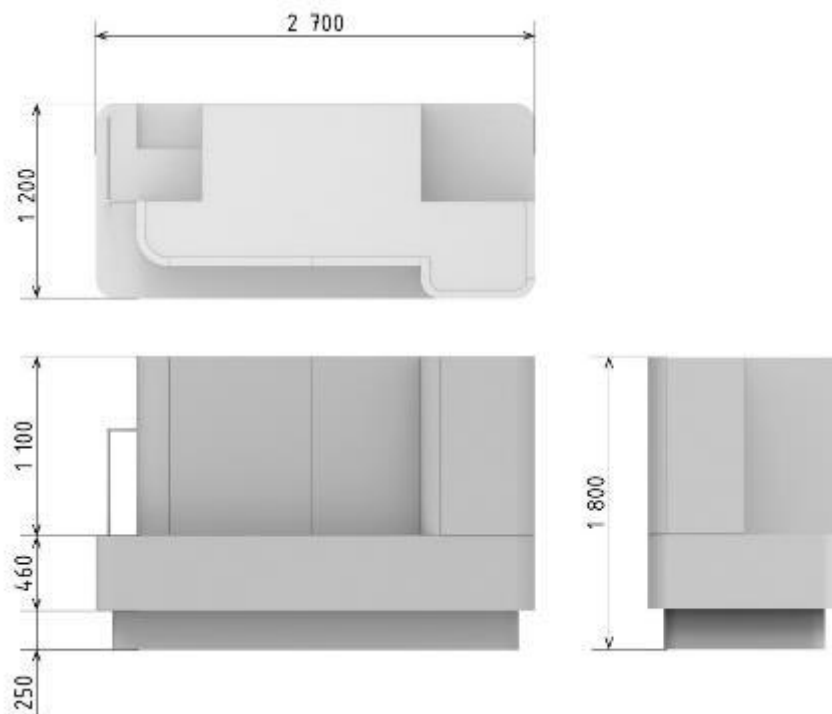
4.3 Varianta III

Varianta třetí má jiné vnitřní uspořádání komponent než předchozí dvě. Rozmístění komponentů u této varianty vzniká na základě uspořádání strojů ve firmách. Umístění briketovacího lisu do prostoru není vždy vhodným řešením například v případě úzkých a dlouhých místností. Proto tato varianta pracuje spíše s podélným uspořádáním a poskytuje tak vhodné umístění u zdi. Komponenty jsou rozmístěny tak, aby byl zajištěn pohodlný přístup ke všem komponentům jen z jedné strany. Vzniká tak řešení, které půdorysně zabírá plochu spíše na délku než na šířku.



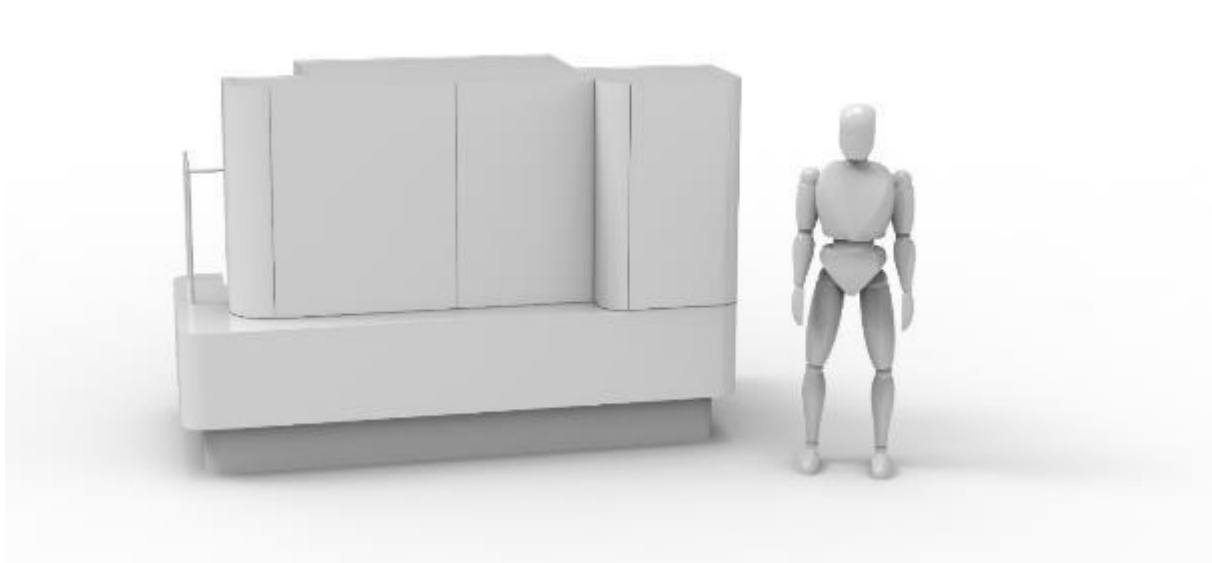
obr. 4-8 Vnitřní uspořádání varianty III

Jak již bylo zmíněno, cílem této varianty je rozmístění komponent, tak aby byl stroj koncipován více na šířku než samotnou hloubku. Je tak dosaženo šířky 2700 mm a hloubky 1200 mm. Přitom výška stroje přibližně odpovídá předchozím návrhům.



obr. 4-7 Rozměrové řešení varianty III

Tvarové řešení vzniká z rozmístění komponentů. U tvarování je také brán ohled na přístup k jednotlivým komponentům a i na možnost umístění průhledů pro zběžnou kontrolu funkce briketovacího procesu. Hlavní částí stroje je základna, která uděluje prostor pro umístění dalších částí krytování, díky nimž je pak umožněn pohodlný přístup ke komponentům. Krytování je odlehčeno výraznějším oblením volených hran, tak aby byla zřetelná přední a zadní část stroje. Zvolené tvarování také poskytuje jednoduché připojení periferií, tak aby v prostoru překážely co nejméně. Celkově řešení působí statickým dojmem, který je u tohoto typu stroje žádoucí.



obr. 4-9 Varianta III

4.4 Zhodnocení

Jednotlivé studie přinášejí tři přístupy z hlediska konstrukčního uspořádání briketovacích lisů kovových třísek. Varianty řeší estetické pojetí stroje, které má vést k většímu zájmu a povědomí o těchto lisech. Návrhy mají také přispět k lepší bezpečnosti, čistotě a obsluze těchto strojů.

První a druhá studie představuje řešení spíše čtvercového půdorysu a je zde tak nutné zajistit prostorný přístup ze všech čtyř stran. Briketovací lis tedy musí být umístěn převážně v prostoru a zajistit pro něj vhodné umístění v hale obráběcí firmy nemusí být snadné. U prvního řešení je prostor, který stroj půdorysně zabírá, minimalizován na úkor snadného přístupu ke komponentům. Druhá studie řeší snadný přístup ke komponentům, ale díky umístění násypky zabírá poměrně nepraktický půdorys. Jako výchozí varianta byla zvolena třetí studie. Z této studie bude vycházet finální tvarové řešení. Varianta byla zvolena z důvodu konstrukčního přístupu vhodného pro pohodlný a bezpečný přístup ke všem komponentům a také z důvodu vhodného půdorysného řešení.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

K finálnímu řešení byl zvolen návrh třetí variantní studie. Důvodem je nejvíce vyhovující tvarové řešení, které odpovídá vnitřnímu uspořádání stroje. Dále splňuje požadavky na funkční jednotky s potřebou kontroly či obsluhy. Tyto požadavky byly definovány v počátku navrhování a vyplývají z analýz. Díky zvolenému přístupu je dosaženo daných cílů.

Řešení finálního návrhu upouští od tradičního současného trhu, a to jak svým designem, tak i koncepčním uspořádáním funkčních jednotek. Přístup řešení je zřetelně odlišný od konkurenčních briketovacích lisů, které můžeme najít na trhu. Hlavním odlišujícím prvkem je přenesení proporcí stroje do šířky, čímž je dosaženo snížení hloubky stroje. To umožňuje případné umístění na menších a užších pracovištích se zachováním komfortní obsluhy a kontroly stroje. Celkově došlo k optickému zmenšení objemu. To vede i ke zmírnění vizuální těžkopádnosti stroje.



obr. 5-1 Perspektivní pohled

5.1 Kompoziční řešení

Tvarování krytu je založeno převážně na vnitřním uspořádání stroje. Toto uspořádání vnitřních jednotek dělí stroj na dvě dominantní části. Nejstatictější částí je spodní kvádrovitý prvek, který zakrývá hlavní lisovací píst a hydraulický agregát.

Statický spodní díl briketovacího lisu je doplněn horní více tvarově členitou a odlehčenou částí. Ta zakrývá některé z funkčních prvků, které vyžadují častější kontrolu a revizi. Z tohoto důvodu jsou v této oblasti krytování lisu umístěny otevírací prvky, které ulehčují obsluhu stroje. S ohledem na ergonomické požadavky jsou na vrchní části umístěny i ovládací a kontrolní prvky.



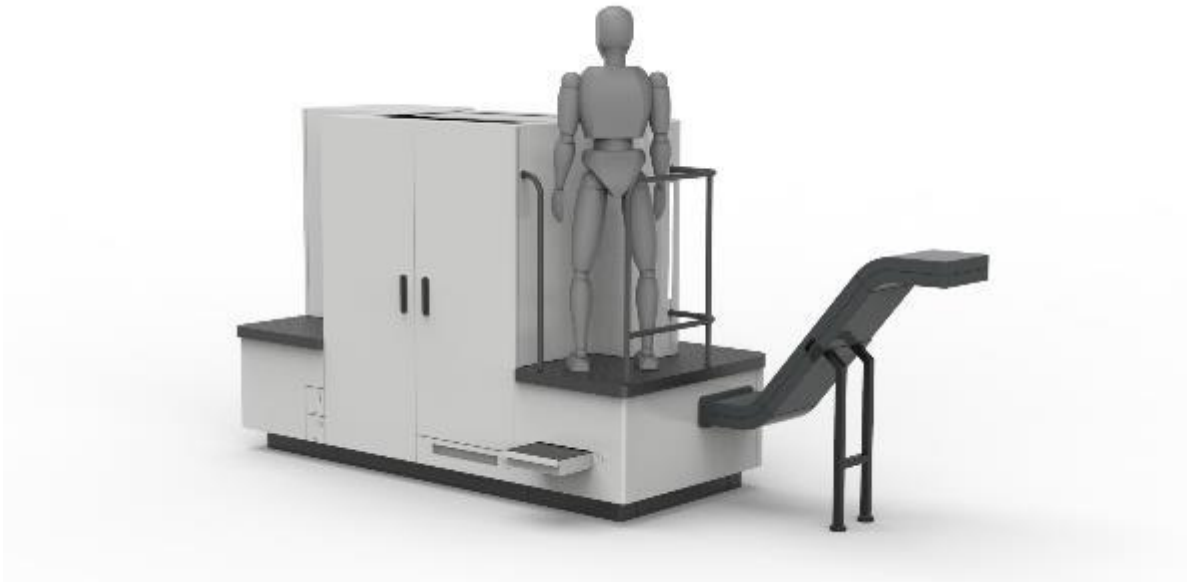
obr. 5-2 Čelní pohled

5.1.1 Spodní statická část briketovacího lisu

Jak již bylo zmíněno, tvarování krytu spodní části převážně určuje hlavní lisovací píst a hydraulický agregát. Hlavní lisovací píst je objemově dominantní jednotkou. To přiznává i zpracování krytu. Vypovídá tak o funkci a síle lisovacího pístu.

Spodní díl tak plní funkci statickou a je odlehčen nízkým podstavcem, který ukrývá stavitelné nohy celé konstrukce stroje. Aby nedošlo k vizuálnímu pocitu těžkopádnosti, je spodní hranol na zvolených vertikálních hranách výrazněji zaoblen. Toto zaoblení dále vypovídá o umístění hlavní ovládací strany stroje.

Řešení této oblasti lisu nabízí další výhody pro funkční prvky. Nabízí možnost vstupu obsluhy na horní plochu a poskytnutí snadné a bezpečné kontroly či opravy kolizí v násypce lisu, jak je vidět na obr. 5-3. Tato pochůzná plocha stroje je podpořena materiálovým a barevným odlišením. Materiál pochůzné části je umístěn i mimo přímo vyčleněnou část, chrání tak stroj při náhodném využití těchto ploch jako nášlapných, nejde však o plochy k tomu přímo určené.

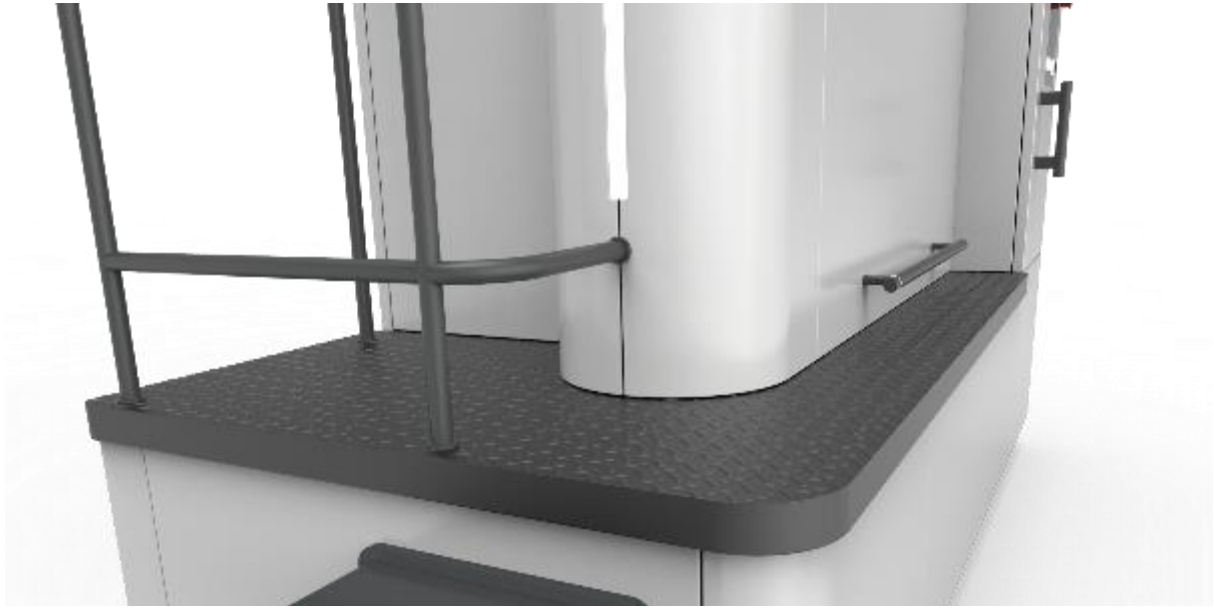


obr. 5-3 Perspektivní zadní pohled

5.1.2 Horní část briketovacího lisu

Vrchní část stroje je výrazněji oddělena prvkem pochůzného plechu. Horizontální linie tvořená tímto protažením pochůzného plechu cíleně narušuje a dělí jinak celistvý a jednolité dojmem. Pro zachování propojenosti objemu a z důvodu funkčnosti je v pravé části prvek pochůzného plechu přerušen. V místě propojení spodního a vrchního krytování briketovacího lisu je umístěna rozvodová skříň spolu s hydraulickou nádrží a rozvodovou kostkou.

Krytování vrchních funkčních částí stroje je členité tak, aby korespondovalo s těmito funkčními jednotkami. Zároveň jsou jednotlivé segmenty tohoto krytování vzájemně vizuálně propojeny, to vede k vytvoření celku. Hlavním důvodem jejich členění je rozdílná funkčnost.

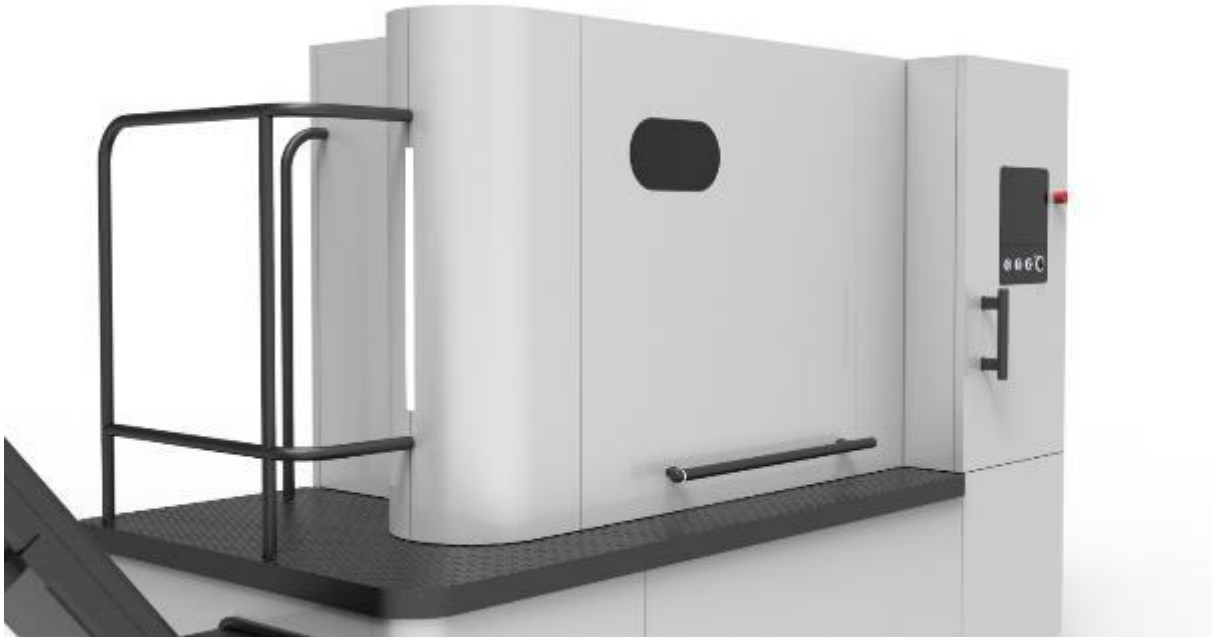


obr. 5-4 Vrchní část – pochůzný plech

Pravá část zakrývá elektrický rozvaděč spolu s rozvodovou hydraulickou kostkou. Tyto dva funkční prvky zajišťují chod briketovacího lisu. Z tohoto důvodu jsou zde navrženy dveře, které poskytují rychlý přístup k těmto jednotkám. Důležitým prvkem je i displej, který je umístěn tak, aby bylo možné jeho snadné napojení na elektrický rozvaděč a zároveň byly dodrženy ergonomické požadavky. Pozice ovládacího displeje na pravé části stroje také určuje pracovní směr stroje, a to od vstupu do zařízení k jeho výstupu.

Prostřední část vrchního krytování chrání násypku se šnekovým dopravníkem, toto krytování je opatřeno otevíracím dílem, který je možné otevřít zdvihem vzhůru. Prvkem plnícím důležitou kontrolní funkci stroje je průhledový otvor do násypky. Ten poskytuje obsluze průběžnou kontrolu práce stroje.

Dominantním dílem briketovacího lisu je vertikální ukončení krytování zúžením levé části vrchního krytu a výrazným zaoblením. Výrazné zmenšení objemu stroje naznačuje ukončení pracovního cyklu daným směrem. Toto krytování chrání jednotku předlisovacího pístu. Vizuální doplnění tvoří svislá světelná linie, která pomocí světelného LED pásku ukazuje, v jaké pozici se nachází předlisovací píst. Osvětlení je zároveň funkčním kontrolním prvkem vypovídajícím o chodu stroje.



obr. 5-5 Vrchní část stroje

5.1.3 Zadní strana briketovacího lisu

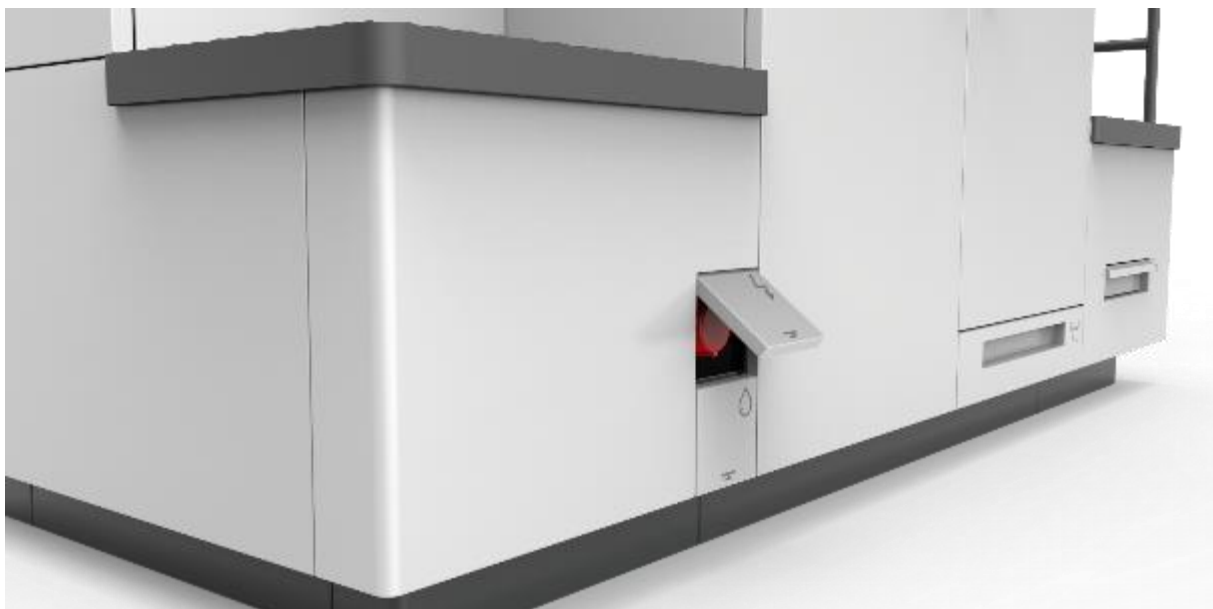
Tvarování zadní strany upouští od výrazných vizuálních prvků. Jde více o technickou stranu využívanou v případě většího zásahu do stroje, například při větších opravách či revizích. Jsou zde však ponechány tvarové návaznosti, z důvodu udržení jednotnosti vizuálu stroje. Pro otevírání a manipulaci jsou použity prvky více technického pojetí. Je tak navozeno podvědomé upozornění, že jde o část stroje sloužící k technické údržbě a opravám.

Provedení zadních prvků je uzpůsobeno předpokladu menšího prostoru za strojem, proto je upuštěno od vyčnívajících dílů. Tato část je celistvá, dělení krytování je zde použito převážně pro funkční prvky. K narušení celistvosti dochází až při zásahu obsluhy, kdy jsou jednotky obsluhovány a používány.



obr. 5-7 Zadní strana stroje

Na této straně stroje jsou řešeny otvory pro připojení do sítě a vývod pro odčerpání emulze, jejich řešení je vidět na obr. 5-7. Otevírání krytu pro tyto výstupy funguje na principu stlačení krytu a jeho následného uvolnění a otevření. Dále jsou zde dvoukřídlé dveře pro pohodlný přístup do stroje. Pravé křídlo je ve spodní části přerušeno dalším servisním otvorem, ten slouží k vysunutí filtru. V neposlední řadě je na zadní části řešen výsuvný schodek, který poskytuje pohodlný nástup na plošinu stroje.



obr. 5-6 Výstup pro emulzi a napájení

5.1.4 Ovladače a sdělovače

Pro možnost manipulace s hlavními otevíracími kryty jsou navrženy úchyty, které doplňují celkový vizuální vzhled stroje. Madla přední části stroje jsou navržena tak, aby vizuálně doplnila tvarování. Minimalistické řešení a umístění těchto madel nenarušuje jednotnost návrhu. Dvě madla předních otevíracích krytů vycházejí ze stejného průřezu, jako je použit u zábradlí. Liší se pouze natočením a délkou těchto madel, kterou udává jejich funkčnost. Delší madlo umístěné horizontálně slouží ke zdvihu krytu vzhůru, tento úkon je podpořen hydraulickými písty. Aby byl uživatel informován o možnosti otevření stroje, je madlo doplněno světelným ukazatelem (viz obr. 5-8), který svým jednoduchým provedením vykonává tuto informační funkci.

Další světelný ukazatel, o kterém je zmínka už dříve, je umístěn na výrazně oblené části krytování. Tato svislá linie, která je zobrazena na obr. 5-8, svým světelným efektem informuje o chodu stroje, konkrétně pak o pozici předlisovacího pístu.



obr. 5-8 Světelný ukazatel

V případě poruchy stroje jsou oba tyto ukazatele rozsvíceny červeně tak, aby byla obsluha informována o problému briketovacího lisu.

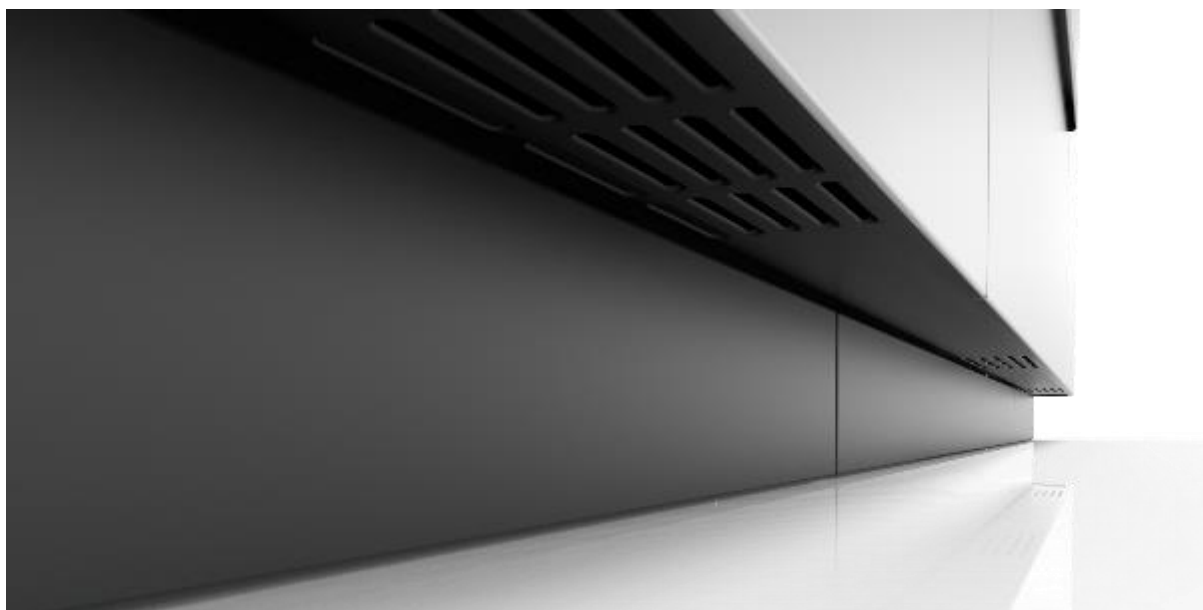
Hlavním prvkem k ovládání stroje je ovládací dotykový displej, který je doplněn základními mechanickými ovladači. Displej je propojen s mechanickými ovladači barevně jednotnou plochou, která tak odděluje ovládací prostor od krytování. Ovladače jsou pro lepší přehlednost doplněny svítícími prvky ve formě piktogramů a ohraničení.



obr. 5-9 Ovládací displej

5.1.5 Větrací otvory

Pro zajištění dostatečného chlazení celého pracovního procesu briketování a hlavně hydrauliky jsou na stroji navrženy větrací otvory, které zajišťují dostatečné chlazení. V místě samotného chladiče jsou na krytu opakující se vertikální linie, které jsou v souladu s tvarováním průhledového otvoru do násypky i s detailem pochůzného plechu. Aby bylo zajištěno dostatečné proudění vzduchu, jsou navrženy větrací otvory i ze spodní části stroje (viz obr. 5-10).



obr. 5-11 Větrací otvory



obr. 5-10 Větrací otvory

5.1.6 Připojení periferií

U převážné většiny použití briketovacího lisu kovových třísek jsou aplikovány periferie. Tyto periferie slouží například k oddělení či drcení větších částí v kovovém odpadu. Z důvodu výšky umístění násypky je pro plnění použit dopravník. V převážné většině jde o šnekový dopravník, který je napojen na zásobník s drtičem a automatickým separátorem. Aby bylo dosaženo cílů stanovených v počátcích práce, je při návrhu s tímto napojením počítáno. Toto napojení na šnekový dopravník a zásobník s drtičem a separátorem je na obr. 5-12.

Výstupem práce stroje jsou kovové brikety, které se plní do kontejnerů. Pro výstup tohoto návrhu jsou zachovány výstupní ližiny, které jsou tvarově subtilnější, je tak dodrženo oddělení pracovní části lisu od části, kde dochází k dopravě hotových briket. Pod výstupem z ližin je pak umístěna nádoba, nejčastěji výklopný kontejner.



obr. 5-12 Periferie – zásobník s drtičem a automatickým separátorem



obr. 5-14 Výstupní ližiny a kontejner



obr. 5-13 Výstupní ližiny

Shrnutí

Návrh briketovacího lisu kovových třísek jako celku i jeho jednotlivých částí je propracován tak, aby byla zachována funkčnost, vyrobiteľnosť i identičnosť.

Stroj je riešen od základných proporcií a tvarů postupně až k detailům a doplňkům. V každé fázi práce byla zhodnocena jeho funkčnost, vyrobiteľnosť a ergonomické požadavky. Finální řešení je tak individuální a na trhu jednoznačně odlišitelné.

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

Briketovací lisy fungují z velké části pomocí hydraulického systému. Hydraulický okruh v tomto zařízení ovládá nejpodstatnější části stroje. Důležitým aspektem, který ovlivňuje tvarování finálního designu stroje, je proto konstrukční řešení. Dalšími hledisky zhodnocenými v návrhu jsou použité materiály, vyrobitelnost a v neposlední řadě do návrhu vstupuje ergonomické hledisko, které i u automaticky řízených strojů, jako je lis briket, nesmí být zanedbáno.

6.1 Popis

6.1.1 Parametry zařízení

Firmy vyrábějící briketovací lisy se snaží uzpůsobit celkové parametry stroje na základě požadavků zákazníka. Ty vyplývají především z materiálu a typu třísek. Dalším důležitým aspektem je také množství třískového odpadu, který firma vyprodukuje.

Návrh je uzpůsoben menším a středním podnikům a na základě tohoto zařazení jsou voleny technické a výkonnostní parametry.

Základní parametry:

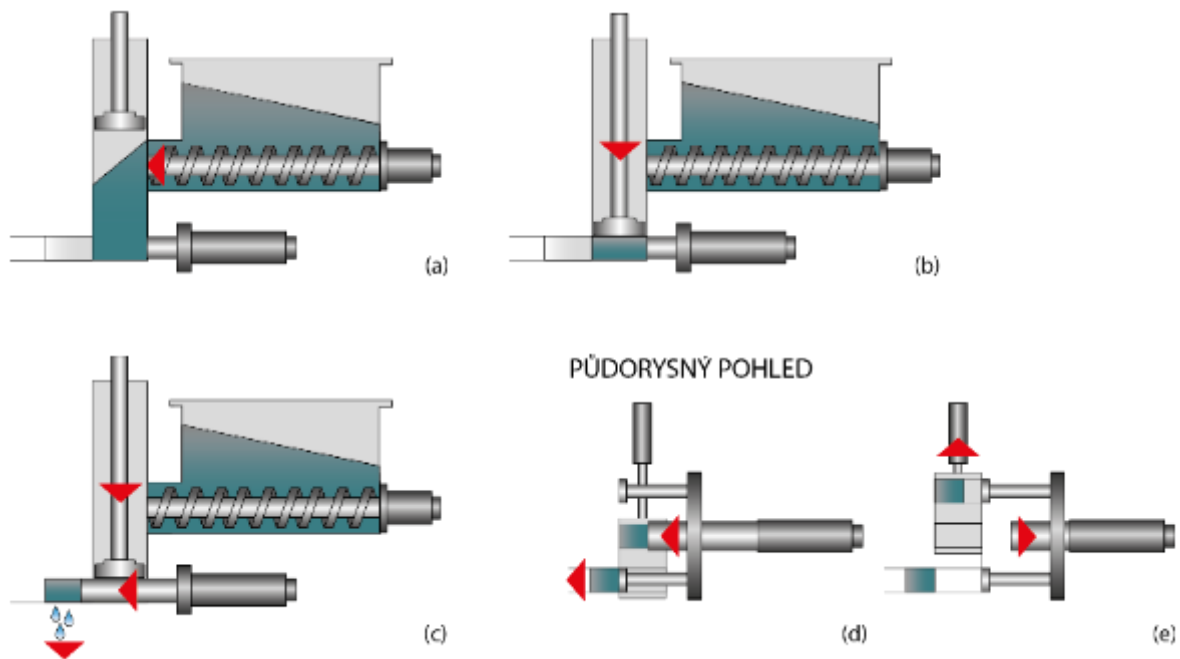
- výkon elektromotoru zubového čerpadla (7–11) kW
- max. výkon zpracování hliníkových třísek (60–300) kg/h
- max. výkon zpracování ocelových třísek (60–200) kg/h
- lisovací tlak hlavního pístu (1300–3600) bar
- průměr briket (40–80) mm
- objem násypky 0,4 m³

[6, 13, 24, 25]

Tyto parametry vycházejí z nabídek stávajících produktů na trhu. Materiál a typ třísek, od kterého se odvíjejí použité jednotky, má každá firma specifický. Design stroje je tak navrhnut s ohledem na kompatibilitu pro uvedené rozsahy výkonů a parametrů stroje. Umístění různých prvků je omezeno na uvedené maximální rozsahy. Při použití menších než uvedených rozsahů zabírá konstrukce a krytování stroje zbytečný nevyužitý prostor.

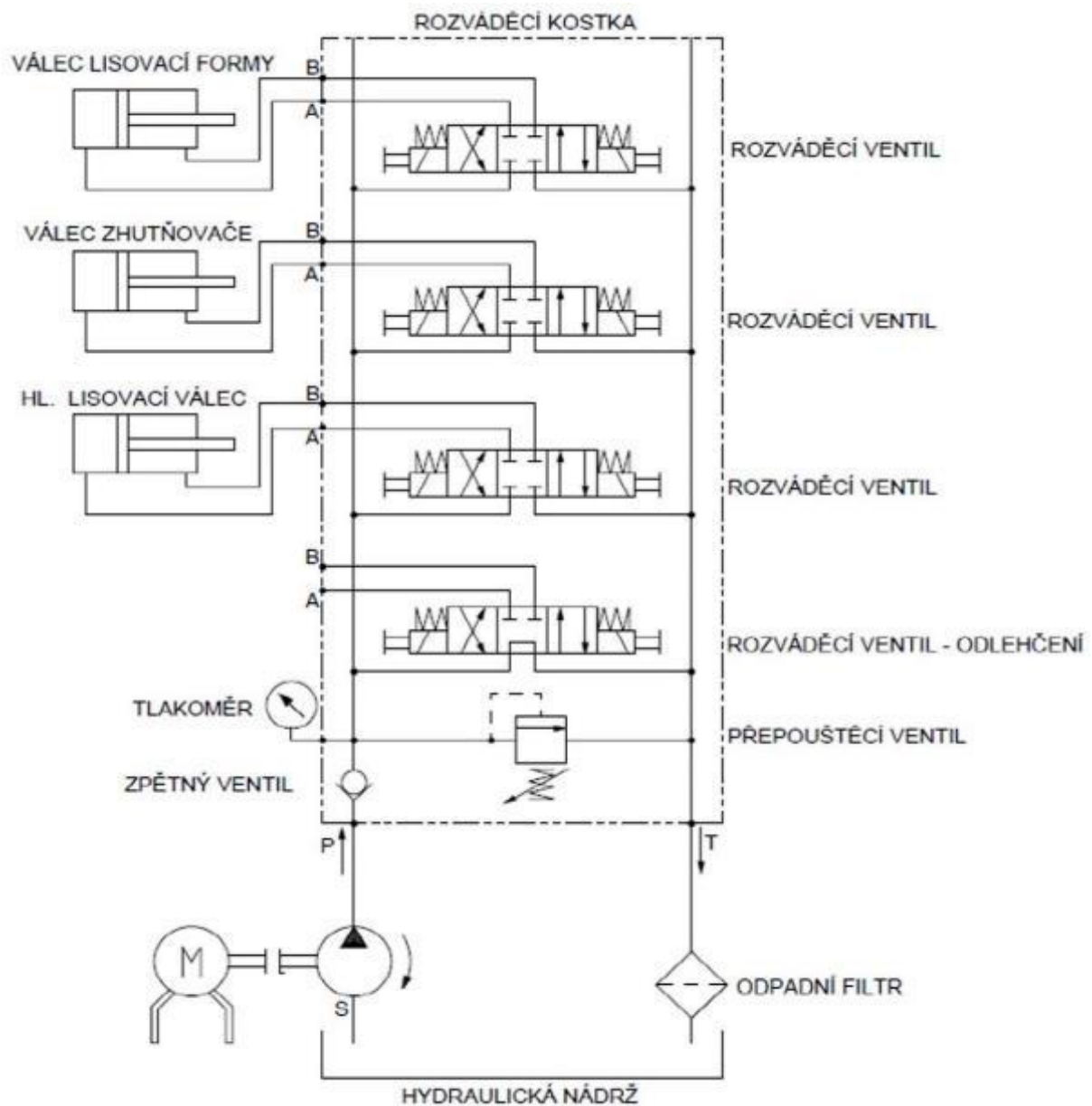
6.1.2 Funkce zařízení

Pracovní proces stroje vychází z principu používaného firmou RUF. Tento proces lze rozdělit do několika kroků. Nejdříve je materiál přiveden pomocí pásového či šnekového dopravníku do násypky. V násypce je umístěn kypřič, který zajistí plynulý posun materiálu k druhému šnekovému dopravníku. Tento dopravní šnek posouvá na základě dat z čidel a PLC materiál do předlisovací komory (obr. 2-6a). V této komoře dochází pomocí předlisovacího pístu ke zhuštění materiálu (obr. 2-6b). Dále pak hlavní lisovací píst lisuje briketu na požadovanou hustotu v lisovací formě (obr. 2-6c). Tato forma má dvě komory. V jedné vždy probíhá lisování a v druhé je při stejném pohybu vytlačována hotová briketa ven ze stroje (obr. 2-6d, e). Při hlavním lisování je také vytlačována emulze, ta se zachytává v nádrži pod lisovací formou a dále je pak filtrována a vrácena do pracovního procesu. [29]



obr. 6-1 Pracovní proces lisu dle koncepce firmy RUF (upraveno) [29]

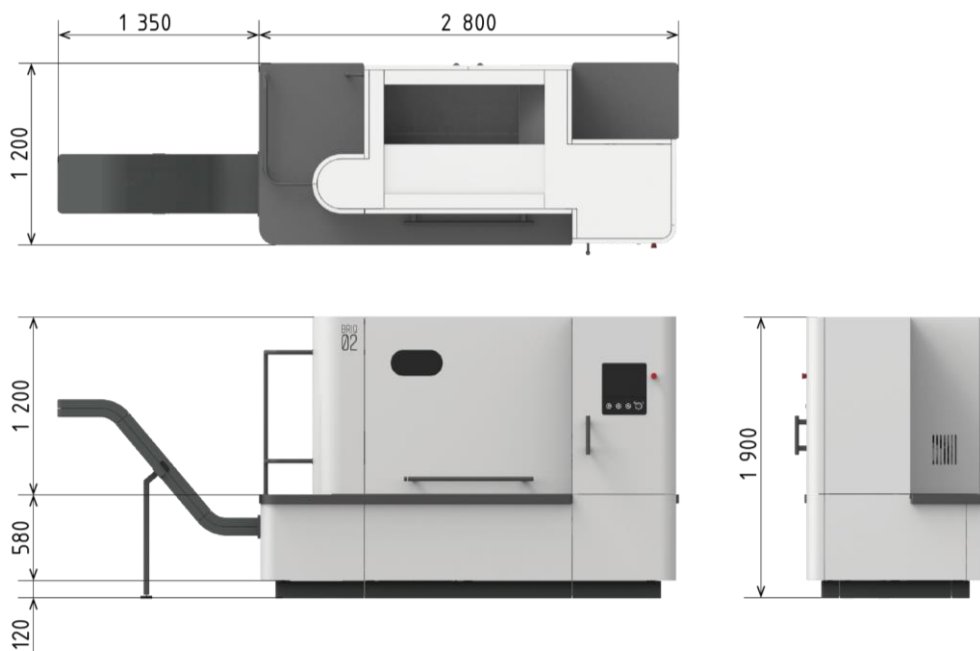
Jak už bylo zmíněno, hlavní proces lisování probíhá pomocí hydraulického systému, ten je znázorněn na obr. 6-2. Hydraulický systém není nijak komplikovaný a celý funguje díky rozváděcí kostce a šoupátkům. Tlak, který vytvoří zubové čerpadlo s elektromotorem, je pak několikanásobně zvýšen pomocí multiplikátoru.



obr. 6-2 Hydraulický obvod [33, 34, 35]

6.2 Rozměrové řešení

Rozměry stroje jsou téměř jednoznačně určeny vnitřními komponenty a konstrukčním rámem stroje. Tyto rozměry jsou určeny na obr. 6-3. Jak bylo zmíněno, základní proporce návrhu se liší od strojů nabízených na trhu, čehož je docíleno přeskládáním komponentů. Ty jsou umístěny tak, aby byl přenesen důraz obsluhy na jednu stranu stroje. Zadní část slouží k přístupu do stroje jen při větších opravách a zásazích. U pravého a levého boku lisu se předpokládá kooperace se strojem pouze ve výjimečných případech.



obr. 6-3 Rozměrové řešení návrhu

6.3 Vnitřní mechanismy a komponenty

6.3.1 Komponenty

Hydraulický agregát

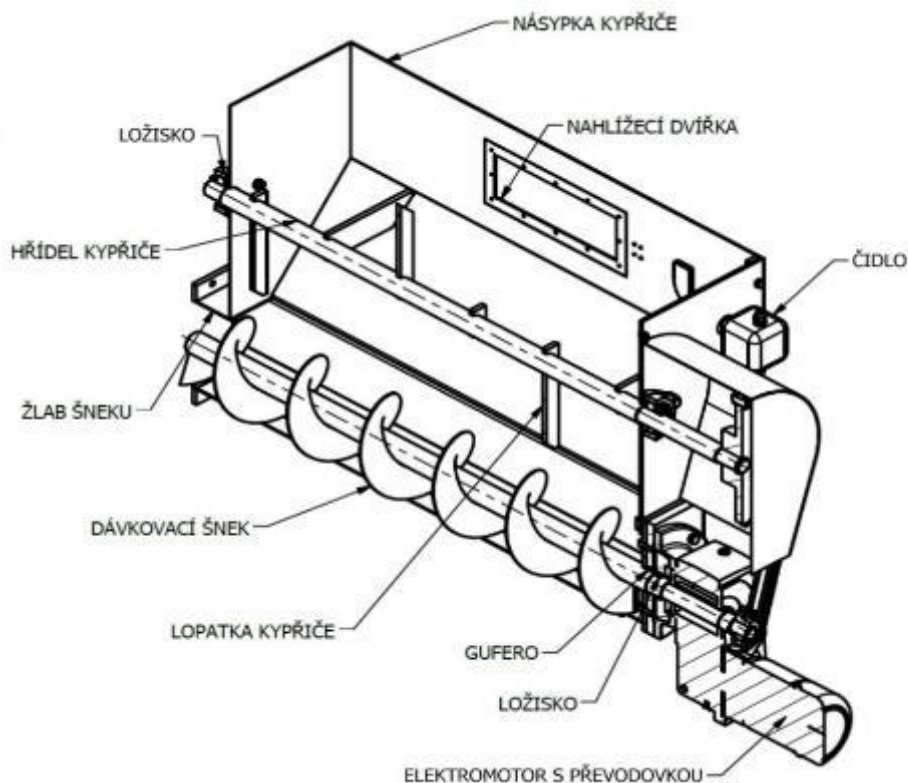
Jde o hlavní zdroj hydraulické energie. Toto zařízení spojuje elektromotor se zubovým čerpadlem. Elektromotory použité pro tento návrh jsou voleny v rozsahu (7–11) kW. Zubové čerpadlo s vnějším ozubením je voleno z důvodu výkonu a také z důvodu spolehlivosti. Tyto dvě části jsou spojeny pomocí rozběhové spojky, která zajistí plynulý rozběh stroje. [36]



obr. 6-4 Hydraulický agregát [36]

Násypka se šnekovým dopravníkem a kypříčem

Do této násypky je pomocí dalšího dopravníku přiveden materiál připravený k lisování. Třísky dopravené do násypky jsou již zbaveny větších kusů, které by samotný lis nebyl schopný zpracovat. V násypce je pak umístěn kypříč – hřídel s lopatkami. Tento kypříč svým pohybem zamezuje ucpání šnekového dopravníku a umožňuje tak plynulý pohyb třísek. Ve spodní části násypky se nachází šnekový dopravník. Doprava pomocí šneku zajišťuje pohyb třísek do předlisovací komory. Šnek i kypříč jsou poháněny elektromotorem s převodovkou, která zajišťuje možnost změny výkonu dle potřeby procesu. [34]



obr. 6-5 Násypka se šnekovým dopravníkem [34]

Čidla

Automatiku celého stroje zajišťují čidla. Téměř každý funkční prvek je vybaven čidlem, které pak PLC zařízení zpracovává a vyhodnocuje tak funkci celého procesu. Informace o chodu stroje jsou pak zaznamenávány do počítače a díky moderním technologiím lze funkce stroje sledovat v jiném počítači či přímo v chytrém telefonu.

První čidla jsou umístěna v násypce, ta informují o množství materiálu. Zabrání se tak chodu stroje naprázdno v případě nedostatku materiálu či naopak přeplnění násypky.

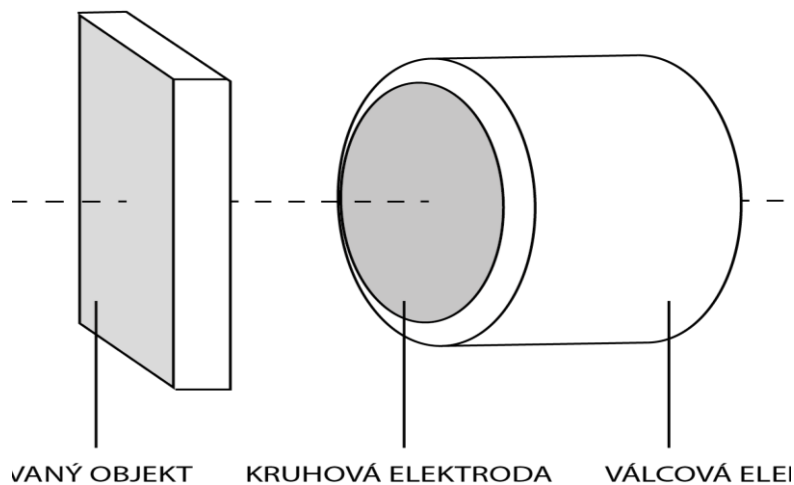
Další čidlo najdeme hned v předlisovací komoře. Díky němu počítač vyhodnotí, kdy se má šnekový dopravník zastavit z důvodu naplnění předlisovací komory.

Chod všech pístů je hlídán pomocí čidel. Čidla zde hlídají pohyb pístů, ale také jejich tlak. PLC systém tak díky nim může přizpůsobovat nastavení tlaku a pohybu.

Důležité čidlo je umístěno v nádobě pro vylisovanou emulzi, toto čidlo hlídá přetečení nádrže či znečištění filtru před čerpadlem.

Díky těmto a několika dalším čidlům je zajištěn automatický provoz a snadná detekce poruchy stroje. Dále je možné vyhodnocovat stav procesu, množství zpracovaného odpadu a další data. Tato data jsou například přínosná pro vyhodnocení finanční návratnosti, ekonomičnosti či ekologičnosti řešení třískového odpadu firmy.

V převážné většině jde o kapacitní snímače. Tyto snímače fungují na bezkontaktním principu. Jejich výhodou je možnost detekování prakticky libovolných materiálů. [37]

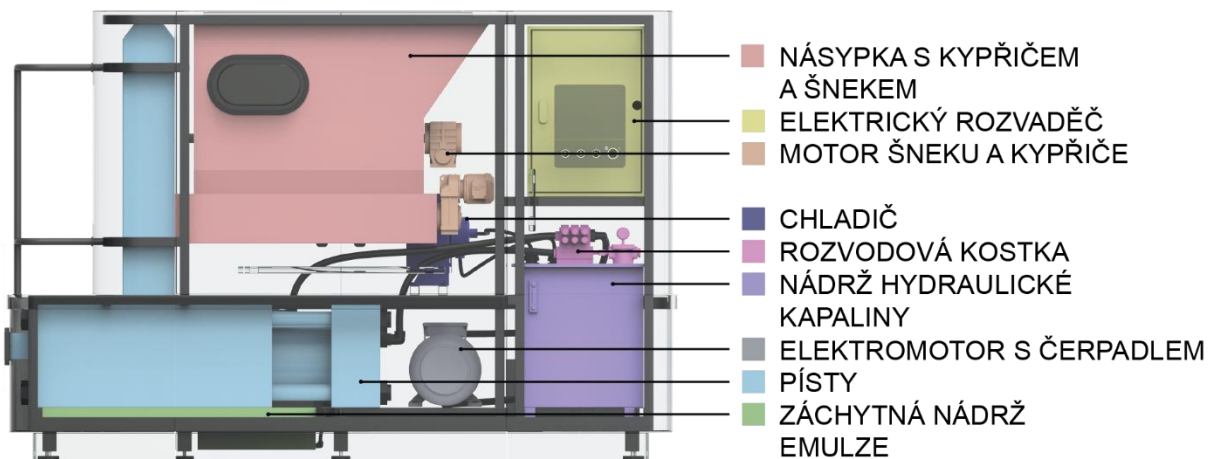


obr. 6-6 Bezkontaktní kapacitní snímač [37]

6.3.2 Vnitřní uspořádání

Funkční prvky briketovacího lisu na sebe nejsou ve většině případů pevně vázány, to umožňuje různé uspořádání některých hlavních funkčních jednotek. V závislosti na rozmístění funkčních jednotek je vázán rám stroje a jeho celkové rozměrové řešení.

Vnitřní rozmístění funkčních jednotek tohoto návrhu lisu je odlišné od nabídky, která je dostupná na trhu. Uspořádání je navrženo tak, aby bylo celkově koncipováno více na šířku stroje a méně na jeho hloubku. Takto volené postavení je vytvořeno z více důvodů. Prvním je zajištění pohodlné a rychlé dostupnosti ke všem hlavním jednotkám stroje. Dalším důvodem je celkové přenesení důrazu na jednu hlavní stranu stroje, což zprostředkovává možnost umístění stroje více ke zdi. Lisy nabízené na dnešním trhu z důvodu uspořádání vyžadují stejnou přístupnost ze všech bočních stran.



obr. 6-7 Vnitřní uspořádání návrhu

6.4 Materiálové řešení

6.4.1 Rám

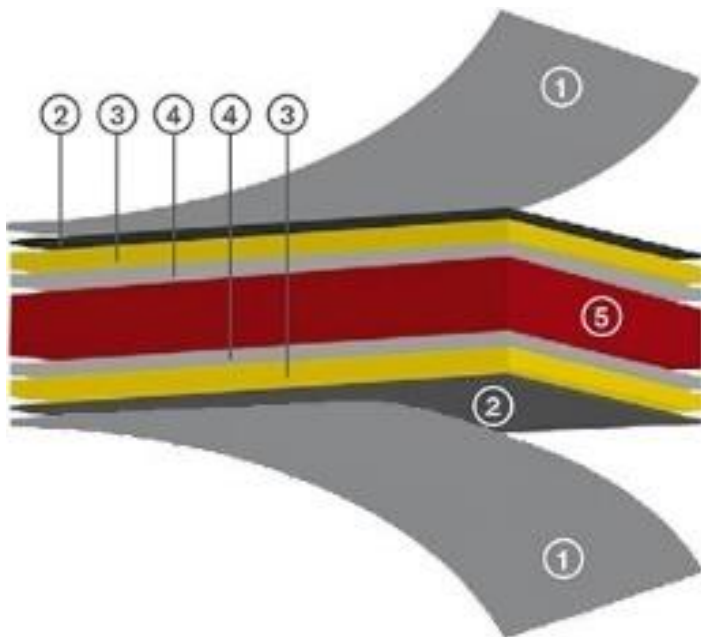
Řešení základního rámu je vyrobeno z ocelových profilů. Pro základ celé konstrukce jsou použity profily duté se čtvercovým průřezem (60 x 60) mm s tloušťkou stěny 3 mm. Pro zbylou konstrukci jsou voleny profily duté se čtvercovým průřezem (40 x 40) mm s tloušťkou stěny 3 mm. Provedení rámu je určeno především jednotlivými komponenty a jejich umístěním. Rám musí umožňovat přístup k jednotlivým prvkům, jejich vyměnitelnost a zároveň požadovanou tuhost a pevnost uchycení těchto prvků. Konstrukce rámu dále zajišťuje upevnění krytování, kterému je nezbytné rám také uzpůsobit.

6.4.2 Krytování

Pro krytování je použit materiál zvaný Alucobond®. Jeho vlastnosti jsou pro krytování stroje přínosnější než běžně používané ocelové plechy. Porovnáme-li cenu Alucobondu a surového ocelového plechu, je ocelový plech cenově přístupnější. Ovšem při zahrnutí ceny povrchových úprav ocelových plechů je cena Alucobondu nižší. Alucobond je hotový materiál s aplikovaným barevným filmem a ochrannou fólií. Tímto se ceny výrazně vyrovnávají. [39]

Jde o takzvaný sendvičový plech, který se skládá z několika vrstev. Jednotlivé vrstvy jsou zobrazeny na obr. 6-8:

1. ochranná fólie,
2. barevný film (PVFD, HDPE, PE),
3. hliníkový plech,
4. adhezivní můstek,
5. jádro. [38]



obr. 6-8 Struktura panelu [38]

Mezi příznivé vlastnosti Alucobondu při použití na krytování stroje můžeme zařadit jeho houževnatost. Dále pak nízkou hmotnost, která výrazně ulehčí manipulaci s krytváním při dopravě, montáži či opravách stroje. Velmi přínosnou vlastností je pohlcování vibrací, tento atribut tak výrazně sníží hlučnost stroje. [39]

Pro finální řešení budou použity desky Alucobond o tloušťce 4 mm, které jsou dodávány v rozměrech (1000 x 2000 až 1750 x 11000) mm.

6.5 Technologie

Vzhledem k předpokládané malosériové výrobě je primárně uvažováno o ruční montáži s použitím moderních technologií. Použité technologie tak odpovídají těmto aspektům.

6.5.1 Rám

Základní konstrukce rámu je vyrobena z dutých profilů čtvercového průřezu, které jsou spojovány pomocí tradičních technologií, jako je svařování či šroubové spoje.

6.5.2 Krytování

Vnější krytování je k základnímu rámu připevněno pomocí zámků, které spojují rám s krytváním, ale zároveň umožňují snadné sundání krytů.

Další krytí stroje je zajištěno dveřmi na pantech. Dveře jsou umístěny na částech stroje, které požadují častý přístup. Jsou tak v přední části stroje, kde jsou tyto komponenty situovány.

Z hlediska technologie zpracování není pro Alucobond zapotřebí žádných speciálních a neznámých technologií. Lze jej tvarovat několika různými způsoby. Technologie, které je možné použít pro jeho zpracování, jsou například řezání, stříhání, vrtání, frézování, nýtování, ohýbání, zakružování, lepení i svařování. [41]



obr. 6-9 Ukázka ohybů panelu [41]

6.6 Ergonomie

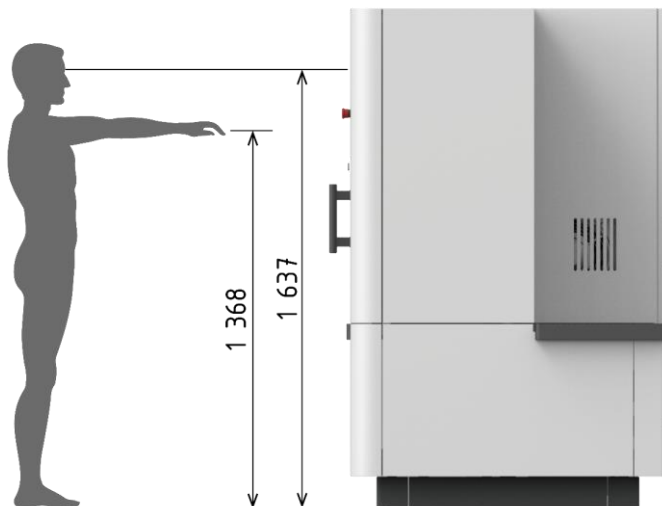
Pro obsluhu je především důležitá bezpečnost a komfort při základních úkonech ovládání a možnost zběžné kontroly procesu práce stroje. Při návrhu je kladen důraz na umístění ovládacích a kontrolních prvků a zajištění přístupu k vnitřním částem stroje.

6.6.1 Ovladače a sdělovače

Hlavní ovládací a informační panel je umístěn ve výši zorného pole stojící obsluhy. Návrh ovládacích prvků vychází především z řešení pro maximální přehlednost a intuitivnost ovládání stroje.

Ovládací displej

Ovládací displej slouží jako hlavní jednotka pro řízení stroje a nastavení pracovních hodnot. Uživateli je zajištěn pohodlný přístup díky spodnímu odsazení hrany celého stroje. Hlavní úlohou ovládacího displeje je informovat obsluhu o průběhu pracovního procesu briketovacího lisu a o základních datech. Mezi tato data patří například množství zpracovaných třísek, objem zachycené emulze a spotřeba energie. Sledování informací i základní ovládání stroje bude umožněno uživateli i pomocí internetového přenosu na jeho dalších zařízeních, jako je chytrý telefon, počítač či tablet.



obr. 6-10 Výška ovládacích prvků a dotykového displeje

Ovládání stroje je zajištěno především pomocí dotykového displeje, ten je doplněn o čtyři základní mechanické ovladače. První tři mechanická tlačítka jsou průměru 30 mm, což zajišťuje komfortní stisknutí i v pracovních rukavicích. Největší tlačítko sloužící k vypnutí a zapnutí stroje je kvůli ovladatelnosti a zvýšení důrazu větší, jeho průměr je 40 mm. Všechna tlačítka jsou označena svítícími piktogramy, které podněcují intuitivnější ovládání.

Posledním z mechanických ovladačů je výrazný červený vypínač, který slouží k nouzovému vypnutí stroje. Je umístěn tak, aby přímo nenavazoval na ostatní ovladače, ale zároveň tak, aby jeho nalezení v případě nouze bylo intuitivní.

Signalizace o stavu procesu a funkci stroje

Signalizační prvky zajistí pohodlnou a nárazovou kontrolu chodu stroje. Jde o vizuální světelné značení umístěné na stroji, které nebude při správném chodu stroje nijak výrazné. V případě poruchy bude naopak vizuálně důraznější, aby byla zajištěna pozornost obsluhy. Hlavním takovým prvkem je vertikální linie na koncové části vrchního krytování. V běžném stavu informuje o chodu a pozici pístu, v případě poruchy dojde ke změně na červeně svítící pruh. Do stejné barvy se pak přepne i indikační proužek na horizontálním madle a podsvícení mechanických ovladačů.

Průhledy

Dalším kontrolním prvkem je průzor, který je součástí krytování briketovacího lisu. Průhled oválného obdélníkového tvaru je umístěn ve výšce očí tak, aby i při náhodném nahlédnutí vizuálně informoval uživatele o množství a tvaru třísek v násypce.



obr. 6-11 Řešení průhledů

6.6.2 Servisní přístupy

V přední části stroje je možnost přístupu pomocí dvou dveřních otvorů. K otevření jsou zde navrhnutá madla. Tato madla jsou průměru 30 mm a od stěny stroje je dělí mezera 50 mm, což vyhovuje ergonomickým požadavkům. Tvarování madel je jednoduché a tím je zajištěna jejich dobrá čistitelnost.

Hlavní vstup do stroje zprostředkovává zvedací část krytu. Díky hydraulickým pístům dojde ke snadnému otevření této části směrem vzhůru a je tak umožněn přístup k některým komponentům.

Druhý vstup je zajištěn pomocí krytování připevněného na klasičtějším pantovém systému. Tento otvor umožňuje přístup k rozvodové kostce a elektrickému rozvaděči.

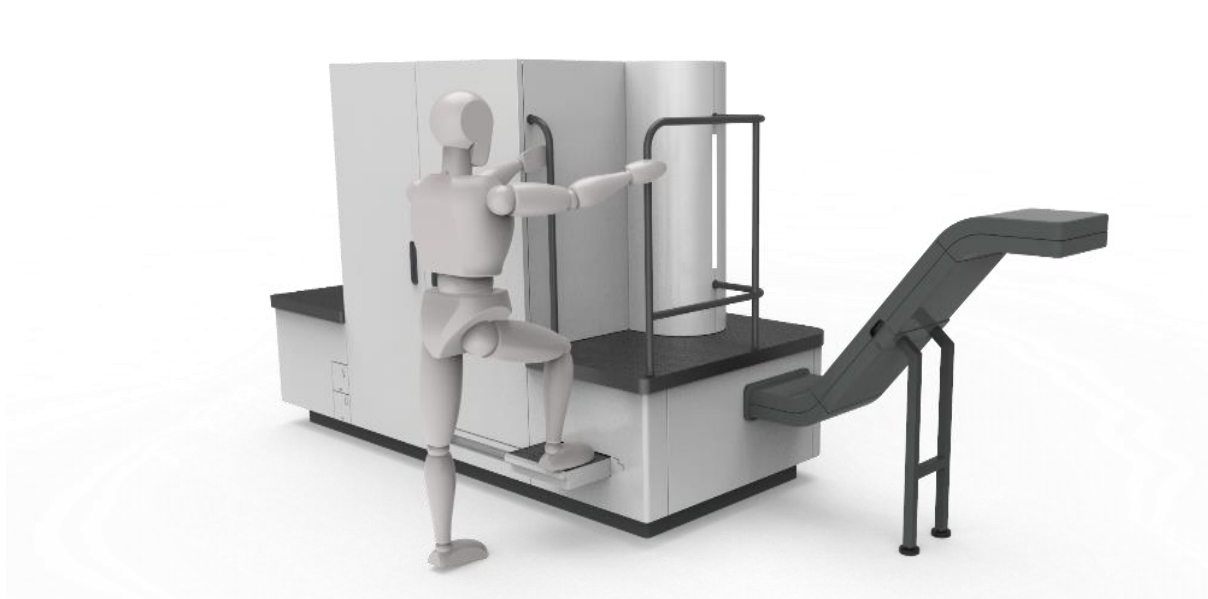


obr. 6-12 Přední servisní otvor

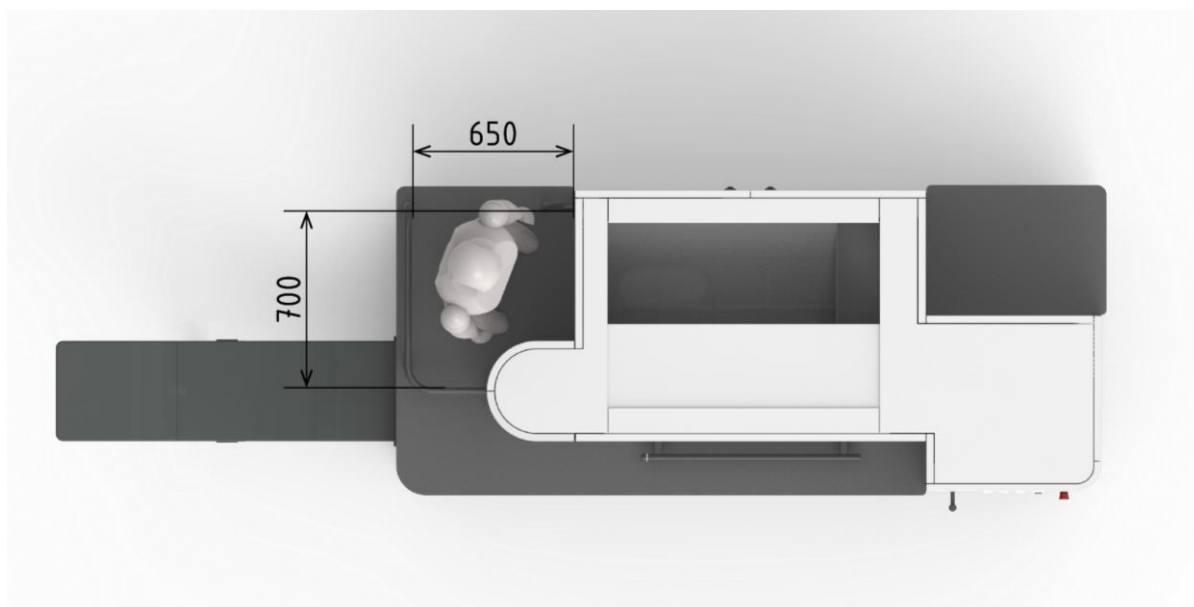
Oba tyto vstupy mají vhodnou ergonomickou šířku vzhledem k hloubce, ve které jsou umístěny dané jednotky. Tím je zajištěn dobrý vstup do stroje a pohodlná manipulace.

Další servisní úkony je nutné provádět ze zadní strany stroje, kde je servisní přístup řešen dvoukřídlími dveřmi opatřenými bezpečnostními zámky z důvodu zamezení přístupu neoprávněným osobám.

Přístup do násypky, která je výše než dostupný manipulační prostor stojící osoby, je zajištěn pomocí vytvořené plošiny. Na tuto plošinu je možný vstup obsluhy. Bezpečnost obsluhy je zajištěna zábradlím a protiskluzovým materiálem na nášlapné ploše stroje. Výška zábradlí, která je navržena na 950 mm, je v souladu s ergonomickými normami ČSN 743305 [42]. Pro pohodlný nástup je v krytování umístěn výsuvný schůdek, který zajistí bezpečnější a pohodlnější nástup i sestup. Výška 350 mm jednotlivých nástupních bodů je v souladu s ergonomickými pravidly. Manipulační prostor na plošině, který je ohraničený zábradlím a jeho rozměry jsou 650 mm x 700 mm, vyhovuje minimálním rozměrům pro pohyb.



obr. 6-13 Přístup na nášlapnou plošinu



obr. 6-14 Rozměrové řešení plošiny

Nádoba s filtrem

Filtr, který čistí zachycenou emulzi ještě předtím, než se dostane do čerpadla a pak zpět do pracovního procesu, je umístěn v nádobě. Tuto nádobu může obsluha pohodlně vyjmout a filtr tak vyčistit a vrátit zpět do provozu stroje.



obr. 6-15 Výsuvná nádoba na filtr

6.7 Bezpečnost a hygiena

Finální řešení je navrženo tak, aby byly zajištěny veškeré požadavky na bezpečnost práce s tímto strojem. Veškeré pohyblivé části jsou krytovány a je tak znemožněna kolize obsluhy a stroje. Krytování dále zamezuje uvolnění odlétajících třísek či emulze do volného prostoru dílny. Třísky, které vypadly z procesu briketování, jsou zachyceny v ocelové vaně ve spodní části stroje. Tato vana je dále vyjmutelná, a tudíž i pohodlně čistitelná. Částice zachycené na komponentech stroje lze přes revizní otvory pohodlně smést právě do této vany. Aby byla snížena celková prašnost a znečištění v okolí stroje, je možné vstup do násypky částečně krytovat a zamezit tak odlétávání třísek přiváděných do násypky. Další místo, kde dochází ke znečištění, je výstupní skluz. I z tohoto místa jsou třísky odváděny do vany umístěné ve spodní části stroje.

6.8 Udržitelnost

Protože se jedná o malosériovou výrobu, není primárním faktorem zajistit nenáročnou ekologickou či ekonomickou stránku výroby stroje. Výroba několika kusů strojů nezpůsobí z hlediska ekologické udržitelnosti závažné dopady. K udržitelnosti stroje a jeho využitelnosti však přispívá jeho řešení. Stroj je uzpůsoben tak, aby bylo možné obměňovat jeho vnitřní komponenty. Je tak zajištěna dlouhodobá životnost tohoto návrhu briketovacího lisu, k čemuž přispívá i možnost úpravy komponentů a výkonů v případě změny požadavků uživatele.

Vzhledem k účelu stroje lze finálně mluvit o ekologickém řešení třískového odpadu a v návaznosti na to i o ekonomickém řešení pro vlastníka briketovacího lisu kovových třísek.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

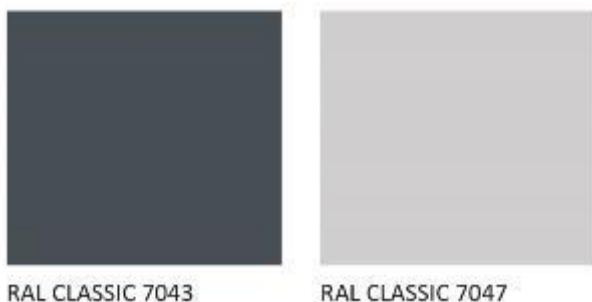
Podstatnou částí celé designérské práce je vhodné použití barev. To hlavně z důvodu, že barva je prvním, co na člověka působí při pohledu na objekt. Tvarování je vnímáno až po zhodnocení barev. Volba barev by měla reflektovat použitelnost produktu a celkově podporovat funkčnost, bezpečnost a estetiku.

7.1 Barevné řešení

Barevnost strojů je nejvíce ovlivněna z hlediska funkčnosti a prostředí, ve kterém produkt pracuje. Pro výchozí řešení jsou voleny kombinace šedých odstínů. Jejich zvolená sytost vytváří výrazný kontrast daných částí stroje, který podporuje tvarování a funkčnost. Části zařízení, které budou přicházet do kontaktu s člověkem, jsou v tmavších odstínech. Dále jsou v tmavších odstínech laděny části náchylnější ke znečištění, k těm samozřejmě patří i části v častém kontaktu s obsluhou. Kontrastně jsou pak do světlejších odstínů laděny kryty, které jsou z hlediska funkčnosti nejméně náchylné ke znečištění.

Barevnost podporuje intuitivnost obsluhy lisu a zároveň i udržitelnost jeho čistoty. Briketovací lisu jsou automatické stroje umístěné ve vnitřních pracovních prostorách firem a při plném krytování nejsou nebezpečným zařízením pro pracovníky pohybující se v prostoru. Z těchto důvodů nejsou opodstatněné výrazné odstíny poutající zvýšenou pozornost.

Pro návrh byla vybrána výchozí barevná varianta v odstínech šedé. Odstíny barev s polomatnou povrchovou úpravou vycházejí ze vzorníku RAL. Pro návrh byla vybrána výchozí varianta v odstínech šedé. Je zde po světlejší části použita barva RAL CLASSIC 7047. Pro tmavší pak RAL CLASSIC 7043. Tmavý odstín šedé je aplikován i u dalších barevných variant. Tři další barevné varianty dodržují kontrast sytějších a světlejších částí. Jsou tedy voleny tři barvy RAL DESIGN (240 70 10, 160 80 10, 095 85 10).



obr. 7-1 Výchozí barvy



obr. 7-2 Výchozí barevné řešení

Barevné varianty v odstínech modré a zelené jsou ze škály RAL DESIGN vybrány tak, aby odpovídaly typickému charakteru briketovacího lisu kovových třísek. Navíc jsou to barvy typicky spojované se strojírenstvím a stroji na třískové obrábění.

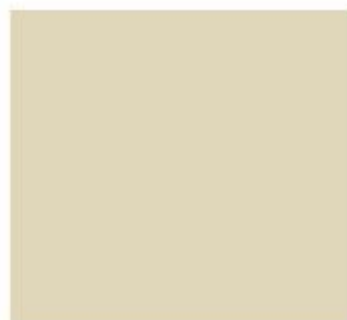
Žlutý odstín je netypicky pojatou variantou. Žluté odstíny jsou u strojů používány spíše v sytějších variantách. Zde je pro zachování jednotnosti použit světlejší odstín. Stroj tak dostává nový výraz a je jednoznačně odlišen od konkurence.



RAL DESIGN 240 70 10



RAL DESIGN 160 80 10



RAL DESIGN 095 85 10

obr. 7-3 Variantní barvy



obr. 7-4 Variantní barevné řešení



obr. 7-5 Variantní barevné řešení

7.2 Grafické řešení

Grafické řešení má podtrhnout a doplnit celý návrh produktu. Vhodné grafické řešení respektuje tvarosloví návrhu. Dalším přínosem grafického řešení je intuitivní a přehledné zprostředkování informací uživateli. Vhodně navržené grafické prvky vypovídají o komplexnosti řešení produktu.

7.2.1 Logotyp

Název použitý v logotypu vychází z anglického slova briquetting v překladu briketování. V názvu jsou použita čtyři první písmena, která jednoznačně vedou k celému slovu briquetting. Logotyp je doplněn o číslo 02, což označuje prostřední výkonnostní třídu těchto strojů.

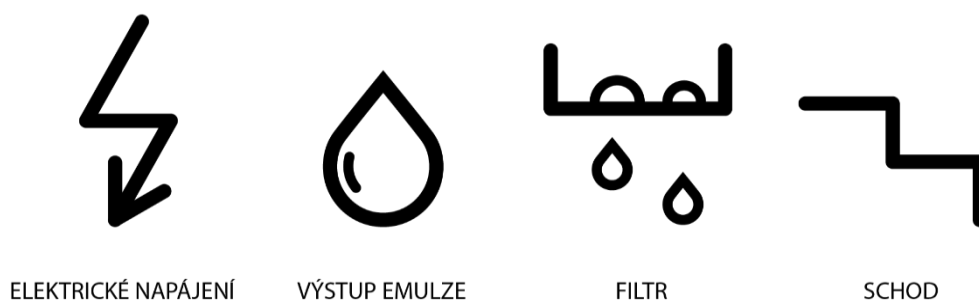


obr. 7-6 Logotyp

Spojením těchto prvků byl navržen logotyp, který svým minimalismem navazuje na celkový vizuální návrh. Spodní číslovka 02 je volena ve větším řezu písma, čímž je dosaženo vizuální stability návrhu. Základem pro vytvoření logotypu je font Rajdhani.

7.2.2 Piktogramy

Povrchová úprava stroje je doplněna několika piktogramy umístěnými na zadní části lisu. Tyto piktogramy mají informační účel. Poskytují uživateli jasný přehled o jednotlivých prvcích na krytování.



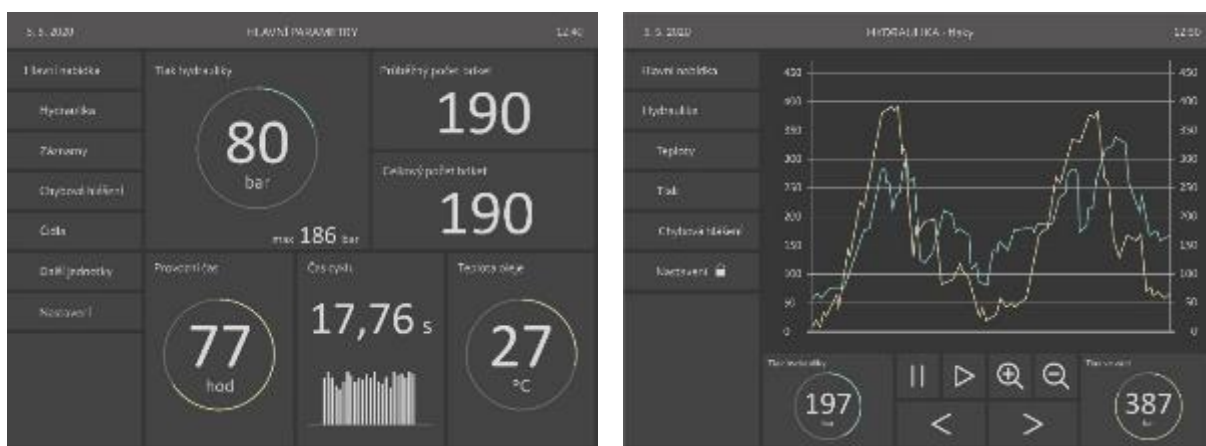
obr. 7-7 Piktogramy



obr. 7-8 Umístění piktogramů

7.2.3 Uživatelské rozhraní

Návrh pro řešení grafického rozhraní ovládacího displeje zachovává grafickou čistotu. Rozhraní je navrženo tak, aby i při velkém množství podaných informací byla zachována intuitivnost a jednoznačnost. Číselné hodnoty jsou ve většině případů doplněny o grafické ukazatele, které hned vypovídají o stavu stroje. Barevně je rozhraní laděno převážně do odstínů šedé. Odlišeny jsou jen grafické ukazatele, tyto barvy mohou být upraveny dle zvolené celkové barevnosti stroje.



obr. 7-10 Rozhraní ovládacího displeje



obr. 7-9 Ovládací displej

8 DISKUZE

Finální řešení briketovacího lisu kovových třísek představuje výsledek odpovídající zvoleným cílům. Návrh se výrazným způsobem odlišuje od těchto lisů prodávaných na dnešním trhu. Briketovací lisy kovových třísek jsou vhodnou variantou pro podniky produkující odpad z třískového obrábění.

8.1 Psychologická funkce

Briketovací lisy jsou nejčastěji pořizovány do firem, kde stroj bude nejspíše obsluhovat jiná osoba než osoba, která rozhodne o jeho zakoupení. Proto je u návrhu nezbytné zohlednit jak jeho vnímání z pozice kupujícího, tak z pozice obsluhy. Tyto dva pohledy mohou být velice odlišné.

Kupující bude nejvíce ovlivněn porovnáním konkurenčních produktů. Bude porovnávat cenové, výkonnostní i referenční aspekty. Na jeho podvědomí bude však působit i vizuální prezentace stroje. Pokud dojde ke shodě nebo jen malým odchýlkám v porovnání, bude nepochybně rozhodovat prezentace produktu. Návrh je tedy díky ojedinělému designérskému přístupu postaven na vyšší pozici v hodnocení kupce.

Spokojenost obsluhy pak bude nejvíce ovlivněna funkčností a propracovaností zařízení. Vzhledem k podrobnému a komplexnímu řešení by měl stroj vyhovovat komfortu obsluhy. Řešení ovládacích i přístupových prvků je v souladu s ergonomicky i bezpečnostně vhodnými parametry. Je tak snížena fyzická i psychická náročnost obsluhy tohoto zařízení. Vedou k tomu aplikované prvky, jakými jsou zmíněné průhledové otvory, indikační světla nebo možnost ovládání stroje pomocí dálkově připojených zařízení.

8.2 Sociální funkce

Trendem dnešní doby je jít ekologickou cestou produkce i likvidace materiálu. A v době médií je nezbytné propagovat firmu fotografiemi a jinou grafikou. Zakoupení a používání briketovacího lisu kovových třísek je pro firmu velkým krokem kupředu v ekologii výroby. Aby byl tento krok podpořen a inspiroval další odbornou i neodbornou veřejnost, je nejlepším prostředkem vizuální komunikace. Mnohem lépe se tak bude reprezentovat stroj, který je komplexně řešen jak konstrukčně, tak i vizuálně. Současné briketovací lisy jsou strohé a design je zcela upozaděn. Finální návrh tak pomůže firmě ekologicky řešit třískový odpad. Komplexnost řešení se zahrnutým designérským přístupem stroje pak bude moci vizuálně reprezentovat tento počín firmy.

8.3 Ekonomická funkce

Jak už bylo několikrát zmíněno, briketovací lisy kovových třísek jsou zařízení, která poskytují firmám nejen ekologické, ale také ekonomické řešení třískového odpadu z jejich produkce. Cenová návratnost je pro tuto výkonnostní třídu prokázána i v řádu několika měsíců. Přesto některé firmy koupí odkládají nebo dokonce odmítají. Důvodem může být vysoká pořizovací cena. Při porovnání konkurence na trhu většina lisů postrádá designérský přístup. Komplexní řešení návrhu této práce by tak i při navýšení ceny z důvodu složitější výroby mohlo být důvodem rozhodnutí firmy pro investici.

9 ZÁVĚR

Diplomová práce se věnuje designu briketovacího lisu kovových třísek. V práci je zaznamenán postupný vývoj návrhu tohoto stroje i finální řešení.

První část práce se zabývá analýzou současného trhu, ve které jsou popsáni a podrobně zhodnoceni současní představitelé briketovacích lisů kovových třísek. Porovnány jsou produkty z tuzemského i zahraničního trhu. Na designérskou analýzu trhu navazuje technická analýza, která zkoumá funkční a technologické řešení těchto strojů. Popisuje vzájemné funkční i technické vztahy zařízení. Tato analýza je nezbytná pro pochopení složitosti tématu a vytvoření funkčního návrhu.

Z těchto částí práce jsou vyvozeny dílčí problémy vyplývající ze zhotovených a následně zhodnocených analýz. Další část práce určuje cíle a vymezuje prvky na základě analýz, které povedou ke kvalitnímu a inovativnímu řešení návrhu.

Na základě těchto cílů a vymezení jsou zhotoveny a srovnány tři variantní návrhy. Všechny návrhy reflektují dané cíle v určitém rozsahu. Tento postup umožňuje náhled na možné přístupy k finálnímu řešení. Po zhodnocení a porovnání navazuje hlavní část práce, a to vlastní finální řešení návrhu briketovacího lisu.

V kapitole tvarové řešení je podrobně představen finální návrh. V navazujících kapitolách jsou pak shrnuty aspekty tohoto návrhu z designérského, technického i ergonomického hlediska. Návrh je doplněn o grafické řešení a nakonec jsou v diskuzi zhodnocena hlavní stanoviska vypovídající o návrhu.

Navržený briketovací lis představuje inovativní řešení především díky komplexnímu přístupu. Nové pojetí uspořádání komponentů umožňuje individuální tvarování tohoto zařízení. Krytování tak především respektuje vnitřní konstrukci, ergonomické požadavky na obsluhu stroje i připojených periférií. Inovativní je i pojetí přístupů do stroje a především využití ploch pro nástup na lis a lepší přístup do násypky. Návrh dále využívá moderní materiály i technologie pro zvýšení kvality tohoto zařízení. V řešení jsou aplikovány průhledové a informační prvky pro rychlé poskytování informací o chodu briketovacího lisu.

Všechny aplikované prvky a zohledněné cíle vedou ke zlepšení nejen vizuálního působení stroje, ale také ke zvýšení kvality obsluhy a zefektivnění práce. Finální návrh tak dává nový pohled na řešení briketovacích lisů kovových třísek.

Závěrem lze konstatovat, že stanovené cíle byly v práci naplněny. Dále dané téma nabízí další rozvoj v oblasti připojovaných periférií, které by funkčně i vizuálně doplňovaly toto řešení. Jejich základní vizuální koncept je zahrnut v této práci.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ERIKSSON, S. a M. PRIOR. Chapter 4. Technical aspects of briquetting: History of briquetting. *Food and Agriculture Organization of the United Nations: FAO* [online]. Rome, Italy: © FAO, c2019, 1990 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.fao.org/3/t0275e/T0275E03.htm>
2. BYERLEIN, Erle. *Briquetting machine tamping device*. 1938. United States. US2206000A. Uděleno 25. 6. 1940. Zapsáno 12. 3. 1938.
3. FULLERTON, Herbert. *Feeding mechanism for briquetting machines*. United States. US2360487A. Uděleno 17. 10. 1944. Zapsáno 27. 2. 1943.
4. TRPČEVSKÁ, Jarmila a Martina LAUBERTOVÁ. *Kovový odpad a jeho spracovanie*. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2015, 131 stran: ilustrace (převážně barevné). ISBN 978-80-553-2365-7.
5. Rozhovor s – Ing. Josef Procházka, jednatel firmy REMAT LETOVICE s.r.o. Letovice 14. 3. 2019
6. ANORGANICKÉ MATERIÁLY: Model z konstrukční řady lisů na kov. *RUF: briquetting systems* [online]. Německo, 2019 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://www.ruf.cz/briquetovaci-lisy/kovy>
7. Briquette Press – M Series: The M Series (Matrix Press) for metal applications. *Jorgensen Conveyors, Inc: Solid Name. Solid Solutions* [online]. USA: Jorgensen Conveyors, 2019 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://www.jorgensenconveyors.com/product/briquette-press-m-series/>
8. *Briquetovací lis na kovové třísky* [online]. 1. Sweden: Nederman Holding AB, c2019 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: https://www.nederman.com/catalog-images/Product/160482/Original/cs-CZ/TechnicalDatasheet_Briquetovac%C3%AD_lis_na_kovov%C3%A9_třísky_160482.pdf
9. ISwarf 800: Zcela nový, patentově chráněný typ lisu. *BRIKLIS: spol. s r.o.* [online]. Malšice: BRIKLIS, spol. s r.o., c2015 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.briklis.cz/briquetovaci-lis-kovy/iswarf-800/>
10. Briqueteuse PM3 H: Compacteuse de copeaux. *AL-Industrie* [online]. France-Chantelle: AL INDUSTRIE, 2019 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.al-industrie.fr/traitement-de-copeaux-g4/compacteuse-a-copeaux-s16/briqueteuse-pm3-h-p72.html>

11. *Briketovací lis iSwarf EK: Briketovací lis na kovové třísky z obrábění jako univerzální výbava obráběcích center. Malšice: BRIKLIS, spol. s r.o., 2019. Propagační materiál k příležitosti 61. Mezinárodního strojírenského veletrhu.*
12. *PŘÍPRAVA NA SVĚTOVOU PREMIÉRU PRO MSV V BRNĚ 2019. Briklis: Odpad je energií, Odpad je surovinou [online]. Malšice: BRIKLIS, spol. s r.o., c2015 [cit. 2019-10-28]. Dostupné z: <http://www.briklis.cz/briketovaci-lis/brikstarek/>*
13. *KOMPAKTNÍ TŘÍSKOVÝ LIS: ER44T. 2018. TEGAMO GROUP [online]. Dostupné z: <http://www.tegamo.cz/cs/kompaktni-triskovy-lis/>*
14. *Crusher. SFH: The Global Fluid Offer [online]. Rue Gustave Delory [cit. 2019-10-30]. Dostupné z: <https://www.sfh.fr/en/chip-compacting-unit/shredders.html>*
15. *VM-10: Briquetting machine. Simolin Water & Energy Ltd [online]. Finland: Simolin Water & Energy, c2019 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.simolingroup.com/wordpress/recycling/briquetting/>*
16. *Lindemann EtaBriq™ briquetting press. Metso [online]. Helsinki Finland: Metso Corporation, c2019 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://www.metso.com/products/briquetting-presses/Lindemann-etabriq/>*
17. *Briquetting presses – PBC range. DANIELI CENTRO RECYCLING [online]. Italy: Danieli Centro Recycling is a part of Danieli group, 2019, 2014 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <https://www.danieli-centro-recycling.com/product/briquetting-balers-pbc-range/>*
18. *HENSCHER, DANIELI. BRIQUETTING PRESSES 2 OR 3 COLUMNS [online]. 1. Italy: Danieli Centro Recycling is a part of Danieli group, 2014 [cit. 2019-04-19]. PBC 06/2014 - GB. Dostupné z: <https://www.danieli-centro-recycling.com/wp-content/uploads/Briquetting-presses.pdf>*
19. *Historie firmy BRIKLIS: Lis HLS METAL. BRIKLIS: spol. s r.o. [online]. Malšice: BRIKLIS, spol. s r.o., c2015 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: <http://www.briklis.cz/o-firme/>*
20. *PLÍŠTIL, David. Mechanické zpracování pevných odpadů. Odpady [online]. Profi Press, 2013, 15. 7. 2003 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.odpady-online.cz/mechanicke-zpracovani-pevnych-odpadu/>*
21. *Brikety. BIOMAC: Ekopaliva pro vás [online]. Uničov: BIOMAC, c2013-2018 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.biomac.cz/brikety/>*
22. *Hydraulic briquetting presses. EURAGGLO: shaping the industry [online]. QUIEVRECHAIN: EURAGGLO, c2014 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.euragglo.com/en/hydraulic-presses/>*

23. KOMPAKTNÍ TŘÍSKOVÝ LIS: ER44T. 2018. *TEGAMO GROUP* [online]. all4U agency. Dostupné z: <http://www.tegamo.cz/cs/kompaktni-triskovy-lis/>
24. *Metal chip briquetter: Nederman* [online]. Sweden: Nederman Holding AB, c2019 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://www.nederman.com/catalog-images/Product/160482/Original/en/Product_leaflet_Metal_chip_briquetter_160482.pdf
25. *Briketovací lisy pro lisování kovů* [online]. Malšice: BRIKLIS [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: http://www.briklis.cz/wp-content/uploads/2013/02/PROSPEKT-LISY-NA-KOVY-CZ_2015.pdf
26. *EtaBriq® Press: High efficiency briquetting lines* [online]. Finland: Metso Corporation [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.metso.com/globalassets/saleshub/documents--episerver/etabriq-technical-datasheet-imperial-lr.pdf>
27. Rozhovor s – zástupce firmy BRIKLIS, spol. s r.o., Brno - 61. Mezinárodní strojírenský veletrh 8. 10. 2019
28. Rozhovor s – Bc. Petr BLÁHA, zástupce firmy Tegamo Czech S.r.o., spol. s r.o., Brno - 61. Mezinárodní strojírenský veletrh 8. 10. 2019
29. Metal Briquetting Process | Metal Briquette Machines | RUF Briquetting. c2016. In: *RUF Briquetting Systems* [online]. RUF. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Otxxvhl6zTs>
30. *Automatic Shavings Compactor: KIRIKO* [online]. 6. Yuken, 2014 [cit. 2019-12-17]. Dostupné z: https://www.yuken.co.jp/upload/tenant_1/catalog_pdf/JC-5021-6_KIRIKO.pdf
31. *Lindemann MUB briquetting press* [online]. 2. Germany: Mesto Minerals, 2000 [cit. 2019-12-17]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/read/3553562/brochure-lindemann-mub-briquetting-presses-version-metso>
32. BRIKETOVACÍ LINKA NA HLINÍKOVÉ ŠPONY: TECHNICKÝ POPIS. In: *TEGAMO GROUP* [online]. c2018 [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <http://www.tegamo.cz/cs/briketovaci-linka-na-hlinikove-spony/>
33. PIVOŇKA, Josef. *Tekutinové mechanismy*. 1. Praha: SNTL, 1987.
34. HEJNÝ, Roman. *Hydraulický briketovací lis*. Ostava, 2016. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.
35. Rozhovor s – prof. RNDr. Ing. Josef Nevrlý, CSc., Brno, 5. 11. 2019
36. Elektro-Zahnradpumpen Baureihe FKM. *Linn-Pumpen* [online]. Linn-Pumpen, 2015 [cit. 2019-12-17]. Dostupné z: <https://www.linn-pumpen.de/Zahnradpumpen/FKM-Elektro-Zahnradpumpen.html>

37. VOJÁČEK, Antonín. 2014. Bezkontaktní kapacitní snímače přiblížení - obecný popis. *Automatizace.hw.cz: rady a poslední novinky z oboru* [online]. HW server. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/komponenty-mereni-a-regulace/bezkontaktni-kapacitni-senzory-priblizeni-obecny-popis.html>
38. ACP BOND AL 0,5 4X1500X3050 STR.9006/BÍLÁ9003. In: *DENCOP LIGHTING spol. s r.o.* [online]. OpenCart Template Club [cit. 2019-12-17]. Dostupné z: <https://eshop.dencop.cz/acp-bond-al-05-4x1500x3050-str9006bila9003>
39. MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů III*. 1. Praha: MM publishing, 2014, 684 s. : il. ISBN 978-80-260-6780-1.
40. *ALUCOBOND®stručný přehled: stručný přehled CS* [online]. Germany: ALCAN COMPOSITES, 2010 [cit. 2019-12-17]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/9080670-Uskutecnene-vize-zkusenost-alucobond-strucny-prehled-znacka-www-alucobond-com.html>
41. *ALUCOBOND®: PROCESSING AND TECHNICAL DATA TRANSPORT AND INDUSTRY* [online]. 3. Germany: 3A Composites, 2018 [cit. 2019-12-17]. Dostupné z: <http://media.alucobond.com/pdf/alucobond/processing/alucobond-processing-ti-en.pdf>
42. ČSN 74 3305 (743305) *Ochranná zábradlí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

<i>PLC</i>	programmable logic controller
<i>kW</i>	kilowatt
<i>kg/h</i>	kilogram za hodinu
<i>bar</i>	bar

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

obr. 2-1	Model z konstrukční řady lisů na kov od firmy RUF [6].....	20
obr. 2-2	Briquette Press – M Series [7]	21
obr. 2-3	Briquetter BCM 50 [8]	22
obr. 2-4	iSwarf 800 [9]	24
obr. 2-5	Briqueteuse PM3 H [10].....	25
obr. 2-6	Briketovací lis iSwarf EK – napojen přímo na obráběcí stroj [12]	26
obr. 2-7	Briketovací lis ER44T – TEGAMO [13,14].....	27
obr. 2-8	SG-16 [15].....	28
obr. 2-9	Metso EtsBriq®press [16]	29
obr. 2-10	Briquetting presses – PBC range [18]	30
obr. 2-11	Briklis - HLS METAL [19]	31
obr. 2-12	Vlastní fotodokumentace stroje HLS METAL	32
obr. 2-13	Koloběh materiálu v procesu třískového obrábění	34
obr. 2-14	Konstrukční uspořádání stroje od firmy RUF (upraveno) [22]	36
obr. 2-15	Lis firmy RUF – znázornění pohybu (upraveno) [29]	37
obr. 2-16	Lis firmy RUF – pohyb šneku (upraveno) [29]	38
obr. 2-17	Lis firmy RUF – pohyb předlisování (upraveno) [29]	38
obr. 2-18	Lis firmy RUF – hlavní lisovací komora a oddělení emulze (upraveno) [29] ..	39
obr. 2-19	Lis firmy RUF – pohyb vytlačovacích pístů a formy (upraveno) [29]	40
obr. 2-20	Pracovní proces lisu s vertikálním hlavním lisovacím pístem (upraveno) [30]	41
obr. 2-21	Pracovní proces lisu s dvěma horizontálními písty (upraveno) [31]	42
obr. 2-22	Briketovací linka na hliníkové špony [32]	43
obr. 2-23	Osa pohledu (upraveno) [39]	44
obr. 2-24	Šířka přístupového místa (upraveno) [39].....	45
obr. 2-25	Výška paže a středu zorného pole (upraveno) [39]	45
obr. 4-1	Vnitřní uspořádání varianty I.....	49
obr. 4-2	Rozměrové řešení varianty I.....	50

obr. 4-3	Varianta I.....	51
obr. 4-4	Vnitřní uspořádání varianty II	52
obr. 4-5	Rozměrové řešení varianty II	52
obr. 4-6	Varianta II.....	53
obr. 4-7	Rozměrové řešení varianty III	54
obr. 4-8	Vnitřní uspořádání varianty III	54
obr. 4-9	Varianta III	55
obr. 5-1	Perspektivní pohled.....	57
obr. 5-2	Čelní pohled.....	58
obr. 5-3	Perspektivní zadní pohled	59
obr. 5-4	Vrchní část – pochůzný plech.....	60
obr. 5-5	Vrchní část stroje	61
obr. 5-6	Výstup pro emulzi a napájení	62
obr. 5-7	Zadní strana stroje.....	62
obr. 5-8	Světelný ukazatel.....	63
obr. 5-9	Ovládací displej.....	64
obr. 5-10	Větrací otvory	65
obr. 5-11	Větrací otvory	65
obr. 5-12	Periferie – zásobník s drtičem a automatickým separátorem	66
obr. 5-13	Výstupní ližiny.....	67
obr. 5-14	Výstupní ližiny a kontejner.....	67
obr. 6-1	Pracovní proces lisu dle koncepce firmy RUF (upraveno) [29]	69
obr. 6-2	Hydraulický obvod [33, 34, 35].....	70
obr. 6-3	Rozměrové řešení návrhu	71
obr. 6-4	Hydraulický agregát [36]	72
obr. 6-5	Násypka se šnekovým dopravníkem [34].....	73
obr. 6-6	Bezkontaktní kapacitní snímač [37]	74
obr. 6-7	Vnitřní uspořádání návrhu	75
obr. 6-8	Struktura panelu [38].....	76

obr. 6-9	Ukázka ohybů panelu [41]	77
obr. 6-10	Výška ovládacích prvků a dotykového displeje	78
obr. 6-11	Řešení průhledů	79
obr. 6-12	Přední servisní otvor	80
obr. 6-13	Přístup na nášlapnou plošinu.....	81
obr. 6-14	Rozměrové řešení plošiny.....	81
obr. 6-15	Výsuvná nádoba na filtr	82
obr. 7-1	Výchozí barvy	84
obr. 7-2	Výchozí barevné řešení	85
obr. 7-3	Variantní barvy.....	85
obr. 7-4	Variantní barevné řešení	86
obr. 7-5	Variantní barevné řešení	87
obr. 7-6	Logotyp	88
obr. 7-7	Piktogramy	89
obr. 7-8	Umístění piktogramů.....	89
obr. 7-9	Ovládací displej.....	90
obr. 7-10	Rozhraní ovládacího displeje	90

13 SEZNAM TABULEK

tab. 2-1 Technické parametry k vybraným produktům z designérské analýzy [10, 11, 17, 22, 23, 24, 25, 26]	35
--	-----------

14 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený návrh sumarizačního posteru – A4

Zmenšený návrh designérského posteru – A4

Zmenšený návrh technického posteru – A4

Zmenšený návrh ergonomického posteru – A4

Fotografie fyzického modelu

Samostatné přílohy:

Sumarizační poster – A1

Designérský poster – A1

Technický poster – A1

Ergonomický poster – A1

Fyzický model v měřítku 1 : 5

Video modelu

15 ZMENŠENÉ POSTERY

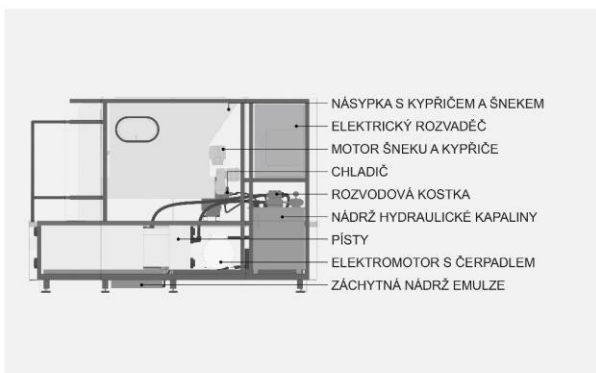
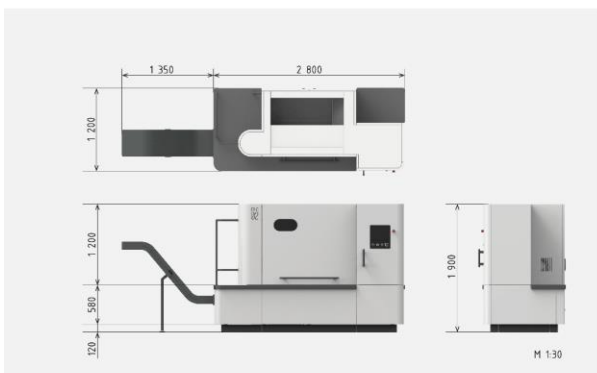
DESIGN BRIKETOVAČÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK

SUMARIZAČNÍ POSTER



Briketovací lis funguje za pomoci hydraulických pístů. Stroj zmenšuje objem odpadu z třískového obrábění do kompaktních briket. Výhodami takto zpracovaného odpadu jsou například snížení objemu odpadních třísek, vyšší výkupní cena, nebo možnost znovupoužitelnosti emulze.

Návrh je reakcí na ekonomické i ekologické přínosy stroje a vytvořením poutavého a funkčního designu vede ke zvýšení povědomí širší veřejnosti o možnosti tohoto řešení. Zároveň stroj řešený i z designerské a ergonomické stránky podporuje důvěru zákazníků ke komplexnímu a kvalitnímu přístupu, a tak přispívá k rozhodnutí pro investici do briketovacího lisu kovových třísek.



DESIGN BRIKETOVAČÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Adéla Matušková / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2019/20

VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ

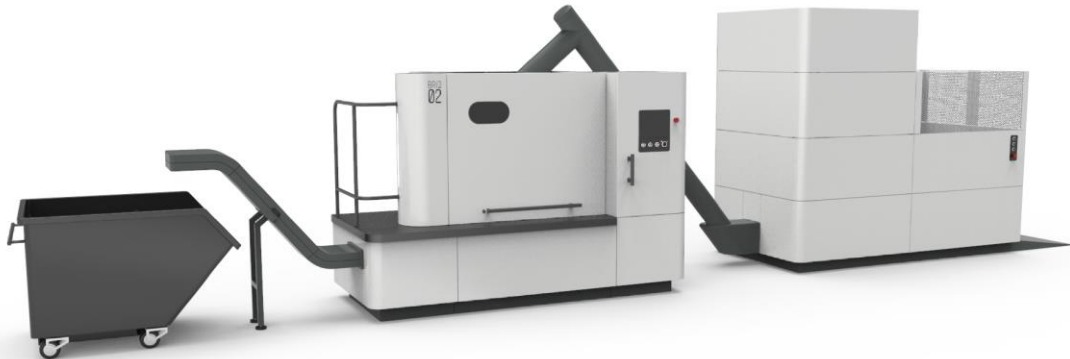
ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

CTM
ROČKA MATUŠKOVÁ

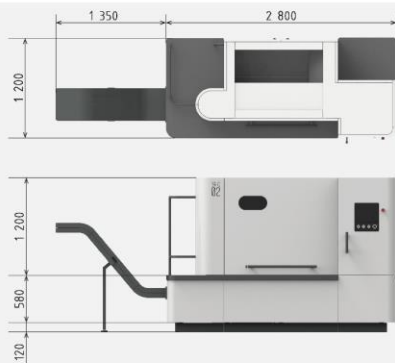
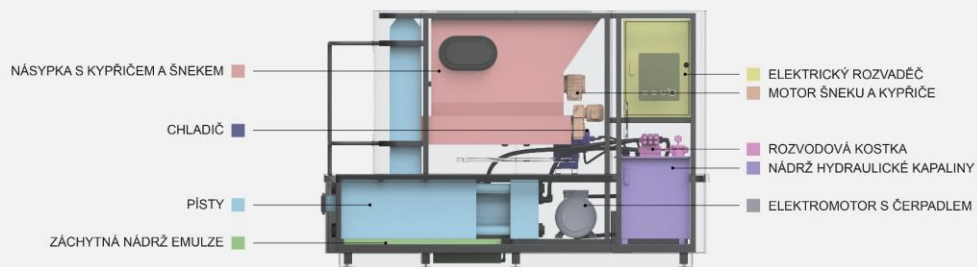
DESIGN BRIKETOVACÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK

TECHNICKÝ POSTER



Briketovací lis fungují z velké části pomocí hydraulického systému. Hydraulický okruh v tomto zařízení ovládá nejdůležitější části stroje. Důležitým aspektem, který ovlivňuje tvarování finálního designu stroje, je proto konstrukční řešení.

Funkční prvky briketovacího lisu na sebe nejsou ve většině případů pevně vázány, to umožnilo odlišné uspořádání některých hlavních funkčních jednotek a s tím spojené nové kompoziční řešení návrhu.



M 1:25



DESIGN BRIKETOVACÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Adéla Matuškova / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2019/20

VYSOKÉ UCENÍ FAKULTA STROJNÍHO
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ

ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

CTM
ADELA MATUSKOVA

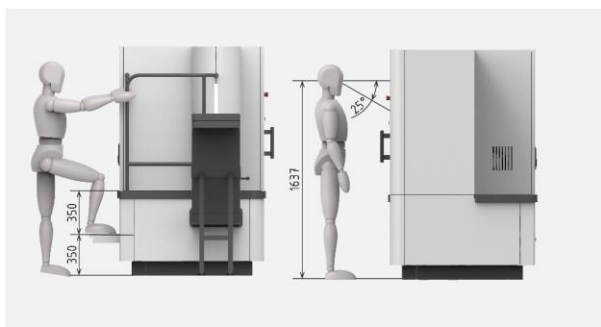
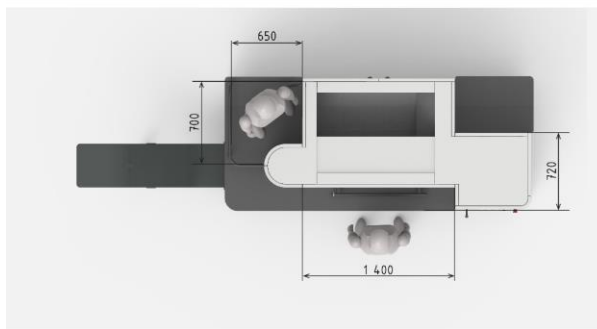
DESIGN BRIKETOVACÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK

ERGONOMICKÝ POSTER



Pro obsluhu je především důležitá bezpečnost a komfort při základních úkonech ovládní a možnost zběžné kontroly procesu práce stroje. Tyto aspekty jsou zde zajištěny ovládacími prvky, vstupními otvory, kontrolními průzory a signalizačními sdělovači.

Veškeré ovládací prvky stroje jsou intuitivně umístěny na ovládacím panelu. Pro obsluhu jsou pak dle ergonomických požadavků řešeny servisní otvory z pření i zadní stany stroje. Pohodlný přístup k násypce je zajištěn vyhrazeným vyvýšeným prostorem.



DESIGN BRIKETOVACÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Adéla Matušková / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2019/20

T VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA STROJNÍHO
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ

ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

CTM
ROZĚLA MATUŠKOVÁ



DESIGN BRIKETOVACÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK

DESIGNÉRSKÝ POSTER

Návrh briketovacího lisu reaguje na ekonomické a zároveň i ekologické přínosy stroje a vytvořením poutavého a funkčního designu vede ke zvýšení povědomí širší veřejnosti o možnosti tohoto řešení.



DESIGN BRIKETOVACÍHO LISU KOVOVÝCH TŘÍSEK / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Adéla Matušková / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2019/20

T VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ
V BRNĚ

ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ

odbor
průmyslového
designu

CTM
ADÉLA MATUŠKOVÁ

16 FOTOGRAFIE MODELU

