



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 KOLÉBKOVÉ PILY

DESIGN OF FIREWOOD SAW

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Ferda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Bc. Tomáš Ferda**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. Dana Rubínová, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

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 kolébkové pily

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kolébková pila s elektrickým pohonem slouží ke zpracování palivového dřeva menších průměrů. Tento typ pil se vyznačuje robustní konstrukcí umožňující rychlé řezání ve vzpřímené poloze. Je bezpečnější alternativou stolových pil. Na trhu se pohybuje více výrobců nabízejících funkčně srovnatelné produkty. Celkový výraz a nekompaktnost podstavného systému s funkční částí stroje je mnohdy zásadní slabinou.

Typ práce: vývojová – designérská

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

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Cílem je návrh koncepčního designu kolébkové pily s elektrickým pohonem s průměrem pilového kotouče 700 mm a maximálním průměrem polene 200 mm pro chalupáře, malohospodáře apod. Stroj celooceľové konstrukce s práškovým nátěrem bude vyráběn sériově.

Dílčí cíle diplomové práce:

- studovat pracovní proces řezání palivového dřeva s cílem identifikace problematických oblastí,
- navrhnout kompaktní design stroje odrážející princip pracovního procesu,
- vhodně řešit ergonomii ovládání umožňující pohodlnou manipulaci pravákům i levákům,
- splnit požadavky na bezpečný provoz,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a realizovatelnost návrhu.

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).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2019.pdf

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.

TICHÁ, Jana a Jan KAPLICKÝ. Future systems. Vyd. 1. Praha: Zlatý řez, 2002. ISBN 80-901562-6-6.

ABSTRAKT

Tématem diplomové práce je návrh designu kolébkové pily. Náplň práce se zabývá popisem nedostatků současných řešení, z kterých vyvozuje závěry. Cílem je tedy snaha o vyvarování se zjištěným problémům a vylepšení tak kolébkové pily především po vizuální a ergonomické stránce.

KLÍČOVÁ SLOVA

Design, kolébková pila, okružní pila, ergonomie, bezpečnost

ABSTRACT

This thesis describes a proposal for a rocker saw design. It addresses the general lack of current solutions, their description and it is drawing conclusions of these. The object of this thesis is to try to avoid potential problems which are being discussed in this thesis and therefore suggests solutions for enhancing the rocker saw, especially on the visual and ergonomic side.

KEYWORDS

Design, rocker saw, circular saw, ergonomics, safety

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FERDA, Tomáš. *Design kolébkové pily*. Brno, 2019, 83 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji paní Ing. Daně Rubínové, Ph.D. za připomínky a přínosná doporučení, jimiž mě vedla při zpracovávání mé diplomové práce.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením Ing. Dany Rubínové, Ph.D. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpala, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....
Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1	Designérská analýza	14
2.1.1	Historie kotoučové pily	14
2.1.2	Výběr zástupců současné nabídky trhu	17
2.1.3	Vlastní fotodokumentace	25
2.2	Technická analýza	26
2.2.1	Dělení kolébkových pil	26
2.2.2	Základní části a provedení stroje	27
2.2.3	Popis částí stroje	28
2.2.4	Bezpečnostní předpisy	31
2.2.5	Materiály	32
2.2.6	Upřesnění parametrů práce	32
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	33
3.1	Analýza problému	33
3.1.1	Pracovní postup obsluhy stroje	34
3.2	Cíle diplomové práce	35
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	37
4.1	Varianta I.	37
4.2	Varianta II.	39
4.3	Varianta III.	41
4.4	Finální varianta	42
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	43
5.1	Tvar a kompozice	44
5.1.1	Krytování	45
5.1.2	Kolébka	48
5.1.3	Vypínač, motor, kola	51
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	52
6.1	Konstrukčně-technologické řešení	52
6.1.1	Rozměry	52
6.1.2	Vnitřní komponenty	54

6.1.3	Stabilita	55
6.1.4	Stavba stroje	56
6.1.5	Materiály	59
6.1.6	Odvod pilin	59
6.2	Ergonomické řešení	61
6.2.1	Pracovní pozice uživatele	61
6.2.2	Zorné pole	64
6.2.3	Madla	65
6.2.4	Prodlužovač	66
6.2.5	Transport	66
6.2.6	Ovladače	67
6.2.7	Servisní přístup	68
6.2.8	Bezpečnost	68
6.2.9	Koncepce stroje pro leváky	69
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	70
7.1	Barevné řešení	70
7.1.1	Barevné členění	70
7.1.2	Výběr barev	70
7.1.3	Název a logotyp	73
8	DISKUZE	74
8.1	Psychologická funkce	74
8.2	Sociální funkce	74
8.3	Ekonomická funkce	75
9	ZÁVĚR	76
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	78
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	80
12	PŘÍLOHY	83

1 ÚVOD

Kolébková pila patří mezi stroje sloužící ke zpracování palivového dříví menších průměrů. Jejich vlastností využívají zejména chalupáři, malohospodáři a další uživatelé, kteří aktivně topí palivovým dřevem, mají k dispozici lesní pozemky nebo stroj využívají k výkonu svého zaměstnání. Ačkoliv design současných modelů kolébkové pily umožňuje snadnou obsluhu, při jejím použití i přes různé bezpečnostní prvky stále hrozí poranění. Je nutno brát na zřetel, že pila je osazena velmi silným motorem a její nesprávné používání by mohlo způsobit fatální nehodu.

Problematika bezpečnosti a uživatelského komfortu je u tohoto produktu prioritní a v práci je tedy těmto kritériím věnována značná pozornost. Na samotnou bezpečnost má pak vliv především krytování stroje, jeho stabilita a výběr kvalitních materiálů.

Konstrukční řešení současných kolébkových pil různých výrobců je po funkční stránce srovnatelné. Stroje jsou tvořeny krytovaním a nosnou konstrukcí, na které je upevněn motor, jenž roztáčí pilový kotouč. Za účelem zajištění funkčnosti a snazší vyrobitelnosti je častokrát upozaděována estetická stránka stroje, což se projevuje především u tvarové návaznosti nosné konstrukce a krytování. Většina výrobců pak absolutně opomíjí levoruké uživatele, pro které může být obsluha stroje značně nepohodlná. Komplexní a zároveň finančně dostupné řešení produktu na trhu v současnosti chybí.

Tato práce se zabývá kompletním rozbohem kolébkové pily. Jejím použitím, rizikovými faktory spojenými s obsluhou, konstrukční a funkční stránkou stroje, ergonomií a designem. Cílem práce je komplexní návrh kolébkové pily, jejíž vlastnosti jsou podloženy analýzou, tak aby došlo k maximální eliminaci nedostatků aktuálně dostupných řešení. Práce vytyčuje vlastnosti po všech stránkách ideální pily a výsledný návrh se k nim snaží co nejvíce přiblížit, a to jak po tvarové, tak především po bezpečnostní a ergonomické stránce.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

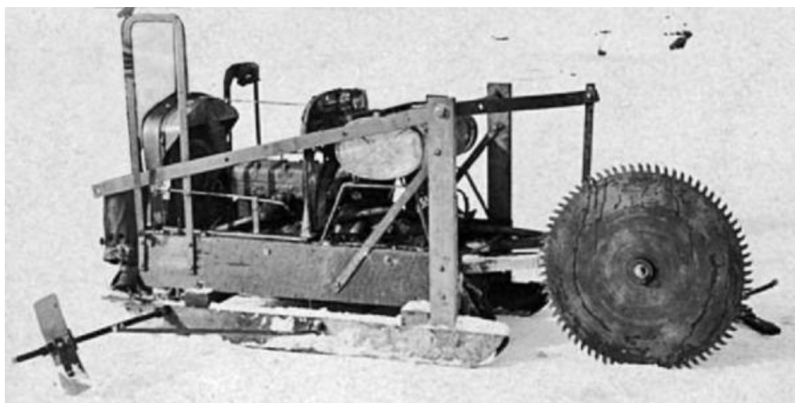
Snaha o efektivní dělení materiálů, konkrétně dřeva, provází lidstvo již od nepaměti. Jednoduchou a dnes již tradiční metodou je použití pily. Na trhu lze nalézt mnoho druhů od malých ručních pil pro domácí použití až po velké stroje zpracovávající celé kmeny stromů. Tato práce se věnuje stroji patřícímu do středu této škály, a to kolébkové pile.

2.1 Designérská analýza

Tato kapitola se skládá ze tří základních částí, z historického přehledu vývoje pily, analýzy produktů vybraných zástupců současného trhu a rozboru vlastní fotodokumentace.

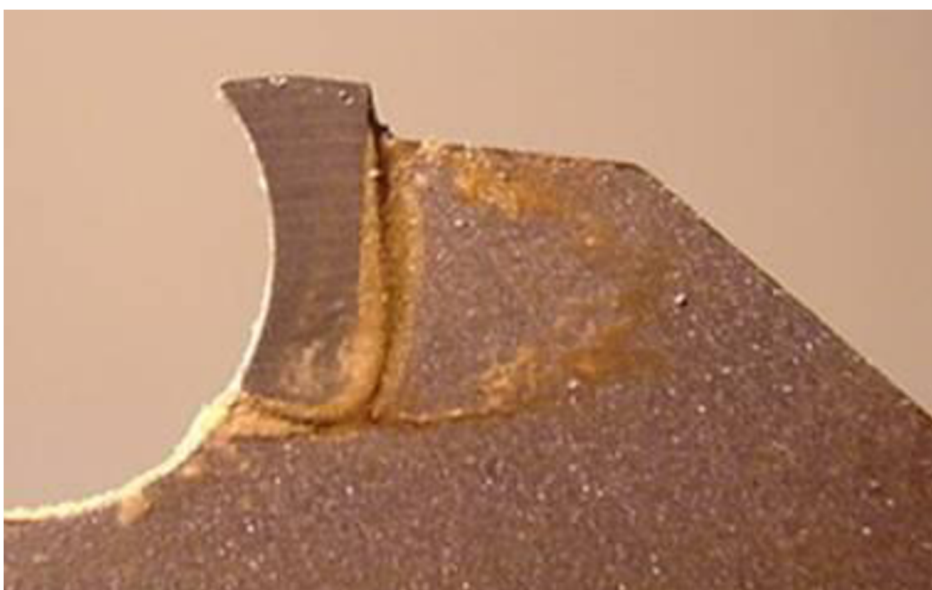
2.1.1 Historie kotoučové pily

První kotoučová pila spatřila světlo světa až ve druhé polovině 18. století. I přes poměrně rozsáhlé historické prameny pojednávající o vývoji dřevoobráběcích strojů není známo, kdo se o její vynález konkrétně zasloužil. Některé historické prameny jej přisuzují Samuelu Millerovi z Anglie. Tento výrobce lodí si v roce 1777 nechal patentovat „zcela nový stroj pro rychlejší řezání všech druhů dřeva, kamene a slonoviny“. Pila měla mít kruhový tvar. V patentu popsal mechanismus, ale prototyp údajně nikdy nezhotoval. Za dalšího možného vynálezce je považován Gervinus z Německa, jehož objev je datován do roku 1780. Některé zdroje jako autora vynálezu uvádějí Angličana Waltera Taylora, jenž, jak dokládají dobové záznamy, používal kotoučových pil pro řezání dřevěných bloků během stavby lodí v roce 1781. Další prameny zmiňují L. C. A. Alberta z Francie, který si v roce 1799 nechal patentovat „nekonečnou pilu“. Za posledního možného vynálezce je považována Tabitha Babbitt z USA, ta v roce 1813 uvedla do provozu velkou kotoučovou pilu. [1][2]



obr. 2-1 Velká okružní pila od Tabithy Babbitt [2]

O velký krok kupředu ve vývoji okružní pily se v 19. století zasloužilo zvýšení kvality a zdokonalení technologického postupu napínání oceli. Dále pak implementování diamantově impregnovaných zubů do kotouče pily (takto ošetřené zuby vykazovaly mnohem větší odolnost), použití tenkých temperovaných kotoučů z oceli o průměru 45 cm a více a vysokorychlostní ložiska. Pohon pil byl v této době zajištěn mimo jiné párou. Tyto stroje s rychlostí otáček zhruba 20 m/s byly však značně nevyvážené a práce s nimi byla velmi nebezpečná, neboť v jejich konstrukci nebyly zahrnuty takřka žádné prvky aktivní a pasivní bezpečnosti. Ty byly stejně jako ergonomie ovládání upozaděny ve prospěch funkčnosti stroje. [1]



obr. 2-2 Detail integrovaných impregnovaných zubů [3]

V první polovině 20. století začalo přibývat společností, které se produkcí okružních pil zabývaly, a s nimi rostlo i množství variací konstrukčních řešení. Tak byla zajištěna i implementace některých bezpečnostních prvků, jako například krytu kotouče či brzdy motoru. Podomácku zhotovené a o poznání méně bezpečné stroje se však u mnoha uživatelů stále těšily velké oblibě. Pohon pily byl ve většině případů zajištěn elektromotorem. Kvalita materiálů i preciznost výroby se posunuly o značný kus dopředu. Za zmínku stojí rok 1920, kdy byla společností J. D. Wallace vyvinuta první pila s přímým pohonem motoru. V této době se ke klasické stolní kotoučové pile začala přidávat také kolébka pro jednodušší a především bezpečnější řezání palivového dříví. Ta však kromě krytu kotouče postrádala další, dnes již běžné, bezpečnostní prvky. Druhá polovina 20. století s sebou přinesla zvýšení výkonnosti motoru, lepší technické zpracování a mnohem větší důraz na bezpečnost a ergonomii. [1]



obr. 2-3 První kotoučová pila s přímým pohonem od motoru [4]

Samostatná kolébková pila je vynálezem druhé poloviny 20. století. Ku příkladu společnost Posch začala s její výrobou v roce 1978. [5]

Je nutno dodat, že tento stroj se v dnešní době těší opět značné oblibě. Jednoduchost konstrukce statické kotoučové pily umožňuje stroj poměrně snadno a levně vyrobit doma. Většina takto vyrobených pil, však nesplňuje sebemenší nároky na bezpečnost, což může zapříčinit i smrtelnou nehodu.



obr. 2-4 Moderní kolébkové pily [6]

2.1.2 Výběr zástupců současné nabídky trhu

Trh v současné době nabízí širokou škálu různých provedení kolébkových pil. Technické řešení těchto strojů je však po funkční stránce srovnatelné, jejich konstrukce se opírá o stejné základní principy. V následující části jsou popsány některé modely kolébkových pil významných výrobců, které jsou zhodnoceny z pohledu funkčnosti, ergonomie a designu.

Scheppach

Jedním z významných zástupců trhu je německá firma Scheppach. Ta se zaměřuje na dvě oblasti působení, na zahradní techniku (křovinořezy, motorové pily apod.) a na technické nástroje, mezi které se řadí i kolébková pila. V současné době firma rozšířila svoji působnost do Austrálie a svoje výrobky exportuje takřka do celého světa s primárním zaměřením na evropské země. [7]

Firma Scheppach nabízí celou řadu druhů kolébkových pil. Pro výrobu konstrukce jsou použity nejkvalitnější ocelové materiály s vysokou pevností a odolností proti krutu. Jde o ocelové plechy a profily, které jsou k sobě přivařeny. Na celé konstrukci je nanesen lak, který výrazně zvyšuje odolnost vůči korozi. Za zmínku stojí stroj Scheppach HS 720, který byl prestižním německým časopisem Bauen & Renovieren vyhlášen za nejlepší pilu na trhu a v současnosti patří mezi nejprodávanější nabízené produkty. Stroj je poháněn přímým pohonem od motoru a má netradičně uložena transportní kola. [7]



obr. 2-5 Kolébková pila Scheppach HS720 [10]

Výrobce tento model označuje za velmi bezpečný. Stroji však chybí kryt zamezující možnému odštěpení zubu a mechanismus umožňující zajištění dříví při řezání. Tyto nedostatky však do jisté míry nahrazuje hluboká a vhodně tvarovaná kolébka. Ta má na vnitřní straně prolisy, které zamezují protáčení kulatiny. Pružinový mechanismus ji pak vždy vrátí do výchozí polohy. Stabilita pily je dobrá. Důležitým poznatkem je fakt, že uživatel se při její obsluze (vyjímáje zvedání polen) nemusí shýbat, čímž je výrazně zmírněno namáhání zádových svalů. [7]

Všechny stroje této společnosti jsou po designové stránce spojeny modrým lakováním. Liší se však provedením základních prvků, především tvarováním krytu, který je vzhledově nejdominantnější. Kryt je řešen ocelovým plechováním a díky ostrému tvarování má čistě konstrukční charakter. Přestože design působí zbytečně stroze, je nutné brát v úvahu, že výrobce se zaměřuje především na kvalitu materiálů a funkčnost. Ostré tvary jsou také méně nákladné na výrobu. [7]

Lumag

Další vybranou společností je německá firma Lumag. Ta se na trhu pohybuje od roku 2005 a stejně jako většina výrobců orientovaných na průmyslové stroje se zabývá produkcí široké škály produktů. Lumag exportuje své zboží výhradně do Evropy. Jedna z dceřiných společností této firmy sídlí také v Českých Budějovicích. [8]

Pily této značky se vyznačují robustní celokovovou konstrukcí, jejíž stabilita je zaručena vysokou hmotností, vhodně tvarovaným podstavným rámem a také nízko uloženým pilovým kotoučem s přímým pohonem od motoru. Hmotnost je díky oplechování takřka všech částí stroje vyšší než u produktů jiných výrobců. Kvalita provedení však dle uživatelských recenzí zaostává. [8][9]



obr. 2-6 Kolébková pila Lumag ws700 [9]

Manipulaci pily umožňují kola vestavěná do podstavného rámu. Prolisy v kolébce proti otáčení řezného materiálu a pružiny zajišťující automatické vrácení kolébky jsou samozřejmostí. Hloubka kolébky a její střed rotace nutí uživatele při obsluze k předklonu. Vypínač přístroje je tradičně umístěn za motorem, pilu je tedy nutné při zapínání nebo vypínání obejít, případně se naklonit přes kolébkou, což lze z bezpečnostního hlediska považovat za nevyhovující. Stejně jako u ostatních modelů chybí koncepce kolébky pro leváky. [8][9]

Stroj se tvarově dělí na dvě části. Černý oblý kryt kopíruje tvar pilového kotouče, avšak nekoresponduje s ostatními částmi stroje, především pak s podstavným rámem. Pozitivním aspektem je náznak zajímavějšího tvarování boční strany krytu, do nějž je ve snaze použítí dynamičtějších tvarů vyfrézován tvar umožňující složení kolébky. Slabinou je nevýrazný trojúhelníkový podstavný rám svařený z ocelových profilů. [8][9]

Posch

Rakouská firma Posch byla založena již roku 1947 a v současné době se zaměřuje výhradně na stroje určené ke zpracování dřeva takřka ve všech jeho fázích. V její nabídce lze najít průmyslové stroje i produkty pro domácí použití. Výrobou kolébkových pil se společnost zabývá již od roku 1978. Firma své výrobky exportuje do celého světa a mimo to nabízí osobní odborné poradenství. Marketingová sekce firmy je na vysoké úrovni a cena produktů odpovídá kvalitě. [10]

Kolébková pila Posch patří mezi vysoce kvalitní stroje. Robustní celooceľové provedení zajišťuje dlouhou životnost. Přesouvání pily je jako obvykle zajištěno přidavnými koly a manipulace je usnadněna i madly na zadní straně. Rám zahrnuje také brzdu pro zvýšení stability stroje. Podélný doraz zaručuje požadovanou délku řezu polen bez kontroly obsluhy, kolébka je navíc vybavena pravítkem. [10]



obr. 2-7 Kolébková pila Posch [10]

Používání pily je velmi bezpečné a výrobce se práci se strojem snaží maximálně usnadnit. Jedná se však opět o pravostranné zařízení. Velmi užitečným prvkem je možnost prodloužení kolébky. Madlo slouží jako kryt, který v průběhu řezání zabraňuje nechtěnému kontaktu s kotoučem. Ergonomické tvarování a nastavitelnost výšky madla zvyšuje pohodlí uživatele. Otázkou však zůstává, zdali je i za použití těchto prvků vhodné, aby obsluha stála přímo proti pilovému kotouči. [10]

Design stroje je dořešen do posledního detailu. Oranžovo-zelená barevnost vychází z loga společnosti. Podstavný rám z ocelových profilů působí již na první pohled velmi stabilně a svým vzhledem připomíná stolní kotoučovou pilu. Silnou stránkou je bezesporu vyváženost oblého a ostrého tvarování. Pozitivem jsou ohnuté prvky rámu korespondující s oblým krytem kotouče, krytem hřídele a tvarováním kolébky. Stroj po vizuální stránce působí kompaktně, a to jej bezpečně odlišuje od ostatních produktů. Nedostatkem může být mírná nerovnováha pravé a levé strany, která je zapříčiněna přímým pohonem pilového kotouče. [10]

Vari

Výrobci kolébkových pil mají také české zastoupení. Firma Vari, která byla založena 1969, se specializuje na zahradní techniku a její nabídka zahrnuje i dvě kolébkové pily. Společnost se stále rozrůstá a své produkty dnes nabízí po celé Evropě. [11]

Řešení kolébkové pily je z hlediska konstrukce dosti netradiční. Motor je umístěn níže, než bývá u tohoto stroje zvykem, a pilový kotouč je poháněn přímým pohonem od motoru. Těžiště stroje se z toho důvodu nachází v dolní části a tím je zaručena nutná stabilita. Robustní kryt připevněný ke kolébce zamezuje kontaktu s kotoučem. Velkou výhodou této pily je možnost řezání polena o průměru 30 cm, a to i za použití obvyklé velikosti kotouče (700 mm). Použitý elektromotor postrádá brzdu umožňující okamžité zastavení rotace a je tedy nutné nechat kotouč samovolně doběhnout. [11]



obr. 2-8 Kolébková pila VARI KP-700 [11]

Tradiční již několikrát zmíněné bezpečnostní prvky jsou zde ovšem zohledněny (prolisy na vnitřní straně kolébky zamezující rotaci kulatiny, transportní kola a krytování). Vypínač je uložen přímo na motoru. Nižší uložení kotouče nutí uživatele k předklonu, což může zejména při delší práci s pilou snižovat pracovní komfort a způsobovat bolest zad. [11]

Barevnost pily vychází opět z firemních barev, v tomto případě jde o červený kryt kotouče a bílou konstrukci. Červenou barvu jsou lakovány i detaily stroje (držák vypínače, krytu a kolébky). Celé tvarování stroje vychází z ostrých linií, které působí konstrukčně, ale v tomto případě poměrně vyváženě. Tvarování krytu kotouče vycházející z mnohoúhelníku koresponduje s řešením konstrukce. Pozitivem je detail prolisu na kolébce a krytu, který kopíruje pohyb při řezání. [11]

Zipper

Rakouská společnost Zipper založená v roce 2008 ve Schlüsselbergu se specializuje na stroje určené ke zpracování dřeva, stavební stroje, kompresory, generátory a zahradní nářadí. Nabídka kolébkových pil skýtá dva vizuálně podobné produkty. Pouze novější typ však odpovídá bezpečnostním normám z roku 2017. [25]

Model se z hlediska konstrukce podobá ostatním strojům s nízko uloženým kotoučem. Pila disponuje robustní kolébkou s krytem polena. Kryt zároveň zamezuje přímému kontaktu uživatele s pilovým kotoučem, popřípadě zásahu odlomeným zubem. Stroj osazený motorem o výkonu 5 kW je napájen třífázovým proudem. [25]

Asymetričnost provedení je patrná již na první pohled. Tvarování krytu opticky podporuje stabilitu celého stroje. Ta je dána nízko umístěným pilovým kotoučem, z čehož stejně jako v předchozím případě plyne nutnost předklonu během použití. Při řezání je kotouč neustále uschován v robustním krytu, jenž je součástí kolébky. Nedostatkem je uložení vypínače a absence bezpečnostní brzdy. Hodnocení stroji snižuje také jeho konstrukční řešení, dle uživatelských recenzí dochází v průběhu řezání k ohýbání některých částí konstrukce. [25]



obr. 2-9 Kolébková pila Zipper ZI-WP700TN [25]

Celkový vizuál stroje se opírá o ostřejší křivky. Nejdominantnějším prvkem se zde stává kryt, který opticky zvyšuje stabilitu pily. Tvarování krytu, především pak prolis na boční straně, tradičně kopíruje pohyb kolébky. Logicky uspořádaná černo-zelená barevnost působí svěže a vyváženě. Na boku krytu je výrazně vyvedeno logo společnosti. [25]

Collino

Collino je italská firma specializující se na výrobu strojů pro zpracování a dopravu dřeva. Byla založena v roce 2003 a u svých výrobků zaručuje důraz na potřeby uživatelů. Nabídka produktů zahrnuje stroje pro profesionální i domácí využití, jejichž provedení působí již na první pohled opravdu precizně. [26]

Kotoučové pily, které jsou v současné nabídce produktů společnosti čtyři, spojuje především netradiční a nezaměnitelný tvar kolébky. Plocha pro odklad dříví je pravoúhlá a obsahuje prolisy zajišťující poleno proti prokluzu. Kotouč je poháněn prostřednictvím hřídele a klínových řemenů. [26]

Bezpečnost uživatele zvyšují páka sloužící k uchycení řezaného materiálu a především pojistka, po jejímž stlačení je umožněn pohyb kolébky. Před pilovým kotoučem se navíc nachází kryt. Pohyb materiálu po ploše kolébky usnadňují válečky, kolébka se dá prodloužit a obsahuje i doraz a pravítko. K transportu stroje slouží kola a sklopná madla. Odvod pilin ještě zvyšuje uživatelský komfort. [26]



obr. 2-10 Kolébková pila Collino SCM70ET-PRO [26]

Pro pilu je charakteristický čistě konstrukční vzhled vycházející především z využití tvaru osmiúhelníku, ostřejších hran a pravých úhlů. Tento dojem podporuje také výrazné plechování, které je použito netradičně i na podstavném rámu. Stroj působí vyváženě a designem se značně odlišuje od modelů jiných výrobců. Propojení krytu a podstavky je dořešeno komplexněji a pila tak působí uceleně. [26]

Netradičním elementem se stává použití červené a šedé barvy v kombinaci s přirozenou barvou kovu. Díky takto zvolené barevnosti vchází do popředí již zmiňovaná výrazná kovová kolébka. Na krytování stroje jsou laserem vypáleny drážky popisující směr pohybů jednotlivých částí, logo a název společnosti. K orientaci uživatele slouží také žluté informační samolepky. [26]

Elektra Beckum

Tato společnost pochází z Německa a zaměřuje se na výrobu kolébkových pil, zahradních drtičů a jejich příslušenství. Na svých stránkách nabízí dva tvarově i cenově odlišné modely kolébkových pil. Prvním je stroj velmi podobný většině dostupných produktů, druhý vychází z jiné konstrukce a již na první pohled působí velmi zajímavě. [27]

Konstrukce vychází z čistých rovných linií s, vyjímaje madlo, absolutní absencí oblých tvarů. Na výrobu bylo použito svařování, nýtování a ohýbání, díky čemuž stroj působí bytelněji a odolněji. Zejména pak kolébka, jež je svařena z ocelových profilů a v horní části spojena ohnutým plechem, na který je navařeno madlo a malý kryt před kotoučem. Chybí zde součást umožňující uchycení polena, které by se i v takto hluboké kolébce mohlo při řezání pohybovat, a to obzvláště tehdy když je nějakým způsobem netypické (suk, pozůstatek větví, zakřivení apod.). Transportní kola jsou ve statické poloze schována v podstavném rámu, z kterého se při přesunu vysunou ven. [27]



obr. 2-11 Kolébková pila Elektra Beckum BW750 [27]

Celkový design vypadá komplexně a celistvě, ale to bohužel jenom z jedné strany. Stroj je poháněn přímým pohonem od motoru, takže je zde opět patrná značná asymetrie. Nevyužitý potenciál se skrývá především v krytování motoru stroje, jehož tvarově zajímavější provedení by mohlo asymetrii eliminovat. Vizually se dá pila rozdělit na dvě části. Na podstavený rám, který je barevně i tvarově spojen s krytem kotouče. Tato část vypadá z bočního pohledu symetricky, vyváženě a stabilně. Stabilitu podporuje především směrem dolů se rozšiřující tvar podstavce. Druhá část je tvořena hlubokou masivní kolébkou. [30]

Jako barevnost je volena tmavě modrá barva rámu, podstavce a krytu s neutrální šedou barvou kolébkou, tato kombinace se dobře hodí k technickým strojům jako je tento. Na krytu kotouče a na příčce rámu je bíle vyhotoveno logo společnosti a typ stroje. [30]

Frott

Jako poslední zástupce trhu je zvolena česká firma Frott. Ta se na trhu objevila v roce 2000, a zaměřuje se na výrobu tradičních víceúčelových okružních pil. Jde tedy o stolní pily s možností sklopení stolu a využití kolébkou. [12][13]

Společnost vychází z české tradice výroby již na první pohled bytelných strojů s dlouhou životností. Multifunkční pila je primárně konstruována pro stolové řezání. Kotouč je tedy umístěn na opačné straně stroje, než jak je tomu u kolébkových pil. Bod rotace kolébkou leží výše na konstrukci a z toho důvodu je její pohyb prudší a opsaná trajektorie kratší. Motor se nachází v dolní části konstrukce, pohon kotouče je pak zajištěn pomocí hřídele a řemene. [12][13]



obr. 2-12 Multifunkční kotoučová pila Frott hvp-60a [13]

Krytování kotouče při použití kolébky je značně omezeno, uživatel ovšem stojí mimo trajektorii rotace. Fixaci polena v kolébce zajišťuje páka, která má na spodní straně zuby. Velmi vhodné je řešení vypínače, který se nachází přímo na rámu kolébky. [12][13]

Zelená barva konstrukce pily působí poněkud zastarale, ovšem vzhledem k filozofii výrobce je adekvátní. Žluté kryty oživují jinak trochu těžkopádný a bytelný celkový dojem. Slabou stránkou je modře řešený motor a šedý kryt vypínače. Tvarování zohledňuje především výrobu a funkčnost stroje.[12][13]

2.1.3 Vlastní fotodokumentace

Vlastní fotodokumentace byla pořízena dne 27. 3. 2018 v Újezdě u Rosic v rodinném stavení. Jako zkoumaný objekt byl zvolen běžný model časem prověřené kotoučové pily s možností sklopení stolu a využití kolébky. Z tohoto typu konstrukce značně vychází také firma Frott.

Mnohonásobná zkušenost s obsluhou pily usnadní konkretizaci rizikových faktorů spojených s jejím používáním. Absence krytování umožní nastudovat základní princip fungování pily, který se ve své podstatě nijak zásadně neliší od moderních produktů.



obr. 2-13 Vlastní fotodokumentace kolébkové pily

Výrazný rozdíl mezi touto a moderní kolébkovou pilou je bezesporu v přístupu k bezpečnosti. Ten se v současné době markantně zvýšil, výrobci krytují i části, které to nutně nevyžadují, ale tvarování krytů je z pohledu designu spíše nevhodné. Z tohoto důvodu mohou některé moderní pily působit těžkopádně. Rozdílem je také provedení konstrukce, moderní stroje jsou častokrát vyrobeny z méně kvalitních materiálů, a tak u nich může docházet k nežádoucím vibracím a ohybu materiálu.

2.2 Technická analýza

Kolébková pila je stroj sloužící ke zpracování palivového dříví menších průměrů. Jedná se o efektivní nástroj umožňující rychlé, uživatelsky snadné a oproti většině ostatních pil výrazně bezpečnější řezání dřeva.

2.2.1 Dělení kolébkových pil

Podle různých hledisek lze kolébkové pily rozdělit do několika druhů.

Dělení podle způsobu pohonu

Prvním důležitým aspektem dělení je způsob pohonu motoru, ten může být buď elektrický, nebo benzínový. Zásadním rozdílem těchto strojů je jejich mobilita. Pila poháněná motorem na benzín má sice vyšší hmotnost, ale oproti elektrické ji lze používat i mimo dosah elektrické sítě, což značně zvyšuje možnosti jejího využití. Nabídka trhu benzínových pil je výrazně menší než u pil s elektromotorem, a to i přesto, že princip konstrukce obou typů zůstává stejný. [7][14]



obr. 2-14 Benzínová kolébková pila Hecht 890 [14]

Dělení podle výkonu motoru

Stroje lze také dělit podle výkonu motoru a s ním úzce spojeným maximálním možným průměrem řezaného materiálu, který se pohybuje v rozmezí od 125 do 250 mm. Stavbou konstrukce a celkovým charakterem jsou od sebe různě silné stroje jasně rozpoznatelné. Pily se slabším příkonem motoru, pohybující se nejčastěji okolo 2,2 kW, mají často výrazně nižší hmotnost a odlehčenou konstrukci, což je způsobené použitím menšího kotouče a elektromotoru. Kolébka těchto pil je poměrově širší než u silnějších strojů, což zásadně mění celkový vzhled a má vliv na stabilitu a těžiště. Na druhé straně silnější stroje, s výkonem nejčastěji 4,5 – 5,5 kW, vyžadují robustnější krytování a konstrukci. [7][15][16]

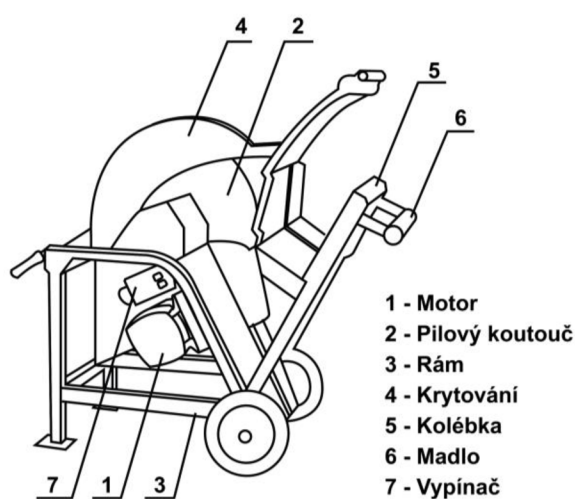
Z hlediska provedení je krytování možné dělit na lehké, kdy jsou zakrytovány pouze nutné části stroje, a robustní, kdy se kryt stává dominantním prvkem pily. Krytování má zásadní vliv na bezpečnost obsluhy a do značné míry ovlivňuje i možnost uživatelské údržby. [7][15][16]



obr. 2-15 Konstrukce kolébkové pily s výkonem 2,2 kW [7]

2.2.2 Základní části a provedení stroje

Všechny kolébkové pily jsou tvořeny několika základními prvky. Prvním z nich je motor, ten bývá ve většině případů elektrický. Rám se skládá ze svařovaných ocelových profilů zaručujících vysokou pevnost. Pilový kotouč se nachází na hřídeli, který je uváděn do rotačního pohybu buď prostřednictvím řemene, nebo přímo motorem. Kolébka zajišťuje bezpečný pohyb řezaného materiálu ke kotouči pily. Její spodní část je závěsy připevněna k rámu stroje. Posledním prvkem je krytování, které je svařeno z ocelových plechů. [9][10][15]



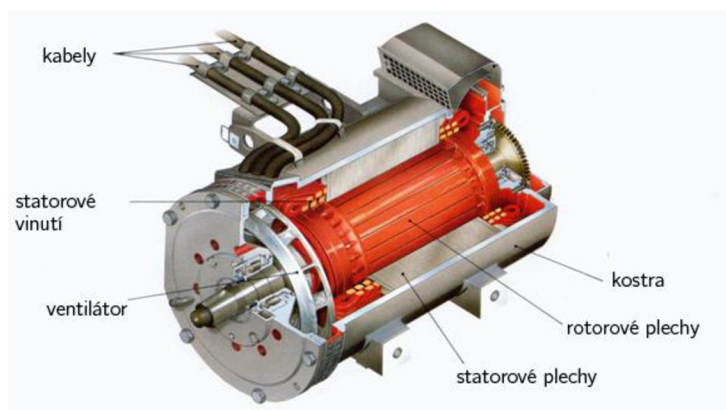
obr. 2-16 Schéma jednotlivých částí kolébkové pily

2.2.3 Popis částí stroje

Následující kapitola popisuje části kolébkové pily středního typu určené pro domácí použití. Vybraný typ stroje je poháněn elektromotorem a požadovaný průměr řezu je 200 mm a více.

Motor

Asynchronní elektromotor pracující na střídavý proud je nejrozšířenější formou pohonu elektrických zařízení. Jeho největší výhoda se skrývá v takřka bezúdržbovém a vysoce spolehlivém chodu. Konstrukce asynchronního motoru je velmi jednoduchá, skládá se ze statoru a rotoru. Způsob zapojení motoru hvězda-trojúhelník zabraňuje nárazovému odběru elektrického proudu. Čímž je chráněn jak motor, tak elektrická síť. [16][17]



obr. 2-17 Schéma asynchronního elektromotoru [18]

Kolébkové pily daných vlastností disponují nejčastěji elektromotorem o příkonu 4,5 – 5,5 kW a minimálně 1400 otáčkami za minutu (nejčastěji 1450 ot/min). Motor může být poháněn trojfázovým nebo jednofázovým střídavým proudem. Zastoupení trojfázového však převládá. Kotouč je u většiny strojů udáván do chodu přímým pohonem od motoru. Pohon prostřednictvím hřídele, řemenic a klínových řemenů však vykazuje lepší bezpečnostní vlastnosti. Řemeny tlumí rázy, eliminují hlučnost a nastane-li v tomto případě k záseku polena při řezu, dojde k jejich prokluzu a stroj se zastaví. Předjde se tak případným zraněním a nedojde k poškození motoru. U strojů s přímým pohonem může totiž zásek výrazně poškodit motor, a dokonce může dojít i k vychýlení kotouče. [7][15]

Konstrukce pily

Tvar a uspořádání konstrukce se liší podle způsobu pohonu. Nosný rám pily je běžně tvořen konstrukcí svařovanou z ocelových profilů. Tvarování rámu má zásadní dopad na celkovou stabilitu stroje. Rám musí mít dostatečnou tuhost, jelikož spojuje všechny ostatní části pily a je na něm umístěn těžký motor. Na přední straně se nacházejí kola umožňující transport stroje.



obr. 2-18 Konstrukce kolébkové pily [19]

Krytování

Krytování stroje má nejzásadnější dopad na bezpečnost obsluhy. Nepostradatelným prvkem je kryt pilového kotouče, který zamezuje nechtěnému kontaktu uživatele s kotoučem, tento prvek nechybí v žádném řešení moderní kolébkové pily. Ostatní krytování je individuální a záleží na výrobcí. Na celou konstrukci je nanesen práškový lak zamezující korozi, což prodlužuje životnost stroje.



obr. 2-19 Kolébková pila s robustním krytáním [10]

Kolébka

Kolébka je součást, od které se odvíjí celý český název stroje. Na její tvarování má zásadní vliv maximální průměr polen, pro které je daná pila určena. Konstrukci tvoří kombinace ocelových profilů, na niž je navařena odkládací plocha, do kterého se vkládá řezaný materiál. Kolébka je spodní částí připevněna pomocí závěsů k nosnému rámu, což umožňuje kývavý pohyb. Po řezu se pak pomocí pružin vrátí zpět do výchozí polohy. Vnitřní díl odkládací plochy je opatřen prolisy zamezujícími protáčení v průběhu řezání. Madlo je z ergonomického hlediska často opomíjeno. Jeho tvarování je častokrát čistě konstrukční. Nad drážkou, místem kde se kolébka přibližuje k pilovému kotouči, je umístěn kryt chránící uživatele před zásahem případnými odštěpkami, třískami, a především pak úlomkem zubu z kotouče. [7][9]



obr. 2-20 Odkládací plocha kolébky [20]

Pilový kotouč

Přestože pilový kotouč není samozřejmou součástí nabízených produktů, jeho volba hraje z bezpečnostního hlediska stejně významnou roli jako například krytování. Kotoučů existuje velké množství druhů. V dnešní době lze sehnat i kotouče přímo určené k řezání palivového dřeva, které jsou schopné se bez poškození vypořádat i s částmi betonu nebo hřebíky. Tyto vlastnosti vykazují vidiové kotouče s destičkami ze slinutého karbidu. [21]

Počet zubů kotouče má vliv na čistotu řezu, čím více zubů tím pomalejší, ale čistší řez a naopak. Příčné řezání masivního dřeva vyžaduje vyšší počet zubů. Pro zpracovávání dřeva se doporučují kotouče s pozitivním sklonem a střídavým tvarem zubů, je tak zaručen rychlý a přesný řez. Volba kotouče tedy závisí na uživateli a jeho požadavcích, existují však i univerzální kotouče, které jsou určeny pro řezání různých typů materiálu. [22]



obr. 2-21 Vidiový pilový kotouč s destičkami ze slinutého karbidu [22]

Většina moderních kotoučů má vyfrézované odhlučňovací i expanzní drážky a drážky omezující vznik třísek. Odhlučňovací drážky výrazně snižují hluk, který pila vydává, a to zejména při chodu na prázdno. Expanzní drážky mají pak vliv na stabilitu kotouče, která může být narušena působením tepla a odstředivými silami. Nutností je kotouč před každým použitím pily pečlivě zkontrolovat, aby se odhalily případné vady a předešlo se tak nehodě. [22]

2.2.4 Bezpečnostní předpisy

I přestože je kolébková pila prezentována jako nejsnazší a nejbezpečnější možnost určená ke zpracování dřeva, je nutné brát v úvahu, že jde stále o velmi nebezpečný stroj. A z tohoto důvodu práce s ní podléhá přísným bezpečnostním předpisům. Kontrola stroje před každým použitím a správné zvolení místa výkonu činnosti, jsou zásadními faktory, jež eliminují velkou část nehod. Stroj je zkonstruován pro použití venku na rovném povrchu z důvodu snížení rizika zakopnutí. Při samotném řezání je striktně předepsáno užívání ochranných prvků především pak kvalitních rukavic, obličejového krytu a ochrany sluchu. Obsluha stroje by měla mít přiléhavé oblečení. Dodržování pravidelných přestávek zajišťuje soustředěnou práci. [23]

Konkrétní znění všech předpisů upravuje norma ČSN EN 1870-6 +A1 (496130) Bezpečnost dřevozpracujících strojů – Kotoučové pily – Část 6: Kotoučové pily na palivové dřevo a kombinované kotoučové pily na palivové dřevo/stolové kotoučové pily s ručním zakládáním a/nebo odebíráním. Jde o evropskou normu obsahující souhrnný přehled bezpečnostních rizik spojených s řezáním palivového dřeva pomocí kotoučové pily, tato norma se týká i pil kolébkových. [23]

2.2.5 Materiály

Konstrukce kolébkové pily je tvořena výhradně svařováním ocelových profilů, ty jsou válcované za tepla v jakosti S235JRH, takže je u nich svařitelnost zaručena. Na krytování jsou použity ocelové plechy, které jsou taktéž svařovány a na některých místech spojovány pomocí šroubů. Použití robustní konstrukce z kvalitní oceli zaručuje stabilitu a funkčnost stroje. Živostnost konstrukce zvyšuje povrchová úprava s obsahem zinku, který je odolný vůči korozi a zvětvávání materiálu. [24]

2.2.6 Upřesnění parametrů práce

Technická analýza konkretizuje možnosti řešení kolébkových pil, kterých se na trhu vyskytuje velké množství. Analýza definuje ideální řešení dané problematiky, ke kterému bych se chtěl v průběhu svého navrhování co nejvíce přiblížit.

Po důkladném zvážení kladů a záporů jsem se rozhodl zaměřit na stroj poháněný asynchronním elektromotorem, pracujícím s třífázovým střídavým proudem. Motor bude disponovat příkonem 5,5 kW a otáčkami 1450 za minutu. Podle konstrukce pily bude krouticí moment pohánějící kotouč zajištěn pomocí klínového řemene nebo přímým pohonem od motoru. Konstrukce nosného rámu bude tvořena ocelovými profily, u kterých bych chtěl využít technologii ohýbání. Krytování chci volit s ohledem na maximální bezpečnost. Kolébce jakožto části, s kterou přichází uživatel nejvíce do kontaktu, věnuji maximální pozornost. Můj návrh bude v neposlední řadě zohledňovat obsluhu praváků i leváků s důrazem na bezpečnost a komfortní používání.

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Technologie pil, a to i těch kolébkových, se v průběhu let výrazně posunula dopředu. Je otázkou proč vzhled těchto strojů ve většině případů připomíná doby dávno minulé. Odpovědí může být léty prověřená funkčnost daného řešení a nároky kladné na levnou výrobu. Zájem o tento typ stroje však neupadá ba naopak. Navíc lze předpokládat, že designové řešení bude získávat postupem času čím dál tím větší váhu. Správně zvolený design, podporující ergonomii a bezpečnost, bude v budoucnu preferován uživateli všech možných produktů a jinak tomu nebude ani u kolébkových pil.

Z designérské rešerše jasně vyplývá fakt, že současné řešení kolébkových pil má u většiny strojů čistě konstrukční charakter. Výrobci se do jisté míry zaměřují na tvarování krytů pily, ale takřka ve všech případech zcela opomíjejí podstavný rám, který tvoří dominantní prvek celé konstrukce. Rám má obvykle trojúhelníkovitý charakter, vycházející z nejjednoduššího možného řešení, kterým je svaření ocelových profilů tvaru U nebo L. Krytování je svařeno z ocelových plechů, které jsou zpravidla ostře tvarovány a mnohdy se snaží kopírovat tvar kotouče. Alternativou je použití oblých hran vycházejících z kružnice. Snaha o propojení podstavného rámu s krytovaním pak ve valné většině případů působí nedořešeně. Krytování strojů opírajících se o zaručení bezpečnosti je u některých řešení sice robustní, ale přehnané. Jde převážně o stroje s nízko uloženým motorem, jejichž vzhled je takřka vždy těžkopádný.

Většina výrobců uvažuje tak, aby byl jejich produkt co možná nejsnazší na výrobu, což obvykle upozaduje vizuální stránku stroje. Chybí snaha o výraznější odlišení od konkurence. Paradoxně se najdou i společnosti, které razí po všech stránkách odlišnou filozofii a s tímto přístupem sklízí velké úspěchy.

Technická stránka strojů je srovnatelná. Z analýzy nevyplývaly žádné výrazné nedostatky. Konstrukce pil vychází ze stejných základních principů, výrazněji se liší pouze způsobem pohonu kotouče (přímý nebo pomocí klínových řemenů) a výškou uložení motoru a kotouče. Stroje jsou zpravidla poháněné asynchronním elektromotorem o výkonu 4,5 – 5,5 kW (existují však i výkonnější).

Jedním z nejdůležitějších technických faktorů je stabilita stroje. Těžiště musí být umístěno tak, aby za žádnou cenu nedošlo k jejímu narušení. Stabilitu určují rozměry a rozvržení podstavné konstrukce a umístění vnitřních komponent, především pak těžkého motoru. Jeho umístění vychází ze způsobu pohonu. Přímou poháněné pily bývají užší než pily poháněné pomocí hřídele, řemenic a klínových řemenů. Od těchto parametrů se pak odvíjí hmotnost stroje, která bývá zpravidla vysoká, což znesnadňuje manipulaci.

Rozměry stávajících řešení nepřesahují hodnoty 1400 x 1000 x 1300 mm a jejich hmotnost se pohybuje v rozmezí 90-150 kg. Maximální průřez pro pily osazené kotoučem o průměru 700 mm je 200–250 mm. Na průřez má zásadní vliv tvar, hloubka a střed rotace kolébky.

S kolébkou je pak úzce spjata ergonomie celého stroje. Pohyb kolébky by se neměl svažovat hluboko dolů, aby nebyla obsluha nucena k předklonu, který při práci vede k bolesti zad. Tak jak tomu bohužel dochází u některých strojů s nízko uloženým kotoučem a špatným pohybem kolébky. Zásadní je také výška a tvarování madla.

Prodávané stroje běžně nedisponují dle mého pohledu zásadními bezpečnostními prvky, kterými jsou zařízení umožňující fixaci materiálu při řezání a pojistka kolébky. Ergonomie téměř všech produktů absolutně opomíjí leváky, kterým tak stávající řešení značně zneprůjemňuje práci. Také vypínač je často umístěn nevhodně. Pílu je nutné při zapínání, a především vypínání obcházet. Jeho umístění na nosném rámu pak svádí uživatele se jednoduše naklonit přes kolébkou, což může vézt k úrazu. Tento nedostatek by se dal eliminovat pomocí bezpečnostní brzdy, která bude snadno dosažitelná z pracovní pozice. Je běžnou praxí, že i přes veškeré vyhlášky a doporučení, uživatel nedbá na možné ohrožení. Ovládání stroje by mělo tedy mělo být intuitivní a zároveň bezpečné. Proto ve svém řešení budu brát ohled na odstranění rizikových faktorů již při návrhu.

3.1.1 Pracovní postup obsluhy stroje

Prvním krokem pracovního procesu řezání pomocí kolébkové pily, je transport stroje na požadované místo, jež musí být rovné a bez překážek, o které by uživatel mohl zakopnout. Ten umožňují implementovaná kola a madlo. Většina strojů má kola pouze na jedné straně, pílu je tedy nutné při transportu nadzvednout a tlačit. Kola se pak zajistí proti otáčení. [23]

Poté se před každým zapnutím musí stroj zkontrolovat. Zkontroluje se tedy upevnění a stav pilového kotouče, pokud se jedná o stroj s nepřímým pohonem, je nutné také zkontrolovat napnutí klínových řemenů. Z důvodu vibrací je nezbytné zkontrolovat šroubové spoje. Až poté je možné zapnout stroj do elektrické sítě. [23]

Odjistí se kolébka a začne se řezat. Zvedání polen je ergonomicky problematickým prvkem celého procesu a však tvarování a konstrukce stroje jej může eliminovat pouze z části. A to výškou plochy pro odklad řezného materiálu. Na celkové pohodlí uživatele má vliv především výška a tvarování madla. Po vložení materiálu do kolébky se nastaví požadovaná délka řezu, poleno se zajistí proti pohybu a zatlačí se směrem ke kotouči. Kolébka se po řezu vrátí do výchozí polohy, poleno se posune a celý proces se opakuje. Po ukončení činnosti se kolébka opět složí a stroj se přesune na suché místo. [23]

V případě nebezpečí není v současné době možné stroj, díky ergonomicky nevhodnému umístění vypínače, rychle vypnout. Bylo by tedy na místě přidat bezpečnostní brzdu a také pojistku kolébky. Rozmístění madel by pak nutilo uživatele pracovat v předepsané bezpečné poloze. Je totiž velmi rizikové stát přímo proti kotouči. [23]

3.2 Cíle diplomové práce

Podstatou diplomové práce je studium a analýza rizikových faktorů spojených s řezáním dřeva pomocí kolébkové pily. Cílem práce je návrh koncepčního designu kolébkové pily s elektrickým pohonem s průměrem pilového kotouče 700 mm a maximálním průměrem polena 250 mm pro chalupáře, malohospodáře apod. Stroj celocelové konstrukce s práškovým nátěrem bude vyráběn sériově.

Dílčí cíle diplomové práce

- navrhnout kompaktní design stroje odrážející princip pracovního procesu s maximálním důrazem na stabilitu, bezpečnost, funkčnost a obsluhu
- tvarově propojit podstavný rám s krytováním stroje
- usnadnit transport stroje
- přidat bezpečnostní brzdu, pojistku proti pohybu kolébky a zařízení na fixaci materiálu v kolébce
- zajistit snadný servisní přístup a čištění
- vhodně řešit ergonomii ovládání umožňující pohodlnou manipulaci pravákům i levákům
- splnit požadavky na bezpečný provoz
- prokázat funkčnost, ergonmičnost a realizovatelnost návrhu

Technické parametry

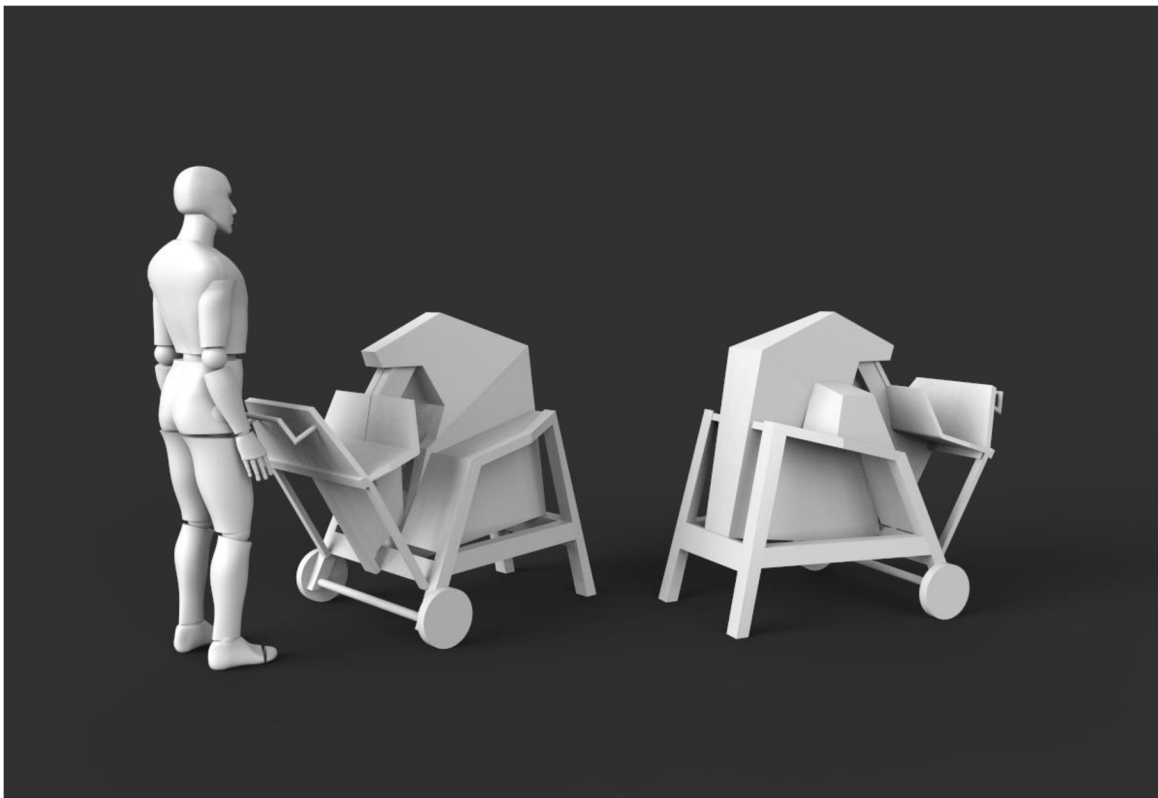
Stroj bude osazen asynchronním elektromotorem o příkonu 5,5 kW s 1450 otáčkami za minutu. Kotouč bude uváděn do chodu přímo motorem nebo prostřednictvím hřídele, řemenic a klínových řemenů, což zajišťuje větší bezpečnost. Vnitřní komponenty budou umístěny na nosné konstrukci, která nebude přesahovat rozměry 1400 x 1000 x 1300 mm a hmotnost 130 kg. Celý stroj bude vyroben z ocelových profilů a plechů z oceli válcované za tepla v jakosti S235JRH, na které bude nanesen práškový nátěr. Jednotlivé komponenty, u kterých bych chtěl využít technologie ohýbání, budou svařeny a spojeny pomocí šroubů.

Cílová skupina, cena a výroba

Vzhledem k použití ohýbaných materiálů (ocelové profily a trubky) a nadstavbových funkcí (páka na fixaci kolébky, čtyři kola, přídavné krytování a bezpečnostní brzda) lze navrhované řešení zařadit do vyšší cenové kategorie. Cena takovýchto strojů se pak pohybuje okolo 40 tisíc korun. Cílovou skupinou jsou malohospodáři, chalupáři a ostatní, kteří topí dřívím a popřípadě disponují lesním pozemkem. Lze předpokládat, že většina koncových uživatelů budou muži 25-60 let, z čehož zhruba 10 % budou leváci. S ohledem na kvalitu zpracování a nadstavbové funkce by taková to cena měla být přijatelná. Pila bude vyráběna v sériové výrobě o předpokládaném objemu několika set kusů za rok.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4.1 Varianta I.



obr. 4-1 Varianta I.

Tvarové a kompoziční řešení

První varianta vychází z ostrých linií. Významným prvkem se zde stává tvarování podstavného rámu, který se v přední části postupně rozšiřuje směrem dolů. Tento prvek je použit i v zadní části, kde však rozšiřování není tak markantní. Zadní část rámu je uložena výše než přední. Celá podstavná konstrukce se mírně rozšiřuje také do stran. Zadní nohy jsou v důsledku úspory nijak nevyužitého místa umístěny blíže u sebe. Rám je vyztužen příčkami, které korespondují s jeho celkovým tvarem. Tato kompozice zajišťuje velmi dobrou stabilitu. Kryt pilového kotouče se konstrukčně opírá o tvarování rámu, opět je zde použit prvek rozšiřování hmoty. Z bočního pohledu se kryt svažuje směrem dolů, tak aby zakryl přední část kotouče. Na levé straně na něj tvarově navazuje kryt motoru. Kolébka je tvarována, tak aby se ve složeném stavu, zaklapla do vyfrézované části krytu. Díky použití robustního krytu kotouče a plechování konstrukce, které opticky uceluje celý stroj, je toto řešení velmi komplexní.

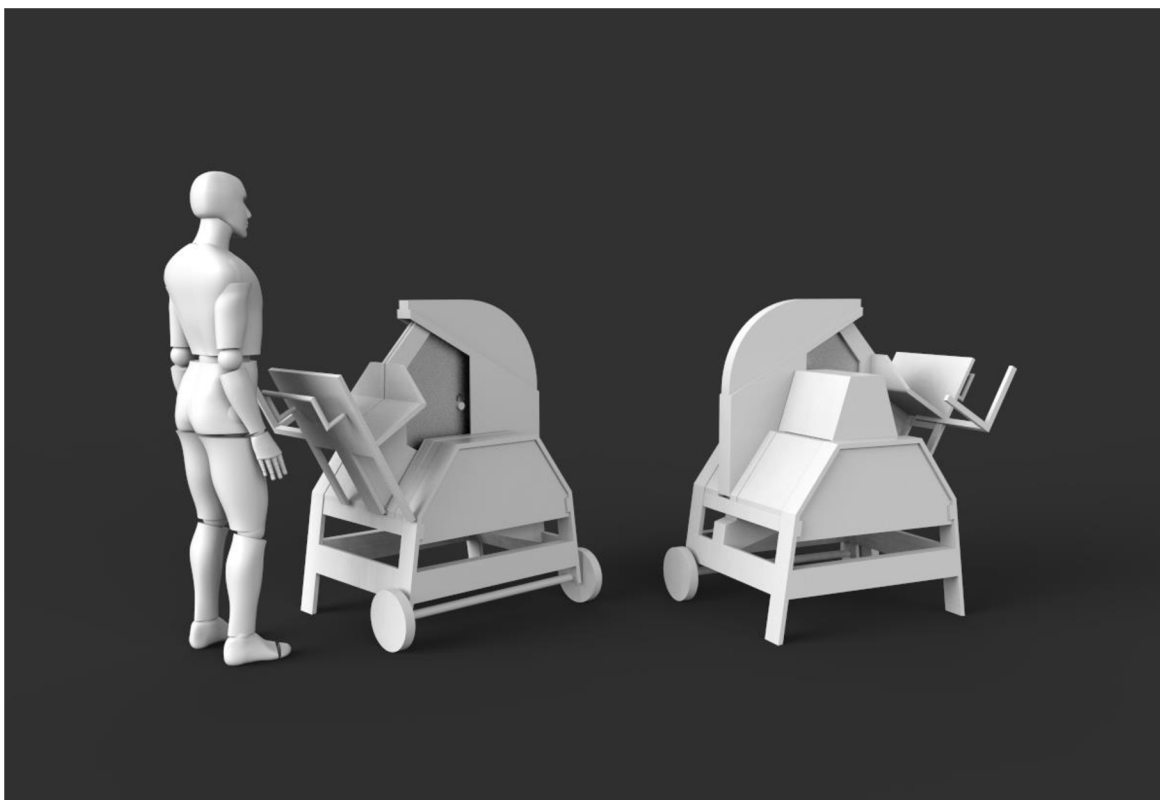
Ergonomické řešení

Umístění motoru a kotouče na střed stroje, zajišťuje pohodlnou obsluhu pravákům i levákům. Z tohoto důvodu je zkrácena šířka kolébky, tak aby bylo možné uříznuté poleno snadno odstranit. V případě řezání delšího materiálu uživatel použije prodlužovač kolébky, který je uschován v její konstrukci. Ten má univerzální tvar a dá se tak použít vlevo i vpravo. Hloubka kolébky a umístění závěsu umožňují pohodlné řezání. Kolébka se při řezu pohybuje směrem vzhůru, takže se uživatel při její obsluze nepředklání. V manipulaci se strojem slouží kola a sklopná madla.

Technické řešení

Celý stroje je vyroben z plechů a profilů z oceli, které jsou kompletovány pomocí svařování a šroubování. Na některé části krytu by pak bylo možné využít technologie ohýbání. Jako hnací síla je zde použit třífázový asynchronní elektromotor o výkonu 5,5 kW, který přímo pohání pilový kotouč. Použití přímého pohonu v kombinaci s takovýmto uložením motoru však nenabízí dostatečný průřez řezného materiálu (250 mm bez nutnosti dvojího řezu).

4.2 Varianta II.



obr. 4-2 Varianta II.

Tvarové a kompoziční řešení

Půdorys stroje vychází z obdélníku, který se postupně směrem vzhůru logicky zužuje. Charakter této varianty určuje výhradně symetrie levé a pravé části. Ta je dána způsobem používání pily. Tento stroj je taktéž navrhnout pro praváky i leváky, tvarování veškerých částí je zvoleno tak aby se v případě potřeby dalo použít na levé nebo pravé straně. Symetrie provedení, jež je nutná pro správnou funkci stroje, však nenabízí esteticky výrazně inovativnější řešení. Nosný rám se směrem vzhůru láme a zužuje dovnitř. Na horní straně pak vzniká prostor pro umístění motoru. Jeho krytování je taktéž symetrické. Jediným asymetrickým prvkem je kryt pilového kotouče, ten je tvarován tak aby odvedl maximální množství pilin.

Ergonomické řešení

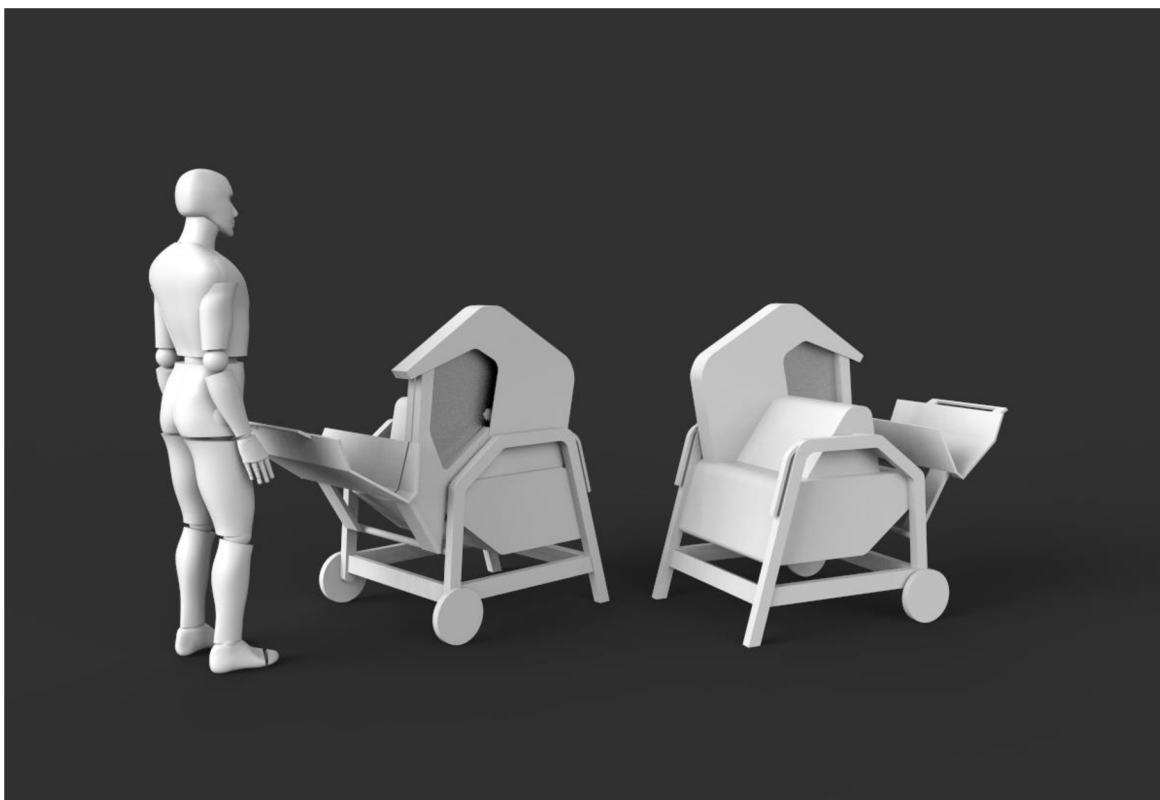
Stroj je ve své podstatě univerzální pro obě strany. Při návrhu jsem především zohledňoval používání jak praváků, tak leváků a vycházel jsem z předpokladu, že strany nebudou měněny příliš často. V případě potřeby se kryt a kolébka přesunou z pravé na levou stranu a se strojem tak může pohodlně pracovat i levák, to samé funguje i naopak. Pro změnu strany je pak ještě nutné změnit směr otáčení motoru a obrátit kotouč tak, aby zuby směřovaly dolů.

Kolébka je v tomto případě navrhnutá tak, aby byla co nejmenší a nejlehčí, její bod rotace je pak umístěn vcelku vysoko, zkracuje se tak pohyb při řezání. Její délku je nutné rozšířit pomocí prodlužovače podobně jako u předchozí varianty.

Technické řešení

Otáčení kotouče je zajištěno přímým pohonem. Jelikož v případě použití převodu síly pomocí řemenice, by bylo nutné při změně strany otočit i hřídel, tak aby docházelo k utahování. Konstrukce je svařena z ocelových profilů a plechů a rádius krytu je vytvořen pomocí ohýbání.

4.3 Varianta III.



obr. 4-3 Varianta III.

Tvarové a kompoziční řešení

Jde o pravostranný stroj, který je charakteristický užitím oblého tvarování. Dominantním prvkem se stává tvar a umístění nosné konstrukce podstavného rámu, který se vzadu rozšiřuje. Z bočního pohledu je nejdůležitějším prvkem část vystupující nad kryt motoru, ta dodává stroji na netradičnosti. Krytování stroje se dá rozdělit na dvě části. Kryt kotouče, který vychází z tvaru zaobleného šestiúhelníku, je umístěn tak, aby kontrastoval s tvarem rámu. Druhou částí je kryt motoru, jež se rozprostírá po celé šířce rámu a dodává tak pile, celistvý komplexní vzhled. Z tohoto krytu pak vystupuje část chránící řemenici, hřídel a klínové řemeny. Těžiště stroje se díky umístění motoru nachází v zadní části stroje.

Ergonomické řešení

Návrh pily nezohledňuje možnost obsluhy leváků. Kolébka je v tomto případě hodně široká, její pohyb je umožněn až po zatažení madla, které funguje jako pojistka. Když se pojistka neodjistí (madlo nezatáhne) s kolébkou není možné pohybovat. Dalším bezpečnostním prvkem je část kolébky zakrývající pilový kotouč. K transportu slouží kola na přední straně stroje a výklopná madla umístěna na rámu.

Technické řešení

Pila je poháněna pomocí hřídele, řemenic a klínových řemenů. Jelikož pohybu kolébky nebrání rozměrný motor, tento způsob spolehlivě zajišťuje zadaný průřez polena 250 mm na jeden řez a také umožňuje prokluz v případě záseku, což chrání motor a především uživatele. V návrhu jsou výrazně zastoupeny ohýbané tvary, které jsou spojeny pomocí svařování.

4.4 Finální varianta

Design kolébkové pily je sám o sobě velmi konstrukčním úkolem, veškeré prvky plní svoji funkci a jejich vhodné tvarování a umístění má zásadní vliv na funkčnost a vzhled stroje. Finální varianta je spojením varianty I a III. Z varianty I přejímá celkový charakter stroje, především pak rozložení nosné konstrukce, jejíž zadní část je umístěna výše než přední, a tvarování krytu kotouče. Zkosené přední nohy mají velký vliv na pohyb kolébky a maximální průřez. Pohon samotného kotouče a použití oblých hran vychází z varianty III. Stroj je tedy poháněn pomocí hřídele a klínových řemenů, což vykazuje lepší bezpečnostní vlastnosti a zajišťuje požadovaný průřez polen. To přispívá k ucelenému komplexnímu návrhu, u kterého je v souladu konstrukce s krytovaním. Po zhodnocení analýz je v návrhu přidán další pár kol, což by mělo velmi usnadnit transport stroje. Kolébka je opatřena pojistkou proti nechtěnému pohybu, fixační pákou.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Celkový vizuální charakter stroje je první věcí, která upoutá pozornost potenciálního zákazníka. Díky správně zvolenému designu lze produkt velmi efektivně odlišit od ostatních modelů nabízených na trhu, což pozitivně ovlivňuje prodejnost. Správně navržený design by měl zohledňovat především funkční, bezpečnostní a estetické aspekty.

Tvarové řešení vychází z cílů diplomové práce. Nejvíce klade zřetel na vizuální scelení stroje, a to zejména proto, že většinu současných řešení lze považovat za tvarově nekonkrétní, mnohdy překombinovanou a čistě konstrukční. Dále zohledňuje vyrobiteľnost a tvarování, jež levorukým umožní komfortní obsluhu. Tvarování celku i jeho jednotlivých částí má pak zásadní vliv na správnou a efektivní funkci pily.



obr. 5-1 Tvarové řešení – perspektivní pohled

5.1 Tvar a kompozice

Nejdominantnějším tvarovým prvkem návrhu jsou dvě základní křivky, které z bočního pohledu určují podobu nosné trubkové konstrukce, od níž se následně odvíjí celkový charakter stroje. Jedná se o křivku ležící pod úhlem 63° . Tento úhel je dán nejvhodnějším pohybem kolébky a zaručuje maximální průřez polena. Stejný úhel pak svírá i výřez na krytu kotouče, kryt hřídele a horní část krytu kolébky. Daný prvek vizuálně významně spojuje krytování s podstavným rámem stroje, což řeší jeden ze zásadních nedostatků stávajících produktů. Na tuto křivku plynule, pomocí rádiusu 150 mm, navazuje druhá, jež svírá s podložkou úhel 15° . Tato křivka vymezuje rozdělení horního a spodního krytu. V zadní části pak vystupuje až za krytování a určuje tak uložení transportního madla.



obr. 5-2 Definice tvaru – bokorys

Další tvarově velmi významnou křivkou je výseč kružnice, která kopíruje samotný pohyb kolébky. Je určena středem její rotace a objevuje se na výřezu krytu kotouče a bezpečnostním krytu kolébky. Trubky spojující rám ve spodní části se svažují pod úhlem 8° směrem dozadu, tento úhel rovněž určuje tvar dolní části spodního krytu. Odsazení pak umožňuje implementaci bezpečnostní nášlapné brzdy. Stroj stojí na čtyřech kolech, z čehož přední dvě mají větší průměr, což vizuálně přesouvá těžiště do zadní části.

Půdorys návrhu se pod úhlem 6° směrem dozadu mírně zavírá. Širší přední část pak zaručuje větší stabilitu, aby v průběhu řezání nedocházelo pod tíhou polena k jejímu narušení, a navíc umožňuje opticky navázat na šířku kolébky. Nevzniká zde tedy tak markantní odsazení, jak je tomu běžně zvykem. Tvarování samotné kolébky se z horního pohledu uzavírá do úrovně šířky zadních kol. To dodává stroji ucelenější charakter a umožňuje uživateli pohodlnější manipulaci při posouvání materiálu v kolébce.



obr. 5-3 Definice tvaru – půdorys, nárýs

Z pohledu zepředu se pak konstrukce logicky zavírá směrem dozadu. Zadní nohy jsou však uloženy svisle a svislá je také část konstrukce, na které jsou připojena přední kola.

Charakter celého designu staví na oblém tvarování, což se projevuje nejvýrazněji z bočního pohledu. Tvar také velmi odlehčuje užití trubek o průměru 50 mm, jakožto nosného elementárního prvku celé konstrukce. Toto tvarování má za úkol zmírnit celkový konstrukční charakter pily, který je dán především výrobou a použitím stroje.

5.1.1 Krytování

Tvarování krytů vychází z funkce stroje a odráží technologické postupy zaručující snadnou výrobu a montáž. Jedná se tedy povětšinou o rovné plochy s jednoduchým ohybem, který není nákladný na výrobu.

Kryt kotouče

Nejdůležitějším krytem je kryt pilového kotouče. Ten z bočního pohledu kopíruje tvar kružnice, která vlevo i vpravo přechází do již zmíněných křivek. Horní část krytu je tedy rovnoběžná s bočním tvarem konstrukce, zadní část se pak stejně jako zadní díl trubkové konstrukce mírně otevírá směrem ven. Vyfrézovaný tvar na levé straně krytu kopíruje pohyb kolébky a přechází hlouběji než na pravé, aby byla zajištěna snadná manipulace při výměně kotouče a klínových řemenů. Vnější plocha krytu je odlehčena pomocí zkosení hran. V místě, kde zkosení přechází do plechování, navazuje plocha, která je navařena na kryt a umožňuje jeho fixaci.



obr. 5-4 Tvar krytu pilového kotouče

Spodní kryt

Spodní kryt klesá směrem dozadu, kde je připevněn k nosné konstrukci. Takovýto tvar je nutný pro efektivní odvod pilin.



obr. 5-5 Tvar spodního krytu

Přední část vystupuje ven z krytování a vizuálně i prakticky nabírá piliny, které pomocí hybnosti získané kotoučem putují na konec krytu a dolním otvorem ven ze stroje. Otvor je hranatý a případně poskytuje možnost pro připojení redukce a použití odsávacího zařízení. Na zadní straně krytu se nachází otvory pro nasávání vzduchu, které snižují podtlak a míru hluku při řezání. Jejich tvar plní především estetickou funkci, jelikož rozčleňuje jinak jednolitou zadní plochu krytu. Pod samotnými výřezy je umístěn děrovaný plech, který plní funkci filtru, aby piliny nevyplétávaly otvory ven.

Ostatní kryty

Motor jakožto nejtěžší z komponent, má zásadní vliv na stabilitu. Proto je situován v zadní části vlevo, kde je připevněn k rámu tvořeném dvěma trubkami, na kterých je z vnější části plech. Výřezy svým tvarem korespondují s otvory na spodním krytu, jsou ovšem vyšší a uvozují tak na funkci rámu.



obr. 5-7 Tvar nosné konstrukce motoru



obr. 5-6 Tvar krytu hřídele

Kryt hřídele z předního pohledu navazuje na plechování, přechází do rádiusu, který obepíná řemenici, a následně plynule klesá směrem k motoru. Hrana krytu je opět odlehčena pomocí rádiusu 25 mm. Plechování má za cíl scelit celou konstrukci, tak aby stroj působil kompaktně, a navíc chránit motor, které sám osobě kvůli velkému zahřívání krytován není.

Na horní kryt hřídele pak pod plechováním navazuje kryt klínových řemenů, který je užší a svým tvarem dává možnost zmíněnému dopínání řemenů.



obr. 5-8 Tvar krytu klínových řemenů

5.1.2 Kolébka

Kolébka je ergonomicky a bezpečnostně jednou z nejvýznamnějších částí pily. Díky jejímu správnému tvarování lze předcházet mnoha problémům a výrazně tak zefektivnit práci. Její návrh vychází ze standardní výšky postavy 1780 mm.



obr. 5-9 Tvar kolébky

Kolébka se skládá z několika částí. Ze samotné nosné konstrukce svařené z ocelových profilů, odkládací plochy pro řezný materiál, bezpečnostního krytu, kolébkového krytu kotouče, madla a fixační páky. Konstrukce kolébky je v dolní části připevněna pomocí závěsů umožňujících rotační pohyb.

Tvar odkládací plochy vychází ze základního tvarování rámu a vymezuje maximální průřez 250 mm. Z předního pohledu se plocha směrem nahoru zužuje stejně jako zbytek stroje. Přední část je pak ohnuta přes trubkovou konstrukci, díky čemuž je zajištěn uživatelský komfort pracovníka. Ze stejného důvodu jsou zaobleny i všechny ostatní rohy. Úsek plochy nacházející se na pravé straně od kotouče má délku 250 mm, což je jedna ze standardní délek řezu (250 nebo 330 mm). Uvnitř plochy jsou vyhotoveny prolisy zamezující prokluzu polena při řezání.



obr. 5-10 Tvar odkládací plochy kolébky

Kolébkový kryt kotouče, jež zakrývá kotouč, z bočního pohledu plynule přechází ze zkosené horní části do vertikální, a poté se zasouvá do spodního krytu, do kterého odvádí nabrané piliny, které následně putují ven ze stroje. Spodní část krytu je zaoblena, tak aby její tvar korespondoval s celkem.



obr. 5-11 Tvar konstrukce kolébky

Kolébka je rozšířena o bezpečnostní kryt plnící funkci pojistky, ke kterému je připojeno madlo. Princip pojistky tkví ve výřezu kopírujícím kryt kotouče. Kryt je totiž ve výchozí pozici zvedán pomocí pružin a bez zásahu uživatele se o něj kolébka jednoduše zasekne. Šířka madla je navrhována pro obsluhu jednou rukou, druhou rukou drží pracovník fixační páku jejíž tvar je uzpůsoben tak, aby se dostala co nejhluběji do odkládací plochy a dokázala tak fixovat i polena menších průměrů. Toto řešení je tak, po malé přestavbě (přesunu fixační páky a jejího madla na druhou stranu), vhodné i uživatele s dominantní levou rukou. Mírným nedostatkem může být délka kolébky, kterou však řeší prodlužovač. Ten je tvarově totožný s odkládací plochou.



obr. 5-12 Pojistka kolébky

5.1.3 Vypínač, motor, kola

Vypínač je umístěn na levé straně stroje v ohybu hlavní nosné konstrukce. Tomu je uzpůsoben také jeho tvar. Spodní část je pak rovnoběžná se základní křivkou. Z vypínače výrazně vystupuje kulaté tlačítko nouzového vypnutí, které je umístěno na krytu, pod kterým se nachází tlačítka ON a OFF. Celá konstrukce je poté opět odlehčena zkosením. K vypínači je připojena bezpečnostní nášlapná brzda nacházející se mezi předními koly.



obr. 5-13 Tvar vypínače

Design motoru, jakožto volené součásti je neměnný. Otvory v přidavném krytu ventilace jsou rovnoběžné se zadním dílem konstrukce.



obr. 5-14 Tvar krytu ventilátoru motor a transportních kol

Vidlice předních i zadních transportních kol navazují na linii nosné konstrukce, z které ale mírně směrem ven vystupuje část, v níž je uložena brzda. Disk kol je jednoduchý. Dezén pak tvarově nasvědčuje přesunu stroje v terénu.

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

Princip funkce kolébkové pily je velmi jednoduchý a neměnný. Při práci se využívá kývavého pohybu což usnadňuje námahu a zvyšuje efektivitu. Pro správné, účinné a pohodlné používání je však důležité zohlednit technologické a ergonomické aspekty, jejichž řešení u mého návrhu se podrobně věnuje tato kapitola.



obr. 6-1 Základní princip funkce kolébkové pily

6.1 Konstrukčně-technologické řešení

Následující kapitola detailně popisuje návrh z hlediska použitých výrobních technologií, funkčních mechanismů jednotlivých částí, stavby konkrétních dílčích prvků i stroje jako celku a řeší otázku stability.

6.1.1 Rozměry

Celkové rozměry jsou 1240 x 852 x 1304 mm. Jsou dány především konstrukčně maximálním průřezem polena a průměrem pilového kotouče (průměry ze zadání: průřez 250 mm a kotouč 700 mm). Ergonomicky vychází z rešerše a zohledňují standardní výšku postavy 1780 mm a s ní spojený komfort pracovníka.

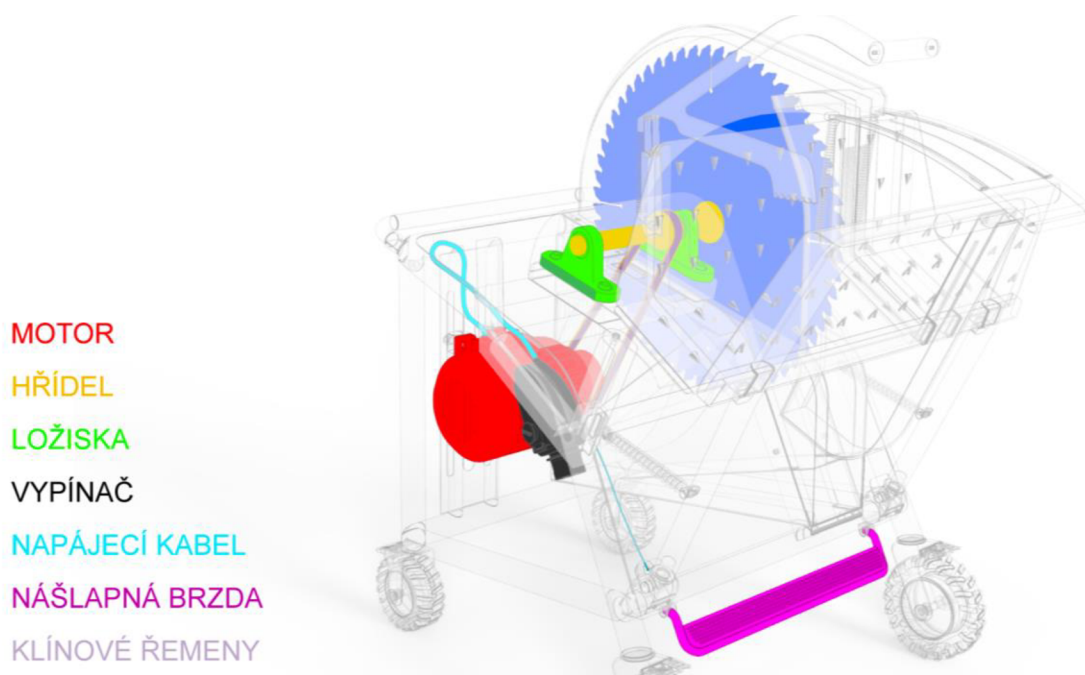
Z důvodu používání stroje z pravé strany (obsluha leváky), je šířka pily větší než u současných produktů, to zejména kvůli zajištění potřebné stability. Šířka 852 mm však spolehlivě zaručuje případné uskladnění stroje v prostorech s 900mm dveřmi. Velikost jednotlivých částí je navržena tak, aby byla zajištěna co možná největší efektivita využití materiálu a funkčnost s dodržением maximální bezpečnosti.



obr. 6-2 Rozměry

6.1.2 Vnitřní komponenty

Rozmístění vnitřních komponent se nijak zvlášť neliší od dosavadních řešení pil s elektropohonem. Druh pohonu od motoru však výrazně ovlivňuje umístění motoru a kotouče. V návrhu je použit převod točivého momentu od motoru prostřednictvím hřídele, řemenic a klínových řemenů, a to především proto, že tento typ vykazuje lepší bezpečnostní vlastnosti, snižuje rázy a míru hluku. Stroj je poháněn trojfázovým asynchronním elektromotorem o příkonu 5,5 kW s 1450 ot/min, z kterého je pomocí tří klínových řemenů přenesen točivý moment na pilový kotouč. Ten je přírubou upevněn k hřídeli, která je umístěna na nosném rámu. Motor se po trubkách pohybuje pomocí upínacího šroubu nahoru nebo dolů a napíná tak klínové řemeny. Řemeny se totiž v důsledku používání stroje časem opotřebovávají a mohlo by tak dojít jejich prověšení. K zapnutí stroje slouží vypínač umístěný v levé části konstrukce, k rychlému zastavení pak nášlapná brzda a STOP tlačítko. Kabel vypínače je uschován pod plechováním konstrukce. Situování jednotlivých prvků je určeno funkcí, velikostí a tvarovou kompozicí návrhu. Hmotnost dílů má zásadní vliv na stabilitu.

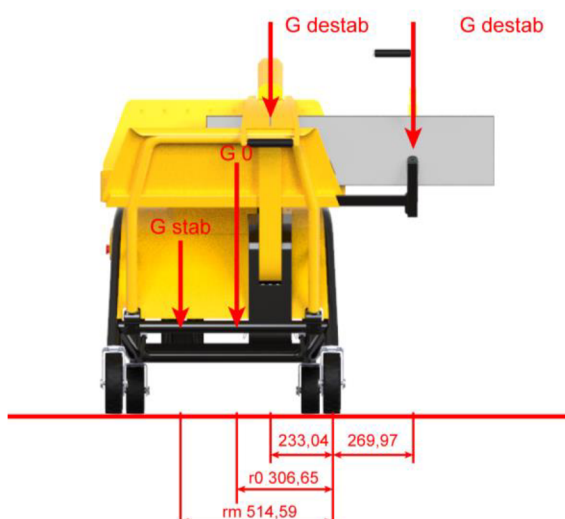


obr. 6-3 Schéma vnitřních komponent

6.1.3 Stabilita

Stabilita návrhu byla ověřena pomocí výpočtu. Ten byl proveden na základě rovnice momentové rovnováhy. Bylo počítáno se všemi výrobci stanovenou maximální délkou polena 1000 mm, při délce řezu 250 mm (standardně 250 mm nebo 330 mm). Destabilizující moment je tvořen převislou částí dřeva o objemové hmotnosti 1000 kg/m³ (čerstvý dub) a průměrem 250 mm, což je maximální použitelný profil. Destabilizující moment byl pro bezpečnost zvětšen součinitelem spolehlivosti $\gamma=1.5$.

Položka	Hmotnost [kg]	Síla [N]	Rameno [mm]	Moment [N*m]
Motor	40.00	550	306.65	122.66
Konstrukce	55.00	550	514.59	283.02
Dřevo – stabilizující část	23.00	230	233.04	53.60
Dřevo – destabilizující část	26.00	260	269.97	70.19



obr. 6-4 Výpočet stability

Momentová rovnice:

$M_{destab} < M_{stab}$

$\gamma * G_{destab} * r_{destab} < G_m * r_m + G_0 * r_0 + G_{stab} * r_{stab}$

$1.5 * 260 * 269.97 \text{ kN*m} < 550 * 306.65 + 400 * 514.59 + 230 * 233.04 \text{ kN*m}$

$105.29 \text{ kN*m} < 459.28 \text{ kN*m} - \text{vyhovuje}$

6.1.4 Stavba stroje

Jak bylo zmíněno za začátku kapitoly, základní princip kolébkové pily je neměnný, volitelný je pouze její typ. Ten lze určit podle několika hledisek, které následně značně ovlivňují konstrukci stroje. Jde především o typ pohonu pilového kotouče, s tím spojenou výšku uložení motoru a výšku uložení pilového kotouče. Důležitým aspektem ovlivňujícím konstrukci je průměr kotouče, který je již definován zadáním (700 mm) a maximální průřez polena, který byl na základě analýzy zvýšen z 200 na 250 mm.

Nosná konstrukce

Výška uložení kotouče je stanovena na základě řešerše, přičemž byla zohledněna standardní výška postavy (1780 mm). Základní konstrukci tedy tvoří robustní nosný rám svařený z ocelových trubek. Hlavní trubkový rám, je v místě uložení hřídele zpevněn ocelovými profily, stejné zpevnění se pak nachází i v místě krytování a umožňuje tak jeho instalaci.



obr. 6-5 Schéma nosné konstrukce a krytování

Krytování

Z důvodu snadné výroby a demontáže v případě opravy nebo čištění je krytování rozděleno na několik samostatných dílů, které jsou blíže specifikovány v kapitole 5.1.1. Všechny zmíněné části jsou svařeny z ocelových plechů, a u některých (kryt kotouče, hřídele a plechování) je využito technologie ohýbání. Díly jsou navzájem konstrukčně nezávislé. Celá podpurná konstrukce je umístěna pod krytovaním, které je k ní připevněno pomocí šroubů.

Kolébka

Tělo kolébky musí odolávat vibracím a být dostatečně pevné, aby nedocházelo k deformacím a vychylování pod tíhou polena. Proto je svařeno z ocelových profilů a plechů. Základním stavebním prvkem je ohnutá trubka. Ta je k hlavní nosné konstrukci připevněna stavitelnými závěsy.



obr. 6-6 Stavitelné závěsy

Trajektorii pohybu definují drážky podpůrné konstrukce, ve kterých je ukotven kryt kotouče. Návrat kolébky do výchozího stavu zajišťují tlačné pružiny. Další, ale již tažné, pružiny poté zvedají bezpečnostní kryt a fixační páku. Tvar krytu plní funkci pojistky, protože ve výchozím stavu, zabraňuje nechtěnému pohybu kolébky a má za úkol chránit uživatele před případnými odštěpkami dřeva nebo částmi odlomeného pilového zubu. Zuby fixační páky slouží k bezpečnému zajištění řezného materiálu v kolébce.



obr. 6-7 Pružiny

Součástí kolébky je ocelový profil s otvorem umožňující připojení prodlužovače, který je nezbytný při řezání delšího dříví. Ten se skládá z konstrukce, vodící lišty a válečků. Míru vysunutí určuje pravítko a délka je následně fixována pomocí křídlové matky. Po snadné přestavbě lze prodlužovač stejně jako páku použít na obou stranách stroje, díky čemuž bude pila vyhovovat i uživateli s levou dominantní rukou.

Ovládání stroje

Ovládání stroje je zajištěno normovaným třífázovým vypínačem, který je tvořen vnitřní konstrukcí a plastovým krytem. Do něj je implementována standardní 400V pětipólová vidlice. Kabel vypínače je upevněn na hlavní konstrukci pod plechováním a jeho délka umožňuje posun motoru pomocí upínacího šroubu. K vypínači je připojena nášlapná brzda, která umožňuje rychlé zastavení stroje, stejně jako nouzové tlačítko vypínače. Brzda je k rámu konstrukce upevněna pomocí závěsu na spojnici mezi koly.



obr. 6-8 Ovládání stroje

Transport

Transport pily je zajištěn čtyřmi koly z čehož zadní dvě jsou otočná. K aretaci kol je určena nášlapná brzda s pojistkou, k manipulaci se strojem madlo na zadní straně pily. To je ke konstrukci připevněno přechodem, který je schován pod plastovou krytkou. Madlo je pro komfortnější úchop pogumováno.



obr. 6-9 Transport stroje

6.1.5 Materiály

Nosná konstrukce je vyhotovena z pevných ocelových profilů a ohýbaných trubek z oceli třídy 11 (S235JRH), která se běžně používá na různé typy konstrukcí, je dobře svařitelná a je ji možné ohýbat. Plechování je z důvodu snížení hmotnosti tvořeno ocelovými pláty různých tloušťek (podle bezpečnosti). Na celou konstrukci je poté nanesen práškový nátěr, jež má za úkol zvýšit odolnost materiálu vůči korozi. Plastové díly jsou vytvořeny pomocí vstřikování ABS do formy.

6.1.6 Odvod pilin

Spodní kryt jako samostatný prvek u většiny současných produktů chybí, jeho funkci plní kryt kotouče. Přestože jde o část stroje nejvíce náchylnou na znečišťování pilinami, jeho běžné tvarování, popřípadě úplná absence, v mnoha případech nezaručuje vhodný odvod a piliny se tak kupí přímo pod strojem nebo v horším případě pod nohama uživatele.

V návrhu je tento fakt zohledněn v řešení stavby krytu. Piliny řezu jsou nejprve sraženy krytem kolébky, jehož vnější tvar má pouze estetický význam, do spodního krytu. Na dolní plochu, která plní také především estetickou funkci, je připevněn plát, s větším spádem (16°), jež zajišťuje, že část pilin, kterou ze stroje neodvede hybnost dodaná kotoučem, bude samospádem putovat až ven z odvodního otvoru.



obr. 6-10 Předpokládané proudy pilin

Přesun pilin je ovšem velmi ovlivněn řeznými podmínkami, a je tak těžké ho s přesností definovat. Největší rozdíl bude patrný u suchého a syrového dřeva čerstvě pokáceného stromu. Vlhkost čerstvého dřeva se totiž pohybuje v rozmezí 50-100 %, přičemž u dřeva dlouhodobě sušeného na vzduchu je to 15-20 %. Předpokladem je tedy, že piliny syrového dřeva budou odlišně ulpívat na zubech kotouče a zejména na spodním krytu, což změní jejich následnou trajektorii. [29]

Nepředvídatelný pohyb části pilin jsem se snažil řešit následujícími inovacemi. Piliny, které se díky velké rychlosti dostanou až do úrovně krytu kotouče, jsou díky jeho správnému tvarování a ukotvení na konstrukci, sraženy dolů. Na zadní část krytu lze připevnit redukci na napojení odsávacího zařízení. Pokud však uživatel tímto strojem nedisponuje, je možné zvětšení odvodního otvoru pomocí vyklopení zadní plochy. Ta je čepy připevněna ke konstrukci krytu a její maximální vysunutí zvětší otvor až o 300 %. Nespornou výhodou je rovněž možnost instalace pytle, díky kterému je velmi zjednodušen následný úklid. Lze tedy předpokládat velkou efektivitu tohoto řešení.

Šířka krytu (150 mm) umožňuje běžné čištění, bez nutnosti celou část demontovat. V případě hloubkové čištění však stačí sejmout pouze levý boční díl, který je připevněn několika šrouby.



obr. 6-11 Vyklopná plocha spodního krytu

6.2 Ergonomické řešení

Ergonomické řešení popisuje práci se strojem ze všech možných hledisek. Veškeré části stroje byly navrhovány s důrazem na správnou ergonomii. Tak, aby byla práce s pilou co nejvíce usnadněna a byla u ní zaručena maximální bezpečnost. Návrh je rozšířen o přídavné komponenty, jejichž absence byla vyhodnocena jako největší nedostatek současných produktů.

6.2.1 Pracovní pozice uživatele

První z velmi důležitých ergonomických otázek souvisí s pozicí pracovníka při obsluze stroje. A to zejména proto, že danou problematiku v případě kolébkové pily lze rozdělit na dvě části.

Zdvih

První částí pracovního procesu je zdvih a s ním spojená hmotnost a hloubka, popřípadě vzdálenost, z které uživatel poleno bere a nosí. Tento úkon však dokáže návrh pily zohlednit pouze výškou odkládací plochy kolébky. Je proto nutné pro výkon vybrat vhodné pracovní prostředí. Veškeré bezpečnostní předpisy týkající se kolébkových pil spravuje norma ČSN EN 1870-6 +A1 (496130) Bezpečnost dřevozpracujících strojů – Kotoučové pily – Část 6: Kotoučové pily na palivové dřevo a kombinované kotoučové pily na palivové dřevo/stolové kotoučové pily s ručním zakládáním a/nebo odebíráním. [23][28][30]

Je vhodné umístit pilu co možná nejbližší reznému materiálu a aplikovat správnou techniku zdvihu. Mít tedy nohy mírně od sebe, kolena a kyčle lehce pokrčena a zpevněna, stejně tak mít zpevněny břišní svaly a břemeno zdvihát co nejbližší u trupu. Správná technika umožňuje vyšší frekvenci zdvihů a předchází brzkému vyčerpání. Zásadně se nedoporučuje se hluboce předklánět a zvedat těžký náklad zádonými svaly. Mohlo by dojít až k poranění páteře. [23][28][30]

Výška pracovní plochy u těžké manuální práce, kterou zdvih polena bezesporu je, by se dle ergonomických zásad 50procentního percentilu měla pohybovat v rozmezí 75-90 cm od podložky u mužské a 70-85 cm u ženské populace (15-40 cm pod úrovní loktů). V tomto případě se odkládací plocha nachází ve výšce 76 cm. [28][30]



obr. 6-12 Výška nejnižšího bodu odkládací plochy kolébky

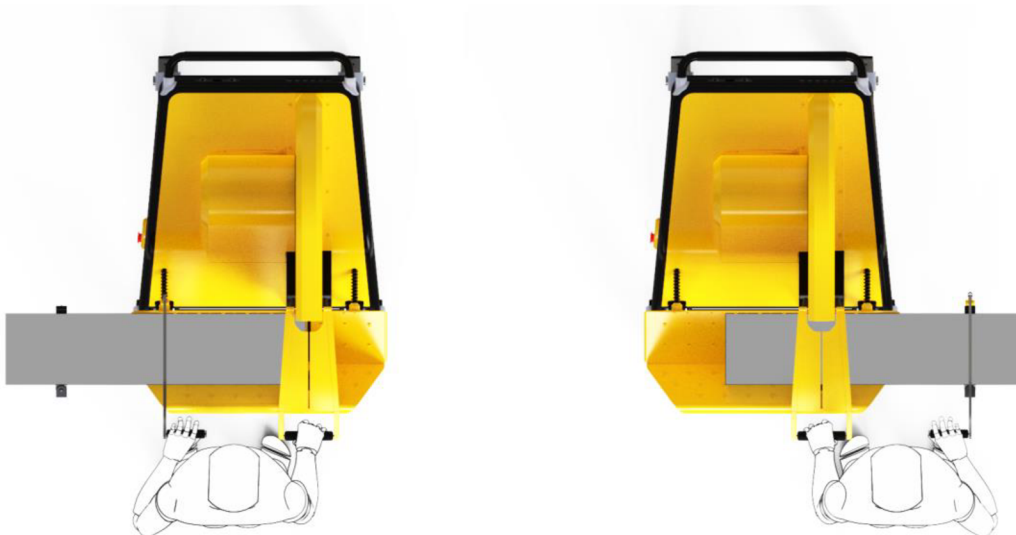
Obsluha stroje

Mezi faktory ovlivňující druhou část procesu spadají úchopové vzdálenosti madel a jejich rozmístění. Předepsaná pozice pro obsluhu kolébkové pily je poloha vstaje. Madla jsou ve výchozí pozici zvedána pomocí tažných pružin do výšky 140 cm od podložky. Při řezání se jejich výška pohybuje v rozmezí 98-109 cm. Vodorovná změna posunu madel je 40 cm a svislá 16 cm. Přičemž průměrný dosah třetího prstu u mužů při předpažení je 89 cm a u žen 81 cm. Navrhnuté vzdálenosti tak garantují přirozený pohyb a uživatel se tudíž při řezání nepředklání. [28][30]



obr. 6-13 Obsluha stroje – bokorys

Velmi důležitým prvkem je rozmístění madel na stroji a jejich ergonomické tvarování. Madlo bezpečnostního krytu kolébky, je proto navrženo pro úchop jedné ruky. Druhou rukou drží uživatel fixační páku a zabraňuje tak pohybu materiálu v kolébce. Toto řešení má podstatný vliv na pozici pracovníka před strojem, která je tak rozmístěním madel jasně definována. Uživatel tudíž nestojí nikdo přímo před kotoučem, což eliminuje eventuální riziko.



obr. 6-14 Obsluha stroje – praváci a leváci – půdorys

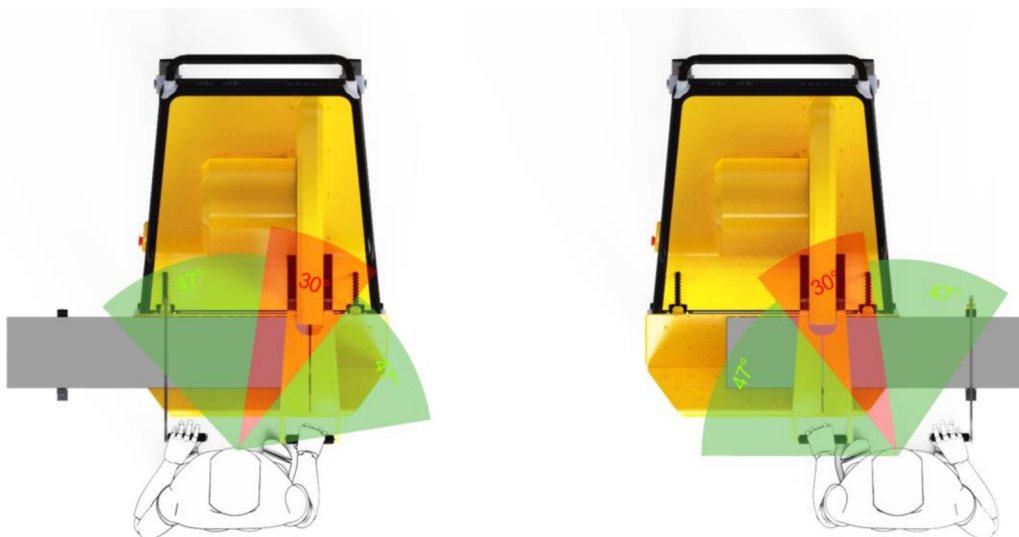


obr. 6-15 Obsluha stroje – praváci a leváci – perspektiva

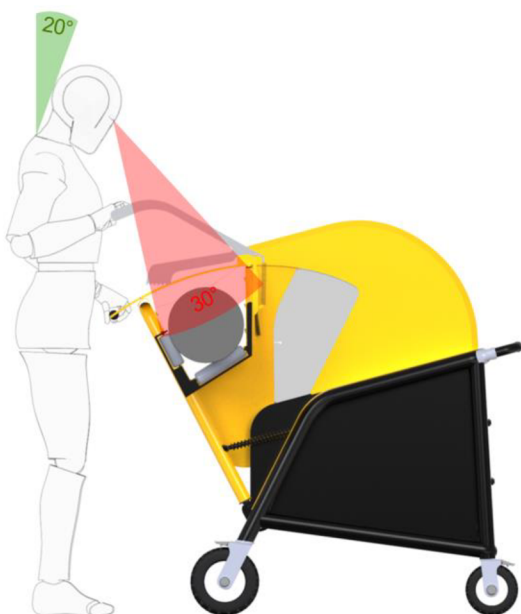
6.2.2 Zorné pole

Zorné pole neboli oblast, kterou lze vidět bez pohnutí oka, vymezuje z ergonomického hlediska prostor, ve kterém může pracovník provádět činnosti zrakově náročné práce (řez).

Zorné úhly jsou však v tomto případě velmi individuální, přičemž záleží především na výšce pracovníka. [28][30]



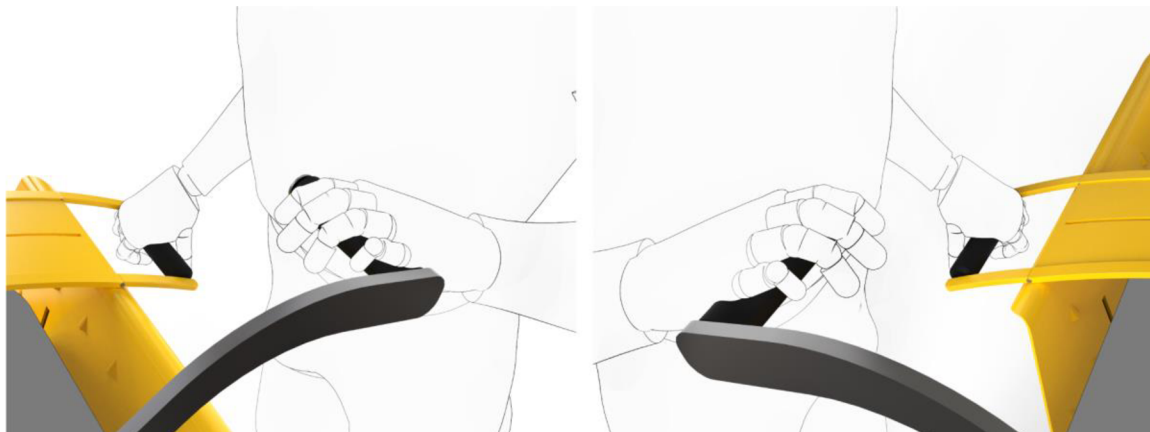
obr. 6-17 Zorné úhly – praváci a leváci – půdorys



obr. 6-16 Náklon hlavy a zorný úhel – bokorys

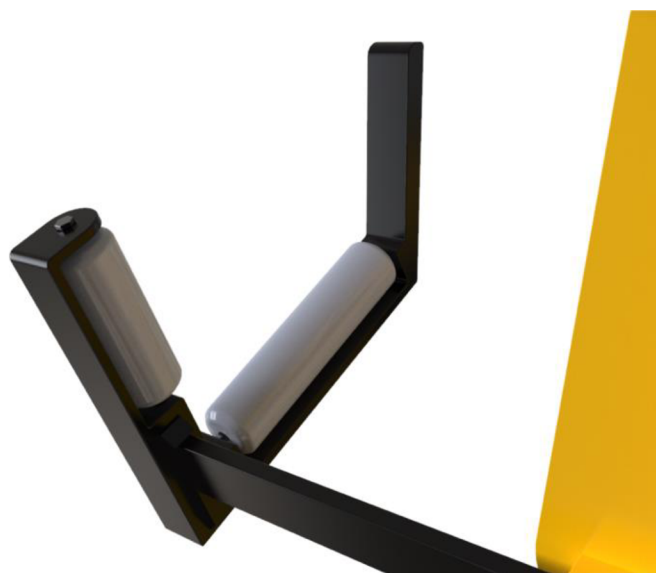
6.2.3 Madla

Veškerá madla použita v návrhu jsou určena pro silový úchop, jejich tvar má válcový charakter a jsou pogumovaná pro komfortnější držení. Všechny rukojeti mají průměr 30 mm. Šířka madla fixační páky je 140 mm a šířka rukojeti bezpečnostního krytu kolébky 160 mm. Obouruční rukojeť sloužící k transportu má šířku 502 mm.



obr. 6-18 Detail úchopu – pravíci a leváci

Madlo bezpečnostního krytu plní funkci pojistky a bez jeho sklopení není možné provést řez. Zabraňuje se tak neúmyslnému pohybu kolébky a kotouč je tím pádem stále uschován v krytování, což je další z preventivních opatření. Tomuto napomáhá tvar krytu, který je popsán v kapitole Tvarové řešení.



obr. 6-19 Prodlužovač

6.2.4 Prodlužovač

Prodlužovač slouží k rozšíření podpůrné plochy kolébky při řezání dříví větších délek. Válečky usnadňují pohyb materiálu po horizontální ose. Pravitko vyhotovené na vodící liště navazuje na pravitko v kolébce. Prodlužovač lze tedy použít dvěma způsoby, buď jako pravitko měřící délku řezu nebo pro podepření materiálu. Po nastavení potřebné délky se lišta pomocí křídlové matky zafixuje, tak aby nedošlo pod vlivem vibrací k jejímu uvolnění.

6.2.5 Transport

Pila jako taková je vzhledem ke své váze velmi náročná na přepravu. Všechny současné stroje disponují pouze dvěma koly. Při transportu je tedy nutné zadní část pily zvedat, což je při tak vysokých hmotnostech (až 120 kilo) a větších vzdálenostech velmi vysilující.

Tento problém je v návrhu řešen přidáním dalšího páru kol. Ty se nachází na zadní straně a díky možnosti rotace kolem svislé osy umožňují velmi dobrou manévrovatelnost. U zařízení jako je kolébková pila, lze předpokládat nutnost transportu po rozmanité škále terénů, které svými vlastnostmi přesun stěžují. Jde zejména o nerovnosti, měkké bahnité úseky, drny a podobně. Proto jsou v řešení použita kola o průměrech 216 a 165 mm s šířkou běhounu 61 a 65 mm, která zajišťují dobrý průjezd.

Všechna kola jsou plná, takže u nich zaniká nutnost nafukování. Vzorek kol je uzpůsoben zmíněným vlastnostem terénu. Jednotlivá kola se po přesunu zafixují pomocí nášlapných brzd s pojistkou.



obr. 6-20 Transportní kola – zadní a přední

6.2.6 Ovladače

Mimo již popsané mechanické ovladače pohybu kolébky. Jsou v návrhu implementovány i ovladače sloužící k zapnutí, a především vypnutí stroje. Hlavní ovladač je situován do ohybu nosné konstrukce na levé straně. Jeho tělo je uloženo pod plechováním, z kterého vychází do prostoru tlačítko nouzového vypnutí. Pod horním krytem jsou umístěna mechanická tlačítka zapnutí a vypnutí pily.



obr. 6-22 Detail vypínače



obr. 6-21 Nášlapná brzda – praváci a leváci

Vzhledem k povaze stroje a faktu, že není kvůli kabeláži vhodné ovladač tohoto typu připevňovat na pohyblivá místa. Bylo nutné do návrhu zahrnout i ovladač umožňující snadno dosažitelné vypnutí z pracovní pozice uživatele. Takovýto vypínač bude pak spolehlivě ovladatelný i uživatelem s levou dominantní rukou. Tento prvek je řešen podobou bezpečnostní nášlapné brzdy. Její přítomnost zajišťuje rychlé vypnutí v případě nebezpečí vzniklého nepozornou a nesprávnou obsluhou, nebo v případě mechanické závady. Indikátorem mechanických závad se stává především zvuk stroje, jehož nesprávný chod je spolehlivě rozpoznatelný.

6.2.7 Servisní přístup

Všechny díly opláštění je možné díky převažujícím šroubovým spojením velmi snadně demontovat.

Při výměně pilového kotouče je nejprve nutné uvolnit kolébku z vodících drážek, následně sejmout kryt kotouče uchycený šesti šrouby k podpůrné konstrukci. Pro komfortnější manipulační prostor je dále vhodné oddělat i kryt hřídele. Poté již nic nebrání uvolnění kotouče z příruby na hřídeli a jeho výměně.

Výměna klínových řemenů je koncipována podobně. Aby nedošlo k poškození je taktéž nutné demontovat kotouč. Následně se uvolní přední a zadní dílec krytu řemenů. Pohybem motoru po nosné konstrukci se povolí napnutí řemenů. Poté se uvolní matice jedné strany hřídelové podpěry, díky vzniklému otvoru se nejprve odejmou staré a následně navlečou nové řemeny.

Do servisních pravidel mimo uvedené patří také kontrola napnutí řemenů a uchycení kotouče. Tyto úkony je třeba provést před každým použitím

6.2.8 Bezpečnost

Bezpečnostní prvky se obecně dělí na dva typy. Na aktivní, jichž funkce je zabránit nehodě, ještě předtím, než k ní dojde a pasivní, které eliminují míru jejího dopadu.

Aktivní bezpečnost je v návrhu zohledněna především vhodným krytováním funkčních částí stroje. V případě daného řešení nemá, při dodržení předepsaných pracovních postupů, zejména používání páky a madla, pracovník praktickou žádnou šanci přijít do přímého kontaktu s kotoučem. Všechny aktivní nezbytné prvky bezpečnosti, jež nejsou součástí návrhu upravuje norma ČSN EN 1870-6 +A1. [23]

Řadí se mezi ně používání ochrany sluchu, použití ochranných brýlí nebo obličejového štítu a kvalitních rukavic, v době pracovního výkonu musí mít pracovník oblečený vhodný přiléhavý oděv a měl by si z důvodu udržení bdělosti dávat pravidelné přestávky. [23]

Hlavním pasivní bezpečnostním prvkem je nouzové tlačítko vypnutí, a především rozšíření v podobě nášlapné brzdy. Přidání tohoto komponentu je založeno na předpokladu, že v případě nehody je použití nohy nejrychlejším a někdy jediným možným řešením, jak stroj vypnout. Jelikož nejčastějším způsobem nehody spojeným s kotoučovou pilou je poranění rukou. [23]

6.2.9 Koncepce stroje pro leváky

Jedním z cílů práce bylo uzpůsobení návrhu pro uživatele s více dominantní levou rukou. Jak již bylo v textu několikrát zmíněno, návrh všech ovládacích a funkčních částí stroje tento aspekt zohledňuje. Nejdůležitějším hlediskem byla stabilita, která je po ověření výpočtem dostačující. Funkce bezpečnostního krytu, zůstává i při použití z druhé strany zachována. Obdobně je tomu i u fixační páky a prodlužovače, které díky jednoduché přestavbě nebylo nutné vyhotovovat ve dvou kusech. Fixační páka se však místo na konstrukci kolébky, připevní právě na prodlužovač. Uložení vypínače na levé straně stroje, řeší implementace nášlapné brzdy. Ostatní ovládací a funkční prvky jsou pro obě strany stejné.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Barevné řešení je, stejně jako tvar zařízení, prvním z aspektů stroje, které zaujmout pozornost potencionálního uživatele. Barevnost pak do značné míry dokáže změnit celkový výraz návrhu tím, že vizuálně rozdělí tvar a určí tak povahu produktu, zvýrazní důležité linie nebo naopak potlačí nedůležité. Výběr vhodného barevného řešení kolébkové pily má tedy především psychologický a marketingový dopad. Právě díky zapamatovatelnosti a spojení barev s konkrétní značkou je velká většina produktů vyhotovena v souladu s barevností vizuálního stylu firmy.

7.1.1 Barevné členění

Barevné rozdělení tvaru je nejdůležitější částí barevného řešení, a proto byla jeho vhodná koncepce věnována značná pozornost. Nejprve bylo nutné definovat charakteristiku tvaru a na jaké konkrétní tvarové aspekty a vlastnosti má být rozložením barev kladen důraz.

Nejlogičtější a nejvhodnějším řešením bylo rozhodnuto podpořit kompozičně nejvýraznější linii, která je určena tvarem nosné konstrukce z bočního pohledu. Tato křivka odděluje pohyblivou sekci stroje, která pojímá kryt pilového kotouče a kolébkou, od statické, do které se řadí konstrukce, spodní kryt a kryt klínových řemenů. Jako spojující prvek obou částí jsou zvoleny pružiny vracející kolébkou do výchozího stavu, závěsy zajišťující kývavý pohyb a plechování konstrukce. Pro zdůraznění bylo rozhodnuto barevně odlišit některé další detaily, spojené především s transportem stroje.

7.1.2 Výběr barev

Finální varianta

Výběr barev je stejně jako rozdělení určen způsobem použití a charakteristikou jednotlivých částí. V případě kolébkové pily pak velmi závisí také na funkci stroje a s ní spojenou značnou mírou nebezpečí.

Pro statickou část, u které lze předpokládat největší míru znečištění, je z tohoto důvodu zvolena černá barva, která má podpořit vizuální stabilitu. Na všechny zmíněné části stroje je tedy nanesen černý lesklý práškový nátěr. Z důvodu narušení jednoduše a spojení statické a pohyblivé části, jsou černé také detaily pružin kolébky a prodlužovač. Žlutá barva nátěru pohyblivé části pak plní funkci psychologickou, snaží se v uživateli vzbudit pozornost a udržovat ho tak stále bdělého. Vyvážené spojení těchto dvou barev tak působí velmi neotřelým dojmem. U detailu krytky přechodu transportního madla, válečků prodlužovače a vidlic kol se objevuje světle šedá barva. Disky kol, fixační páka a samozřejmě kotouč, jsou ponechány v přirozené barvě kovu. Parametry žluté barvy jsou: RAL: 1023, HEX: #F2DE17, RGB: 242,22,23, CMYK: 8,6,98,0.



obr. 7-1 Finální barevná varianta

Alternativní barevné varianta I.

Pro první alternativní barevnou variantu bylo zvoleno střídavějšího výběru barev. Signifikantní barvou se stává šedá barva pohyblivé části stroje, která je s černou barvou statické části v přirozeném souladu a lze tedy říci, že kombinace působí velmi klidným až elegantním dojmem. Parametry šedé barvy jsou RAL: 7031, HEX: #868F97, RGB: 130,139,147, CMYK: 52,39,5,3.



obr. 7-2 Alternativní barevná varianta I.

Alternivní barevná varianta II.

Druhá barevná alternativní varianta je vyhotovena kombinací zelené barvy pohyblivé části a tmavě šedou barvou statické části stroje. Barva detailů je stejně jako v obou předchozích případech černá. Parametry zelené barvy jsou: RAL: 6018, HEX: #8FCA51, RGB: 143,202,81, CMYK: 48,0,88,0. Parametry šedé pak: RAL: 7005, HEX: #393939, RGB: 69, 69, 69, CMYK: 67,60,58,43.



obr. 7-3 Alternativní barevná varianta II.

7.1.3 Název a logotyp

Při návrhu názvu byly nejprve zhodnoceny všechny výše popsané inovace pily. Implementování tohoto prvku do názvu má především marketingový potenciál. Jako hlavní přínos, jež by mohl mít na prodejnost značný vliv byl zvolen fakt, že pila je určena i pro uživatele s levou dominantní rukou. Proto stroj nese název FORBO. Ten vznikl zkrácením sloganu „pro obě strany“ anglicky tedy „for both sides“. Jednoduchým spojením těchto slov bylo docíleno velmi zajímavého a dobře znějícího názvu.

Logotyp je tvořen tučnou kurzívou bezpatkového písma Rubik. Jehož mírné zaoblení a naklonění je v souladu s charakteristikou návrhu. Na stroje je poté umístěn na zadní dolní straně krytu pilového kotouče.



obr. 7-4 Logotyp



obr. 7-5 Aplikace logotypu – perspektivní pohled a bokorys

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Jednou z hlavních psychologických funkcí je působení stroje na člověka. Kolébková pila je stroj sloužící k řezání materiálu, který díky velmi silnému motoru a ostrému kotouči, představuje velké bezpečnostní riziko. Tento důležitý aspekt by proto měl být návrhem zohledněn.

Většina strojů má ostré tvarování vycházející z technologických postupů. V tohoto řešení je, však snížení konstrukční povahy tvaru jedním ze stěžejních pilířů práce. Vzhledem k použití oblého tvarování takřka na všech součástech stroje je nutné tuto psychologickou funkci nahradit jinak. Jako kompenzace bylo zvoleno barevné členění a vhodný výběr barevných tónů a odstínů. Statické části stroje, kterými jsou nosná konstrukce a spodní kryt, jsou z důvodu zdůraznění vizuální stability černé. V kontrastu s nimi je pohyblivá část a kryt hřídele a kotouče nabarvený žlutě. Sytá žlutá barva světlého tónu má pak za úkol upozorňovat na výše popsanou míru nebezpečí a udržovat uživatele bdělého.

Dalším důležitým psychologickým aspektem je kvalita a bytelnost provedení stroje. Jak bylo zjištěno z uživatelských recenzí, míra zpracování některých prodávaných pil je upozaděována na úkor velmi výhodné ceny. U těchto strojů při používání často dochází ke kroucení materiálu, použité plechování vibruje, popřípadě skřípe. Což má negativní vliv právě na psychiku člověka. Z tohoto důvodu je pro navrhované řešení zvolena velmi pevná trubková konstrukce a vhodná tloušťka krytování, která by měla zmíněné nedostatky eliminovat.

8.2 Sociální funkce

Celkový návrh stroje je výrazně ovlivněn konkrétní cílovou skupinou, jejíž parametry a požadavky design zohledňuje. Do vybrané cílové skupiny se řadí především chalupáři, malohospodáři a ostatní, kteří buď topí palivovým dřevem nebo disponují lesními pozemky. Díky velké námaze spojené se zpracováním dřeva, lze velmi pravděpodobně předpokládat, že výhradním uživateli budou muži ve věkovém rozmezí 25-55 let. Z čehož počet leváků lze odhadovat zhruba na 10 %, což je nezanedbatelně vysoký počet.

I přes toto zjištění žádný ze současných výrobců obsluhu pracovníků s levou dominantní rukou nezohledňuje. Proto je tento fakt určen jako jeden ze zásadních cílů práce. Přizpůsobení pily je založeno na neměnné nosné konstrukci a snadno přestavitelných madlech, jejichž velikost je navrhována pro 50% percentil mužské postavy, přičemž dané vzdálenosti zohledňují i ženský 50% percentil. Návrh pily vychází z průměrné výšky postavy 1780 mm a s ní spojených dosahových vzdáleností ovládacích prvků. Prodlužovač při použití z pravé strany od kotouče, slouží jako prodloužená odkládací plocha kolébky a na jeho konstrukci se připojí fixační páka. Je tedy zaručené pohodlné používání stroje z obou stran. Zastavení kotouče je navíc řešeno prostřednictvím inovativní nášlapné brzdy, která je snadno dosažitelná z pracovní pozice a tvoří tak výrazně bezpečnější alternativu nouzovému STOP tlačítku vypínače.

8.3 Ekonomická funkce

Ekonomická funkce je ve velké míře ovlivněna funkcí psychologickou i sociální. Strategie většiny současných výrobců, je založena na použití ostrého tvarování, které je méně nákladné na výrobu, což se projevuje především v ceně a tvarování těchto strojů. Největším nedostatkem je tak tvarová stejnost řešení, u kterých se objevuje prvek nekompaktnosti podstavného rámu a krytování. V konceptu pily je z tohoto důvodu použito oblého tvarování, které je sice nákladnější na výrobu, ale dokáže nabídnout odlišné řešení. Dalším odlišením od konkurence je propojení tvaru pomocí základních křivek, jejichž směr je aplikován na všech částech stroje.

Celková cena stroje je tedy určena především použitými materiály, technologiemi výroby, kvalitou zpracování a použitím přídatných komponent usnadňujících komfort uživatele. Cena se také liší s ohledem na jednotlivé výrobce a pohybuje se v rozmezí od 10 do 40 tisíc korun. Předpokládanou cenu konceptu lze tak zařadit do vyšší cenové kategorie. Což je určeno především implementací bezpečnostních komponent a zmíněným tvarováním.

9 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá problematikou kolébkových pil. Přičemž návrh byl tvořen podle běžného designérského postupu. Pro jasnější vhled do problematiky byla nejprve zmapována historie těchto strojů, která popisuje vývoj od druhé poloviny 18. století. Následně bylo vybráno několik zástupců trhu, jejichž produkty byly zhodnoceny po designérské, ergonomické a technické stránce. Technická analýza poté detailně objasnila dělení strojů, jejich konstrukční parametry a požadavky na bezpečnost. Následně byla specifikována cílová skupina, která pomohla vymezit cíle práce.

Podstatou práce bylo studium a analýza rizikových faktorů spojených s řezáním dříví pomocí kolébkové pily. Tyto informace jsem získal teoretickými analýzami a fyzickou prací se strojem. Souhrnné nejdůležitější problémy a nedostatky jsou podrobně popsány v kapitole Analýza problému, kde z nich jsou následně vyvozovány závěry, jež formují cíle práce

Hlavním cílem práce tedy byl návrh koncepčního designu kolébkové pily s elektrickým pohonem s průměrem pilového kotouče 700 mm a maximálním průměrem polena 250 mm. Z analýz problému vyplynulo, že nejbezpečnějším řešením je použití nepřímého pohonu pilového kotouče. Tyto parametry následně výrazně ovlivnily tvar a kompozici konstrukce.

Nejdominantnějším tvarovým rysem návrhu je použití dvou základních křivek, jež jsou vymezeny vhodným pohybem kolébkou a z bočního pohledu definují tvar nosné konstrukce. Aplikací tohoto prvku na ostatní části stroje se podařilo dospět k tvarově kompaktnímu řešení, u kterého jsou v souladu nosný rám s krytovaním. Dalším signifikantním prvkem návrhu je použití oblého tvarování, čehož je docíleno ohýbáním trubek a plechů. Oblý charakter návrhu tak odlehčuje výrazný konstrukční vzhled stroje, který byl shledán jako další nedostatek současných produktů. S tímto stylem korespondují ostatní části stroje.

Uživatelský komfort a bezpečnost vychází z návrhu kolébkou a ovládacích prvků, jejichž tvar je ověřen standardní výškou postavy 1780 mm a zohledňuje 50% percentil mužské populace tvořící největší podíl cílové skupiny uživatelů. Koncept rozmístěním madel vymezuje bezpečný postoj pracovníka, který díky tomu nestojí přímo před pilovým kotoučem, což je velmi nežádoucí. Kolébka je rozšířena o bezpečnostní kryt, v kterém se nachází výřez zamezující jejímu nechtěnému pohybu. Pro spolehlivou fixaci polena při řezu je navržena fixační páka. Transport, který je kvůli vysoké hmotnosti velmi nekomfortní řeší přidání zadních otočných kol. Díky, kterým je přesun stroje výrazně jednodušší a umožňuje lepší manévrovatelnost. Zásadním prvkem je přidání nášlapné bezpečnostní brzdy, která je díky umístění mezi předními koly, snadno dosažitelná z pracovní pozice a umožňuje tak velmi pohotové zastavení stroje. Spodní kryt je rozšířen o přídatnou možnost vysunutí zadního krytu a následně připojení redukce odsávacího zařízení nebo pytle, což usnadňuje úklid.

Důležitým výstupem je fakt, že po snadné přestavbě, pouze dvou jednoduchých prvků (fixační páky a prodlužovače) je stroj určený také pro pracovníky s levou dominantní rukou. Bezpečnost pily samozřejmě zůstává stále stejná. Vyrobitelnost a funkčnost je ověřena podrobným rozbořem jednotlivých částí stroje.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JONES, P. d' A. a E. N. SIMONS. *Story of the Saw*. London: Newman Neame, 1961
- [2] Tabitha Babbitt - Alchetron. *Alchetron, Free Social Encyclopedia for World* [online]. Indie: Alchetron, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://alchetron.com/Tabitha-Babbitt#->
- [3] What are carbide tips?. *HowStuffWorks* [online]. Atlanta: iHeartMedia [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://home.howstuffworks.com/question341.htm>
- [4] LEVINE, Mike. Machinery photo index. In: *VintageMachinery.org* [online]. 2005 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <http://vintagemachinery.org/photoindex/detail.aspx?id=3178>
- [5] *Wippkreissäge*. Německo. DE202010011450U1.
- [6] Bezpečné kolébkové cirkulárky. *ITest | Testujeme pro Vás* [online]. Praha: iTTest, 2018, 2015 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.itest.cz/zahradni-technika/bezpecne-kolebkove-cirkularky/>
- [7] *Scheppach* [online]. Ichenhausen (Německo): Scheppach, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: https://www.scheppach.com/home_en.aspx
- [8] *Home | Lumag* [online]. Kirchdorf am Inn (Německo): LUMAG, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.lumag-maschinen.de>
- [9] *Německá kvalita za rozumnou cenu to je lumag.cz* [online]. České Budějovice: LUMAG CZ, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.lumag.cz>
- [10] *POSCH Leibnitz; Brennholz spalten und sägen; Brennholzmaschinen* [online]. Leibnitz (Rakousko): POSCH, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.posch.com>
- [11] *ZAHRADNÍ TECHNIKA VARI* [online]. Libice nad Cidlinou: VARI, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.vari.cz>
- [12] *FROTT s.r.o.* [online]. Koryčany: Frott, 2014 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.frott.cz>
- [13] Hospodářská víceúčelová pila HVP 60A - 4kW. *Namir.cz | Specialista na zahradní techniku* [online]. Praha: Namir.cz, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.namir.cz/hospodarska-viceucelova-pila-hvp-60a-2872.html>
- [14] HECHT 890 - benzínová okružní pila. *HECHT - specialista na zahradu* [online]. Tehovec: Hecht, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://cz.hecht.cz/hecht-890-benzinova-okruzni-pila>
- [15] *HMG Maschinen* [online]. Reisbach: HMG Hess, 2016 [cit. 2018-05-1]. Dostupné z: <https://hmg-maschinen.de/>
- [16] Elektromotory - proč a jak - Elektromotory.cz. *Elektromotory.cz* [online]. Mohelnice: D2Drives, 2015 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.elektromotory.cz/podpora/poradna-neboli-jak-na-to/elektromotory-proc-a-jak>
- [17] Asynchronní motor. *Domů - PohonnaTechnika.cz* [online]. 2015 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.pohonnatechnika.cz/skola/motory/asynchronni-motor>
- [18] Asynchronní motor. In: *Odborná terminologie v cizích jazycích pro žáky SŠ* [online]. Ústí nad Labem: Střední průmyslová škola, Ústí nad Labem, Resslova 5, 2017 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z:

- <http://vyuka.odbornaterminologie.cz/multimedia/photo/elektro/2-2/2-2-1-asynchronni-motor-cz.png>
- [19] Kolébková pila GÜDE GWS 700 EC. In: *Nářadí pro dílnu, dům i zahradu, ruční nářadí* | RR-Naradi.CZ [online]. Praha: rr-naradi.cz, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: https://www.rr-naradi.cz/data/products/detail__7966.jpg
- [20] Kolébková pila Zipper ZI-WP700T. - Sbazar.cz. In: *Bazar a inzerce zdarma - Sbazar.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.sbazar.cz/hrolini/detail/26458315-kolebkova-pila-zipper-zi-wp700t>
- [21] Vidiové pilové kotouče, kotouče SK plátky | NAKO Pardubice. NAKO Pardubice [online]. Pardubice: NAKO Pardubice, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.nako.cz/2312-elektricke-naradi/2377-elektricke-pily/2383-prislusenstvi/2384-pro-kotoucove-a-pokosove-pily/2386-vidiove-kotouce.html>
- [22] Jaký vybrat pilový kotouč?. *NaradiOnline* | *Profi i hobby ruční elektrické nářadí, příslušenství a nástroje* [online]. Blatná: BP-SERVICE, 2018 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <https://www.naradionline.cz/pilove-kotouce-vyber>
- [23] ČSN EN 1870-6 +A1 (496130) Bezpečnost dřezpracujících strojů - Kotoučové pily - Část 6: Kotoučové pily na palivové dřevo a kombinované kotoučové pily na palivové dřevo/stolové kotoučové pily s ručním zakládáním a/nebo odebíráním
- [24] Povrchové úpravy, zinkování, niklování, chromování, lakování, Laser Technology s.r.o. <http://www.lasertechnology.cz>[online]. Prostějov: LASER TECHNOLOGY, 2016 [cit. 2018-05-01]. Dostupné z: <http://www.lasertechnology.cz/surface-treatment.html>
- [25] *Home - ZIPPER Maschinen GmbH* [online]. Schlüßlberg (Rakousko): ZIPPER Maschinen, c2008-2018 [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://www.zipper-maschinen.at/EN/>
- [26] *COLLINO Costruzioni Meccaniche* [online]. Savigliano (Italy): COLLINO COSTRUZIONI, c2015 [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <http://www.collinocostruzioni.com/en/>
- [27] *Elektra Beckum – Purkart Systemkomponenten* [online]. Großrückerswalde (Niederschmiedeberg): ELEKTRA BECKUM, c2017 [cit. 2018-11-18]. Dostupné z: <https://elektra-beckum.de/>
- [28] ČSN EN ISO 14738. *Bezpečnost strojního zařízení - Antropometrické požadavky na uspořádání pracovního místa u strojního zařízení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [29] ŠKÁRA, Ivan. *Materiály a technologie - Dřevo*. Brno, 1996. Učebnice. MU.
- [30] GILBERTOVÁ, Sylva a Oldřich MATOUŠEK. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0226-6.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

obr. 2-1 Velká okružní pila od Tabithy Babbitt [2].....	14
obr. 2-2 Detail integrovaných impregnovaných zubů [3]	15
obr. 2-3 První kotoučová pila s přímým pohonem od motoru [4].....	16
obr. 2-4 Moderní kolébkové pily [6].....	16
obr. 2-5 Kolébková pila Scheppach HS720 [10]	17
obr. 2-6 Kolébková pila Lumag ws700 [9]	18
obr. 2-7 Kolébková pila Posch [10]	19
obr. 2-8 Kolébková pila VARI KP-700 [11].....	20
obr. 2-9 Kolébková pila Zipper ZI-WP700TN [25]	21
obr. 2-10 Kolébková pila Collino SCM70ET-PRO [26].....	22
obr. 2-11 Kolébková pila Elektra Beckum BW750 [27].....	23
obr. 2-12 Multifunkční kotoučová pila Frott hyp-60a [13]	24
obr. 2-13 Vlastní fotodokumentace kolébkové pily	25
obr. 2-14 Benzínová kolébková pila Hecht 890 [14].....	26
obr. 2-15 Konstrukce kolébkové pily s výkonem 2,2 kW [7].....	27
obr. 2-16 Schéma jednotlivých částí kolébkové pily.....	27
obr. 2-17 Schéma asynchronního elektromotoru [18]	28
obr. 2-18 Konstrukce kolébkové pily [19]	29
obr. 2-19 Kolébková pila s robustním krytováním [10].....	29
obr. 2-20 Odkládací plocha kolébky [20]	30
obr. 2-21 Vidiový pilový kotouč s destičkami ze slinutého karbidu [22].....	31
obr. 4-1 Varianta I.	37
obr. 4-2 Varianta II.	39
obr. 4-3 Varianta III.....	41
obr. 5-1 Tvarové řešení – perspektivní pohled	43
obr. 5-2 Definice tvaru – bokorys.....	44
obr. 5-3 Definice tvaru – půdorys, nárys	45
obr. 5-4 Tvar krytu pilového kotouče	46

obr. 5-5 Tvar spodního krytu	46
obr. 5-6 Tvar krytu hřídele	47
obr. 5-7 Tvar nosné konstrukce motoru	47
obr. 5-8 Tvar krytu klínových řemenů	48
obr. 5-9 Tvar kolébky	48
obr. 5-10 Tvar odkládací plochy kolébky	49
obr. 5-11 Tvar konstrukce kolébky	50
obr. 5-12 Pojistka kolébky	50
obr. 5-13 Tvar vypínače	51
obr. 5-14 Tvar krytu ventilátoru motor a transportních kol	51
obr. 6-1 Základní princip funkce kolébkové pily	52
obr. 6-2 Rozměry	53
obr. 6-3 Schéma vnitřních komponent	54
obr. 6-4 Výpočet stability	55
obr. 6-5 Schéma nosné konstrukce a krytování	56
obr. 6-6 Stavitelné závěsy	57
obr. 6-7 Pružiny	57
obr. 6-8 Ovládání stroje	58
obr. 6-9 Transport stroje	58
obr. 6-10 Předpokládané proudy pilin	59
obr. 6-11 Výklopná plocha spodního krytu	60
obr. 6-12 Výška nejnižšího bodu odkládací plochy kolébky	62
obr. 6-13 Obsluha stroje – bokorys	62
obr. 6-14 Obsluha stroje – praváci a leváci – půdorys	63
obr. 6-15 Obsluha stroje – praváci a leváci – perspektiva	63
obr. 6-16 Náklon hlavy a zorný úhel – bokorys	64
obr. 6-17 Zorné úhly – praváci a leváci – půdorys	64
obr. 6-18 Detail úchopu – praváci a leváci	65
obr. 6-19 Prodlužovač	65
obr. 6-20 Transportní kola – zadní a přední	66

obr. 6-21 Nášlapná brzda – praváci a leváci	67
obr. 6-22 Detail vypínače	67
obr. 7-1 Finální barevná varianta.....	71
obr. 7-2 Alternativní barevná varianta I.	72
obr. 7-3 Alternativní barevná varianta II.	72
obr. 7-4 Logotyp	73
obr. 7-5 Aplikace logotypu – perspektivní pohled a bokorys	73

12 PŘÍLOHY

Fotografie modelu

