

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

Katedra materiálu a strojírenské technologie



Diplomová práce

**Návrh a konstrukce zařízení na odslupování
kokosu**

Bc. David Maxa

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Maxa

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Návrh a konstrukce zařízení na odslupkování kokosu

Název anglicky

Design and construction of coconut dehusking equipment

Cíle práce

Cílem diplomové práce je shromáždit a analyzovat aktuální poznatky o zařízeních, které se používají pro zpracování kokosových ořechů. Student shromáždí literární poznatky o předmětné problematice, ve které se zaměří především na rozbor problematiky týkající se odslupkování.

V praktické části student navrhne a provede ekonomickou analýzu zařízení, které bude použitelné do komplexní technologické linky na zpracování kokosových ořechů.

Metodika

Současný stav řešeného problému (literární rešerše),

Cíl práce a metody jejího zpracování,

Výsledky experimentů a jejich diskuse,

Závěry a přínos práce.

Doporučený rozsah práce
cca 60 stran

Klíčová slova

Konstrukce, design, návrh

Doporučené zdroje informací

Časopisy, firemní literatura, katalogy, prospekty, normy.

DEJL, Z.: Konstrukce strojů a zařízení. Ostrava, Montanex, 2000.

LELIEVELD, H., L., M., Holah, J., Napper, D.: Hygiene in food processing : principles and practice. Woodhead Publishing, 2014.

MAŠÍN, I., ŠEVČÍK, L.: Metody inovačního inženýrství: Inovace, navrhování a plánování výrobku. Liberec, Institut technologií a managementu s.r.o., 2013.

SIMČINOVÁ, J.: Aplikace moderních nástrojů v řízení v systému školení kvality[online]. Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2010.

SKAŘUPA, J.: Kreativita a inovační myšlení v konstruování. Ostrava, Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2007.

Vědecká literatura: Journal of Materials Processing Technology, Strojírenská technologie, Journal of materials science, Journal of material processing technology, Manufacturing technology.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Bc. Ing. Petr Hrabě, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra materiálu a strojírenské technologie

Elektronicky schváleno dne 15. 1. 2019

prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Návrh a konstrukce zařízení na odslupkování kokosu“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze, dne 20. 04. 2020

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce, Ing. Petru Hraběti, PhD., za odborné vedení a věcné rady při jejím vypracování. Dále děkuji kokosu za jeho blahodárnou moc a v neposlední řadě děkuji svému otci za cenné rady a zkušenosti.

Návrh a konstrukce zařízení na odslupkování kokosu

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá především návrhem a konstrukcí zařízení pro odslupkování kokosu. V teoretické části je popsán současný stav této technologie, její výhody a nevýhody. Následuje zdůvodnění, proč je nutné tuto technologii dále posunout a představení prototypu, který vznikl na půdě Technické fakulty České zemědělské univerzity ve spolupráci s firmou Farnet a.s. Celkově je v rešerši popsán kokos jako takový a následně podrobný popis jeho zpracování ve světě. V hlavní části práce jsou popsány první návrhy řezačky spolu se všemi výhodami i nevýhodami. Každý prototyp je finančně zhodnocen a je poukázáno na to, co je hlavním prvkem ovlivňující cenu. Výsledkem je detailní popis posledního a konečného návrhu, ke kterému jsou přiloženy výrobní výkresy a veškeré výpočty. Tento návrh bude nakonec patentován a na základě výkresové dokumentace je možné vyrobit tuto řezačku.

Klíčová slova: Kokos, Odslupkování, Řezačka, Konstrukce, SolidWorks, Pila, Kokosový olej, Konstrukce, Design, Návrh

Design and construction of coconut dehusking equipment

Abstract

Following theses is focused on the plan of making and actual construction of a coconut peeler. The first part describes the theory behind the technology and its pros and cons. The next part talks about the substantiation of the importance of elevating this technology and introducing the prototype which was made at the Faculty of Engineering Czech University of Life Sciences in collaboration with the Farnet Ltd. company. The academic part also includes the anatomy of a coconut and its use worldwide. The main part deals with the initial plans of the peeler and its pros and cons. Each prototype is financially evaluated with a further explanation of the factors influencing its price. The outcome being a detailed description of the last and final draft with additional plans, sketches, and mathematical underpinning. This draft will be patented with the peeler being made based on all the documentation.

Keywords: Coconut, Peeling, Cutter, Construction, SolidWorks, Saw, Coconut Oil, Design, Proposal

Obsah

1	Úvod	13
2	Cíl práce a metodika	14
2.1	Cíl práce	14
2.2	Metodika	14
3	Kokosový ořech	15
3.1	Kokosovník ořechoplodý	15
3.2	Plod	15
4	Zpracování kokosu	16
4.1	Sklizeň	16
4.2	Výroba kokosového oleje	17
4.2.1	Oloupání	18
4.2.2	Půlení	18
4.2.3	Sušení a získání kopry	18
4.2.4	Lisování	19
4.3	Kokosový olej	19
4.3.1	Vlastnosti kokosového oleje	20
5	První návrh	20
5.1	Řezačka kokosu	20
5.1.1	Oblast techniky	21
5.1.2	Dosavadní stav techniky	21
5.1.3	Podstata konstrukčního řešení	21
5.2	Prototyp	21
5.2.1	Hodnocení	22
5.3	Požadavky	23
6	Možnosti pohonu	23
6.1	Pohon elektromotory	24
6.1.1	Dva elektromotory s řemenovým převodem	24
6.1.2	Dva elektromotory s dvojitým vývodovým hřídelem	25
6.1.3	Pohon jedním elektromotorem	25
6.1.4	Pohon čtyřmi elektromotory	26
6.2	Pohon hydromotory	27
7	Postup konstruování	27
7.1	Popis konstruování v SolidWorks	27
7.1.1	Tvorba dílů	27
7.1.2	Tvorba sestavy	28

7.1.2.1	Toolbox	29
7.1.3	Tvorba výkresu	29
7.2	Metodika konstruování.....	29
8	Způsob finančního hodnocení	30
9	Prototyp 1.0	31
9.1	Elektromotor	31
9.2	Pilový kotouč	31
9.3	Uložení kotouče	32
9.4	Konstruování	33
9.5	Výhody a nevýhody	34
9.6	Finanční zhodnocení	34
10	Prototyp 2.0	35
10.1	Hlavní změny.....	35
10.2	Finanční zhodnocení.....	37
11	Prototyp 3.0	37
11.1	Elektromotor.....	38
11.2	Uložení hřídele	38
11.3	Výhody a nevýhody.....	39
11.4	Finanční hodnocení	40
12	Prototyp 4.0	41
12.1	Hlavní změny.....	41
12.2	Finanční hodnocení	42
13	Prototyp 5.0	43
13.1	Elektromotor.....	43
13.2	Uložení hřídele	44
13.3	Výhody a nevýhody.....	44
13.4	Finanční hodnocení	45
14	Prototyp s hydromotory	46
14.1	Finanční hodnocení	47
15	Finální prototyp	48
15.1	Díly	48
15.1.1	Elektromotor	48
15.1.2	Spojka.....	48
15.1.3	Ložisko s domkem	49
15.1.4	Hřídel	49
15.2	Uložení celé jednotky	50
15.3	Celkové zhodnocení	51

15.4	Finanční vyhodnocení	51
16	Celkové finanční zhodnocení	52
17	Závěr	53
19	Citovaná literatura	54
20	Seznam použité literatury	56

Seznam obrázků

Obr. 3.1	- Kokosový ořech [3]	16
Obr. 4.1	- Typický hrot pro oloupání slupky [4].....	18
Obr. 5.1	- Prototyp řezačky [Foto autor].....	22
Obr. 6.1	- Pohon dvěma EM a klínovým řemenem [Obrázek autora].....	24
Obr. 6.2	- Pohon dvěma EM se dvěma vývodovými hřídeli [Obrázek autora]	25
Obr. 6.3	- Pohon jedním elektromotorem [Obrázek autora]	26
Obr. 6.4	- Pohon čtyřmi elektromotory [Obrázek autora].....	26
Obr. 9.1	- RAVEO 9RDD □-120F(T) [14]	31
Obr. 9.2	- Pilový kotouč [Obrázek autora].....	31
Obr. 9.3	- Uložení hřídele okružní pily [10]	32
Obr. 9.4	- Základní tubus [Obrázek autora].....	33
Obr. 9.5	- Uložení P1.0 [Obrázek autora]	33
Obr. 9.6	- Prototyp 1.0 [Obrázek autora]	34
Obr. 10.1	- Uložení P2.0 [Obrázek autora]	36
Obr. 10.2	- Prototyp 2.0 [Obrázek autora]	36
Obr. 11.1	- Uložení hřídele P3.0 [Obrázek autora].....	39
Obr. 11.2	- Prototyp 3.0 [Obrázek autora]	40
Obr. 12.1	- Uložení P4.0 [Obrázek autora].....	41
Obr. 13.1	- Elektromotor JMO [12]	43
Obr. 13.2	- Výkres elektromotoru JMO [12]	44
Obr. 13.3	- Uložení P5.0 [Obrázek autora]	45
Obr. 14.1	- Pohon čtyřmi hydromotory [Obrázek autora]	46
Obr. 15.1	- ZKL UCP 20 [13].....	49
Obr. 15.2	- Hnaný hřídel [Obrázek autora]	50
Obr. 15.3	- Uložení P6.0 [Obrázek autora]	50
Obr. 15.4	- Prototyp 6.0 [Obrázek autora]	51

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Popis uložení hřídele okružní pily [10]	32
Tabulka 2 - Finanční hodnocení P1.0	35
Tabulka 3 - Finanční hodnocení P2.0	37
Tabulka 4 - Parametry IMB3 [11].....	38
Tabulka 5 - Finanční hodnocení P3.0	41
Tabulka 6 - Finanční hodnocení P4.0	42
Tabulka 7 - Parametry JMO [12]	43
Tabulka 8 - Finanční hodnocení P5.0	45
Tabulka 9 - Finanční hodnocení hydraulického pohonu.....	47
Tabulka 10 - Parametry ZKL UCP 20 [13].....	49
Tabulka 11 - Finanční hodnocení P6.0	52
Tabulka 12 - Celkové finanční zhodnocení	52

Seznam použitých zkratk

CNO – coconut oil

SW – SolidWorks

VD – výkresová dokumentace

EM – elektromotor

LDL – low density lipoprotein (nizkodenzitní lipoprotein)

HDL – high density lipoprotein (vysokodenzitní lipoprotein)

1 Úvod

Důvodem, proč jsem si vybral právě toto téma pro mou diplomovou práci je, že v ní dokážu uplatnit své znalosti z oboru strojírenství, které jsem studoval na střední škole i na vysoké škole, a doplnit je znalostmi z oboru Obchod a podnikání s technikou. Konstruování a modelování mě vždy bavilo, a proto je rád využívám kdykoliv to jen jde. Jelikož na ČZU studuji technickoekonomický obor, kromě konstrukčního řešení bude v mé diplomové práci i ekonomické zhodnocení každé varianty.

Jsem toho názoru, že pokud se podaří navrhnout opravdu funkční řešení řezačky kokosů, kterou bude možné zapojit do linky pro jeho zpracování, tak velmi výrazně ovlivní produktivitu práce této linky. Zároveň se kokos většinou zpracovává ručně, kdy dochází velmi často k úrazům, které mají fatální následky. Proto bude kladen nárok i na celkovou bezpečnost zařízení.

V teoretické části chci čtenáře podrobně seznámit s celkovou problematikou zpracovávání kokosových ořechů, aby bylo patrné, na jaké úrovni zpracovávání je. V praktické části poté popíšu jednotlivé fáze vývoje řezačky, výhody i nevýhody daného prototypu a jakým směrem se bude ubírat další vývoj. Některé fáze na sebe navazují a některé jsou pouze návrhy, od kterých se později upustí.

V poslední fázi bude vyhodnocen prototyp, který odpovídá nejlépe zadání a pro tento prototyp vypracuji technickou dokumentaci, která bude k nalezení v příloze. Podle této dokumentace bude možné celou řezačku vyrobit.

2 Cíl práce a metodika

Hlavním cílem práce je navrhnout řešení stroje pro rozřezání kokosového ořechu, aby mohlo následně dojít k pohodlnému odslupkování. Součástí návrhu je výkresová dokumentace.

2.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je shromáždit poznatky z problematiky zpracování kokosových ořechů. Popsat krátce proces výroby kokosového oleje a ostatních produktů v zemích, kde se nejčastěji průmyslově kokos zpracovává, a které jsou jeho největším producentem a vývozcem. Nakonec upozornit na nevýhody a rizika aktuální technologie.

Hlavním cílem je praktický a použitelný návrh řešení pro drcení kokosových slupek, včetně kompletní výkresové dokumentace a výpočtů. Finální verze tohoto stroje se bude patentovat a dokumentace bude předána zadavatelské firmě, které poslouží k výrobě tohoto zařízení, které bude následně součástí výrobní linky pro zpracování kokosu.

2.2 Metodika

Nejprve je nutné shromáždit a ucelit znalosti o zpracování kokosu ve světě. Shromáždit informace jak o samotném kokosovém ořechu, tak i o způsobech, jak se z něj dá získat kokosový olej a další druhotné produkty. Důležitou informací je také jaká technologie se pro toto zpracování používá. Na základě získaného prototypu a znalostí o celkové problematice zpracování kokosu bude navrženo konstrukční řešení, které bude, pokud možno, nejvhodnější. Daný konstrukční návrh bude detailně rozkreslen a budou na něm zkontrolovány a spočteny veškeré důležité prvky, jako jsou ložiska nebo kolíky.

Poté, co bude vše navrženo, bude následovat vytváření kompletní výkresové dokumentace, která bude detailní a poslouží k samotné výrobě zařízení. Celá tato dokumentace bude předána patentovému úřadu k evidenci.

Veškeré návrhy a konstrukce budou vytvářeny v CAD systému Solid Works, který podporuje i tvorbu konečných výkresů.

3 Kokosový ořech

Zde je popsáno, co je kokosový ořech, z čeho se skládá, kde se nejvíce pěstuje. Zároveň je zde uvedena technologie pěstování a sklizení.

3.1 Kokosovník ořechoplodý

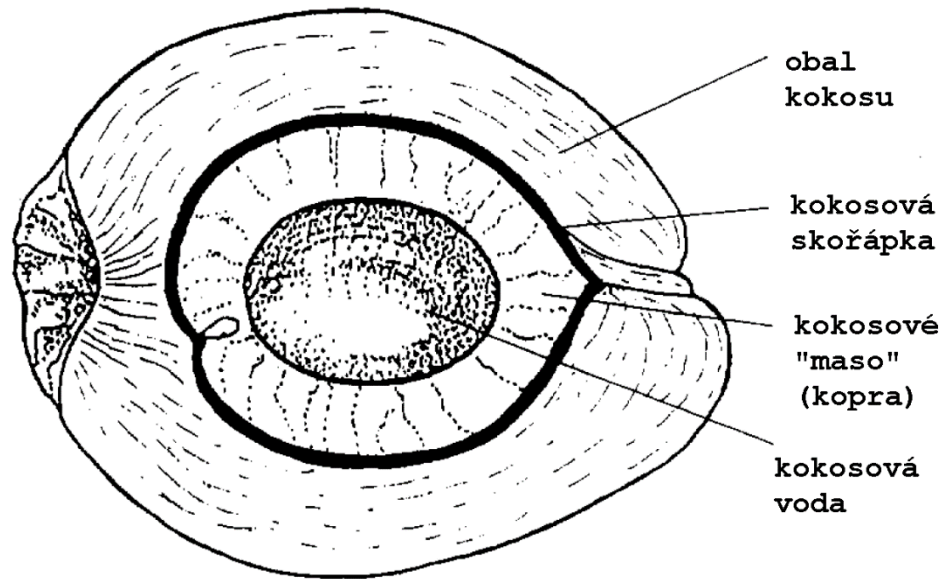
Kokosovník ořechoplodý je rostlina, která patří do čeledi *Arecaceae* a je takřka nejužitečnější rostlinou světa. Kromě kořenů se dají všechny části tohoto stromu využít. Kokosová palma, která měří 5 - 30 metrů, je strom se sloupovitým či pokřiveným kmenem. Roste všude v tropech blízko mořského břehu i ve vnitrozemí, kde se pěstuje [1].

Původ tohoto stromu je pravděpodobně v Tichomoří a patří mezi velmi staré rostliny. V zemích, kde se pěstuje slouží nejen domorodému obyvatelstvu, ale také se hojně na export. Největšími vývozci kokosu jsou Filipíny, Indie a hlavně Indonésie. Plantáže v tropických oblastech zaujímají až 3,5 milionů hektarů půdy [2].

3.2 Plod

Kokosovník ořechoplodý tvoří převislé trojhranné oválné, až vejčité peckovice, které mají velikost 30 x 18 cm a jsou až 3 - 4 kg těžké. To, čemu se říká kokosový ořech je ve skutečnosti kulatá pecka plodu, která když uzraje, je pokryta tvrdou skořápkou, která má vláknitou strukturu a měří v největším průměru asi 20 cm. Na jedné straně má tři klíčící póry, kdy jeden z nich má měkkou strukturu, aby skrze ní mohl prorazit klíček. Uvnitř skořápky je uloženo velmi nepatrné embryo, které zde leží ve velmi velkém volném prostoru. Kolem tohoto embrya je čirá tekutina, která má příjemnou sladkou chuť a typické kokosové aroma.

Tuky, které tato kokosová voda obsahuje slouží jako výživa a pletivo. Usazují se v době zralosti na vnitřní straně stěny a ve zralém stavu tvoří usazeninu věkou asi 1 cm. Tato sraženina má bílou barvu a typickou příjemnou kokosovo-ořechovou chuť. Právě tato část je jedlou vrstvou kokosu. Sušina obsahuje 60 - 70 % tuku. Při sušení se kokosová voda zcela vypaří a zanechá po sobě prázdnou dutinu. Díky tomu kokos plave na hladině.



Obr. 3.1 - Kokosový ořech [3]

Na Obr. 3.1 je vidět schéma kokosového ořechu a popis jednotlivých částí. Procentuální zastoupení jednotlivých částí činí 35 % obal, 12 % skořápka, 22 % „maso“ a 25 % kokosová voda. Čerstvá kokosová kopra je složena z 50 % vodou, 34 % tukem, 7,3 % karbohydráty, 3,5 % proteiny, 3,0 % vlákninou a 2,2 % prachem. Se začátkem procesu sušení se kokosovému masu říká kopro.

Dobře vysušená kopro obsahuje asi 7 % vlhkosti, kdy se z ní dá následně lisovat kokosový olej (CNO). Po vylisování obsahuje kopro jen 0,5 % vlhkosti. CNO má nejnižší procento nenasycených mastných kyselin v rozsahu 3,7 - 8,3 % ve srovnání s palmovým (53 %), arašídovým (82 %), kukuřičným (83,6 %), sójovým (86,1 %) a lněným olejem (90,5 %). Díky tomu je CNO velice rezistentní vůči oxidaci a jídlo má díky němu delší životnost. [3]

4 Zpracování kokosu

V následující kapitole je vysvětleno, jak se zpracovává kokos ve světě a obzvláště v Indonésii, která je největším producentem kokosových ořechů i kokosového oleje v Asii. Kokosové ořechy se zpracovávají dvěma různými způsoby – strojně a ručně.

4.1 Sklizeň

Metody sklizení se liší v mnoha faktorech – převážně v lokální tradici, klimatu, odrůdě kokosové palmy a dalších podmínkách sklizně. Na Srí Lance například nesklízají kokosové ořechy dříve, než samy spadnou ze stromu. Na severu Indie jsou kokosy sklizeny dříve (zhruba

v 10. měsíci), kvůli získání kvalitnějšího vlákna kokosové příze. Ve většině případů se ale kokosové ořechy nesklízejí, nejsou-li zcela zralé. [4]

Při sklizni, kdy se nesbírají samovolně spadané ořechy ze země, ale je nutné ořechy odřezávat od stromu, je nutné dostat se do koruny palmového stromu. To je možné několika způsoby. Nejbezpečnějším způsobem je shazovat kokosové ořechy přímo ze země pomocí dlouhé tyče, kterou sklízeč shazuje ořechy na zem. Pokud nelze sklizeň touto metodou provést, sklízeč vyleze přímo do koruny palmového stromu. Může vylézt pomocí vysokého žebříku, který je vyhotoven z dlouhého bambusu nebo vyšplhá na strom pouze pomocí svých paží a nohou a pomocí mačety kokosové ořechy odsekne. Častěji ale sklízeč uváže na celý trs ořechů smyčku a na laně ho spustí na zem. Při sklizni kromě pádu hrozí nebezpečí včelím bodnutím, hadím uštknutím, nebo sršni.

V některých zemích, jako je Thajsko, Malajsie a Indonésie se ke sklizni používají vycvičené opice plemena *Pithecus nemestrinus*, které jsou uvázány dlouhým lanem, pomocí kterého dostávají povely od majitele.

Takto sklizené ořechy si sklízeči naloží pomocí speciálních nástrojů do nůší a přenesou je k dalšímu zpracování [4].

4.2 Výroba kokosového oleje

Kokosový olej lze dostat z kopyry pomocí dvou způsobů – „suchý“ a „mokrý“. Při suchém zpracování probíhá sušení ohněm, kouřem, slunečním zářením nebo pomocí pece pro vytvoření kopyry (sušené jádro) [4].

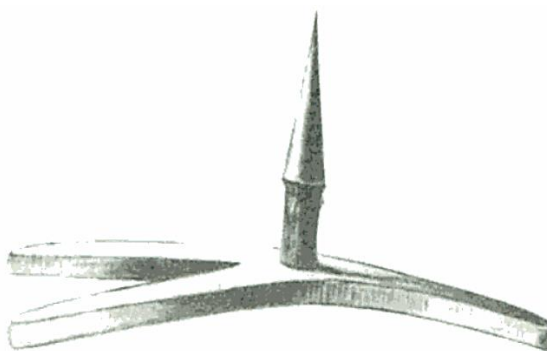
Z kopyry se pomocí organických rozpouštědel (hexanu) extrahuje kokosový olej s vysokým obsahem bílkovin v podobě vlákninové kaše. Vlákninová kaše nespĺňuje hygienické ani sensorické požadavky pro lidskou spotřebu, proto se s ní krmí převážně přežvýkavci. Zatím neexistuje žádný způsob, jak extrahovat protein z vlákninové kaše. Při extrahaci se část oleje, který se extrahuje z kopyry, ztrácí.

Mokrý proces využívá celý kokos, nikoliv pouze kokosovou kopyru. Kokosové mléko spolu s olejem tvoří emulzi [5]. Klíčovým krokem je získání oleje z této emulze. To se provádí pomocí dlouhého provaření emulze, během kterého dojde ke zbarvení oleje. Metoda je značně neekonomická. Moderní technologie využívají principy odstředivky, nebo se k extrahaci používá kyselina, chlad, teplo, emulze, soli, enzymy, nebo elektrolyza a jejich vzájemné kombinace. Tato technologie má přes četné variace podstatně menší výtěžek, než zpracování za sucha a to o 10 - 15 %. Mokrý proces vyžaduje značné investice do zařízení i do energií.

Ruční zpracování kokosu se používá pro malé objemy. Celý proces provádí nejčastěji jeden člověk. Začátek procesu je vždy stejný a liší se pouze v detailech. Rozdíly jsou pouze ve způsobu extrakce oleje z kopry. Ten může být ruční, nebo strojní.

4.2.1 Oloupání

Celé kokosové ořechy jsou svezeny na jednu hromadu a dělník je následně ručně zbavuje svrchní dřevnaté, vláknité, silné slupky. To provádí nejčastěji tak, že plod nabodne na tradiční velký hrot, pomocí kterého odstraní slupku celého plodu.



Obr. 4.1 - Typický hrot pro oloupání slupky [4]

4.2.2 Půlení

Po vyloupání, se kokosové ořechy nechávají krátce vysušit na slunci, aby ztratily část vlhkosti. Po sušení následuje půlení. To probíhá velice jednoduchým způsobem a sice, že si dělník vezme každý ořech zvlášť a mačetou, nebo velkým ostrým nožem rozsekne kokosovou skořápku. Ta pukne po celém svém obvodu a vyteče z ní kokosová voda, která je zachycena a dále zpracována, nebo je ponechána a volně odtéká.

4.2.3 Sušení a získání kopry

Půlky kokosových ořechů se rovnoměrně vyskládají na zem a nechají se celý den schnout. Po usušení jde kopra pohodlně vyloupnout i s pomocí ploché tyče, nebo ocelového dlátka. Následně se vyloupaná kopra očistí od zbytků a posílá se k dalšímu zpracování.

Druhým způsobem, jak získat kopru, je vyškrabávání kopry pomocí speciálního nástroje. Pro tento způsob se půlky ani nenechávají vyschnout. Kokosová drť, která zůstane po tomto procesu se dále zpracovává podobně, jako u prvního způsobu.

Vysoušení může probíhat pouze pomocí slunce, a to na zemi, nebo na speciálních sítích, nebo druhý způsob, rychlejší, který probíhá v budovách upravených k vysoušení pomocí ohně. Horký vzduch proudí celou budovou a odspodu vysouší rozložené půlky kokosových ořechů.

4.2.4 Lisování

Po vysoušení následuje nejdůležitější fáze výroby kokosového oleje, a sice lisování. Druhů lisů je několik, ale nejčastěji se používá rotační kuželový lis. Lisují se buď rovnou celé půlky, hrubě rozlámané části kopry, nebo se lisuje naškrábaná kopra, která neobsahuje hnědé částice skořápky.

Olej, který se z ořechů vylisuje je následně nutné převařit, aby se z něj dostala zbytková vlhkost, kterou nebylo možné odstranit sušením.

Pokud se jedná o „domácí“ výrobu kokosového oleje, není nutné drť z kokosové kopry lisovat, ale stačí ji vyvařit ve vodě. Díky tomu se olej dostane z kopry do vody a následným vařením se získá opět čistý kokosový olej, který je možné již použít.

4.3 Kokosový olej

Kokosový olej se získává po usušení z bílé dužiny – kopry, a v ořechu obsahuje 70 % oleje. Kokosový olej má poměrně nízkou teplotu tání, okolo 25°C. Při teplotách nižších, než je teplota tání, má bílou barvu a tuhou konzistenci podobnou vepřovému sádlu. Díky vysokému obsahu nasycených mastných kyselin se dobře uchovává a je poměrně stabilní. Kromě obsahu cholesterolu, kterého má méně, se velmi věrně podobá sádlu. Za studena lisovaný kokosový olej obsahuje vysoké množství minerálních látek a dalších vitamínů, jako jsou vitamíny A, B, C a E. [6]

Druhotným produktem výroby je kokosové mléko, které vzniká smícháním vody s olejem a následnou extrahací. Mléko je dále fermentováno 36 až 48 hodin a olej se odstraní zahříváním. [7]

4.3.1 Vlastnosti kokosového oleje

Kokosový olej obsahuje bezmála 90 % nasycených mastných kyselin, což je podstatně více než máslo, které má pouze 64 %. Hovězí tuk a sádlo obsahují pouze 40 %. Vysoký obsah nasycených mastných kyselin ve stravě může způsobovat zvýšenou hladinu LDL cholesterolu v krvi, který je příčinou zvýšeného rizika kardiovaskulárních onemocnění. Mohlo by se zdát, že kokosový olej není vhodný pro správnou činnost srdce, ale kokosový olej naopak podporuje zvyšování hladiny HDL cholesterolu v krvi. Tuky, které jsou obsaženy ve stravě mají přirozenou tendenci posouvat hladinu HDL cholesterolu výše a zejména účinný je v tomto směru právě kokosový olej.

Nasycené tuky můžeme rozdělit do tří kategorií, podle počtu atomů uhlíku v molekule. Polovinu nasycených tuků v kokosovém oleji tvoří kyselina laurová, což je vyšší zastoupení než ve většině ostatních olejů. Rostlinné oleje jsou obecně považovány za zdravější než tuky, protože obsahují hodně antioxidantů a mnoho dalších biologicky účinných látek. Celkový účinek kokosového oleje nelze proto předvídat jen podle změny LDL a HDL cholesterolu. Kokosový olej se při pokojové teplotě vyskytuje v pevném skupenství, proto se využívá především v kulinářství jako náhrada másla nebo rostlinného tuku. [8]

5 První návrh

Vývoj řezačky kosů vznikl na základě spolupráce mezi Českou zemědělskou univerzitou a firmou Farnet a.s. na projektu, který nese název TAČR: VaV technologické linky na zpracování kokosových ořechů - TH02010608, kdy výstupem této spolupráce by měl být patent na dané zařízení.

Společnost Farnet a. s. je dynamicky se rozvíjející českou společností zabývající se vývojem, výrobou, prodejem a servisem zemědělských strojů na zpracování půdy a setí a technologií na zpracování olejnin, rostlinných olejů a výrobu krmiv. [9]

5.1 Řezačka kokosu

Od začátku nebyla přesně dána podoba, jak má výsledné zařízení vypadat. Na základě zkoumání a shromažďování informací byl vytvořen první prototyp řezačky, ze kterého bylo možné vyvíjet další dokonalejší prototypy.

5.1.1 Oblast techniky

Vynálezem je řezačka kokosových ořechů, která slouží k jejich strojnímu zpracování a je součástí linky na jejich další zpracování. Slouží k řezání kokosových ořechů na poloviny a čtvrtiny, ze kterých je možné následně separovat jednotlivé části jako je skořápka, kokosová dřevina a voda.

5.1.2 Dosavadní stav techniky

V technické praxi se používají řezačky kokosů, které se skládají z ozubeného kola, odlupovací tyče, elektromotoru a složeného řetězového pohonu. Ostrý hrot odlupovací tyče zachytí kokosový ořech a pomalu rotující ozubené kolo zajišťuje postupné řezání kokosového ořechu po jeho obvodu. Hrot odlupovací tyče způsobuje smykovou sílu na skořápku a ořech se přitahuje směrem k rotujícímu ozubenému kolu a způsobuje tlakovou sílu na plášť. Jedná se o polomechanizované řezání kokosových ořechů, při kterém je nutné ruční přidržování kokosového ořechu ze strany pracovníka (obsluhy).

5.1.3 Podstata konstrukčního řešení

Řešení spočívá v usazení 4 řezných kotoučů kolmo na sebe tak, že ve vzájemné poloze tvoří kříž. Tyto kotouče jsou vsazeny do nosné konstrukce, která je tvořena čtvercovou trubkou, která slouží jako vodící tubus pro kokosové ořechy. Směr otáčení řezných kotoučů by měl být shodný se směrem vhazování ořechů. Osy otáčení dvou protějších kotoučů jsou vzájemně posunuty o 30 mm oproti druhé dvojici. Kokosové ořechy volně propadávají tubusem a nijak není potřeba jejich volný pohyb regulovat nebo je protlačovat směrem ke kotoučům. Samotné uložení řezných kotoučů je uzpůsobeno tak, že se dá regulovat jejich zasunutí a vysunutí do těla a tím lze měnit řezné vlastnosti i délku řezu kokosů.

5.2 Prototyp

Na základě podkladů, které požadovala firma Farnet a.s., byl vytvořen první prototyp řezačky na kokosy. Na zhotovení prototypu se konkrétně podíleli členové řešitelského kolektivu pracujícího na projektu. Konstrukce je zhotovena dle požadavků, kdy vodící část tvoří tubus zhotovený z jeklu, do kterého je vložena obyčejná plastová „odpadní“ trubka, díky které má vodící trubka kruhový průřez. Jekl splňuje funkci pevnostní, navíc je na něj možno přivařit další komponenty.

Hlavní pohonnou jednotkou jsou v případě prototypu čtyři okružní pily, které jsou přišroubovány přímo k tenkostěnnému čtvercovému profilu, každá na jedné straně. Smysl otáčení je nastaven u všech stejně tak, aby při řezání došlo k samovolnému podávání ořechů.

Prototyp má nožičky na horní i dolní straně, aby mohlo pohodlně otočením celého stroje dojít k „reverzaci“ okružních pil, jelikož elektronicky to tyto stroje nedovolují. Mohl tak proběhnout test, který zjistil, jak se zařízení chová, pakliže je smysl otáčení opačný a ořechy jsou na zuby kotoučů tlačeny vlastní vahou, nebo vahou sloupce kokosů nad kotouči.

Celé toto zařízení bude připojeno k lince pro zpracování kokosu. Ve finální podobě bude pod čtvercovým tubusem umístěna jemná mříž, která bude nakloněna pod úhlem cca 30°. Po této mříži budou pokračovat kokosové čtvrtky k dalšímu zpracování po lince. Kokosová voda, která je uvnitř kokosových ořechů proteče skrz mříž, pod níž bude zachytávána. Kokosová voda se bude dále samostatně zpracovávat. Nejčastěji se pouze přefiltruje a nakládá se s ní jako s finálním produktem.



Obr. 5.1 - Prototyp řezačky [Foto autor]

5.2.1 Hodnocení

První prototyp byl vytvořen nejjednodušší metodou a neskládá se z žádných složitých komponentů, které by se musely nechat vyrábět. Hlavním prvkem prototypu jsou čtyři kotoučové pily.

Modely, které byly pro tento prototyp použity nenabízejí regulaci otáček ani výkonu motorů. Největší nevýhodou tohoto řešení je vysoká rychlost otáček kotoučových pil. Ty dosahují rychlosti až $4500 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. Při této rychlosti otáček dochází při vhození kokosového ořechu sice k rychlému zpracování, ale rychlost, kterou dosahuje kokos při vystřelení je nad kritickou hranicí a kokosové čtvrtky se tak stávají nebezpečnou neřízenou střelou, která může vážně ohrozit obsluhu. Proto je hlavním požadavkem pro konstrukci razantní snížení otáček řezného kotouče a tím snížení obvodové rychlosti.

Druhou hlavní nevýhodou je vysoká energetická náročnost zařízení. Při použití čtyř okružních pil, které jsou zapojeny do jedné zásuvky nebo jedné prodlužovačky, docházelo

k výpadkům jističů, jelikož zařízení odebíralo nadlimitní množství proudu. Prototyp tak bylo nutno zapojit na různé větve elektrické sítě, aby k těmto výpadkům nedocházelo.

Z hlediska bezpečnosti není prototyp příliš dostačující, jelikož je snadné do otvoru, kam se vhazují kokosové ořechy strčit končetinu, která bude posléze rozřezána pilovými kotouči. Vzhledem k destinaci použití, kterou je Indonésie, je provozní bezpečnost na prvním místě.

5.3 Požadavky

Na základě shrnutí výhod a nevýhod byly uceleny požadavky na výsledné řešení. Hlavním požadavkem je snížení otáček řezných kotoučů, a tím snížení celkového výkonu zařízení. S tím souvisí i snížení požadovaného napětí tak, aby bylo možno zařízení používat v oblastech, kde je pouze jedna fáze a kde se dá předpokládat standardní síla proudových jističů.

Design celého zařízení může být zachován a lze z něj vycházet, jelikož čtvercová trubka, uvnitř které je kruhová, je velmi funkční prvek. Stejně tak rozměry kotoučů pil. Je nutné upravit pouze rozměry trubky tak, aby používání zařízení bylo maximálně bezpečné, proto bude vzdálenost od kotoučů pil k ústí trubky alespoň na délku paže. Vnější ochranu kotoučů zajistí kryt, který bude překrývat kotouče tak, aby nemohlo dojít k poranění.

Jedním z dalších hlavních požadavků je celková jednoduchost zařízení. Není potřeba vymýšlet příliš sofistikované řešení, jelikož oblast, kde se bude zařízení používat nemá natolik edukovaná servisní střediska, která by mohla takto složitá zařízení udržovat a opravovat. Čím jednodušší řešení bude použito, tím lépe se bude zařízení provozovat a udržovat provozuschopné. Zařízení musí být celkově funkční, jednoduché, snadno vyrobitelné a současně i ekonomicky rozumné.

6 Možnosti pohonu

Při návrhu dalších prototypů bylo vybíráno z několika variant řešení. Hlavní otázkou, při konstrukci byla volba ideálního pohonu pilových kotoučů. Možnosti pohonu jsou dva – pomocí elektromotorů a hydraulicky. Dále je uvažováno, zda bude každý kotouč poháněn zvlášť, jeden motor bude pohánět dva kotouče anebo jeden velký motor bude napojen na celé zařízení a tím bude pohánět všechny čtyři kotouče.

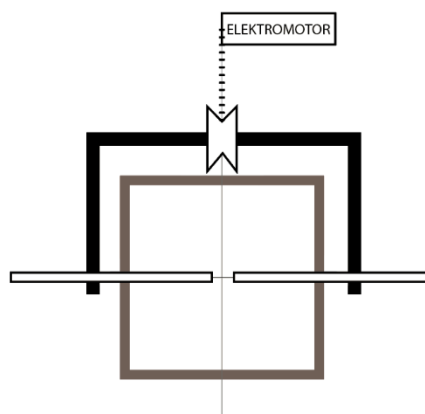
V průběhu vývoje se několikrát měnily možnosti výsledného řešení tak, až se nakonec došlo k ideálnímu, které je nejlépe proveditelné, za odpovídající cenu.

6.1 Pohon elektromotory

Nejjednodušším způsobem se zdá být pohon pomocí elektromotorů. V následujících podkapitolách budou uvedeny čtyři základní možnosti usazení elektromotorů. Pro každý případ by bylo nutné vybrat vždy jiný elektromotor, který by vyhovoval jak rozměrově, tak i výkonově.

6.1.1 Dva elektromotory s řemenovým převodem

V tomto prvotním řešení byl navržen jeden elektromotor na každou dvojici pilových kotoučů. Každá dvojice pilových kotoučů, která je umístěna proti sobě, by byla spojena hřídelem okolo čtvercové trubky a uprostřed by byla hnaná přes klínový řemen elektromotorem. Spojení jednotlivých článků hřídele by bylo pomocí šikmého ozubení, anebo pomocí kardanového hřídele. Na Obr 6.1 – Pohon dvěma elektromotory a klínovým řemenem, je vidět, jak by byl pohon konstrukčně vyřešen. Šedivý čtverec představuje hlavní čtvercovou trubku, ke které jsou připevněny pilové kotouče. Černou tlustou čárou pak představuje hřídel pohonu pilových kotoučů.



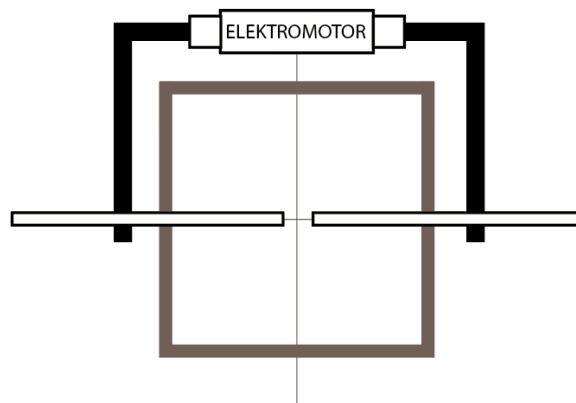
Obr. 6.1 - Pohon dvěma EM a klínovým řemenem [Obrázek autora]

Tímto řešením lze měnit středovou osu mezi jednotlivými dvojicemi. Díky tomu bude řez probíhat plynuleji, než když kokosový ořech začnou prořezávat všechny čtyři kotouče naráz, ale nejdříve se zařízne jedna a poté druhá dvojice. Při použití klínového řemene není potřeba dále používat jištění pro případ, že se kotouče zaseknou, protože v případě nějaké kolize nebo havárie klínové řemeny pouze proklouznou a motor se tak nezničí. V případě zaseknutí kokosového ořechu uvnitř trubky lze použít obousměrnou reverzaci elektromotoru a tím zaseknutý kokosový ořech vyprostit z pilových kotoučů. Při použití dvou elektromotorů je možné také uvažovat o tzv. plynulém náběhu do sítě, kdy bude spuštěn nejprve jeden elektromotor, a až při plném náběhu bude spuštěn druhý. Díky tomu nebude elektrická síť dostávat tak vysoké proudové šoky a zabrání se tak výpadkům elektrického jištění i v oblastech, kde jsou slabé proudové jističe.

6.1.2 Dva elektromotory s dvojitým vývodovým hřídelem

Jedna z dalších možností řešení je použití speciálního elektromotoru, který má dva vývodové hřídele – na každé straně jeden. K těmto hřídelům by byl přes spojku připojen hnaný hřídel, který by stejným způsobem jako u předchozího řešení přenášel krouticí moment na pilové kotouče.

Výhodou by byla úspora místa, jelikož by se elektromotor ukotvil přímo ke čtvercové trubce a opět možnost osového



Obr. 6.2 - Pohon dvěma EM se dvěma vývodovými hřídeli [Obrázek autora]

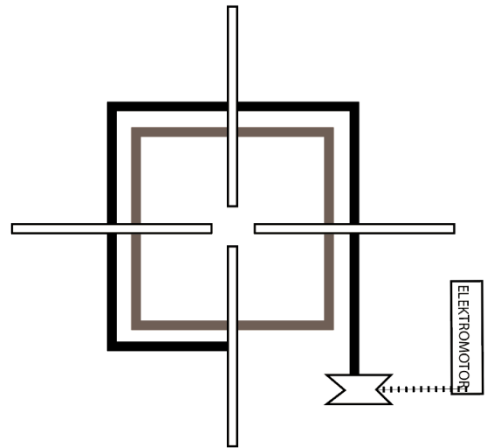
posunu obou dvojic tak, aby řez probíhal plynuleji. Kvůli absenci klínového řemene jako pojistného prvku by musela konstrukce obsahovat také spojku, která by fungovala jako ochrana proti přepětí elektromotoru. K tomuto účelu může sloužit obyčejná spojka se střížným kolíkem. Stejně tak se proti přepětí dají ochránit elektromotory elektrickou přepěťovou pojistkou, která vypne přívod proudu, pakliže detekuje, že se motory netočí a odběr napětí ze sítě se dlouhodobě zvýšil.

Hlavní nevýhodou tohoto řešení je fakt, že elektromotory se dvěma vývodovými hřídeli se vyrábějí pouze v omezených výkonových třídách a v omezených rozměrech. Takové elektromotory lze sehnat pouze s vysokým výkonem, které jsou rozměrné tak, že by nešly uchytit na konstrukci rezačky. Menší motory s nižším výkonem bohužel doposud žádný dodavatel nevyrábí.

6.1.3 Pohon jedním elektromotorem

Dalším z bazálních způsobů pohonu je pohon pouze jedním silným, výkonným elektromotorem. Krouticí moment z tohoto motoru je pomocí klínového řemene a řemenic přenesen na hnané hřídele. Každá hřídel prochází skrz řezný kotouč dále, kde je zalomena pomocí šikmého ozubení, nebo pomocí kardanu, a dále prochází dalším pilovým kotoučem. Takto jsou poháněny všechny kotouče po celém obvodu zařízení.

Kvůli jednotnému hnacímu hřídeli kotoučů je nemožné jakékoliv osové posunutí, a proto je tímto způsobem velmi zatěžována celá řezná soustava a částečně i elektrická síť. Díky klínovému řemenu se opět eliminuje nutnost použití bezpečnostní pojistky, jelikož v případě kolize může řemen proklouznout, což chrání elektromotor před spálením. Navíc má díky této konstrukci celá soustava jednotné otáčky i krouticí moment spolu s výkonem jednotlivých řezných kotoučů.

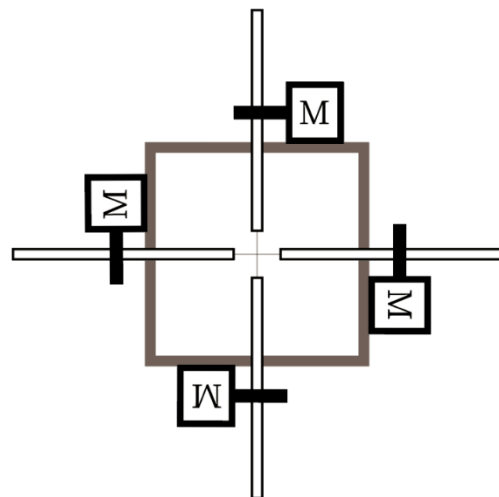


Obr. 6.3 - Pohon jedním elektromotorem [Obrázek autora]

Elektromotor může být nainstalován přímo ke konstrukci řezačky, nebo může být umístěn zvlášť. Použití řemenic umožňuje konstrukčně snadné zpřevodování, a tím nastavení ideálních otáček i výkonu řezného zařízení. Při použití většího počtu řemenic lze otáčky měnit v závislosti na vlastnostech kokosového ořechu nebo jiného řezaného materiálu.

6.1.4 Pohon čtyřmi elektromotory

Poslední možností pohonu řezačky je pomocí čtyř menších elektromotorů. Každý elektromotor je připojen přímo k nosné konstrukci a přes krátký hnaný hřídel je krouticí moment přenesen na pilový kotouč. Bezpečnostním prvkem zde musí být jednoduchá spojka, která bude chránit elektromotory v případě kolize nebo havárie. Díky čtyřem menším elektromotorům se zmenší i celkové rozměry a hmotnost výsledného zařízení. V případě poruchy bude možné vyměnit pouze jednu složku zařízení – elektromotor s kotoučem a nebude potřeba měnit všechny čtyři kotouče s hřídeli a velkým elektromotorem. Elektronicky lze také nastavit pomalý náběh do sítě, kdy se budou spouštět elektromotory postupně, a tím se zabrání náhlému, rázovitému zvýšení odběru, které by mohlo způsobit výpadek jističů elektrické sítě.



Obr. 6.4 - Pohon čtyřmi elektromotory [Obrázek autora]

Tento způsob řešení se nejvíce přibližuje zadanému prototypu, jelikož lze o něm uvažovat podobně, jako o čtyřech samostatných okružních pilách, které jsou přišroubovány k nosné konstrukci. Jsou zde kladeny velké nároky na prostorové uspořádání jednotlivých komponentů, protože motory musí být pevně usazeny.

6.2 Pohon hydromotory

Hydraulika poskytuje velké množství výhod. Pokud bude zařízení poháněno čtyřmi rotačními hydromotory, lze pohodlně regulovat otáčky hydromotoru pomocí nastavení tlaku čerpadla. Zároveň veškerá ochrana, která byla v podobě spojek v tomto případě odpadá, jelikož celé zařízení bude chráněno pomocí tlakových ventilů, které v případě kolize přepustí kapalinu zpět do nádrže.

Nevýhodou bude náročnost na údržbu a celkovou čistotu prostředí. Dále bude nutné, aby obsluha i údržba byla více zaškolená než v případě elektromotorů. Prostorové uspořádání hydromotorů bude stejné, jako v případě čtyř elektromotorů, jako na Obr. 6.4.

K zařízení bude muset být navíc připojena jednotka, která bude složena z hydromotoru a nádrže. z té povedou hadice, které budou dopravovat hydraulickou kapalinu k hydromotorům.

7 Postup konstruování

Pro modelování byl použit konstrukční program SolidWorks, který byl vytvořen pro modelování strojních součástí. Lze v něm tedy vytvořit kompletní řezačku kokosových ořechů, včetně motorů a pilových kotoučů.

7.1 Popis konstruování v SolidWorks

Při spuštění programu se otevře nabídka, ve které si může uživatel vybrat tři možnosti modelování:

- 1) Díl (parts)
- 2) Sestava (assembly)
- 3) Výkres (drawing)

7.1.1 Tvorba dílů

Každé modelování začíná kreslením dílu. Po výběru kolonky *díl* se otevře pracovní plocha, kdy na horní liště jsou zobrazeny základní nástroje pro práci s programem. SW pracuje

tím způsobem, že se na 2D plochu kreslí pomocí základních geometrických obrazců. To probíhá v prostředí, které se jmenuje *Skica*. Poté, co má obrazec zhruba požadovaný tvar, je nutné jej okótovat tak, aby všechny čáry byly zcela definovány. Po takovém zakreslení obrazce je nutné přepnout prostředí do záložky *Prvky*, ve kterém se přidá dané skice třetí rozměr pomocí funkce vytažení. Toto je základní princip tohoto programu, kdy se tvoří skici, které se buď vytahují, anebo jsou naopak odebírány do nějakého materiálu. V záložce prvků jsou i další funkce, jako například zaoblení hran, zkosení hran, tvorba děr atd.

Když je tímto způsobem hotový díl, je potřeba u něj vyplnit formální náležitosti, které obsahují například název dílu, materiál, ze kterého je díl vyroben, jakým způsobem – zda se jedná o svařenec nebo odlitek, a například i povrchová úprava. Na základě těchto informací systém zpracuje další data a spočítá například hmotnost daného dílu.

7.1.2 Tvorba sestavy

Sestavy jsou tvořeny z jednotlivých dílů. Pracovní prostředí sestav se nijak neliší od pracovního prostředí tvorby dílů. Sestavy se tvoří tak, že se do pracovní plochy nahrají požadované díly, které má sestava obsahovat. Tyto díly jsou zatím náhodně rozmístěny v prostoru. Aby celá sestava pracovala správně a aby nedošlo případně k jejímu zhroucení, je potřeba díly patřičně uchytit v prostoru. Pokud uživatel označí první, zpravidla ten nejdůležitější díl a zafixuje ho k počátečnímu bodu v prostoru, tento díl se stává referenčním. Je nezbytně nutné, aby díl měl odebrány všechny tři stupně volnosti tak, aby opravdu nedocházelo k žádnému pohybu.

Ostatní díly, které navazují na referenční díl, jsou přichyceny pomocí tzv. vazeb. Vazeb je několik druhů a pomáhají uchytit díl tak, aby byly odebrány všechny stupně volnosti a aby díl byl na správném místě, kde má ve výsledné sestavě být, popřípadě v reálné konstrukci.

Druhy vazeb:

- 1) Sjednocená – průnik dvou ploch nebo hran
- 2) Rovnoběžná – rovnoběžnost dvou ploch nebo hran
- 3) Kolmá – kolmost dvou ploch nebo hran
- 4) Tečná – vzájemná tečnost kruhové plochy a rovné plochy
- 5) Soustředná – vzájemná soustřednost dvou kružnic
- 6) Zámek – uzamknutí dílu kdekoliv v prostoru
- 7) Vzdálenost – vzájemná vzdálenost dvou rovnoběžných ploch
- 8) Úhel – vzájemný úhel dvou ploch nebo hran

Pomocí těchto vazeb jsou odebrány všechny stupně volnosti tak, aby se žádné části sestavy nepohybovaly v prostoru ani vůči sobě.

7.1.2.1 Toolbox

Užitečnou funkcí programu SolidWorks je Toolbox. Jedná se o databázi většiny normovaných součástí, které jsou řazeny dle světových norem. Pro účely konstrukce řezačky byly použity především mezinárodní normy ISO a německé normy DIN, jelikož Toolbox bohužel neobsahuje českou normu ČSN. Pro účely řezačky byly z Toolboxu používány především šrouby, matice, podložky, ale i ložiska nebo pojistné kroužky.

Uživatel si v Toolboxu vybere součást, kterou potřebuje. Ta se mu následně zobrazí a takto se nechají nastavit veškeré důležité hodnoty součásti, jako jsou rozměry, nebo například počet kuliček ložiska. Výsledné součásti je opět nutné odebrat stupně volnosti a uchytit je ke zbytku sestavy.

7.1.3 Tvorba výkresu

Poslední, ale ne vždy nutnou fází modelování je tvorba výkresu. Pro ten se používá šablona razítka, která je buď základní pro program SW, nebo si ji uživatel může vytvořit dle vlastních potřeb tak, aby razítko obsahovalo logo firmy nebo školy a další rubriky, které potřebuje pro specifikaci výrobku.

Na takto připravenou pracovní plochu, která je v podstatě papírem zadaného formátu, nahrajeme díl nebo sestavu, kterou chceme kreslit. Nárys kreslené součásti odpovídá přední ploše dané součásti tak, jak byla definována dříve v konstruování. Díl se zobrazí téměř stejně, jak by měl na výkrese vypadat. Dále je nutné součást správně okótovat, popřípadě přidat osy a řezy tak, aby byl výkres v pořádku.

Tímto způsobem se tvoří výkresy dílů, ale i sestav, ke kterým se může připojit kusovník a dle něj očíslovat veškeré díly sestavy.

7.2 Metodika konstruování

Při konstrukci bude vycházeno ze základního tvaru prototypu, což je čtvercová trubka, tzv. jechl, do kterého je vsazena a přišroubována plastová trubka. Oba tyto díly budou nakresleny v základním tvaru. Otvory pro pilové kotouče budou dodělávány vždy zvlášť, přesně podle prototypu. Nožičky, byly konstruovány pouze z jedné strany, neboť budoucí řešení zahrnuje

reverzaci a nebude možné se zařízením otáčet. Toto jsou díly, které jsou pro všechny prototypy stejné a jsou použity ve všech možnostech řešení.

Následuje návrh pohonu, který musí být navržen tak, aby byl, pokud možno jednoduchý, aby se prováděla snadno údržba celého zařízení a aby šlo vše snadno rozebrat. Jakmile bude vybrána nejlepší varianta, tato se začne rozkreslovat a bude se kompletovat výkresová dokumentace. Kompletní VD bude možné použít k výrobě celého zařízení.

8 Způsob finančního hodnocení

Každý varianta řešení bude mít na konci své kapitoly finanční hodnocení, které zobrazí náklady na výrobu. Tato částka zohledňuje náklady na materiál, režijní náklady, výrobní náklady a další. Jelikož neexistuje žádný normativ pro stanovení ceny práce, bylo vycházeno, které sdělila firma OK-max. Tato firma je malým výrobním podnikem, který se zabývá zakázkovou výrobou zámečnických výrobků. Hlavním artiklem jsou ploty a brány, ale je schopna vyrobit i menší strojní zařízení, jako je řezačka kokosových ořechů.

Tvorba cen:

- 1) Cena hutního materiálu, je kalkulována dle cen společnosti Feron, která je největším dodavatelem hutního materiálu v České republice a ceny svých produktů má na internetovém e-shopu. K ceně materiálu je připočteno 15 % na prořez, pomocný a spotřební materiál, ztrátné a 10 % na dopravu a manipulaci při nákupu materiálu.
- 2) Cena zinkování je vyčíslena na 30 Kč.kg⁻¹ pro konstrukce, kde převažují tenkostěnné profily, plus 10% na dopravu a manipulaci při žárovém zinkování. Po zinkování se kalkulují úpravy v ceně 5 Kč.kg⁻¹.
- 3) Cena ostatních materiálů a cena subdodávek k realizaci je kalkulována v nákupních cenách (motory, řemeny atd.).
- 4) Cena výrobní práce je kalkulována na 580,- Kč.hod⁻¹. Výrobky s převažujícím podílem tenkostěnných profilů do 50 kg od 85,- Kč.kg⁻¹.
- 5) K výsledné ceně je připočítáno 8% na úhradu vedlejších nákladů, jako je doprava pracovníků, nakládka a vykládka, manipulace, úklid apod.
- 6) Veškeré ceny jsou kalkulovány bez DPH.
- 7) Ceny za materiál jsou počítány dle konkrétního množství potřebného materiálu, a ne podle minimálního možného odebíraného množství od dodavatele.

9 Prototyp 1.0

První návrh řezačky vychází z možnosti pohonu čtyřmi elektromotory. Ty budou přes hřídele pohánět řezné kotouče a každá tato pohonná jednotka bude připevněna ke konstrukci řezačky.

9.1 Elektromotor

Na základě prototypu, který je tvořen čtyřmi ručními okružními pilami, kdy jedna má výkon až 1,5 kW a otáčky 4500 ot.min⁻¹. Celkové zařízení má tak výkon 6 kW, který je příliš vysoký a je tak zbytečně předimenzované. Po konzultaci se členy řešitelského týmu byl ideální výkon stanoven na maximálně 2 kW a otáčky na 1000 – 1500 ot.min⁻¹.

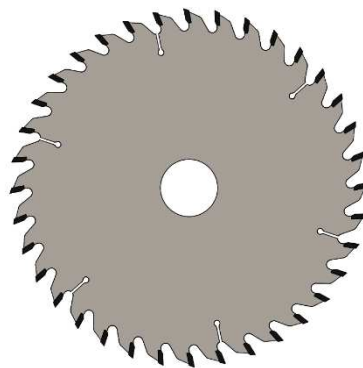
Pro tyto účely byl nalezen motor RAVEO 9RDD □-120F(T) (200W). Výkon není ideální ale vzhledem k rozměrům, které jsou velice kompaktní, může být použit. Výkon celého zařízení by pak dosahoval 800W, což je dostatečné. Jedná se o jednofázový elektromagnetický motor s možností reverzace. Motor nemá patky, ale z čela je příruba, kterou je možné motor připevnit ke konstrukci.



Obr. 9.1 - RAVEO 9RDD □-120F(T) [14]

9.2 Pilový kotouč

Kotouč by měl mít stejné, nebo podobné rozměry, jako kotouč okružní pily prvního prototypu. V praxi se buďto může používat standardní pilový kotouč pro ruční okružní pily k řezání dřeva, nebo speciální kotouče s tvrdokovovými zuby, které mají menší úběr a jemnější řez. Nevznikalo by tolik odpadu při řezání a řez by byl hladší a plynulejší.

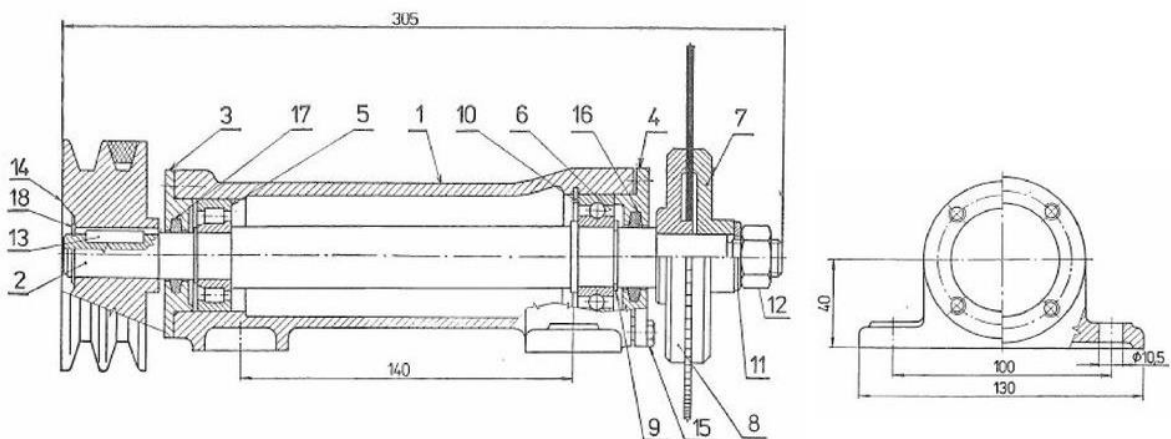


Obr. 9.2 - Pilový kotouč [Obrázek autora]

Pro potřeby modelování byl vytvořen standardní pilový kotouč s vnitřním průměrem 30 mm, vnějším průměrem 185 mm a tloušťkou 2,25 mm. Je určen pro řezání dřeva. V praxi je dobré použít kotouč s co možná nejjemnějšími zuby.

9.3 Uložení kotouče

Při návrhu hřídele a uložení, bylo vycházeno z nákresu uložení hřídele okružní pily. Na nákresu je vidět hnaná řemenice, hřídel se dvěma ložisky, gufero a samotný princip zachycení kotouče. Při aplikaci na řezačku kokosů bylo potřeba přenést krouticí moment z motoru na hřídel pouze s pomocí spojky. Dvě ložiska byla zachována, kvůli tuhosti celého zařízení a uchycení kotouče bylo na stejném principu, jako je vidět na Obr. 9.3.



Obr. 9.3 - Uložení hřídele okružní pily [10]

1	Tubus	11, 12	Podložka, matice
2	Hřídel	13	Pero
3, 4	Víčko	14	Řemenice
5, 6	Ložisko	15	Šroub
7, 8	Přítlačný disk	16, 17	Gufero
9, 10, 18	Pojistný kroužek		

Tabulka 1 - Popis uložení hřídele okružní pily [10]

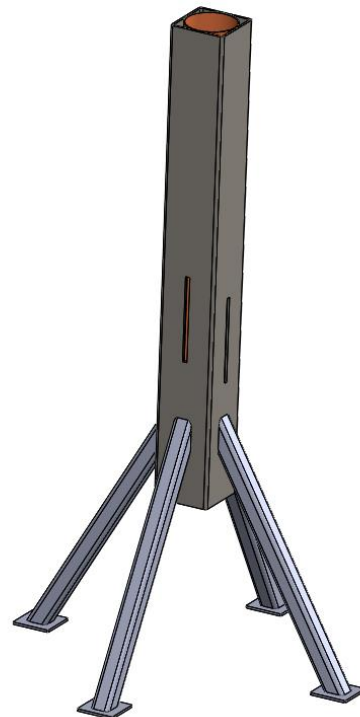
9.4 Konstruování

Nejdříve byl vymodelován tubus čtvercové trubky s otvory na každé straně pro pilové kotouče. Jako druhý díl byla kruhová trubka, která měla vnější průměr shodný s délkou vnitřní strany jeklu. Následně byla vytvořena jedna noha, také ze čtvercové trubky. Sestavením těchto tří dílů vznikla základní sestava, která je shodná pro všechny následující prototypy.

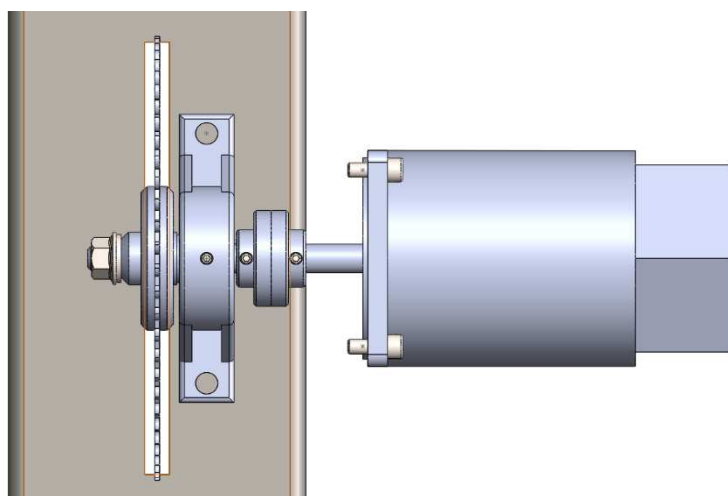
Po vymodelování kotouče pily bylo nutné vytvořit také model elektromotoru. K tomu posloužily výkresy v katalogu dodavatele. Model elektromotoru je pouze zjednodušená verze, která udává základní tvar, hlavní rozměry, přírubu a hnací hřídel motoru.

Hnací hřídel elektromotoru je pomocí jednoduché přírubové spojky, která je spojena třížnými kolíky, spojen s hnanou hřídelí. Ta je odstupňována tak, že hned za spojkou se nachází kuličkové ložisko s domkem. Ložisko, které je nalisováno na hřídel je z jedné strany jištěno dalším odsazením hřídele a z druhé strany pojistným kroužkem.

Řezný kotouč je uchycen stejným způsobem jako na Obr. 9.5 – z jedné strany k němu přiléhá disk, na který je kotouč nasazen, takže jej vystředuje a z druhé strany je přitlačen druhým diskem, který je dotažen maticí.



Obr. 9.4 - Základní tubus [Obrázek autora]



Obr. 9.5 - Uložení P1.0 [Obrázek autora]

Výměnu kotouče lze provést jednoduchým povolením matice a sundáním disku spolu s řezným kotoučem. Matice nemusí být samosvorná, ani jištěna jiným způsobem, protože smysl otáčení ji přirozeně dotahuje. Celý tento mechanismus je zakryt plechovým krytem, který slouží zároveň jako příruba pro elektromotor.

Celé zařízení je vidět na Obr. 9.6., na kterém je vše zakrytované.

9.5 Výhody a nevýhody

Hlavní slabina tohoto řešení je v tom že se bude velice obtížně vyměňovat pilový kotouč. K tomu, aby mohl být pilový kotouč vyměněn, musí být sundán poklop, na kterém je ale přichycen elektromotor. Pro sundání elektromotoru se musí odšroubovat příruba, což se dělá obtížně pod poklopem. Pokud by se toto údržbáři povedlo, pilový kotouč by šel poté bez problémů sundat. Největší problém je tedy v sundání elektromotoru.

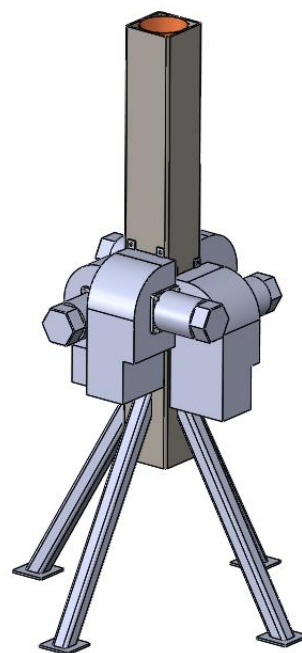
Druhou nevýhodou je malá tuhost zařízení. Tím, že hřídel podpírá pouze jedno ložisko, může se stát, že axiální síly budou tak veliké, že se hřídel bude v místě přírubové spojky lámat.

Další nevýhodou je zajištění tuhosti elektromotoru. Poklop je navržen z poměrně tenkého plechu a může se stát, že elektromotor bude vibrovat, různě se kroutit, nebo po čase používání z poklopu zcela odpadne.

Naopak výhodou je kvalitní ochrana obsluhy, aby nesažala na pilové kotouče. Navíc poklop zajišťuje dobrý odvod pilin a třísek, které zároveň usměrňuje směrem dolů. Další výhodou je kompaktnost celého zařízení a opravdu snadné sundání a výměna pilového kotouče z hnaného hřídele.

9.6 Finanční zhodnocení

Výsledkem finančního zhodnocení je součet všech nákladů na pořízení materiálu, nákladů na režii a nákladů na výrobu zařízení. Ceny hutního materiálu jsou dle aktuálního ceníku společnosti Feron a.s.



Obr. 9.6 - Prototyp 1.0 [Obrázek

Materiál	Rozměry [mm]	Poznámka	Jednotková cena	Cena materiálu
Čtvercová trubka	120x5-1000	Hlavní tubus		446 Kč
Čtvercová trubka	40x40-2400	Nohy		396 Kč
Plastová trubka	Ø110x5-100	Hlavní tubus		311 Kč
Plochá tyč	3x300x3000	Dekl		1 071 Kč
Plochá tyč	6x10x80	Nohy		205 Kč
Plochá tyč	22x150x400	Domek ložiska		416 Kč
Kruhová tyč	Ø40-200	Spojka		244 Kč
Kruhová tyč	Ø26-500	Hřídel		620 Kč
Kruhová tyč	Ø60-100	Disk		260 Kč
Spojovací materiál	±200 ks		2 Kč/ks	400 Kč
Řezný kotouč	180-30	4 ks	540 Kč	2 160 Kč
Ložisko		6005	200 Kč/ks	800 Kč
Motor RAVEO		4 ks	2341 Kč/ks	9 364 Kč
			Suma	16 693 Kč
Hmotnost zařízení	62,48 kg		+ 15 % doprava	19 196 Kč
Operace	Hmotnost		Jednotková cena	Cena operace
Zinkování	62,48 kg		30 Kč/kg	1 874 Kč
Montáž	62,48 kg		85 Kč/kg	4 998 Kč
Svařování	12 h		350 Kč/hod	4 200 Kč
				11 073 Kč
			Celková cena	30 269 Kč

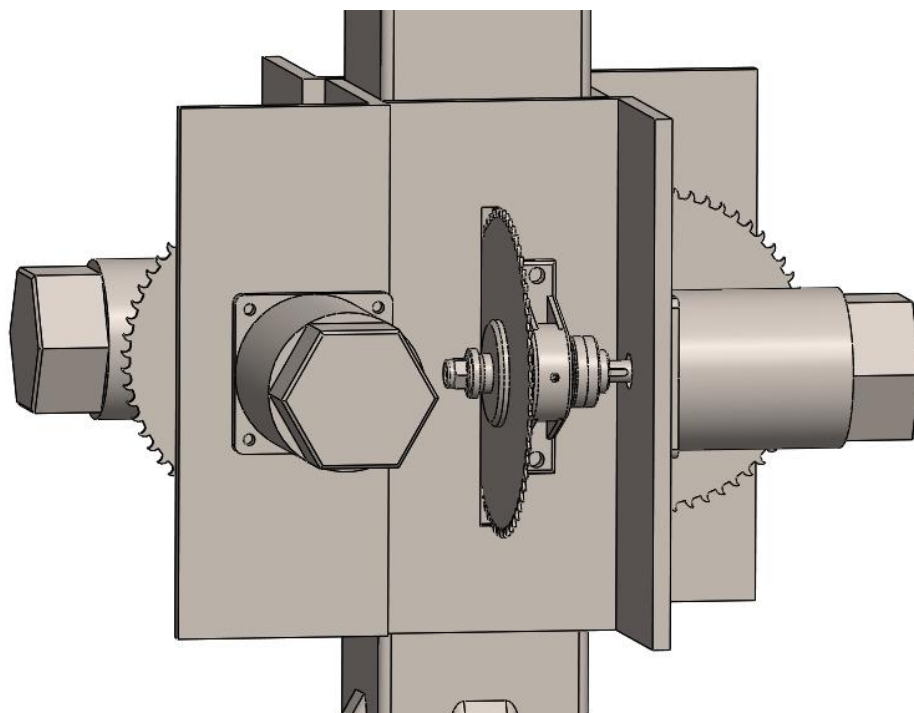
Tabulka 2 - Finanční hodnocení P1.0

10 Prototyp 2.0

Druhý prototyp zcela vychází z prvního prototypu. Byly vyhodnoceny výhody této konstrukce a ty zůstaly. Naopak nevýhody byly potlačeny nebo změněny. Určitě zůstal pohon čtyřmi elektromotory.

10.1 Hlavní změny

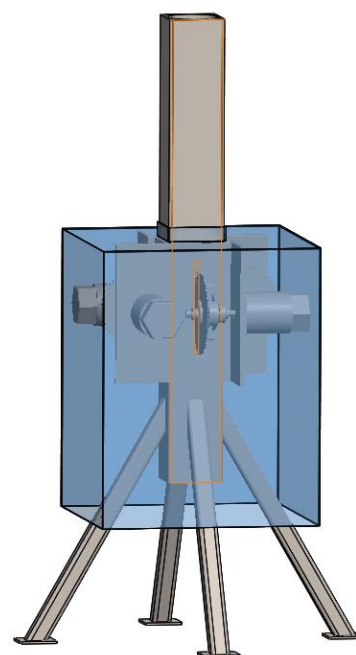
Hlavní konstrukční změnou oproti prvnímu prototypu je absence krytu každé pohonné jednotky. Tento kryt sloužil zároveň jako plocha pro připevnění elektromotoru. Namísto toho byl použit svařenec svou plochých tyčí, který tvoří L profil. Má lepší pevnostní vlastnosti, nezpůsobuje vibrace a zároveň, pokud se do něj vyvrtají přesné závitové díry, slouží jako matice pro šrouby připevňující elektromotor. Tím pádem se nemusí složitě z druhé strany šroubovat matice s podložkou.



Obr. 10.1 - Uložení P2.0 [Obrázek autora]

To stejné platí pro domek ložiska, který se nemusí šroubovat přímo do tubusu jako v předchozí verzi, ale do předem vyvrtaných závitových děr v L profilu. Ložisko spolu s domkem je zároveň užší a tím se zmenšila celková konstrukce.

Místo samostatných poklopů bude celé zařízení kdyto jedním velkým poklopem ze svařovaného PPR plastu. Tento poklop bude na konstrukci jednoduše nasunut čili v případě kolize nebo údržby bude demontáž velmi snadná. Zároveň poskytuje velký prostor pro odvod pilin, čímž pádem se nebude zahlcovat. Jeho rozměry jsou uzpůsobeny tak, aby se obsluha nemohla poranit neopatrným strčením ruky pod poklop k řezným kotoučům.



Obr. 10.2 - Prototyp 2.0 [Obrázek autora]

10.2 Finanční zhodnocení

V této variantě zvyšuje cenu hmotnost materiálu použitého na úhelníky. Tato konstrukce je ale podstatně jednodušší, než prototyp 1.0 proto budou skutečné náklady na výrobu pravděpodobně nižší než u prvního prototypu. Výslednou cenu navyšuje kryt celého zařízení, který je vyroben z PPR. Tento kryt by byl vyroben dodavatelskou firmou.

Materiál	Rozměry [mm]	Poznámka	Jednotková cena	Cena materiálu
Čtvercová trubka	120x5-1000	Hlavní tubus		446 Kč
Čtvercová trubka	40x40-2400	Nohy		396 Kč
Plastová trubka	110x5-1000	Hlavní tubus		311 Kč
Plochá tyč	10x300 - 1100	Úhelník		3 913 Kč
Plochá tyč	6x60x80	Nohy		205 Kč
Kruhová tyč	Ø40-200	Spojka		244 Kč
Kruhová tyč	Ø26-100	Hřídel		258 Kč
Kruhová tyč	Ø60-30	Disk	98,9 Kč/ks	396 Kč
Spojovací materiál	±200 ks		2 Kč/ks	400 Kč
Řezný kotouč	180-30	4 ks	540 Kč	2 160 Kč
Domek ložiska	Svařenec	4 ks	1000 Kč/ks	4 000 Kč
Ložisko		6005	200 Kč/ks	800 Kč
Motor RAVEO		4 ks		9 364 Kč
PPR kryt		1 ks	3000 Kč	3 000 Kč
			Suma	25 892 Kč
Hmotnost zařízení	49,6 kg		+ 15 % doprava	29 776 Kč
Operace	Hmotnost		Jednotková cena	Cena operace
Zinkování	49,6 kg		30 Kč/kg	1 488 Kč
Montáž	49,6 kg		85 Kč/kg	3 968 Kč
Svařování	4 h		350 Kč/hod	1 400 Kč
				6 856 Kč
			Celková cena	36 632 Kč

Tabulka 3 - Finanční hodnocení P2.0

11 Prototyp 3.0

U třetího prototypu se upustilo od varianty čtyř samostatných elektromotorů a přešlo se k možnosti použití jednoho silného elektromotoru, který by poháněl všechny čtyři řezné kotouče, jak je vidět na Obr. 6.3 – Pohon jedním elektromotorem. Distribuce krouticího momentu je pomocí hřídelí s šikmým ozubením, které jsou velice jednoduché a účinné. Krouticí moment je z motoru na hřídele přenášen pomocí klínového řemene, který v případě kolize může proklouznout, a z toho důvodu nejsou nezbytné spojky, které by chránily elektromotor.

11.1 Elektromotor

Pro tyto účely byl vybrán elektromotor značky SIEMENS s označením IMB3. Tento motor se jmenovitým výkonem 5,5 kW a otáčkami 1450 ot·min⁻¹, je dostatečně výkonný, aby dokázal pohánět všechny čtyři pilové kotouče. Jedná se o třífázový asynchronní patkový elektromotor. Patky budou přišroubovány ke dvěma čtyřhranným trubkám na konstrukci řezačky. V trubkách budou vyfrézovány podélné drážky, kterými se bude moci posouváním elektromotoru napínat klínový řemen. Hnací řemenice bude nasazena na vývodový hřídel elektromotoru a zajištěna perem. Hnaná řemenice bude stejným způsobem nasazena na hnaný hřídel.

Parametry:

<i>Typová řada</i>	<i>IMB3</i>
<i>Velikost (osová výška)</i>	132S
<i>Výkon</i>	5,5 kW
<i>Otáčky</i>	1 410 min ⁻¹
<i>Napětí</i>	400/690 V; 50 Hz
<i>Ložisko strana D</i>	6208 2ZC3
<i>Ložisko strana ND</i>	3208 2ZC3
<i>Krytí</i>	IP55
<i>Vyvážení motoru</i>	Stupeň vibrací A
<i>Váha</i>	38 kg
<i>Standardní nátěr</i>	Odstín RAL 7030

Tabulka 4 - Parametry IMB3 [11]

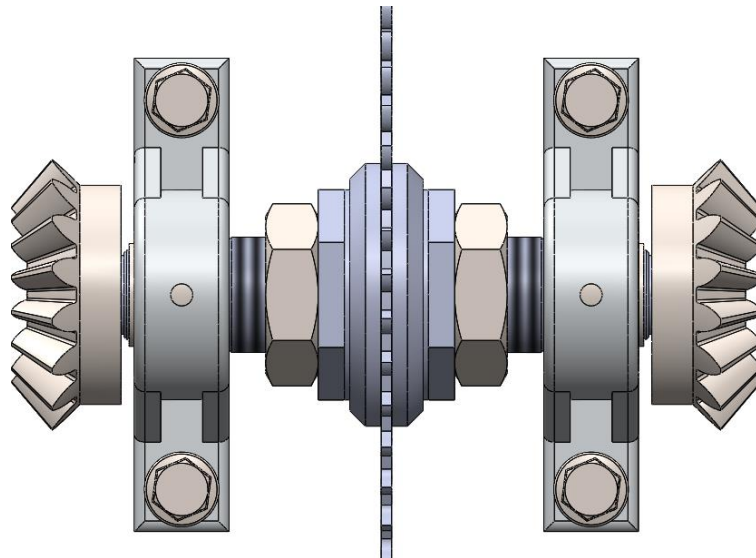
11.2 Uložení hřídele

Uložení hřídele, který pohání pilové kotouče je v tomto případě zcela rozdílné než u předchozích dvou verzí. Jelikož má hřídel v základu na obou stranách ozubené kolo, vypadá její uspořádání sleva doprava následovně:

- 1) ozubené kolo zajištěné perem,
- 2) odsazení a pojistný kroužek s drážkou,
- 3) ložisko s domkem,
- 4) závit,
- 5) pojistná matice,

- 6) disk zajišťující polohu kotouče,
- 7) pilový kotouč,
- 8) opačný disk,
- 9) ložisko s domkem,
- 10) ozubené kolo zajištěné perem.

Nasazení kotouče probíhá tak, že se na závit nasadí pojistná matice spolu s diskem, který má taky závit a slouží zároveň jako matice. Na vystředovací kroužek disku se nasadí pilový kotouč, který se zajistí opačným diskem a pojistnou maticí. Následně se na osazení nasadí



Obr. 11.1 - Uložení hřídele P3.0 [Obrázek autora]

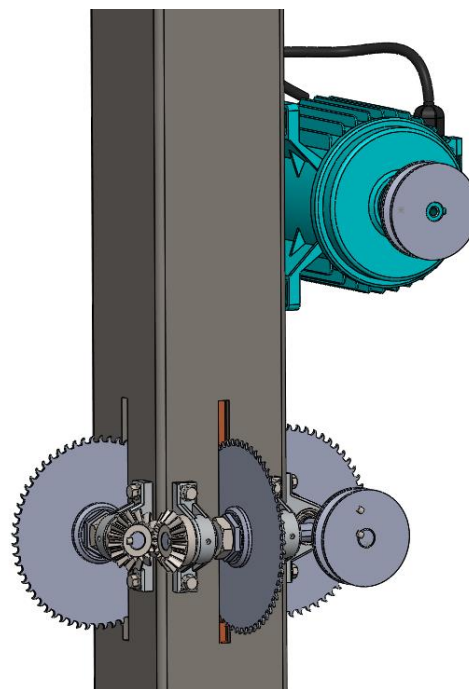
ložisko spolu s domkem, pojistný kroužek, a nakonec ozubené kolo. Celý ten to komplet poté drží na konstrukci pomocí čtyř šroubů, které drží ložiskové domky.

11.3 Výhody a nevýhody

Velkou výhodou jsou synchronní otáčky všech čtyř kotoučů, které když kolísají, tak všechny stejně. Při zastavení, nebo zaseknutí stroje se zastaví všechny kotouče, a ne pouze některé. Díky použití dvou ložisek na každou jednotku je uložení stabilní a tuhé. Nehrozí žádné nebezpečné kroucení, nebo vibrace. Motor může být uložen kdekoliv, i mimo celé zařízení a díky tomu se samotná řezačka stává vesměs kompaktnější, lehčí, skladnější.

Velkou nevýhodou je snadnost údržby. Pokud je potřeba vyměnit řezný kotouč, neobejde se tato výměna bez sundávání ložisek a vůbec pracného rozebírání hřídele. Použití dvou disků jako matek, které leží proti sobě nezaručuje kvalitní přenos krouticího momentu z hřídele na kotouč, jelikož krouticí moment se tím pádem přenáší přes závit. Otáčení hřídele může jednu z matek povolovat – řešením by byl levý závit na jedné polovině hřídele, což zvyšuje náklady na výrobu.

Použití šikmého ozubení je velmi nákladná položka stroje, která se obtížně a draze vyrábí, a navíc se musí složitě počítat. V okolí řezačky bude vznikat velké množství pilin a prachu, a to není vhodné pro ozubená kola. Řešením by bylo tyto prostory odstínit, nebo použít žebra v samotném poklopu, která by tento prostor oddělila.



Obr. 11.2 - Prototyp 3.0 [Obrázek autora]

11.4 Finanční hodnocení

V této variantě nejvíce ovlivňují konečnou cenu řezačky tři hlavní aspekty. Jeden výkonný elektromotor je levnější než čtyři malé elektromotory. Hřídel je uložena na dvou ložiskách, z nichž každé má svůj na zakázku vyráběný domek. A třetí hledisko je použití kuželových ozubených kol, která mohou být sice kupovaná, ale přesto ovlivňují konečnou cenu.

Materiál	Rozměry [mm]	Poznámka	Jednotková cena	Cena materiálu
Čtvercová trubka	120x5-1000	Hlavní tubus		446 Kč
Čtvercová trubka	40x40-2400	Nohy		396 Kč
Plastová trubka	110x5-1000	Hlavní tubus		311 Kč
Plochá tyč	6x60x80	Nohy		205 Kč
Kruhová tyč	Ø80x40	Řemenice		512 Kč
Kruhová tyč	Ø40x120	Spojka		244 Kč
Kruhová tyč	Ø26-100	Hřídel		258 Kč
Kruhová tyč	Ø60-30	Disk	98,9 Kč/ks	396 Kč
Spojovací materiál	±200 ks		2 Kč/ks	400 Kč
Řezný kotouč	180-30	4 ks	540 Kč	2 160 Kč

<i>Domek ložiska</i>	Svařenec	8 ks	1000 Kč/ks	8 000 Kč
<i>Ložisko</i>		6005	200 Kč/ks	800 Kč
<i>Motor SIEMENS</i>		1 ks		7 476 Kč
<i>PPR kryt</i>		1 ks	3000 Kč	3 000 Kč
<i>Klínový řemen</i>		2 ks		92 Kč
<i>Ozubená kola</i>		6ks	890 Kč/ks	5 340 Kč
			Suma	30 035 Kč
Hmotnost zařízení	83,5 kg		+ 15 % doprava	34 540 Kč
Operace	Hmotnost		Jednotková cena	Cena operace
<i>Zinkování</i>	83,5 kg		30 Kč/kg	2 505 Kč
<i>Montáž</i>	83,5 kg		85 Kč/kg	6 680 Kč
<i>Svařování</i>	1 h		350 Kč/hod	350 Kč
				9 535 Kč
			Celková cena	44 075 Kč

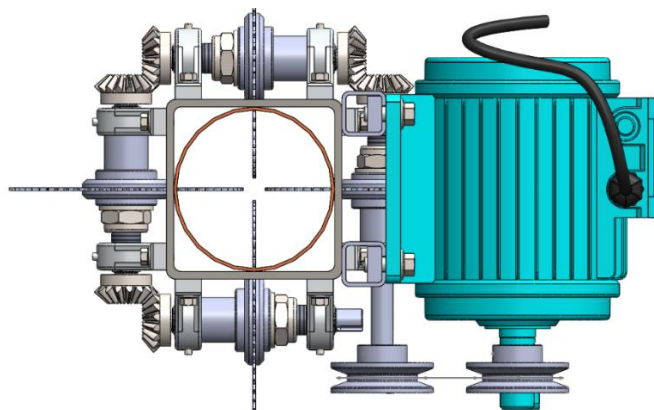
Tabulka 5 - Finanční hodnocení P3.0

12 Prototyp 4.0

Tento prototyp vychází opět z předchozí verze, kdy byl zachován princip pohonu, všechny jeho přednosti a vylepšeny byly ty části, které u předchozí verze nebyly příliš praktické. A třetí hledisko ovlivňující cenu je použití šesti kuželových ozubených kol. Ta se ale dají pořídit od dodavatele stejně jako řemenice, a proto se nemusí nechávat draze vyrábět.

12.1 Hlavní změny

Hlavní změnou je vyřešení špatného uchycení řezného kotouče pomocí dvou matic, které jsou utahovány proti sobě. V tomto prototypu je z jedné strany pilového kotouče osazení, ke kterému je kotouč pomocí disku (matice) přitahován. Spolu s kontramatkou se podstatně zmenší riziko, že by se matice povolily a kotouč by přestal řezat.



Obr. 12.1 - Uložení P4.0 [Obrázek autora]

Na Obr. 12.1 je vidět uložení všech čtyř hnacích hřídelí. Oproti předchozímu prototypu jsou hřídele masivnější, zařízení je tužší a rozměry všech komponentů jsou doladěny. Elektromotor se pohybuje na čtvercových trubkách, které jsou přivařeny ke konstrukci rezačky. V této variantě se motor nachází nad řeznou jednotkou, ale vzhledem k váze motoru by bylo účinnější, kdyby byl motor níže, než je hnaná řemenice. Motor by tak vlastní vahou napínal klínový řemen a šrouby pro uchycení motoru by nebylo nutné tolik dotahovat.

12.2 Finanční hodnocení

Jelikož se příliš neliší kontrakční řešení od přechozí varianty, tak ani cena není příliš rozdílná. Změnila se cena hřídele, která je v tomto případě složitější a cenu také ovlivnily čtvercové profily, které byly použity pro uchycení elektromotoru. Celkově se jedná ale o nejdražší a také nejtěžší variantu s elektromotorem. Na výrobu jsou masivní hřídele s velkými průměry.

<i>Materiál</i>	<i>Rozměry [mm]</i>	<i>Poznámka</i>	<i>Jednotková cena</i>	<i>Cena materiálu</i>
Čtvercová trubka	120x5-1000	Hlavní tubus		446 Kč
Čtvercová trubka	20x20-1000	Ukotvení motoru		163 Kč
Plastová trubka	110x5-1000	Hlavní tubus		311 Kč
Kruhová tyč	Ø80x40	Řemenice		512 Kč
Kruhová tyč	Ø40x120	Spojka		244 Kč
Kruhová tyč	Ø26-100	Hřídel		426 Kč
Kruhová tyč	Ø60-30	Disk	98,9 Kč/ks	396 Kč
Spojovací materiál	±200 ks		2 Kč/ks	400 Kč
Řezný kotouč	180-30	4 ks	540 Kč	2 160 Kč
Domek ložiska	Svařenec	8 ks	1000 Kč/ks	8 000 Kč
Ložisko	6005	8ks	200 Kč/ks	1 600 Kč
Motor SIEMENS		1 ks		7 476 Kč
PPR kryt		1 ks	3000 Kč	3 000 Kč
Klínový řemen		2 ks		92 Kč
Ozubená kola		6ks	890 Kč/ks	5 340 Kč
			Suma	30 397 Kč
Hmotnost zařízení	92 kg		+ 15 % doprava	34 956 Kč
Operace	Hmotnost			Cena operace
Zinkování	92 kg		30 Kč/kg	2 760 Kč
Montáž	92 kg		85 Kč/kg	7 360 Kč
Svařování	2 h		350 Kč/hod	700 Kč
				10 820 Kč
			Celková cena	45 776 Kč

Tabulka 6 - Finanční hodnocení P4.0

13 Prototyp 5.0

Prototyp vychází z verze 2.0, kdy byla zachována myšlenka L profilů, ke kterým je připevněn elektromotor, který přenáší krouticí moment na hřídel až k řeznému kotouči. Inovace proběhla hlavně v novém elektromotoru, který má vhodnější parametry pro dané řešení. Druhá inovace je ve způsobu upevnění řezného kotouče a v obecném uložení hřídele.

13.1 Elektromotor

Podářilo se nalézt elektromotor, který přesně odpovídá zadávacím parametrům a požadavkům na výkon otáčky a především rozměry.

Jedná se o elektromotor JMO80 – 4S od výrobce EMP s.r.o. Slavkov u Brna. Tento elektromotor o výkonu 0,55 kW a jmenovitými otáčkami 1410 ot·min⁻¹ splňuje takřka ideálně veškeré zadávací parametry. Na čele má připravené příruby, kterými je možné jej připevnit k nosné konstrukci.

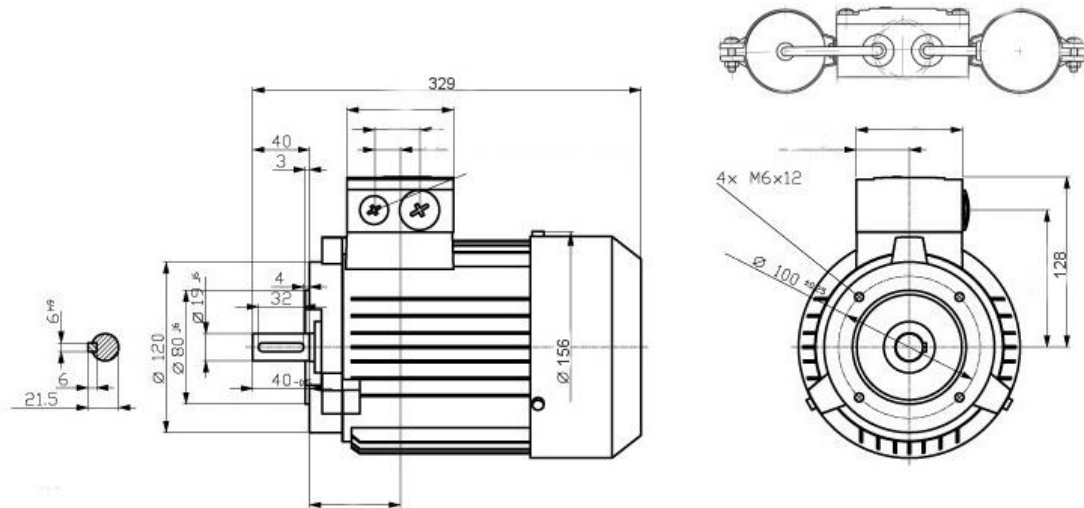


Obr. 13.1 - Elektromotor JMO [12]

Parametry:	<i>Typová řada</i>	<i>JMO</i>
<i>Velikost (osová výška)</i>		80
<i>Výkon</i>		0,55 kW
<i>Otáčky</i>		1 410 min ⁻¹
<i>Počet pólů</i>		Čtyřpólový
<i>Napětí</i>		230 V; 50 Hz
<i>Krytí</i>		IP 55
<i>Kostra</i>		Hliníková
<i>Pro teplotu okolí</i>		Od -20 °C do +40 °C
<i>Pro nadmořskou výšku</i>		do 1000m
<i>Pro trvalé zatížení</i>		S1
<i>Standardní nátěr</i>		Odstín RAL 7030

Tabulka 7 - Parametry JMO [12]

Tento elektromotor byl opět pro účely konstrukce vymodelován. Nejedná se o přesnou kopii, ale pouze hrubý model, který má stejné základní rozměry přibližný tvar. Rozměry příruby jsou shodné s výkresem dodavatele.



Obr. 13.2 - Výkres elektromotoru JMO [12]

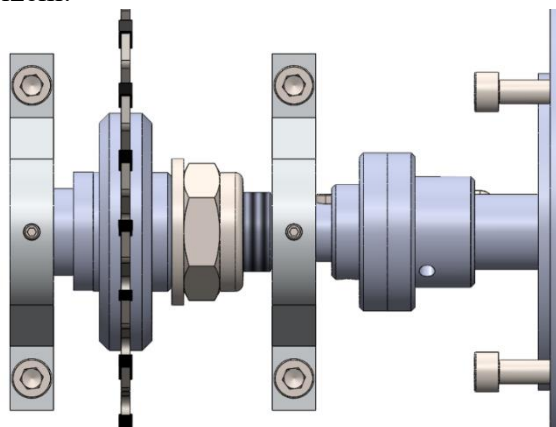
13.2 Uložení hřídele

Konstrukce hřídele vychází ze všech předchozích. Na vývodový hřídel elektromotoru je nasazena spojka, která pomocí pera a střížného kolíku přenáší krouticí moment na hnaný hřídel. Na odsazení je nalisováno úzké ložisko s domkem, který je přišroubován ke konstrukci rezačky. Na následující odsazení je vysoustružen závit, díky kterému je přes matici dotažen disk, který tlačí na pilový kotouč. Druhý pilový kotouč se opírá o osazení hřídele, který je zakončen druhým ložiskem a zakončený pojistným kroužkem.

13.3 Výhody a nevýhody

Tato konstrukce se opět potýká s problémem při výměně pilového kotouče. Při té je potřeba rozpojit přírubovou spojku, odšroubovat obě ložiska z L profilu a svléct z hřídele pravé ložisko. Poté se pouze vyšroubuje matice, která drží přítlačný disk a rezný kotouč lze vyměnit. Řezná jednotka je tuhá a nehrozí vibrace, ani kroucení, ale při každé výměně rezného kotouče je nepraktické sundávat a poté opět nalisovávat kuličkové ložisko.

Další nevýhodou jsou domky pro kuličková ložiska. Jelikož by se museli nechávat také vyrábět, bylo by praktičtější i z hlediska udržitelnosti najít nějaké domky, které může spolu s ložisky poskytovat dodavatel. Velkou výhodou je elektromotor, který výkonově přesně odpovídá požadavkům na zařízení.



Obr. 13.3 - Uložení P5.0 [Obrázek autora]

13.4 Finanční hodnocení

V této variantě cenu ovlivňuje osm zakázkově vyráběných domků pro ložiska. Konstrukce je jednoduchá, a proto není montáž tolik nákladná, jako u předchozích variant. Další zásadní finanční položkou je zinkování, které je bezpodmínečně potřebné, vzhledem k tomu, že zařízení bude pracovat ve vlhkém prostředí.

Materiál	Rozměry [mm]	Poznámka	Jednotková cena		Cena materiálu
Čtvercová trubka	120x5-1000	Hlavní tubus			446 Kč
Plastová trubka	110x5-1000	Hlavní tubus			311 Kč
Plochá tyč	10x300 - 1100	Úhelník			3 913 Kč
Plochá tyč	20x150-250	Domek ložiska			620 Kč
Kruhová tyč	Ø40-200	Spojka			420 Kč
Kruhová tyč	Ø30-100	Hřídel			320 Kč
Kruhová tyč	Ø60-30	Disk	98,9	Kč/ks	396 Kč
Spojovací materiál	±200 ks		2	Kč/ks	400 Kč
Řezný kotouč	180-30	4 ks	540	Kč	2 160 Kč
Ložisko		6005	200	Kč/ks	800 Kč
Motor JMO 80-4S		4 ks	3755	Kč/ks	15 020 Kč
PPR kryt		1 ks	3000	Kč	3 000 Kč
				Suma	27 806 Kč
Hmotnost zařízení	89,2	kg	+ 15 % doprava		31 976 Kč
Operace	Hmotnost		Jednotková	Cena operace	
			cena		
Zinkování	98,2	kg	30	Kč/kg	2 676 Kč
Montáž	89,2	kg	85	Kč/kg	7 136 Kč
Svařování	5	h	350	Kč/hod	1 750 Kč
			Celková cena		43 538 Kč

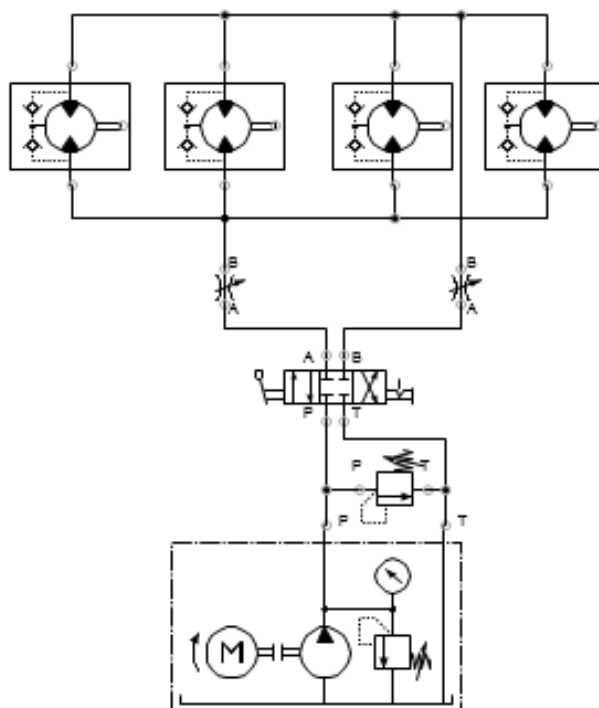
Tabulka 8 - Finanční hodnocení P5.0

14 Prototyp s hydromotory

Dalším z možných způsobů pohonu je čtyřmi hydromotory. Konstrukční řešení je stejné, jako varianta se čtyřmi elektromotory. Hydraulika poskytuje pohodlné obsluhování stroje, dostatečný výkon i bezpečnost. K nosné konstrukci budou připojeny čtyři hydromotory, se spojí perem s hnaným hřídelem, a ten bude přenášet krouticí moment na řezný kotouč. Pokud by došlo ke kolizi a kokosový ořech by se vzpříčil v tubusu, čímž by se zastavily kotouče, tak zvýšení tlaku v systému otevře přepouštěcí ventily, přes které poteče hydraulická kapalina zpět do nádrže. Díky tomu nedojde k poškození systému.

Pokud obsluha přepne polohu rozvaděče, kapalina začne proudit do hydromotorů opačným směrem, a tím se podaří vyprostit zaseknutý kokos z tubusu. Díky hydraulice může obsluha pohodlně měnit smysl otáčení řezných kotoučů.

Hydraulika jako taková má nevýhodu nízké účinnosti oproti mechanickému pohonu (elektromotory). Proto musí mít motor, který pohání čerpadlo, vyšší výkon, než pokud by tento motor poháněl kotouče mechanicky. Druhou nevýhodou je vysoká cena všech komponentů, které byly pro tento pohon použity. A třetí nevýhodou je, že se jedná o již poměrně složité zařízení, což je v rozporu s jednou zadávací podmínkou a sice, že se řezačka má být jednoduchá a jednoduše opravitelná, jelikož se počítá s použitím v nepříliš rozvinutých oblastech. Proto je hydraulický pohon vhodný pouze pro specifickou oblast trhu a dá se s ním počítat jako s budoucím řešením.



Obr. 14.1 - Pohon čtyřmi hydromotory [Obrázek autora]

14.1 Finanční hodnocení

Oproti ostatním variantám jsou náklady na pořízení mnohonásobně vyšší než u elektrického pohonu. Kromě hydromotorů, které nahrazují elektromotory, je potřeba pořídit ještě veškeré příslušenství a hydrogenerátor. Proto stojí za zvážení, zda náklady vynaložené na hydraulický pohon stojí za výhody, které hydraulický pohon poskytuje.

<i>Materiál</i>	<i>Rozměry [mm]</i>	<i>Poznámka</i>	<i>Jednotková cena</i>	<i>Cena materiálu</i>
Čtvercová trubka	120x5-1000	Hlavní tubus		446 Kč
Plastová trubka	110x5-1000	Hlavní tubus		311 Kč
Plochá tyč	10x300 - 1100	Úhelník		3 913 Kč
Plochá tyč	20x150-250	Domek ložiska		620 Kč
Kruhová tyč	Ø40-200	Spojka		420 Kč
Kruhová tyč	Ø30-100	Hřídel		320 Kč
Kruhová tyč	Ø60-30	Disk	98,9 Kč/ks	396 Kč
Spojovací materiál	±200 ks		2 Kč/ks	400 Kč
Řezný kotouč	180-30	4 ks	540 Kč	2 160 Kč
Ložisko		6005	200 Kč/ks	800 Kč
PPR kryt		1 ks	3000 Kč	3 000 Kč
Elektro čerpadlo		1 ks		8 081 Kč
Rozvaděč		1 ks		6 206 Kč
Hadice a ventily				4 000 Kč
Hydromotor		4 ks	4704 Kč/ks	18 816 Kč
Hydr. olej		3 litry		300 Kč
Nádrž				1 500 Kč
			Suma	51 689 Kč
			+ 15 % doprava	59 442 Kč
Hmotnost zařízení	142,2 kg			
Operace	Hmotnost		Jednotková cena	Cena operace
Montáž	142,2 kg		85 Kč/kg	11 376 Kč
Svařování	5 h		350 Kč/hod	1 750 Kč
				17 392 Kč
			Celková cena	72 834 Kč

Tabulka 9 - Finanční hodnocení hydraulického pohonu

15 Finální prototyp

Ve finální verzi se podařilo odstranit veškeré nedostatky, které byly u předchozích verzí. Hlavním nedostatkem bylo usazení hřídele pilových kotoučů a způsob výměny tohoto kotouče. V následující kapitole je podrobný popis celého zařízení.

15.1 Díly

V této podkapitole budou rozebrány jednotlivé díly celé řezačky kokosových ořechů. Bude popsán jejich princip, funkce i vlastnosti. U dílů, které byly popsány podrobně v předchozích kapitolách, bude text odkazovat spíše na dané kapitoly.

15.1.1 Elektromotor

Konečná verze řezačky je poháněna čtyřmi elektromotory JMO 80-4S s malou přírubou, které mají nejlepší vlastnosti pro pohon řezných kotoučů. Jedinou nevýhodou těchto elektromotorů je jejich rozměr a pokud by se v budoucnu podařilo nalézt menší rozměry se stejnými parametry, celkovému řešení by to velmi pomohlo. Celý motor je v konstrukci pootočen o 45°, jelikož při standardním uložení nelze zašroubovat dva šrouby, které spojují přírubu se zbytkem řezačky. Vznikala by tak kolize, kterou bylo nutno takto odstranit

15.1.2 Spojka

Namísto přírubové spojky je použita trubková spojka, která je vyrobena z kruhové tyče o průměru 30 mm, do které je vyvrtána 19mm díra. Do této do této díry je protažena díra pro pero 6x6 mm. Pero slouží k přenosu krouticího momentu z motoru na hnanou hřídel a k zajištění pera slouží závrtné šrouby. Dvě díry pro tyto šrouby jsou vyvrtány do spojky přímo nad plochou pera. Pro rozpojení spojky stačí pouze tyto šrouby vyšroubovat a vytáhnout hnanou hřídel, nebo hřídel motoru.

15.1.3 Ložisko s domkem

Doposud bylo v řešení používáno standardní kuličkové ložisko, pro které byl navržen vždy specifický domek. Jelikož je ale kusová výroba domku drahá, bylo pro tento prototyp navrženo jiné řešení. Někteří dodavatelé ložisek nabízejí i sadu, ve které je ložisko spolu s domkem. Podařilo se nalézt ložisko, které rozměrově vyhovuje zadání a splňuje i pevnostní parametry. Jedná se o litinové stojaté těleso s ložiskem zajištěným na červíka od výrobce ZKL s produktovým označením UCP 204. Pro účely kreslení byl použit CAD model, který poskytuje dodavatel.



Obr. 15.1 - ZKL UCP 20 [13]

Parametry:

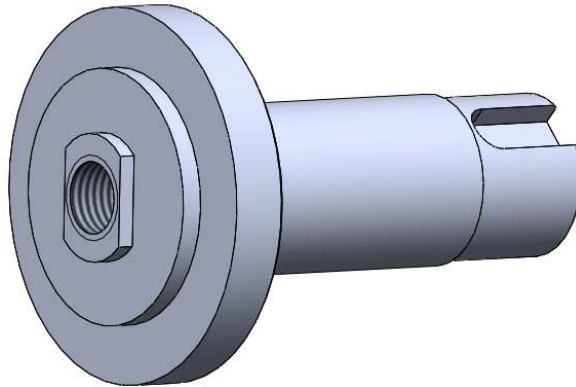
<i>Produktové označení:</i>	<i>ZKL UCP 204</i>
<i>Vnitřní průměr:</i>	20 mm
<i>Rozteč přípojovacích otvorů:</i>	95 mm
<i>Osová výška</i>	33,30 mm
<i>Zajištění ložiska:</i>	červík
<i>Provedení díry:</i>	válcová
<i>Tvar tělesa:</i>	stojaté nedělené
<i>Popis dílu:</i>	kompletní jednotka

Tabulka 10 - Parametry ZKL UCP 20 [13]

15.1.4 Hřídel

Hnaný hřídel má jednoduchý válcovitý odstupňovaný tvar a slouží k přenosu pohonu od motoru na řezný kotouč. z jedné strany má drážku pro pero, kterým bude spojena s vývodovým hřídelem motoru. Větší průměr slouží pro usazení ložiska s domkem a tato část by měla být technologicky lépe zpracována než ostatní, minimálně broušením.

Následuje odsazení, které pouze vymezuje krajní polohu ložiska a největší odsazení složí jako přitlačná plocha pro řezný kotouč. Na druhém konci hřídele je jsou vyfrézovány plochy, které jsou vymezovací pro přitlačný disk a brání protočení disku. Dovnitř je vyvrtán závit velikosti M10, do kterého se zavrtá šroub, který, bude disk spolu s řezným kotoučem utažen.

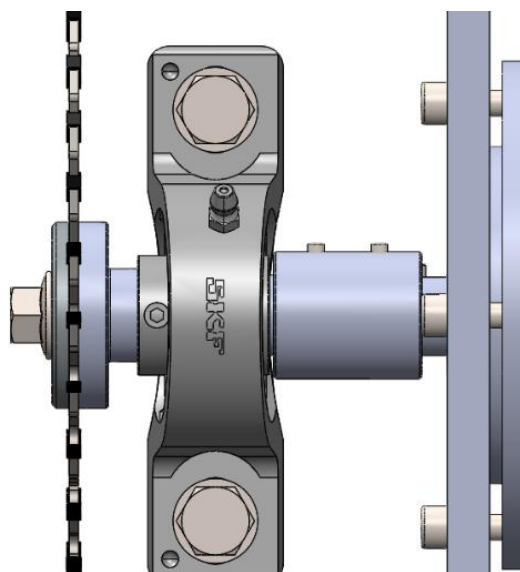


Obr. 15.2 - Hnaný hřídel [Obrázek autora]

15.2 Uložení celé jednotky

Na Obr. 16.3 - Uložení P6.0 je vidět, jak jsou jednotlivé komponenty seskládány. Při výměně řezného kotouče stačí pouze povolit přitlačný šroub na levém konci hřídele a poté sundat disk spolu s kotoučem. Stejně řešení lze nalézt také u běžných ručních okružních pil. Šroub je navíc krátký, a proto nepotřebuje mnoho místa pro vytočení, jako u předchozích verzí.

Demontáž celé jednotky se provede tak, že po povolení čtyř šroubů, které drží přírubu, lze elektromotor jednoduše stáhnout ze spojky. Poté stačí povolit dva velké šrouby které spojují



Obr. 15.3 - Uložení P6.0 [Obrázek autora]

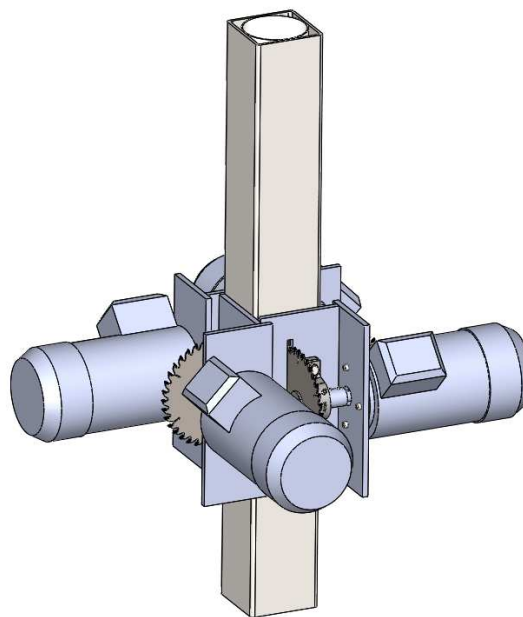
doměk a nosnou konstrukci a celá jednotka lze vyndat. Takovouto demontáž nebude nutné provádět příliš často, pouze při výměně ložiska, nebo dalších komponent jednotky.

15.3 Celkové zhodnocení

Šestý prototyp řezačky kokosových ořechů je vyřešen tak, aby nabízel uživateli dostatečný výkon, který je zajištěn čtyřmi elektromotory. Jednoduchou údržbu, díky které je jednoduchá výměna pilových kotoučů i ostatních komponentů řezačky.

Jednoduchá konstrukce, která ob stojí i v náročných podmínkách Indonésie a jednoduché jakoukoliv část stroje vyměnit, nebo opravit. Zařízení nepotřebuje třífázový, ale pouze jednofázový střídavý elektrický proud o frekvenci 50 Hz.

Nohy byly z tohoto řešení vypuštěny, jelikož je již počítáno s tím, že řezačka bude do linky pro zpracování kokosu zapojena jinak než pomocí nožiček. Ty ale není problém kdykoliv ke konstrukci připojit.



Obr. 15.4 - Prototyp 6.0 [Obrázek autora]

15.4 Finanční vyhodnocení

Cena se téměř shoduje s cenou prototypu P5.0. Rozdíl v ceně určuje jednodušší konstrukce tohoto prototypu a z toho důvodu bude cena montáže nižší. Dále v konečné ceně odpadá cena za zinkování, jelikož celé zařízení je z nerezového materiálu ČSN EN 1.4301,

který se používá pro stroje používané v potravinářství. Pokud možno, jsou v tomto prototypu použity kupované komponenty, které jsou levnější než vyráběné zakázkově.

Materiál	Rozměry [mm]	Poznámka	Jednotková cena	Cena materiálu
Čtvercová trubka	120x5-1000	Hlavní tubus		446 Kč
Plastová trubka	110x5-1000	Hlavní tubus		311 Kč
Plochá tyč	10x300 - 1100	Úhelník		3 913 Kč
Kruhová tyč	Ø40-200	Spojka		420 Kč
Kruhová tyč	Ø30-100	Hřídel		320 Kč
Kruhová tyč	Ø60-30	Disk	98,9 Kč/ks	396 Kč
Spojovací materiál	±150 ks		2 Kč/ks	300 Kč
Řezný kotouč	180-30	4 ks	540 Kč	2 160 Kč
Ložisko s domkem	ZKL UCP 204	4 ks	199,3 Kč/ks	797 Kč
Motor JMO 80-4S		4 ks	3755 Kč/ks	15 020 Kč
PPR kryt		1 ks	4000 Kč	4 000 Kč
			Suma	28 083 Kč
Hmotnost zařízení	89,2 kg		+ 15 % doprava	32 295 Kč
Operace	Hmotnost		Jednotková cena	Cena operace
Montáž	89,2 kg		85 Kč/kg	7 136 Kč
Svařování	5 h		350 Kč/hod	1 750 Kč
			Celková cena	41 125 Kč

Tabulka 11 - Finanční hodnocení P6.0

16 Celkové finanční zhodnocení

V tabulce 12 – Celkové finanční zhodnocení je vidět srovnání cen všech prototypů, včetně hydraulického pohonu. Nejdražší varianta je s hydraulickým pohonem, protože kromě samotné konstrukce zařízení jsou potřebné i další komponenty, jako je čerpadlo, nádrž a hadice. Nejlevnější variantou je prototyp 1.0, který je zároveň prvním prototypem. Důvodem, proč je tato varianta nejlevnější je že pro konstrukci byly použity tenké plechy, které ji značně odlehčily, a tak snížily pořizovací cenu. Nejedná se ale o nejjednodušší variantu, a proto je použití v praxi problematické, jelikož je složité tuto konstrukci vyrobit.

Nejlepší poměr mezi cenou a konstrukcí má prototyp P6.0, který nabízí kvalitní funkční a dobře udržitelnou konstrukci, která bude fungovat i v náročných podmínkách.

Prototyp	Cena
P1.0	30 269 Kč
P2.0	36 632 Kč
P3.0	44 075 Kč
P4.0	45 776 Kč
P5.0	43 538 Kč
P6.0	41 125 Kč
Hydraulika	76 834 Kč

Tabulka 12 - Celkové finanční zhodnocení

17 Závěr

Cílem předkládané práce bylo podrobně popsat technologii a způsob zpracování kokosu ve světě. Jak se kokos pěstuje, sklízí a jakým způsobem je možné z kopry vyextrahovat konečný produkt, kterým je kokosový olej. V praktické části bylo popsáno, proč je potřeba navrhnout nové zařízení pro zpracování kokosu a na základě zadávacích podmínek byl představen prototyp, ze kterého se celá konstrukční práce dále odvíjela.

Během několika kapitol bylo popsáno celkem sedm konstrukčních návrhů řezačky, z nichž šest bylo poháněno elektromotorem a jeden hydromotorem. Na konci každé kapitoly je finanční zhodnocení dané varianty, které vychází hlavně z nákladů na pořízení materiálu. Cena montáže je stanovena dle hmotnosti zařízení, jelikož nelze jednoznačně a přesně určit, jakou dobu bude montáž dělníkovi trvat. Na základě finančního zhodnocení byla zcela vyloučena varianta s hydraulickým pohonem, jelikož mnohonásobně převyšovala cenu ostatních variant. Navíc je hydraulický pohon takřka vyloučen pro cílovou oblast používání, vzhledem ke složitosti a náročné údržbě celého zařízení.

S ohledem na cenu a celkové konstrukční řešení celé řezačky byl vyhodnocen prototyp P6.0 jako nejvhodnější pro reálné použití. Cena není vysoká, dobře se tento stroj opravuje a udržuje, je jednoduchý a dobře vyrobitelný.

Veškerá výkresová dokumentace k tomuto prototypu je v přílohách. Pomocí této dokumentace je možné řezačku vyrobit a používat v běžném provozu. VD byla vytvořena v programu SolidWorks, ze kterého pochází také veškeré obrázky jednotlivých prototypů. Nakonec se tento prototyp nechal zaevidovat jako užitný vzor pod evidenčním číslem **PUV2019-36779** a patentovat pod evidenčním číslem **PV2019-650**.

Hlavním přínosem této práce je poskytnutí komplexních informací z problematiky zpracování kokosu a návrh jedinečného a inovativního řešení řezačky, pomocí které je možné efektivněji zpracovávat kokosové ořechy.

19 Citovaná literatura

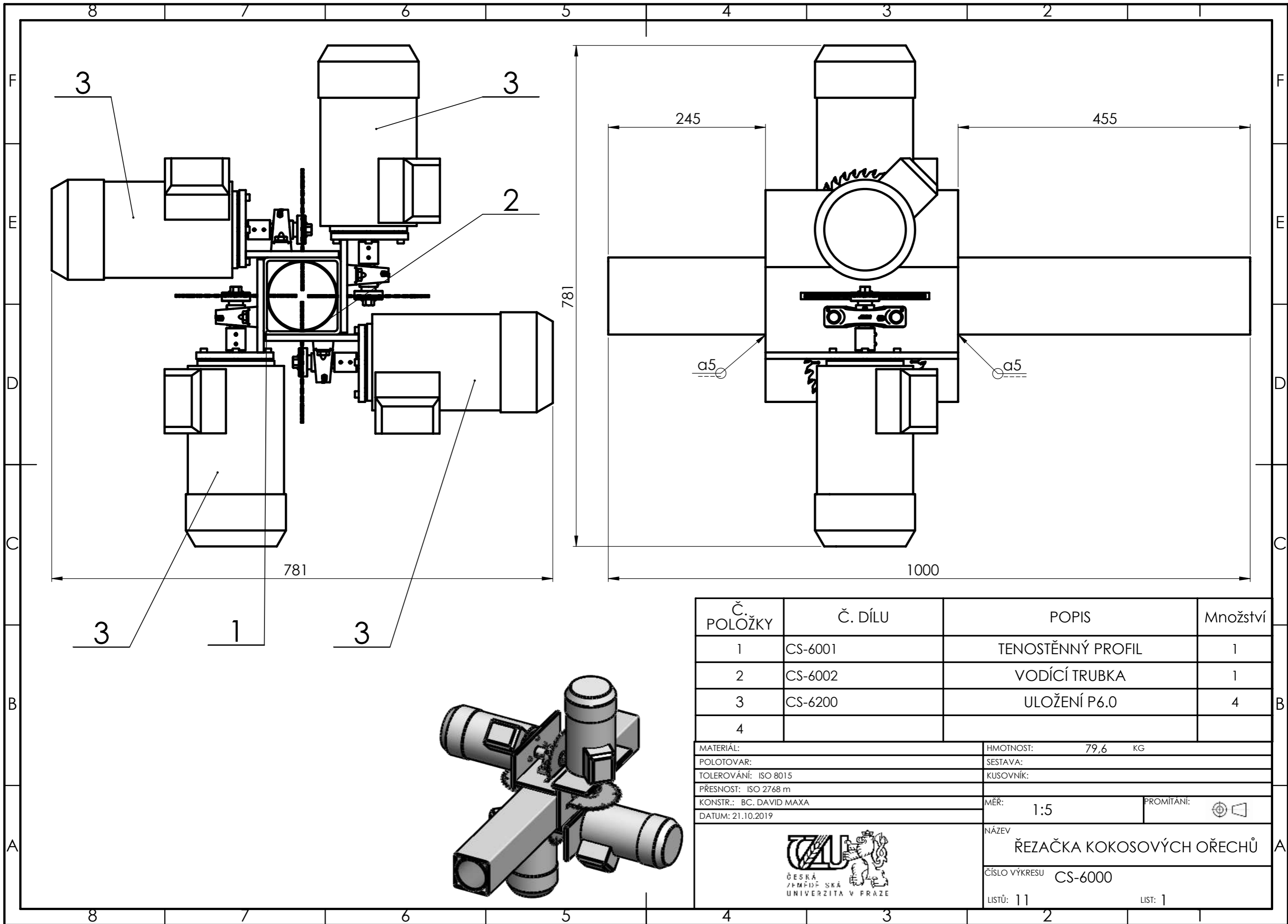
1. **B., Flowerder.** *Ovoce: Velká kniha ovoce.* Praha : Volvox Globator, 1995. ISBN 80-7207-052-5.
2. **kol., P. Váleček a.** *Užitkové rostliny tropů a subtropů.* Praha : TĚŠÍNSKÁ TISKÁRNA, 2002. ISBN 80-200-0939-6.
3. *Drying characteristics of copra and quality of copra and coconut oil.* **Guarte, Roberto C., Mühlbauer, Werner a Kellert, Manfred.** 9, místo neznámé : ELSEVIER, 1996.
4. **Grimwood, Brian E.** *Coconut palm products.* Řím : Tropical Products Institute London, 1975. ISBN 92-5-100853-1.
5. **Hamid, M.A., a další, a další.** Inovative Integrated Wet Process for Virgin Coconut Oil Production. *Journal of Applied Sciences.* 11(13), 2011, Sv. 2467, 10.3923/jas.2011.2467.2469.
6. **Hojerová, J. a Škultétyová, K.** *Materiály pre 2. a 3. ročník študijného odboru kozmetik.* Bratislava : Slovenské pedagogické nakladateľstvo - Mladé léta, 2007. 978-80-10-01261-9.
7. **Kurian, Peter KV.** Vol. 8 Horticulture Science Series. *Commercial Crops Technology.* India : New India Publishing, 2007.
8. **WILLETT, WALTER C.** COCONUT OIL. *Harvard Health Letter.* 36, 2011, Sv. 7, 7-7.
9. **Žďárský, Karel Ing. .** O nás. *farmet.cz.* [Online] Farmet a.s., 2018. [Citace: 25. 02 2020.] <https://www.farmet.cz/cs/o-nas>.
10. **Moravec, Vlastimil.** Elektromotor SIEMENS 5.5kW. *Elektromotory Moravec s.r.o.* [Online] Elektromotory Moravec s.r.o., 2011. [Citace: 23. 03 2020.] <https://www.elektromotory.net/siemens/11a7-1500-otacek/11e1001-6-2-1.html>.
11. —. Elektromotor JMO80-4S . *Elektromotory Moravec s.r.o.* [Online] 2011. [Citace: 20. 03 2020.] <https://www.elektromotory.net/siemens/11f7-ae-1500-otacek/elektromotor-em-brno-jmo80-4s-0-55kw-1410ot.html>.
12. ZKL UPC 204. *ARKOV.* [Online] ARKOV, spol. s r.o., 2019. [Citace: 20. 03 2020.] https://www.arkov.cz/p/ucp-204-litinove-stojate-teleso-s-loziskem-zajistenym-na-cervika-zkl-240521?gclid=Cj0KCQjwgNXtBRC6ARIsAIPP7RuUAna9w2ONRb-5BoQWXg5ZqEHSjWuqEYhX4Ab1pWUCro8hocM1TEYaaAoR0EALw_wcB.

13. **DKM motor & gearbox.** DKM motor & gearbox. *AC motors*. [Online] 12. 07 2018.
[Citace: 19. 03 2020.]
<http://www.dkmmotor.com/g5/data/category/div/pdf/102/DC%2090mm%20200W.pdf>.

14. **Procházková, Věra a a kol.** *Konstrukční cvičení: Části strojů*. Brno : SNTL -
Nakladatelství technické literatury, 1982.

20 Seznam použité literatury

1. **KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT.** *Technické kreslení. 2.*, opr. vyd. Brno: Computer Press, 2007. Učebnice (Computer Press). ISBN 978-80-251-1887-0
2. **ČERNOCH, Svatopluk.** *Strojně technická příručka.* 12. přepr. vyd. Praha: SNTL, 1968. Řada strojírenské literatury.
3. **LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA.** *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření.* Úvaly: Albra, 2003. ISBN 978-80-86490-74-8.
4. **LELIEVELD, H. L. M., J. T. HOLAH a D. NAPPER.** *Hygiene in food processing: principles and practice.* Second edition. Philadelphia: Woodhead Publishing, 2014. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition, no. 258. ISBN 0857094297.
5. **SKAŘUPA, Jiří.** *Kreativita a inovační myšlení v konstruování* [online]. Ostrava: VŠB, 2007 [cit. 2020-04-20]. ISBN 978-80-248-1717-0.



Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	CS-6001	TENOSTĚNNÝ PROFIL	1
2	CS-6002	VODÍCÍ TRUBKA	1
3	CS-6200	ULOŽENÍ P6.0	4
4			

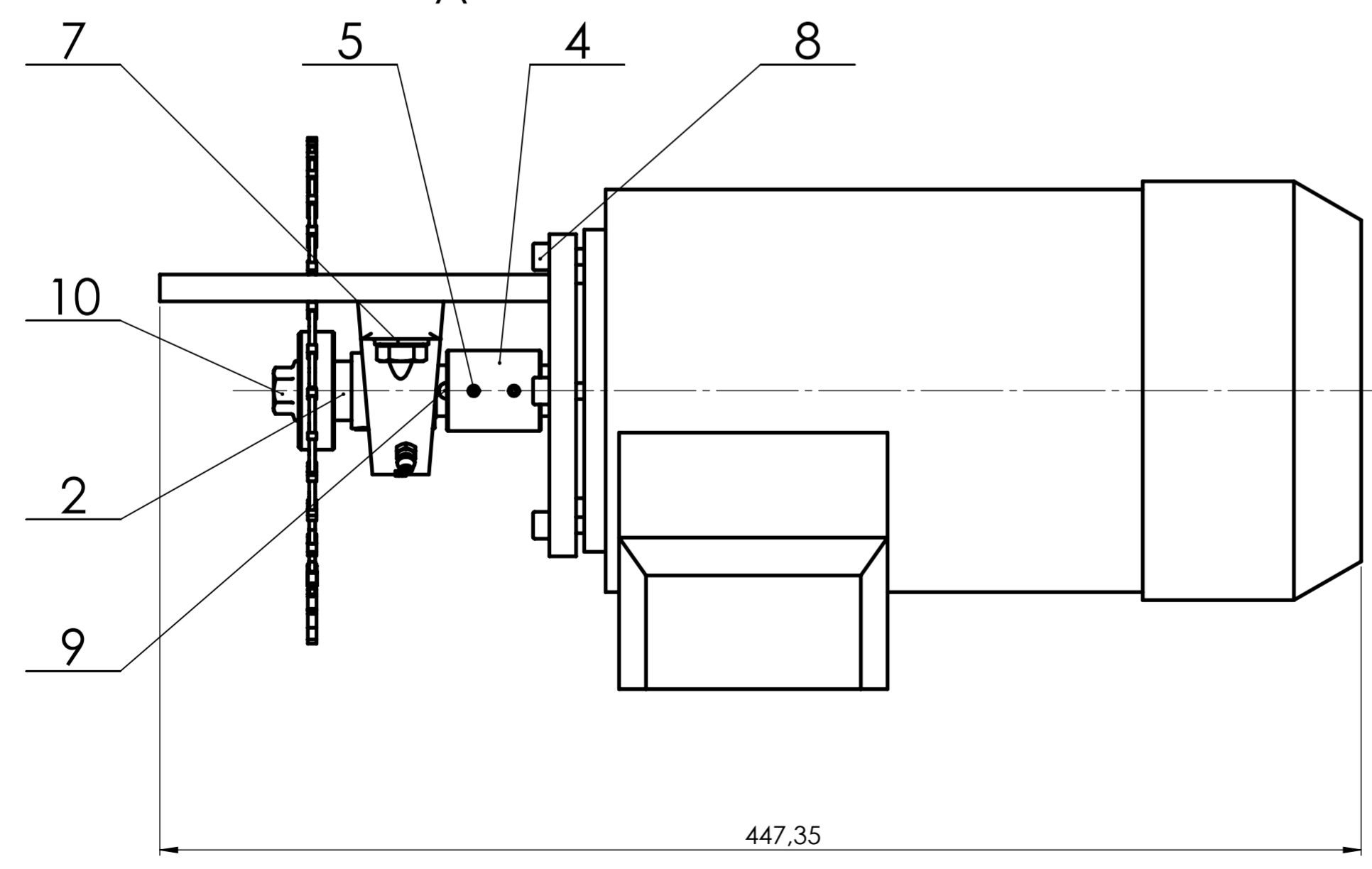
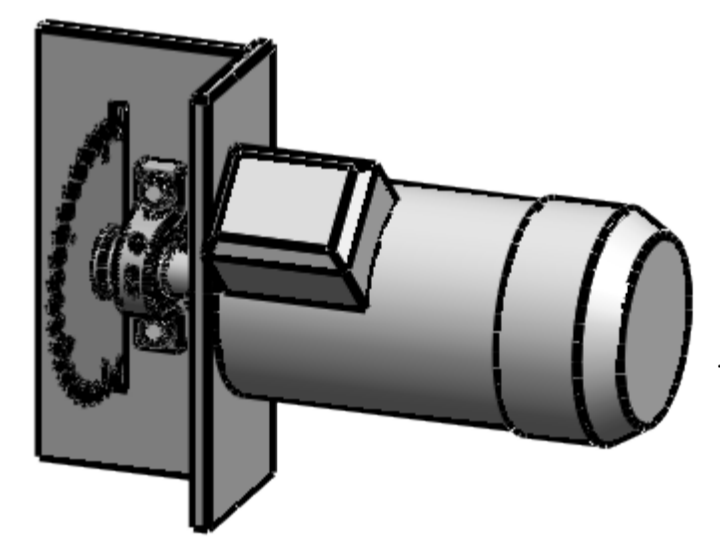
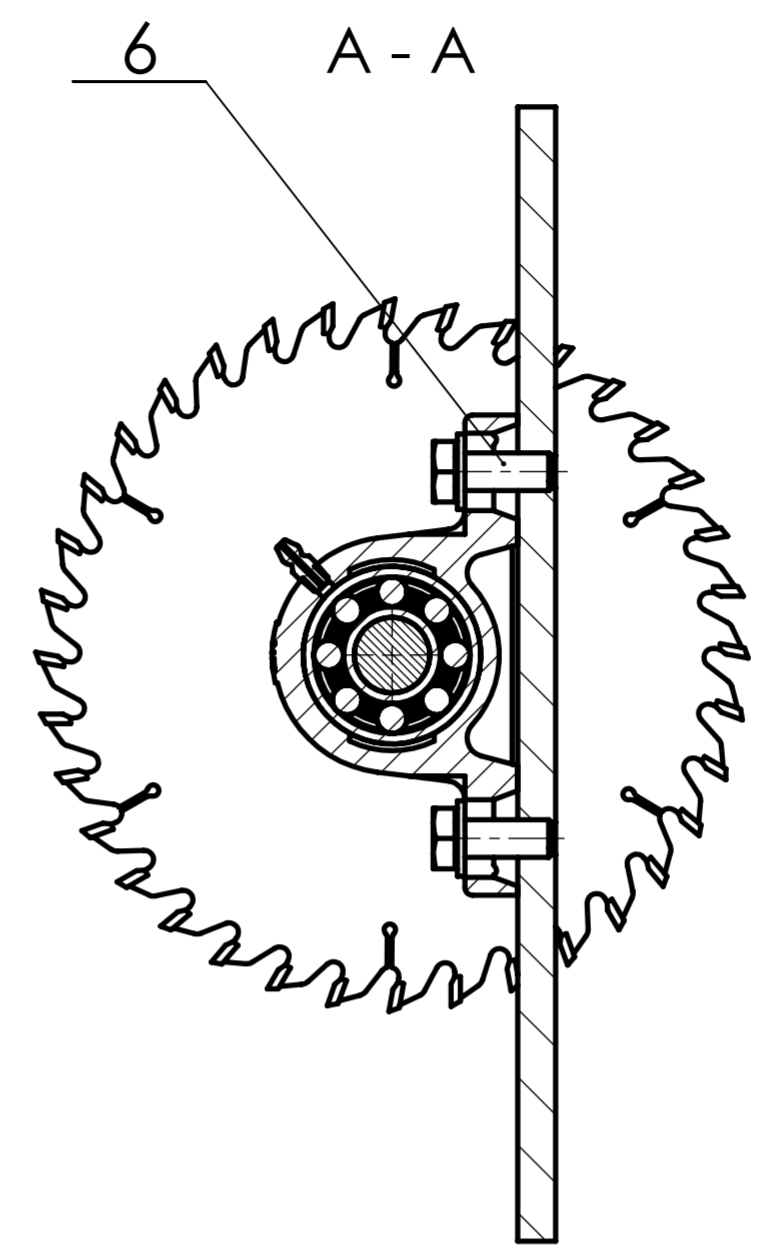
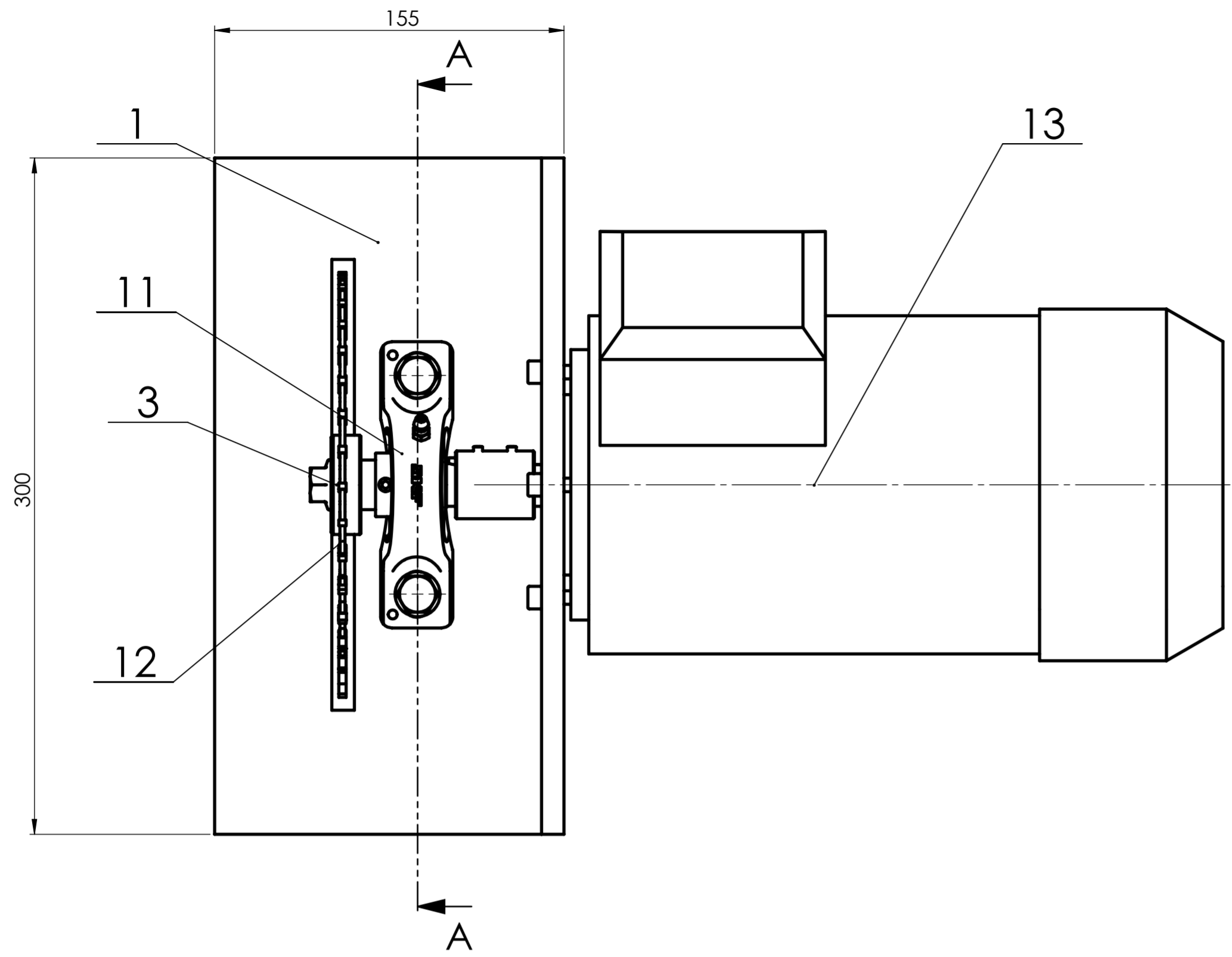
MATERIÁL:	HMOTNOST: 79,6 KG	
POLOTOVAR:	SESTAVA:	
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015	KUSOVNÍK:	
PŘESNOST: ISO 2768 m	MĚR: 1:5	PROMÍTANÍ:
KONSTR.: BC. DAVID MAXA	NÁZEV: ŘEZAČKA KOKOSOVÝCH OŘECHŮ	
DATUM: 21.10.2019	ČÍSLO VÝKRESU CS-6000	
	LISTŮ: 11	LIST: 1

ČESKÁ
TECHNICKÁ
UNIVERZITA V PRAZE

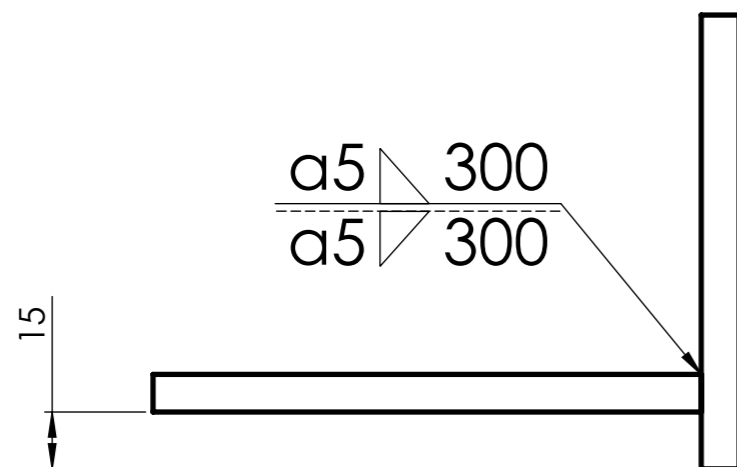
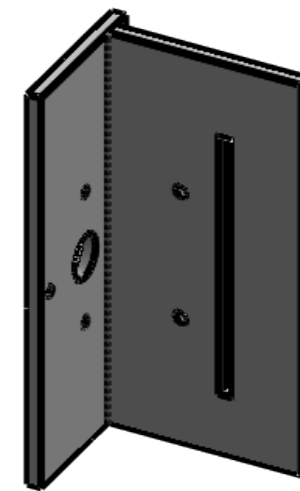
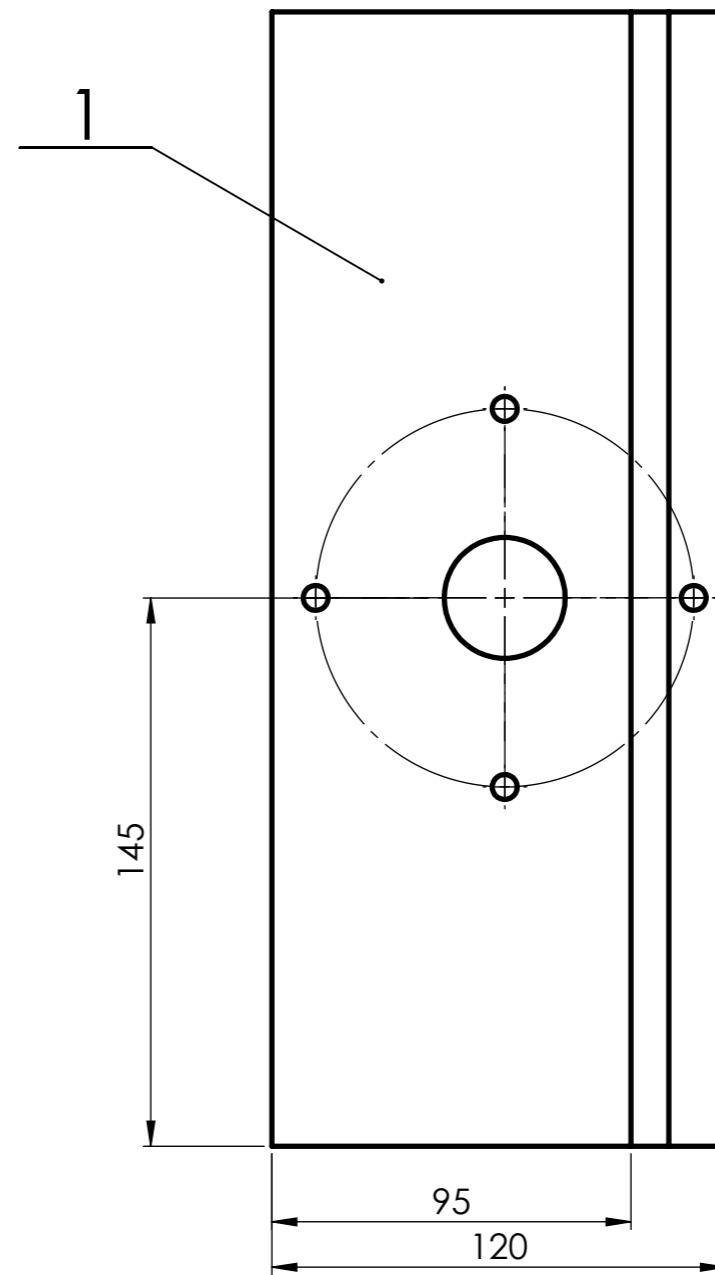
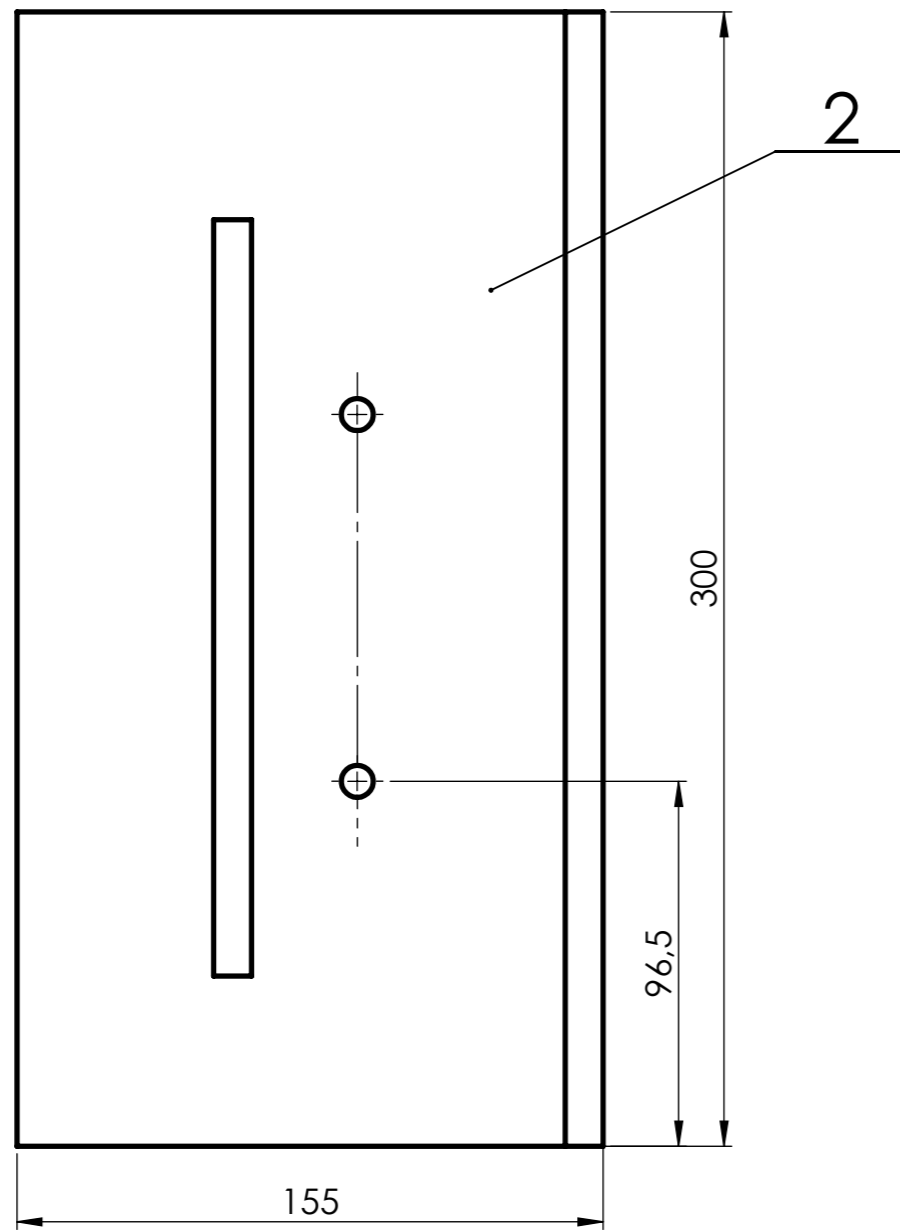
NÁZEV: ŘEZAČKA KOKOSOVÝCH OŘECHŮ

ČÍSLO VÝKRESU CS-6000

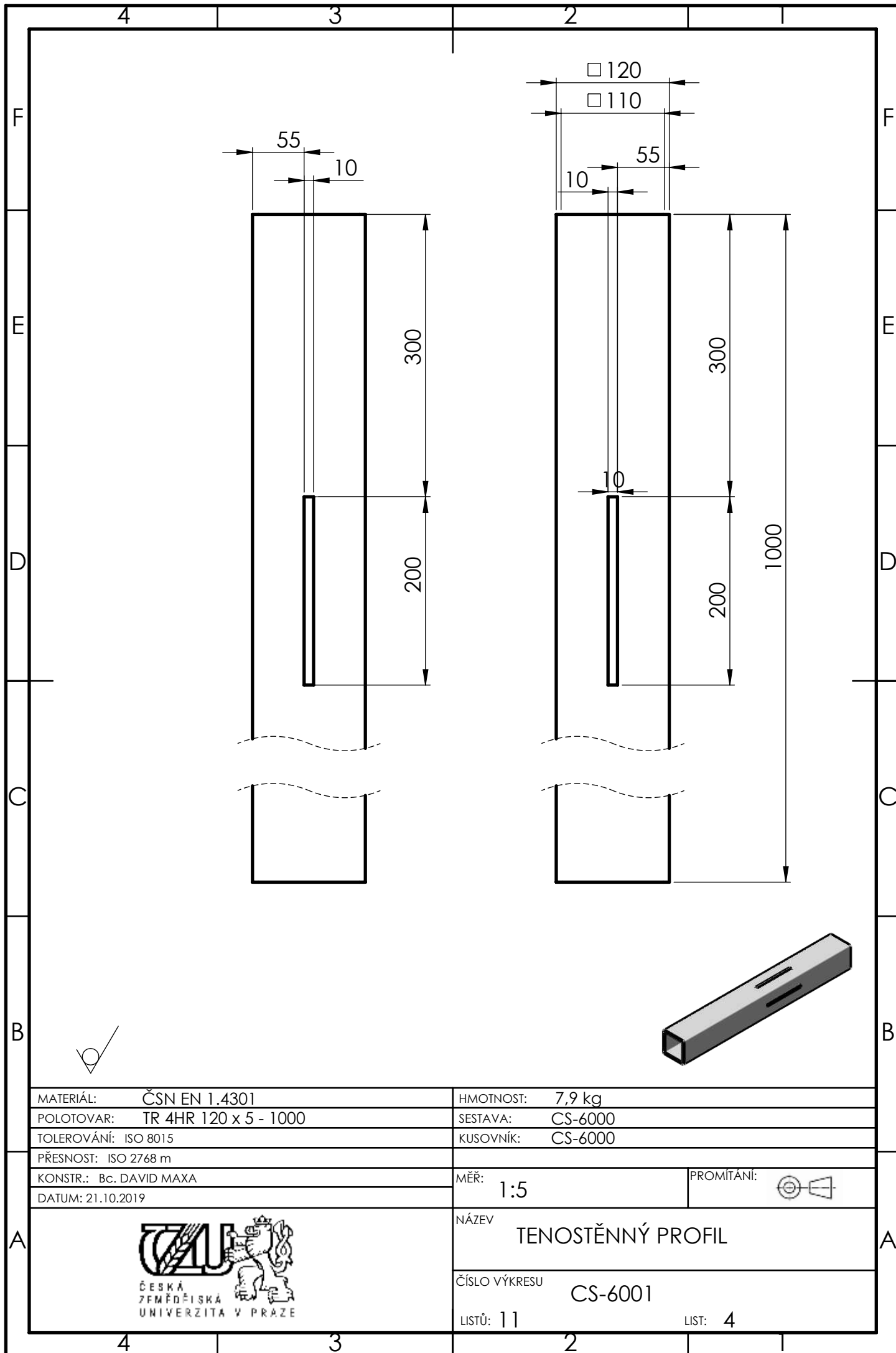
LISTŮ: 11 LIST: 1

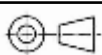


Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	CS-6100	SVARENEC DESEK	1
2	CS-6003	HŘÍDEL	1
3	CS-6005	DISK	1
4	CS-6004	SPOJKA	1
5	ČSN 02 1051 - M4 x 5	ZÁVRTNÝ ŠROUB	2
6	ISO 4017 - M10 x 25-C	ŠROUB S ŠESTIHRANOU HLAVOU	2
7	ČSN 02 1702 - 10	PODLOŽKA M10	2
8	ČSN 02 1143 M6 x 20	ŠROUB S VNITŘNÍM ŠESTIHRANEM	4
9	ČSN 02 2507 A6 x 6 x 36	PERO 6x6	1
10	DIN 6921 - M10 x 20 x 20-N	ŠROUB S LÍMCEM M10 x 20	1
11	ZKL UCP 204	LOŽISKO S DOMKEM	1
12	Koutouč	Ø 180-30	1
13	Motor Siemens	JMO80-4S	1
MATERIÁL:		HMOTNOST:	12,1 KG
POLOTOVAR:		SESTAVA:	CS-6000
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015		KUSOVNÍK:	CS-6000
PŘESNOST: ISO 2768 m		MÉR:	1:2
KONSTR.: BC. DAVID MAXA		PROMITANI:	
DATUM: 21.10.2019		NÁZEV	ULOŽENÍ P6.0
 ČESKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V PRAZE		ČÍSLO VÝKRESU	CS-6200
		LISTŮ: 11	LIST: 2

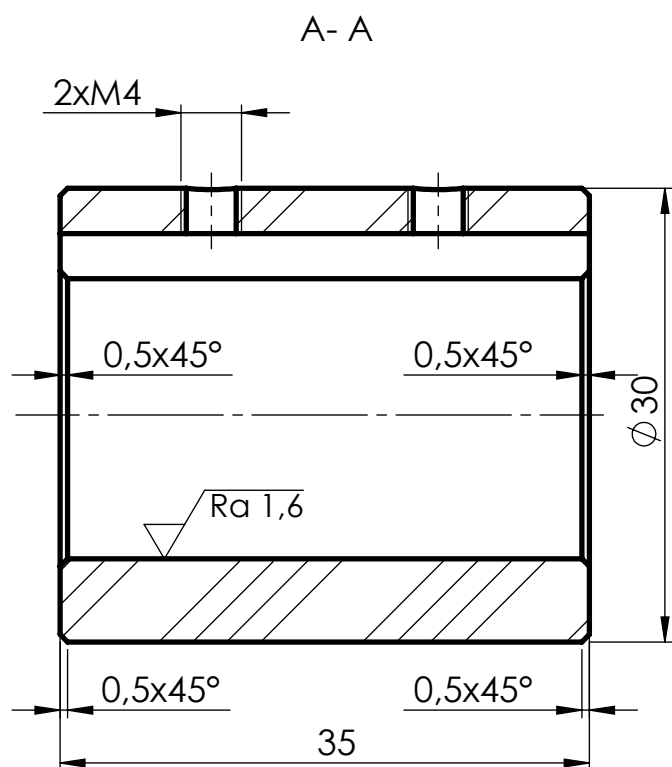
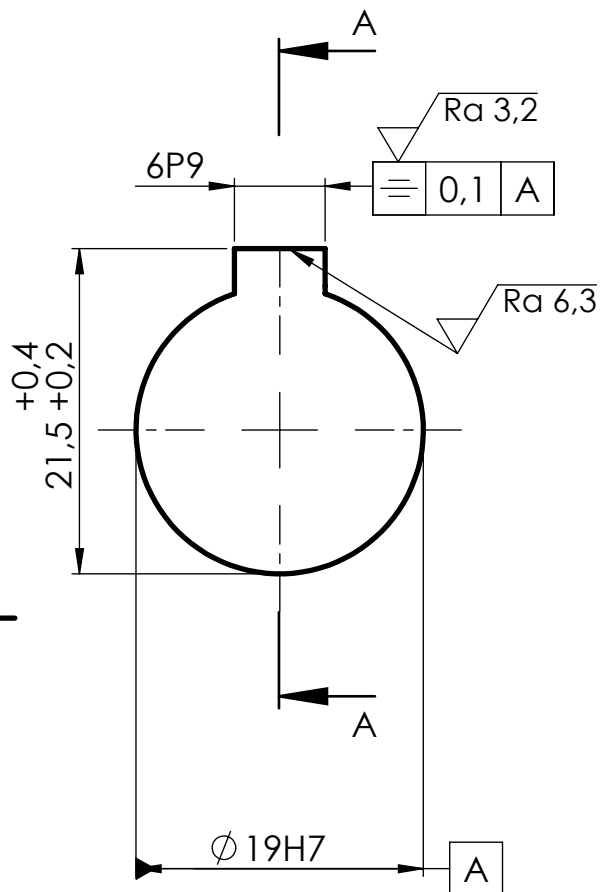


Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	Množství
1	CS-6007	VEDLEJŠÍ DESKA	1
2	CS-6006	HLAVNÍ DESKA	1
MATERIÁL:		HMOTNOST: 6,04 KG	
POLOTOVAR:		SESTAVA: CS-6200	
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015		KUSOVNÍK: CS-6200	
PŘESNOST: ISO 2768 m			
KONSTR.: BC. DAVID MAXA		MĚR: 1:10	PROMÍTANI:
DATUM: 21.10.2019			
 ČESKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V PRAZE		NÁZEV: SVAŘENEC DESEK	
		ČÍSLO VÝKRESU: CS-6100	
		LISTŮ: 11	LIST: 3

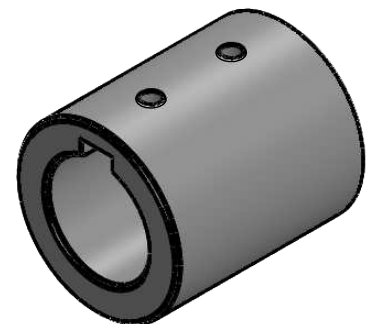


MATERIÁL: ČSN EN 1.4301	HMOTNOST: 7,9 kg
POLOTOVAR: TR 4HR 120 x 5 - 1000	SESTAVA: CS-6000
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015	KUSOVNÍK: CS-6000
PŘESNOST: ISO 2768 m	
KONSTR.: Bc. DAVID MAXA	MĚŘ: 1:5
DATUM: 21.10.2019	PROMÍTÁNÍ: 

	NÁZEV TENOSTĚNNÝ PROFIL
	ČÍSLO VÝKRESU CS-6001
LISTŮ: 11	LIST: 4



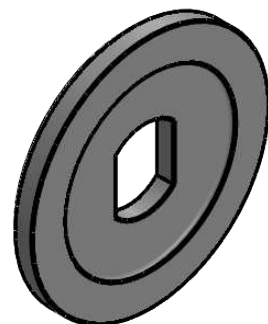
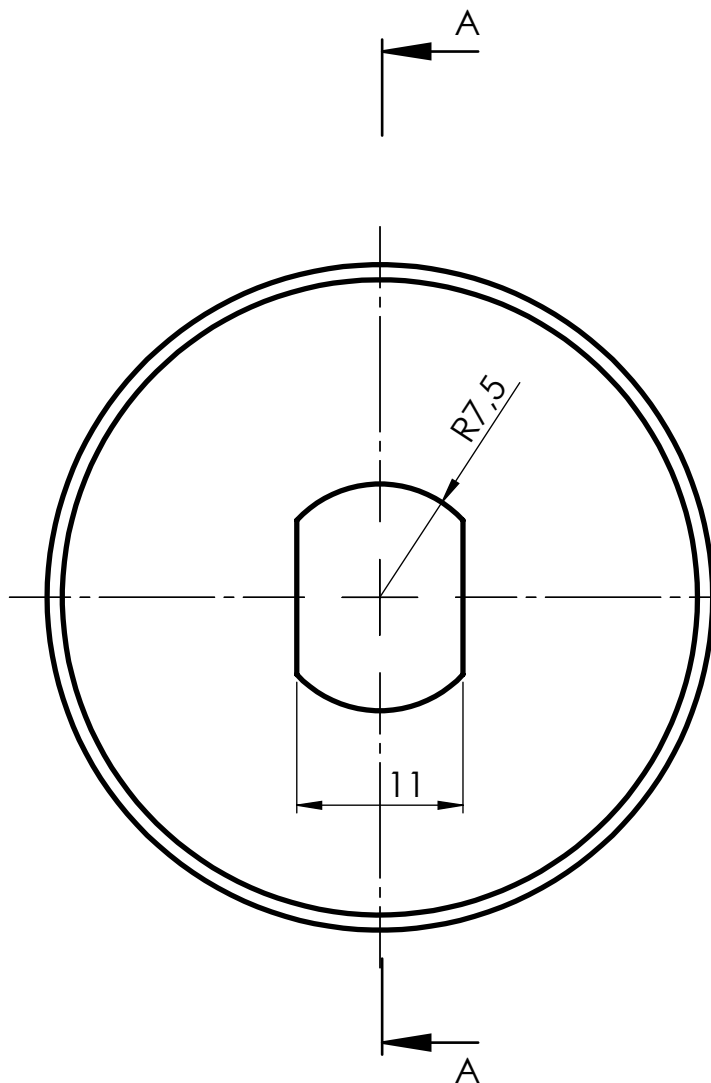
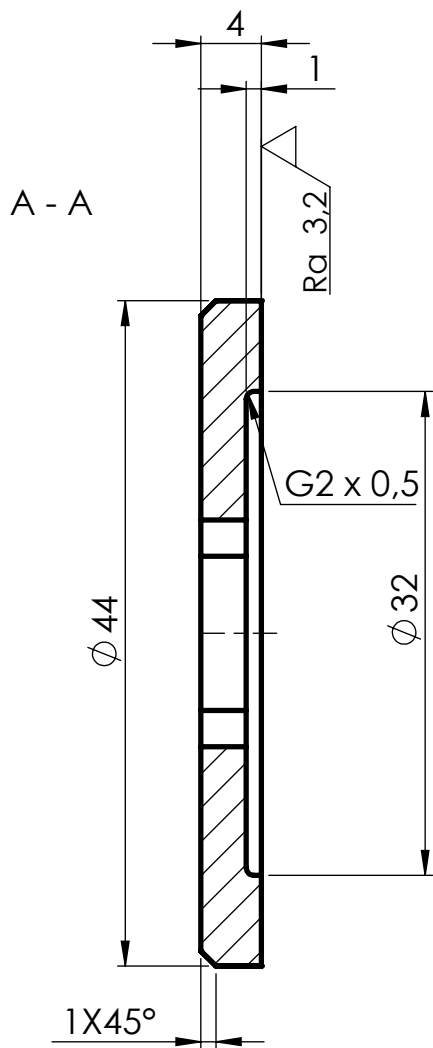
$\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 3,2}$ $\sqrt{Ra\ 1,6}$)



MATERIÁL: ČSN EN 1.4301	HMOTNOST: 0,112 kg
POLOTOVAR: KR 30 - 35	SESTAVA: CS-6200
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015	KUSOVNÍK: CS-6200
PŘESNOST: ISO 2768 m	
KONSTR.: Bc. DAVID MAXA	MĚŘ: 2:1
DATUM: 21.10.2019	PROMÍTÁNÍ:



NÁZEV SPOJKA
ČÍSLO VÝKRESU CS-6004
LISTŮ: 11
LIST: 7



$\sqrt{\text{Ra } 6,4}$ ($\sqrt{\text{Ra } 3,2}$)

MATERIÁL: ČSN EN 1.4301

HMOTNOST: 0,038 kg

POLOTOVAR: KR 44 - 5

SESTAVA: CS-6200

TOLEROVÁNÍ: ISO 8015

KUSOVNÍK: CS-6200

PŘESNOST: ISO 2768 m

KONSTR.: Bc. DAVID MAXA

MĚŘ: 2:1

PROMÍTÁNÍ:



DATUM: 21.10.2019

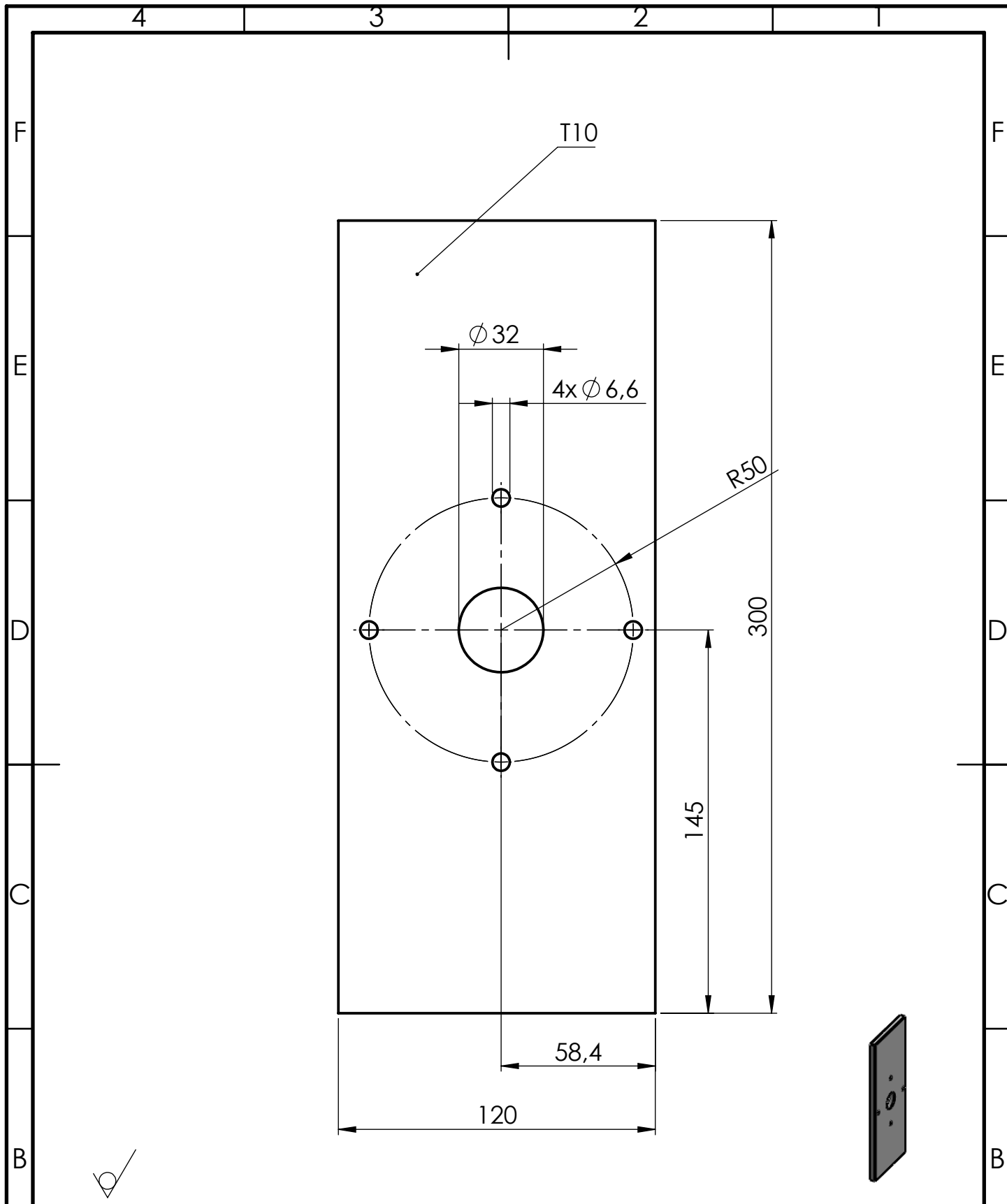


NÁZEV
DISK

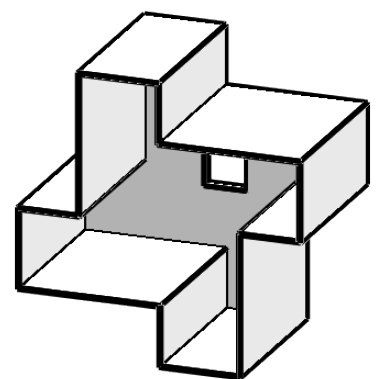
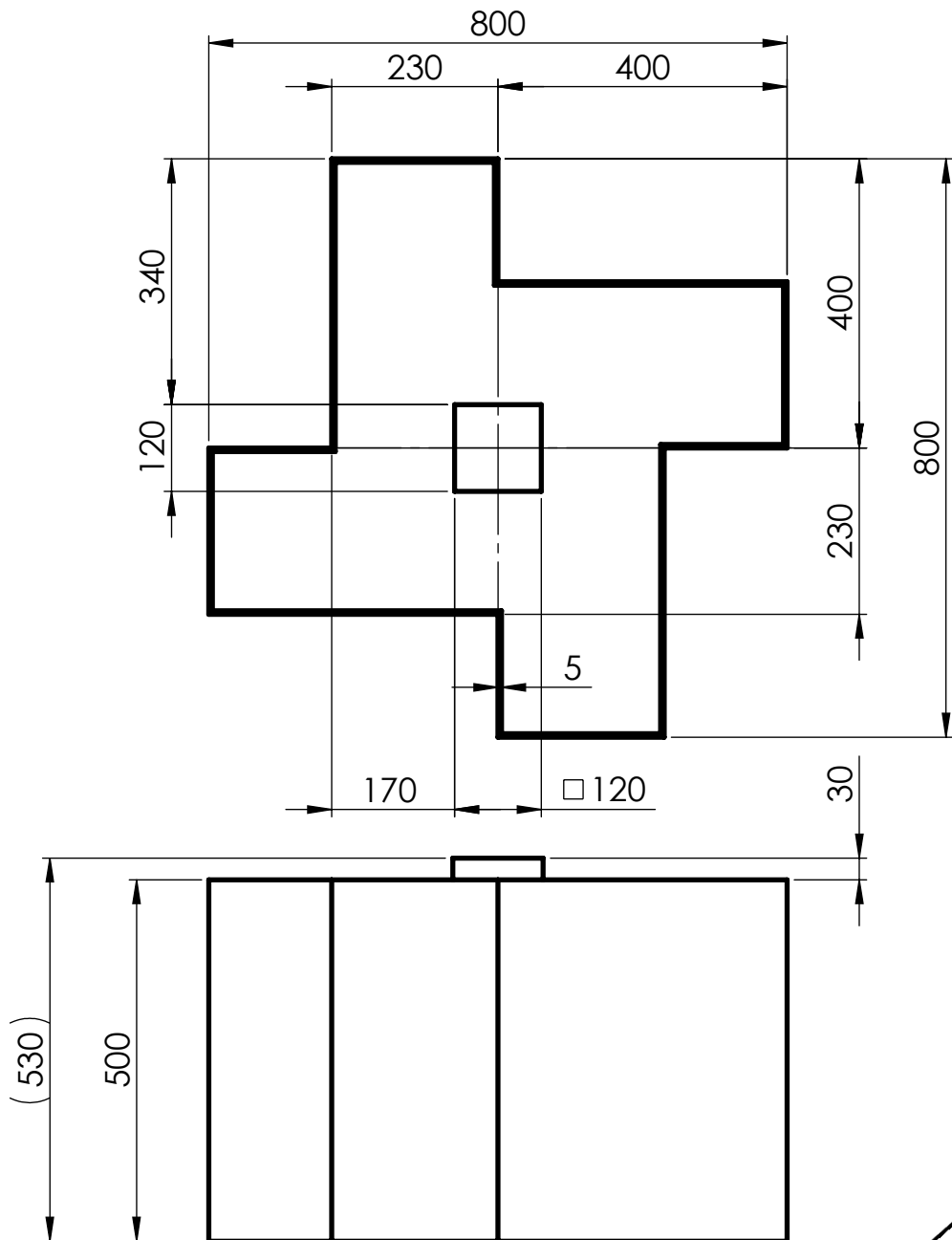
ČÍSLO VÝKRESU CS-6005

LISTŮ: 11



LIST: 8



MATERIÁL:	ČSN EN 1.4301	HMOTNOST:	2,77 kg
POLOTOVAR:	PLO 120 x 10 - 300	SESTAVA:	CS-6100
TOLEROVÁNÍ:	ISO 8015	KUSOVNÍK:	CS-6100
PŘESNOST:	ISO 2768 m		
KONSTR.:	Bc. DAVID MAXA	MĚŘ:	2:1
DATUM:	21.10.2019	PROMÍTÁNÍ:	
<p>ČESKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V PRAZE</p>	NÁZEV	VEDLEJŠÍ DESKA	
	ČÍSLO VÝKRESU	CS-6007	
	LISTŮ: 11	LIST: 10	



SKOŘEPINA - SVAŘENEC PPR

MATERIÁL: PPR	HMOTNOST: 12,58 kg	
POLOTOVAR: PLO 500 x 5 - 3500	SESTAVA:	
TOLEROVÁNÍ: ISO 8015	KUSOVNÍK:	
PŘESNOST: ISO 2768 m		
KONSTR.: Bc. DAVID MAXA	MĚŘ: 1:10	PROMÍTÁNÍ: 
DATUM: 21.10.2019		
	NÁZEV SKOŘEPINOVÝ KRYT ŘEZAČKY	
	ČÍSLO VÝKRESU CS-6008	
	LISTŮ: 11	LIST: 11