



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## ZEFEKTIVNENÍ VÝROBY MONTÁŽNÍHO PROFILU DŘEVĚNÉHO DÍLU

INCREASING PRODUCTION EFFECTIVENESS OF WOODEN MOUNTING  
PART

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Jan STRNAD

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. Oskar ZEMČÍK, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/2014

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Jan Strnad

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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

### **Zefektivnění výroby montážního profilu dřevěného dílu**

v anglickém jazyce:

### **Increasing production effectiveness of wooden mounting part**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Součástí práce je posouzení stávajícího výrobního procesu. Vytypování nedostatků a návrh nového výrobního zařízení a vybavení. Autor rovněž vypracuje srovnání stávající a nové technologie, včetně základního technicko ekonomického vyhodnocení a doporučení.

Cíle bakalářské práce:

- úvod do zadané problematiky
- popis stávající technologie
- návrh výrobní variantní technologie
- technicko-ekonomické zhodnocení
- doporučení autora

Seznam odborné literatury:

1. BILÍK, Oldřich a Martin VRABEC. Vrabec Martin Technologie obrábění s využitím CAD/CAM systémů. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univ., 2002, 128 s. ISBN 80-248-0034-9.
2. GRZESIK, Wit. Advanced machining processes of metallic materials: modelling and applications. 1. vyd. Oxford: Elsevier, 2008, 446 s. ISBN 9780080445342.
3. CHANG, Tien-Chien, Richard WYSK a Hsu-Pin WANG. Computer-Aided Manufacturing. 3. vyd. New Jersey: Prentice Hall, 2005, 684 s. ISBN 0-13-142919-1.
4. KAFKA, J. a M. VRABEC. Technologie obrábění. Praha: ČVUT, 2006, 120 s. ISBN ISBN 80-01-01355-3.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 22.11.2013

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce popisuje stávající výrobu polotovarů ze dřeva ve firmě TON a.s. Tyto polotovary jsou následně určeny k montáži, lakování, balení a distribuci. Bakalářská práce se blíže specializuje na část výroby frézování drážek montážního profilu do dřevěného dílu na stroji Zuckermann, dále pak kompletace a lepení do sestavy, která se skládá ze dvou dřevěných dílů. Tyto sestavy slouží jako podsestavy pro sestavení židle. Vytypování nedostatků výroby při frézování drážek do dřevěných dílů a při jejich kompletaci je stěžejním úkolem práce. Na základě zjištěných poznatků bylo vypracováno základní technicko-ekonomické zhodnocení.

### Klíčová slova

Frézování, klížení, lepení, technologický postup, investice.

## ABSTRACT

This bachelor thesis describes the current production of semi-finished wood in a company TON a.s. These semi products are subsequently designed for assembly, painting, packaging and distribution. Bachelor thesis closer specializes in the production of slotting the mounting rail to the wooden part of the machine Zuckerman, then assembling and gluing to the assembly, which consists of two pieces of wood. These reports serve as sub-assemblies for assembly chair. Identification of deficiencies in the production of cutting grooves in wood parts and their assembly is the main task of work. Based on the knowledge base was developed techno-economic evaluation.

### Key words

Milling, sizing, bonding, technological process, investment.

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

STRNAD, J. *Zefektivnění výroby montážního profilu dřevěného dílu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 37 s. 5 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Oskar Zemčík, Ph.D..

### PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **ZEFEKTIVNENÍ VÝROBY MONTÁŽNÍHO PROFILU DŘEVĚNÉHO DÍLU** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

Jan Strnad

### **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto Ing. Oskaru Zemčíkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Marku Mališkovi a firmě TON a.s. za cenné informace a spolupráci při vypracování bakalářské práce.

V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu při studiu.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 SEZNÁMENÍ S FIRMOU TON A.S. ....	9
1.1 O Společnosti.....	9
1.2 Historie.....	9
1.2 Zaměření výroby.....	9
1.3 Sortiment vyráběných židlí.....	9
2 TEORETICKÝ POPIS TŘÍSKOVÉHO OBRÁBĚNÍ DŘEVA.....	12
2.1 Vlastnosti bukového dřeva.....	12
2.2 Technologické vlastnosti dřeva .....	12
2.3 Obrábění dřeva.....	13
2.4 Třískové obrábění dřeva .....	14
2.4.1 Frézování dřeva.....	15
3 ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE VÝROBY CINKOVÝCH SPOJŮ A JEJICH SPOJOVÁNÍ .....	18
3.1 Cinkový spoj .....	18
3.2 Výroba cinkového spoje .....	19
3.3 Výpočet výrobních časů.....	20
3.2.1 Nástroje uplatněné při obrábění .....	23
4 VYTYPOVÁNÍ NEDOSTATKŮ VÝROBY CINKOVÉHO SPOJE .....	28
5 NÁVRH VARIANTNÍ TECHNOLOGIE.....	29
5.1 Specifikace nového stroje .....	29
6 TECHNICKO- EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	31
ZÁVĚR .....	33
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	34
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	35
SEZNAM PŘÍLOH.....	37

## ÚVOD

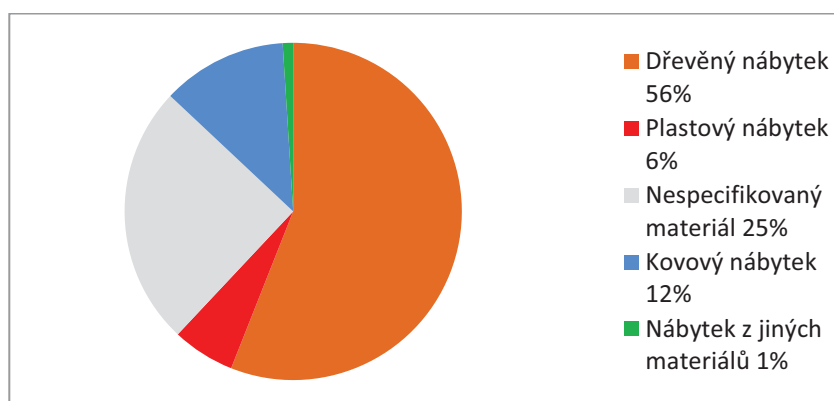
Hlavním materiálem pro výrobu nábytku v Evropské unii je dřevo. Dřevo je využíváno přibližně v 56 % celkové výroby nábytku v EU (viz obr 1). V roce 2011 byla Česká Republika 9. státem v exportu nábytku na světě (viz obr. 2). Dřevoobráběcí průmysl je pro ekonomiku České Republiky důležitým odvětvím průmyslu a zaměstnává spoustu zaměstnanců [1].

Aby se Česká Republika vyrovnala ostatním zemím světa a udržela si svou pozici v žebříčku exportu, je důležitá stálá modernizace výroby. Zefektivňování výroby přispívá nejen po ekonomické stránce, ale zlepšuje také pracovní podmínky zaměstnanců závodu.

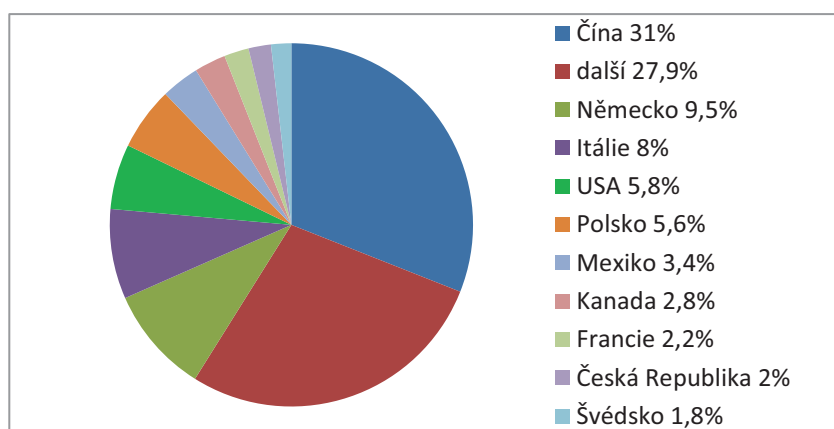
V bakalářské práci bude představena firma TON a.s. se stávajícím procesem výroby montážního profilu (neboli profilu cinkového spoje) k sestavení židle. Detailněji se zaměří na zefektivnění frézování cinkových profilů a jejich lepení do sestavy.

Zefektivnění výroby může spočívat například ve zkrácení výrobních a manipulačních časů, nebo ke zpřesnění výroby. Další výhodou může být využití zaměstnance jako více strojové obsluhy. Nejdůležitější je však dodržení požadované jakosti obrobku.

Při modernizaci výroby jsou mnohdy potřebné nemalé investice např. ke koupi nového stroje, nástrojů, manipulačních prostředků a zařízení, nebo ohodnocení kvalifikovaných pracovníků.



Obr. 1 Výroba nábytku klasifikována podle použití materiálů v EU (2011) [1].



Obr. 2 Hlavní světoví vývozcí nábytku (2011) [1].



## 1 SEZNÁMENÍ S FIRMOU TON A.S.

### 1.1 O Společnosti

Závod se nachází v Bystřici pod Hostýnem. Zabývá se výrobou ohýbaného nábytku. Tradice ručního ohýbání dřeva se zde stále používá, spolu s nejnovějšími technologiemi. Nábytek ze závodu TON a.s. je spojením kvality, inovativních tvarů, ale také odkazem k tradici místa, kde se výroba odehrává už více jak 150 let [2].

### 1.2 Historie

V roce 1861 byl zahájen provoz továrny na ohýbaný nábytek v Bystřici pod Hostýnem. Dnes nejstarší továrna svého druhu na světě byla založena německým podnikatelem, truhlářem, vynálezcem a návrhářem nábytku Michaellem Thonetem.

Již deset let po zahájení výroby se zde vyrábělo 300 000 kusů ohýbaného nábytku za rok. Výroba se postupně zvyšovala a v roce 1912, kdy se na ní podílelo téměř 2 000 zaměstnanců, činila 445 000 kusů ohýbaného nábytku za rok. Kvůli špatné hospodářské situaci po první světové válce došlo v roce 1922 ke spojení továrny s akciovou společností Kohn-Mundus a název se změnil na THONET-MUNDUS. Tento mezinárodní koncern trval do roku 1940 a do konce druhé světové války byl řízen správcem jmenovaným říšským protektorem. Dne 7. 3. 1946 se stal národním podnikem THONET a v roce 1953 následně přejmenován na TON, zkratka slov **T**ovárny **O**hýbaného **N**ábytku. Od roku 1994 figuruje jako akciová společnost [2].

### 1.2 Zaměření výroby

TON a.s. je akciová společnost s více jak 150 ti letou tradicí ve výrobě ohýbaného nábytku. Zaměřuje se především na výrobu židlí, křesel, lavic a stolů. Převážná většina výrobků však tvoří židle. V současné nabídce produktů můžeme najít až 68 různých druhů židlí, které se zde vyrábí. Mimo Českou Republiku své výrobky exportuje až do 53 států světa [2].

### 1.3 Sortiment vyráběných židlí

Sortiment vyráběných židlí v TON a.s. se podle nejnovějších designových trendů často obměňuje. Kromě nejnovějších modelů židlí můžeme v portfoliu firmy najít i židle tradiční, které se zde vyrábějí přes 30 let.

Jelikož firma nabízí více jak 68 různých druhů židlí, dá se říci, že každý zákazník si vybere podle svých představ. Kombinace různých barev, čalounění a reliéfů dává možnost splnit požadavky zákazníkům všech věkových skupin.

TON a.s. vystavuje svůj nábytek na výstavách a získává ocenění za své výrobky. Například křeslo Mojo (viz obr. 3) designéra Michala Riabiče, které firma představila v roce 2012 na veletrhu Orgatec v Kolíně nad Rýnem získalo ocenění v soutěži Nábytek roku 2013. Cenu mu udělila hodnotitelská komise při Asociaci českých nábytkářů. Ta ocenila především ergonomický tvar křesla spolu s možností pohupování [3]. Další oceněný výrobek je křeslo Merano (viz obr. 4). Spolu s židlí Tram získaly ocenění German Design Award – Nominee 2014. Merano je jedním z nejoblíbenějších výrobků portfolia. Zaručuje velmi vysoký komfort sezení [4].



Obr. 3 Křeslo Mojo [3].



Obr. 4 Křeslo Merano [4].

Mezi technicky nejnáročnější židli v portfoliu firmy patří židle č. 04 (viz obr. 5) [5].



Obr. 5 Židle č. 04 [5].

Židle č. 056 (viz obr. 6) byla navržena v roce 1885. Vějíř z překližky je pro tuto židli typický. Celková výška je 80 cm, sedadlová výška 46 cm, šířka sedadla 39,5 cm, hloubka sedadla 40,5 cm, váha pro dopravu 5,32 kg, objem židle 0,177 m<sup>3</sup> [6].



Obr. 6 Židle č. 056 [6].

## 2 TEORETICKÝ POPIS TRÍSKOVÉHO OBRÁBĚNÍ DŘEVA

### 2.1 Vlastnosti bukového dřeva

Buk evropský, používaný při výrobě židlí v TON a.s., má hustotu  $720 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jako ostatní bukové dřevo schne velmi rychle a dobře, proto vyžaduje při sušení zvláštní péči. Při sušení vykazuje velmi výrazné tvarové změny. Bukové dřevo má střední tuhost, ohybovou pevnost, rázovou houževnatost a dobré předpoklady pro ohýbání [8].

Nejčastěji používané materiály při výrobě židlí jsou [8]:

- rostlé (přírodní) dřevo,
- vrstvené dřevo,
- lisované (zhušťované) dřevo,
- aglomerované materiály na bázi dřeva (dřevotřískové, dřevovláknité, kůrové, pilinové).

Na základě fyzikálních, mechanických a technologických vlastností se volí materiál pro výrobu určitého typu židle.

#### Fyzikální vlastnosti dřeva

Fyzikální vlastnosti výrazně ovlivňují proces obrábění. Můžeme mezi ně zařadit zejména: pórovitost, vlhkost, hustotu, tepelnou a elektrickou vodivost [8].

#### Mechanické vlastnosti dřeva

Mechanickými vlastnostmi dřeva se rozumí odolnost dřeva vůči vnějším mechanickým silám. Naproti tomu působí vnitřní soudržné síly mezi molekulami, jedná se o mechanické napětí. Mezi základní mechanické vlastnosti patří tvrdost, pružnost a pevnost [8].

### 2.2 Technologické vlastnosti dřeva

Jedná se zejména o obrobitelnost, štípatelnost a ohýbatelnost (plastičnost) [8].

#### Obrobitelnost

Jedna z nejdůležitějších vlastností materiálu při obrábění. Definuje se jako míra schopnosti materiálu být zpracováván technologií obrábění. Snazší obrábění je ve směru vláken. Vychýlení ze směru vláken, nebo obrábění kolmo na vlákna zhoršuje obrobitelnost, a tím zvyšuje nároky na nástroj. Stav dřeva a jeho ostatní vlastnosti také ovlivňují obrábění. Dřevo starší a poškozené škůdci je daleko měkčí a lépe se obrábí, na druhou stranu požadovaných povrchových vlastností je skoro nemožné obráběním dosáhnout [8].

#### Štípatelnost

Jedná se o schopnost dřeva dělit se ve směru vláken. Náchylnější na štípatelnost jsou druhy dřeva s pravidelnou stavbou a při obrábění v radiálním směru (ve směru dřeňových paprsků). Mezi dobře štípatelné řadíme: jedli, borovici, buk, dub, smrk, lípu, ořech. Špatně štípatelné jsou: bříza, habr, jilm, akát, třešň, švestka [8].

#### Ohýbatelnost

Je schopnost dřeva ohýbat se při působení ohybového momentu poměrně lehce. Poloměr oblouku, do kterého je možné ohnout dřevěné těleso, se nazývá míra obrobitelnosti. Zvyšuje se vařením, pařením dřeva, nebo působením alkalických látek.

Dělí se na plastičnost v tahu, ohybu a tlaku. Při výrobě židlí je však nejdůležitější plastičnost v ohybu. Dřevo jasanové, dubové, bukové a březové se mimo ostatní listnaté dřeviny ohýbají nejlépe [8].

### 2.3 Obrábění dřeva

Je to proces, při kterém se odebírá tříska z dřevěného polotovaru. Odebíráním třísky a dosažením požadovaného tvaru vzniká obrobek. Obrábění můžeme rozdělit na ruční nebo strojní [8].

#### Technologie obrábění dřeva

Jedná se o proces, při kterém se podle stanoveného technologického postupu uskutečňují změny tvarů, rozměrů, fyzikálních nebo mechanických vlastností obrobku. Při procesu může být použito různých nástrojů, zařízení, strojů a vybavení dílny. Základní technologické operace pro zpracování dřeva jsou uvedeny v tab. 2.1 [8].

Tab. 2.1 Základní technologické operace pro zpracování dřeva [8].

DĚLENÍ	BEZTŘÍSKOVÉ	Stříhání kulatiny a řeziva	
		Dělení nožovými kotouči	
		Štípání	
		Impulsové rázové řezání nožem	
	TŘÍSKOVÉ	S VELKOU TŘÍSKOU	Krájení dřevní slámy
			Krájení dýh a destiček
			Loupání dýh
			Stříhání a vystřihování
		S MALOU TŘÍSKOU	Řezání
			Sekání štěpek
Drcení a egalizace třísek			
Krájení a frézování malých třísek			
Mletí třísek a pilin			
ROZVLÁKŇOVÁNÍ	Hydromechanická defibrace a hydratace		
	Expanzní defibrace		
OBRÁBĚNÍ	TŘÍSKOVÉ	Hoblování	
		Frézování	
		Soustružení a okružení	
		Vrtání	
		Dlabání	
		Škrábání	
		Rašplování a pilování	
		Broušení	
		Leštění	
	BEZTŘÍSKOVÉ	HLAZENÍ	Smykovým třením za studena
Smykovým třením za tepla			
Valivým třením za tepla			
KONCENTROVANÁ ENERGIE		Tepelnou (laser)	
		Hydromechanickou	

## TVAROVÁNÍ

Tvarové lisování

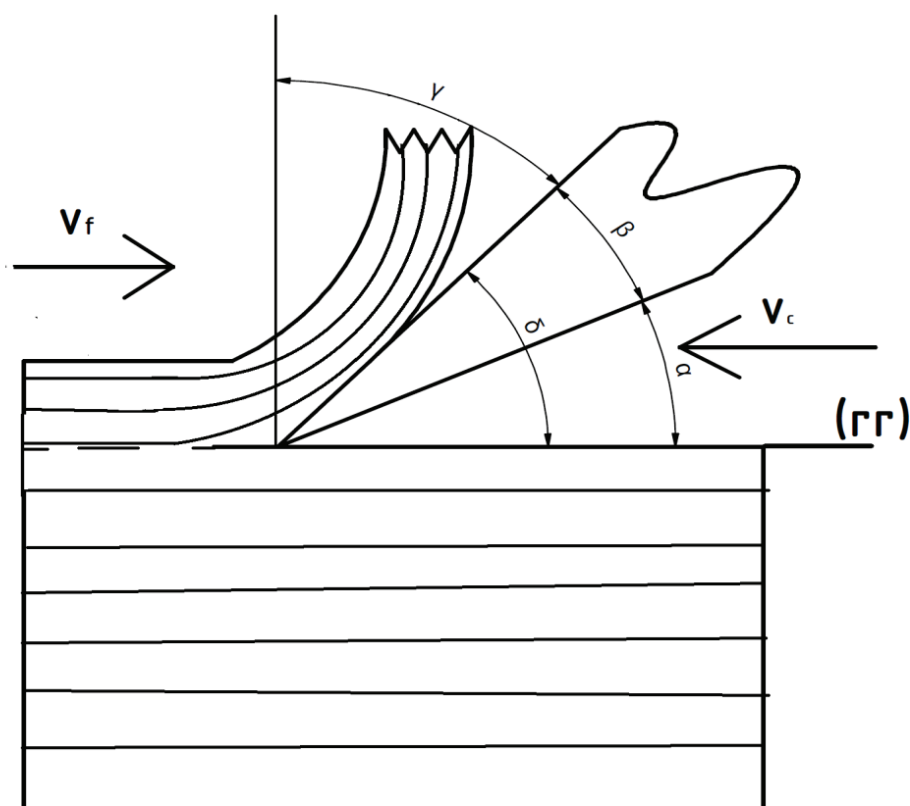
Ohýbání

**2.4 Třískové obrábění dřeva**

Řezání je proces porušování dřevěných částic hranou řezného klínu vnikajícího do dřeva, za účelem odstranění určitého množství dřevěné hmoty z jejího základního objemu. Řezným klínem je každé cizí těleso klínovitého tvaru, které je tvrdší jako dřevo, vnikající do dřevěného materiálu. A odstraňuje z dřevěného materiálu určitý objem třísky [9].

**Geometrie nástroje**

Proces tvoření třísky se uskutečňuje působením částí řezného klínu, které jsou se dřevem v bezprostředním styku. Jejich názornou představu poskytuje obr. 8 [9].



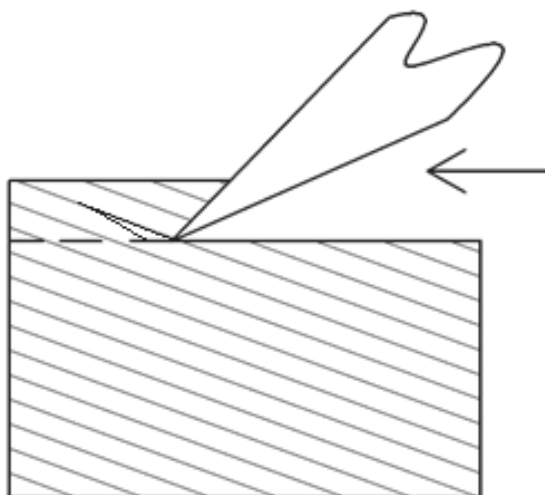
Obr. 8 Geometrie nástroje [9].

Kde:

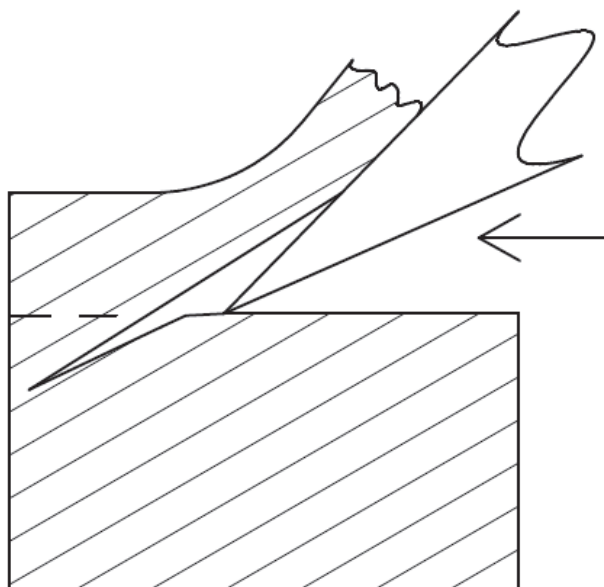
- $\alpha$  – úhel hřbetu,
- $\beta$  – úhel ostří (břitu),
- $\gamma$  – úhel čela,
- $\delta$  – úhel řezu (vázaný úhel),
- $v_f$  – směr posuvu,
- $v_c$  – směr vektoru řezné rychlosti,
- rr – rovina řezu.

Specifikací řezného procesu dřeva je nehomogenost dřevěné hmoty uspořádáním vláken a letokruhů. Sbíhavé uspořádání vláken v kmeni stromu směrem k vrcholu vytváří dvě alternativy vedení řezného klínu [9]:

- po vláknech (viz obr. 9),
- proti vláknům (viz obr. 10).



Obr. 9 Vedení řezného klínu po vláknech [9].



Obr. 10 Vedení řezného klínu při vláknům [9].

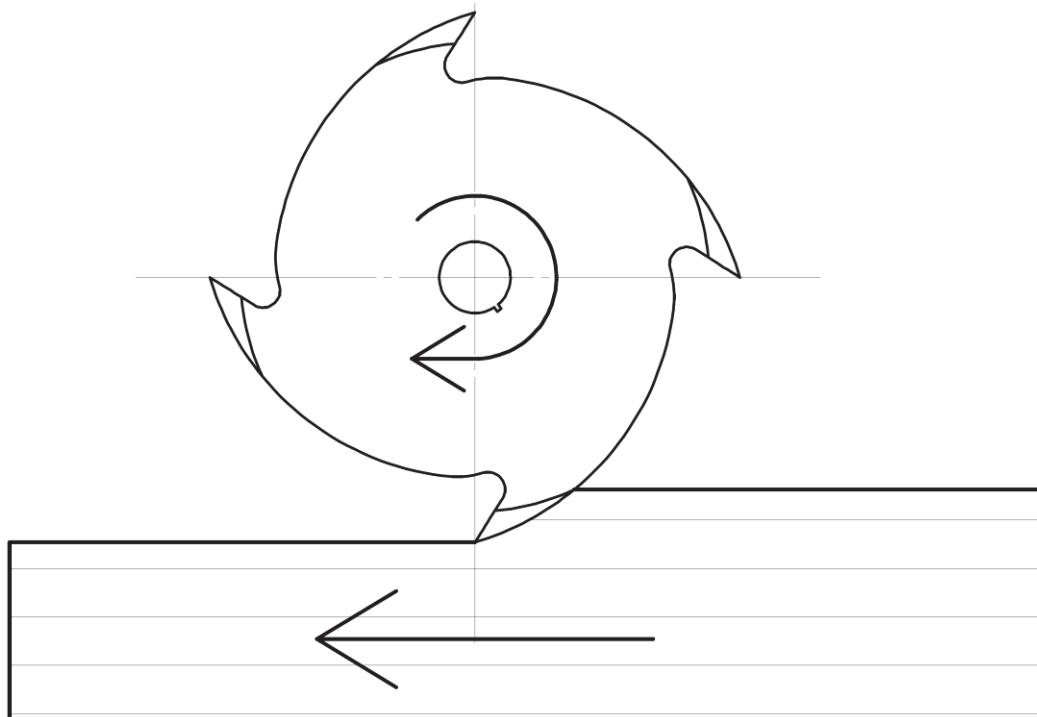
#### 2.4.1 Frézování dřeva

Jedná se o proces obrábění, při kterém hlavní řezný pohyb koná nástroj a vedlejší pohyby koná obrobek upnutý na posuvném stole stroje. Řezná plocha je cykloidní [9]. Stroj, na kterém se frézuje, se nazývá frézka. K úběru materiálu dochází břitzy nástroje (frézy).

Základní rozdělení frézování:

- sousledné.

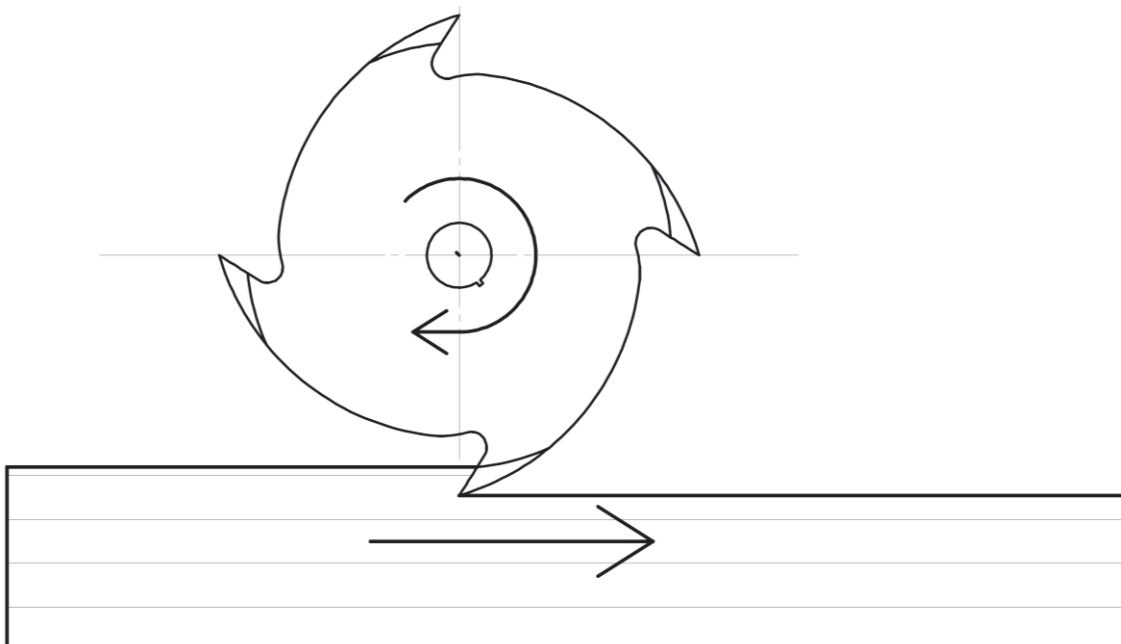
Fréza se otáčí po směru posuvu dílce upnutého na posuvném stole (viz obr. 11).



Obr. 11 Sousledné frézování dřeva [9].

- nesousledné.

Fréza se otáčí proti směru posuvu dílce upnutého na posuvném stole (viz obr. 12).



Obr. 12 Nesousledné frézování dřeva [9].



Základní technologické způsoby frézování dřeva [9]:

- rovinné,
- frézování křivých ploch,
- profilovací,
- speciální.

Rovinným frézováním rozumíme vytvoření jedné základní rovinné plochy na dílci. Podle této plochy se může dílec v následující operaci opracovávat.

Křivé plochy frézováním je možné vytvářet vedením dílce pomocí šablony okolo kotoučové frézy.

Různé profily se vytváří kotoučovými frézami s tvarovými řeznými hranami, eventuálně skládanými frézami.

Speciální frézování (např. vytváření reliéfů) se provádí skoro výhradně stopkovými frézami [9].

Způsoby frézování podle polohy osy otáčení a podle tvaru ploch, které jsou při frézování opisovány bříty nástroje [9]:

- Válcové frézování – osa otáčení nástroje je rovnoběžná s obrobenou plochou, bříty opisují válcovou plochu.
- Kuželové frézování – osa otáčení nástroje je skloněná pod určitým úhlem vzhledem k obrobené ploše. Bříty opisují kuželovou plochu.
- Čelní frézování – osa otáčení nástroje je kolmá k obrobené ploše. Bříty opisují válcovou plochu.
- Čelní kuželové frézování – osa otáčení je kolmá k obrobené ploše, avšak bříty jsou skloněné k obrobenému povrchu pod určitým úhlem.

### **Lepení dřevěných spojů**

Spojování dřeva je jednou ze základních a důležitých truhlářských činností. Na výběru spoje a jeho spojení často závisí pevnost celé konstrukce. Lepením dřevěných dílů vytváříme nerozebíratelná spoje [10].

Základní druhy lepidel [11]:

- Disperzní

Jsou to lepidla obvykle na bázi polyvinylacetátu (PVAc). Používají se pro lepení ploch, dých a masívu. Dále se mohou používat pro vodě-odolné spoje.

- Tavná

Jsou to lepidla na bázi etyl-vinyl-acetátu (EVA), polyamidu (PA), polyolefinu (PO), polyuretanu (PU). Používají se pro lepení materiálů na rovné hrany, obalování a jiné.

Pevnost lepeného spoje PVAc lepidlem ve smyku je po dvaceti minutách 4,5 – 6 MPa (pro bukové dřevo) [12].

### 3 ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE VÝROBY CINKOVÝCH SPOJŮ A JEJICH SPOJENÍ

Stávající proces výroby židle č. 056 spočívá v uskladnění dřevěných hranolů, sušení, ohýbání, klimatizace, frézování, lepení a klížení, hoblování, frézování kontury, broušení, montáže, lakování, broušení a uskladnění hotové židle do předání zákazníkovi.

#### 3.1 Cinkový spoj

Jedná se o dva vyfrézované profily do dřeva, které do sebe zapadají. Drážky cinkových spojů jsou vyfrézované do ohnutých hranolů (neboli ohybů), sloužících k sestavení židle. Na obr. č. 13 jsou vyobrazeny vyfrézované drážky cinkových spojů do ohybů při výrobě židle č. 056. Spojením dvou, do sebe zapadajících, ohybů vznikne nosný prvek, ke kterému se připojí nohy, sedadlo a opěradlo, tudíž jde o spojovací element mezi nohama židle, opěradlem a sedadlem. Na obr. 14 je vyobrazeno ustavení dvou ohybů v základacím přípravku a spojení dvou ohybů židle č. 056 do sebe.

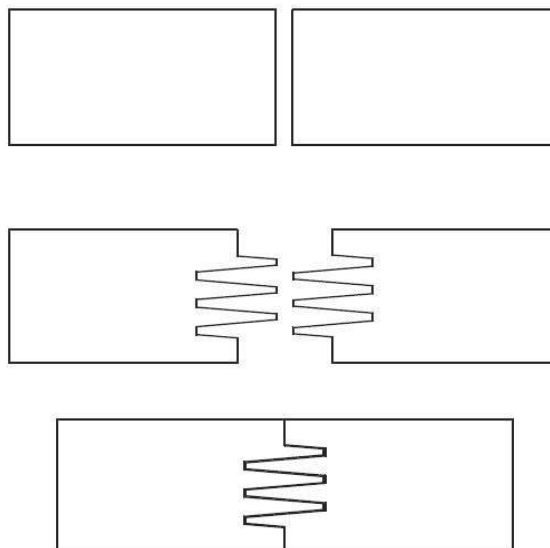


Obr. 13 Cinkové profily židle č. 056.



Obr. 14 Ustavení a spojení dvou ohybů.

Pro výrobu sortimentu židlí v takovém rozsahu, které firma nabízí, se uplatňují různé druhy cinkových spojů. K sestavení všech druhů židlí se ve firmě TON a.s. dohromady využívá 7 typů těchto spojů. Liší se tvarem drážky, velikostí a rozměry. Schéma sestavení cinkového spoje židle č. 056 je vyobrazeno na obr. 15.



Obr. 15 Schéma sestavení cinkového spoje židle č. 056.

### 3.2 Výroba cinkového spoje

Výroba drážek cinkových spojů židle č. 056 se provádí na frézce Zuckermann. Technologický postup výroby (viz tab. 3.1) spočívá v ustavení, následném upnutí předního i zadního ohybu na zakládací přípravek pomocí pneumatických upínačů. Tlak v pneumatickém válci při upínání je 0,5 MPa. Obsluha spustí stroj. Roztočí se jedno horizontální a jedno vertikální vřeteno. Podle sledu operací první ovládá zkracovací (kotoučovou) pilu a druhé roztáčí tvarovou, skládanou frézu. Po té obsluha spustí pracovní posuv. Při obrábění stůl projíždí kolmo na vřetena. Po projetí přes kotoučovou pilu se všechny části ohybů zkrátí a po projetí stolu přes frézu se vyfrézují drážky cinkových spojů. Následně vřetena odjedou v horizontálním směru od pracovního stolu. Stůl najede rychloposuvem do začínající polohy před obráběním. Výrobní výkres profilu cinkového spoje ohybu 1 je uveden v příloze 1. Výkres spojených ohybů k čalounění je uveden v příloze 2.

Tab. 3.1 Technologický postup.

VUT FSI ÚST BRNO	TECHNOLOGICKÝ POSTUP		DATUM VYDÁNÍ: 30.05.2014		Číslo listu: 1.	
Vyhotovil:	Jan Strnad	Název součástky	Cinkový spoj	Polotovar: Ohyb 1, ohyb 2		
Číslo operace pořadové Orientační	Název stroje, zařazení pracoviště Třídící číslo	Dílna	Popis práce v operaci:		Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky	Materiál nástroje
01/01	Frézka Zuckerman DRH 0013269	Obrobna	Upnout na zakládací přípravek pomocí hydraulických upínačů Řezat na rozměr 300; 140 Frézovat profily		Kotoučová pila Tvarová fréza	HSS HSS
02/02		Obrobna	Kontrolovat profily; vizuálně 100%			
03/03	Nanášečka lepidla	Obrobna	Nanést lepidlo do profily - 4x		Lepidlo PVAC	
04/04	Klížící zařízení	Obrobna	Zaklížit profily			
05/05		Obrobna	Kontrolovat zaklížení; vizuálně 100%			
06/06		Obrobna	Připravit k převozu		Paleta EUR-EPAL 1200x800	

Obsluha vypne pneumatické upínání a vyjme obrobky. Poté upne další polotovary k frézování a zapne celý proces znovu.

Mezitím, kdy se další dílce frézují, nanáší obsluha lepidlo do vyfrézovaných drážek cinkových spojů ručně. Tato operace se provádí na tlakové nanášečce lepidla, umístěné vedle frézky Zuckermann.

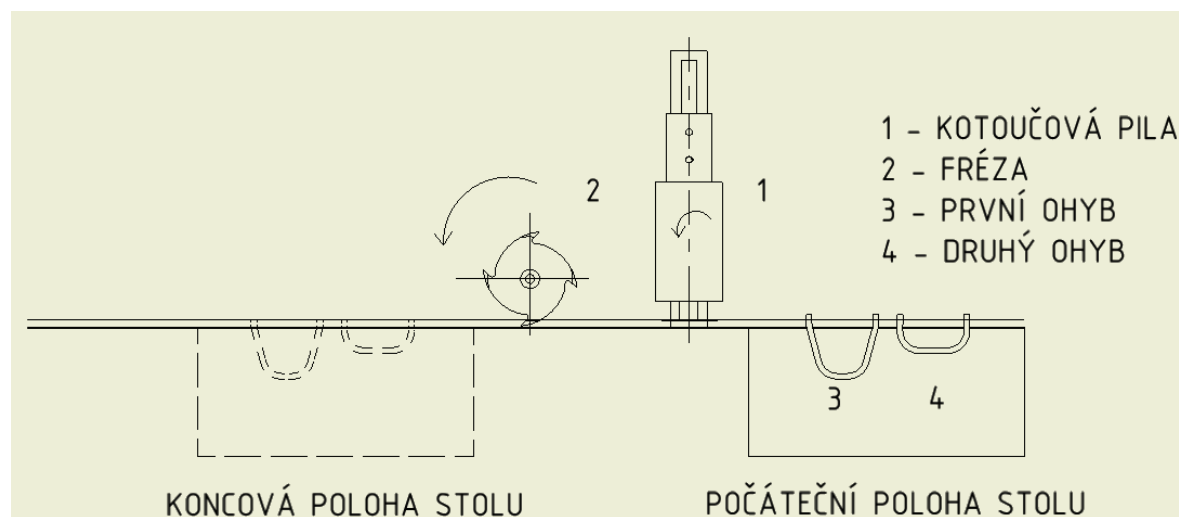
Následuje zaklížení dvou kusů do sebe pomocí lisu umístěného vedle nanášečky lepidla. Celý proces se opakuje.

### 3.3 Výpočet výrobních časů

Celkový výrobní čas se skládá z časů jednotlivých operací. Pro získání výsledného času výroby jednoho cinkového spoje je třeba tyto časy sečíst.

#### Doba frézování

Frézování se provádí na jednom stroji kontinuálně. Operace začíná upnutím ohybů, spuštěním pracovního posuvu a najetím první části ohybu do záběru kotoučové pily. Končí vyfrézováním drážek do poslední části druhého ohybu a navrácením stolu rychloposuvem do polohy před obráběním. Schéma frézování je vyobrazeno na obr. 16.



Obr. 16 Schéma frézování.

Výpočty jsou vypočteny dle následujících vztahů [13]:

Posuvová rychlost:

$$v_f = f_n \cdot n \quad (1)$$

kde:  $v_f$  [mm·min<sup>-1</sup>] - posuvová rychlost,

$f_n$  [mm] - posuv na otáčku,

$n$  [min<sup>-1</sup>] - otáčky nástroje.

$$v_f = 0,65 \cdot 6\,464 = 4\,201,6 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$$

Strojní čas obrábění:

$$t_{AS} = \frac{L}{v_f} \quad (2)$$

kde:  $t_{as}$  [min] - jednotkový strojní čas,  
 $L$  [mm] - dráha nástroje v posuvovém řezu včetně náběhů a přeběhů.

$$t_{AS} = \frac{1\,535}{4\,201,6} = 0,37 \text{ min}$$

Doba navrácení stolu do pozice před obráběním:

$$t_R = \frac{L}{v_{fR}} \quad (3)$$

kde:  $t_R$  [min] - čas rychloposuvu,  
 $v_{fR}$  [mm·min<sup>-1</sup>] - posuvová rychlost rychloposuvu.

$$t_R = \frac{1\,535}{30\,700} = 0,05 \text{ min}$$

celková doba frézování:

$$t_F = t_{AS} + t_R \quad (4)$$

kde:  $t_F$  [s] - celkový čas frézování.

$$t_F = 0,37 + 0,05 = 0,42 \text{ min} = 25,2 \text{ s}$$

### Doba lepení

Doba od uvolnění upínacích válců frézky až po nanášení lepidla byla změřena desetkrát pomocí stopky. Změřené časy jsou uvedeny v tab. 3.2.

Tab. 3.2 Časy nanášení lepidla.

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Změřený čas [s]	24	25	25	23	26	25	24	26	25	25

Průměrná hodnota času nanášení lepidla byla spočítána dle vztahu (5).

$$\bar{t}_L = \frac{\sum \text{změřený čas}}{\text{počet měření}} \quad (5)$$

Kde:  $\bar{t}_L$  [s] - aritmetický průměr naměřených hodnot lepení.

$$\bar{t}_L = \frac{24 + 25 + 25 + 23 + 26 + 25 + 24 + 26 + 25 + 25}{10} = 24,8 \text{ s}$$

### Doba klížení

Doba od spojení ohybů až po uložení na paletu byla změřena desetkrát pomocí stopek. Změřené časy jsou uvedeny v tab. 3.3.

Tab. 3.3 Časy klížení.

Číslo měření	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Změřený čas [s]	20	19	19	21	20	21	20	20	21	20

Průměrná hodnota doby klížení byla spočítána dle vztahu (6).

$$\bar{t}_K = \frac{\sum \text{změřený čas}}{\text{počet měření}} \quad (6)$$

Kde:  $\bar{t}_K$  [s] - aritmetický průměr naměřených hodnot klížení.

$$\bar{t}_K = \frac{20 + 19 + 19 + 21 + 20 + 21 + 20 + 20 + 21 + 20}{10} = 20,1 \text{ s}$$

### Doba seřízení stroje a dopravy dílců

Časy seřízení stroje a dopravy polotovarů a obrobků jsou uvedeny v tab. 3.4.

Tab. 3.4

Čas seřízení stroje – $t_s$ [s]	$t_s = 5 \text{ s}$
Čas dopravy polotovarů a obrobků připadající na jeden dílec – $t_d$ [s]	$t_d = 19,7 \text{ s}$

### Celkový výrobní čas

Výrobní čas výroby cinkového spoje je součtem časů jednotlivých operací dle vztahu (7).

$$t_C = t_F + \bar{t}_L + \bar{t}_K + t_s + t_d \quad (7)$$

Kde:  $t_C$  [s] - celkový výrobní čas.

$$t_C = 25,2 + 24,8 + 20,1 + 5 + 19,7 = 94,8 \text{ s}$$

Normočas výroby jednoho cinkového spoje je 94,8 s.

### Frézka Zuckermann

Jedná se o kopírovací frézku, která byla upravena pro potřeby firmy.

Informace o stroji jsou uvedeny v tab. 3.5, fotografie stroje je uvedena v příloze 3. Fotografie pracoviště výroby a montáže cinkových spojů židle č. 056 se nachází v příloze 4.

Tab. 3.5 Informace o frézce Zuckermann.

Kvalita spoje	Dřevo se štípe. Při zaklizení profily nedosedají (díří). Musí se dotmelovat.
Obvodová házivost upínacích trnů	0,2 mm
Přesnost upnutí obrobku	10 - 1 mm
Frézovací agregát	Motor 7,5 kW
Pilový agregát	Motor 3,2 kW
Otáčky frézy	6 464 min-1
Otáčky pily	5 635 min-1
Posuv stolu	Pneumatický válec
Uložení frézovacího agregátu	Horizontální na lineárních vedeních
Uložení pilového agregátu	Horizontální

### 3.2.1 Nástroje uplatněné při obrábění

Podle technologického postupu (viz tab. 3.1, kapitola 3.2) jsou pro výrobu cinkového spoje potřebné dvě obráběcí operace. Jedná se o řezání a frézování. Obě operace se provádí na frézce Zuckermann.

#### Řezání

Pro zkracování ohnutých polotovarů se používá kotoučová pila z rychlořezné oceli o průměru 300 mm, počtu zubů 72 a tloušťce zubu 3,2 mm. Kotoučová pila se upíná na trn a zajišťuje se maticí.

#### Frézování

Frézování drážek cinkových profilů se uskutečňuje skládanou, tvarovou frézou. Fréza pro frézování cinkových spojů židle č. 056 s výkresem obrábění je uvedena na obr. 16. Funkční části jsou připájené z rychlořezné oceli. Fréza o největším průměru 210 mm, celkové tloušťce 46 mm, počtu zubů na obvodu 6 se upíná na trn a zajišťuje se maticí.









Obr. 18 Umístění ohybů na základacím přípravku.

Na jednom základacím přípravku jsou upnuty dva kusy polotovaru (přední a zadní ohyb). K zajištění ze shora slouží pro každý ohyb 2 přítlačné válce. Do dotykové strany válců se dřevem jsou vylisovány nízké hroty, aby se zamezilo pohybu při obrábění. Jsou ovládány pneumatickými válci. Přípravek je vyroben ze dřeva. Místo, na kterém se ustavují obrobky, je opatřeno ocelovými plechy, na kterém jsou vylisovány hroty pro větší tuhost upnutí.

### **Nanášení lepidla**

Pro tuto operaci slouží tlaková nanášečka lepidla (viz obr. 19). Nanesení lepidla se provádí kontra profily drážek cinkových spojů. Nanášečka je umístěna v těsné blízkosti frézky. Pro lepení se používá disperzním PVAc lepidlo.



Obr. 19 Nanášečka lepidla.

### Klížící zařízení

Obsluha tyto dva díly, po nanesení lepidla, spojí a umístí do klížícího zařízení. Součástí zařízení je hydraulický lis, který spoj přilisuje. Proces klížení je vyobrazen na obr. 20.



Obr. 20 Proces klížení.

### Zmetkovitost

Průměrný počet slepených kusů za 1 směnu (tj. 8 hodin) činí 303 kusů. Z toho přibližně 40 kusů tvoří zmetky. Zmetkovitost může být způsobena vyštípnutím dřeva (příčina: tupý nástroj, chvění konců ohybů), uvolněním ze zakládacího přípravku (příčina: chybné upnutí).

Zmetkové dílce vznikají zpravidla při frézování, nebo řezání. Zmetkovitost po procesu nanášení lepidla, nebo klížení je nulová.

Ukázka správně slepeného cinkového spoje je vyobrazena na obr. 21. Ukázka zmetkového obrobku je vyobrazena na obr. 22.



Obr. 21 Správně slepený cinkový spoj.



Obr. 22 Zmetkový obrobek.



## 4 VYTYPOVÁNÍ NEDOSTATKŮ VÝROBY CINKOVÉHO SPOJE

Proces výroby židle je velmi obsáhlý, proto se bude bakalářská práce v této kapitole zabývat výrobou od upnutí ohnutých hranolů (ohybů) na základací přípravek frézovacího stolu konče klížením dvou kusů do sebe. Bude zmíněno několik zásadních nedostatků výroby.

### **Cinkové spoje**

K sestavení židlí je využita řada cinkových spojů (viz kapitola 3.1). Jedná se o 7 různých profilů, které je potřeba vyfrézovat tudíž i 7 různých nástrojů, které musí firma zajistit a uskladnit.

### **Frézka Zuckermann**

Z kapitoly 3.2.1 vyplývá, že stroj nebyl určený pro výrobu cinkových spojů. Házivost upínacích trnů 0,2 mm je nevyhovující. Kvalita obrobků se kus od kusu liší. Některé obrobky se musí dotmelovat a opravovat. Zmetkovitost 40 ti kusů z 303 vyrobených za směnu je nevyhovující.

### **Zakládací přípravek**

Přípravky pro ustavení obrobků jsou zastaralé a používají se od zavedení výroby. Upnutí je zdlouhavé. Ustavením ohybů podle rysek se nezaručí dostatečná přesnost upnutí.

Použití dvou upínacích válců s hroty se zajišťuje dostatečné upnutí, avšak nezabraňuje se chvění konců ohybů v požadovaném množství.

### **Nanášení lepidla**

Nanášení lepidla se provádí ručně na pracovišti vedle frézky Zuckermann. Odepnutí a transport na jiné pracoviště zvyšuje čas výroby a zaměstnanost pracovníka, který by se mohl věnovat jiným činnostem, např. obsluhou klížícího zařízení.

## 5 NÁVRH VARIANTNÍ TECHNOLOGIE

V kapitole 4 bylo zmíněno několik nedostatků výroby. Návrh variantní technologie se bude zabývat výběrem nového stroje pro výrobu cinkových spojů.

Důvod výměny je nespolehlivost a nepřesnost frézky Zuckermann. Oprava vodících loží, která by zpřesnila výrobu, byla neceněna na 400 000 Kč. Spočívala by ve vyfrézování „T“ drážky do posuvného stolu. Tato drážka by sloužila pro vedení stolu. Cena nového stroje, typově odpovídající pro výrobu cinkových spojů, se pohybuje od 900 000 Kč do 1 500 000 Kč.

### 5.1 Specifikace nového stroje

Při pořizování dřevoobráběcího stroje je nutná přesná specifikace výroby a požadovaných funkcí stroje. Protože se převážná většina dřevoobráběcích strojů objednává na zakázku, je možné si při konstrukci stroje volit jednotlivé části stroje zvlášť tzv.: „na míru“.

Nový stroj by měl být univerzální z hlediska druhů vyráběných cinkových spojů a tvaru upnutých ohybů.

#### Upřesnění technické specifikace

Specifikace vybavení stroje:

- frézovací stůl s osmi (4+4) pneumatickými upínači, mechanickým posuvem a zakládacím přípravkem pro uchycení ohybů,
- integrovaná tlaková nanášedka lepidla s kontraprofilem,
- zakracovací pilová jednotka
- horní předřezávací jednotka,
- spodní předřezávací jednotka,
- frézovací agregát,
- bezpečnostní lišty v přední i zadní části pojezdového stolu.

Je třeba zajistit dostatečnou tuhost upnutí obrobků na zakládacím přípravku minimálně čtyřmi upínacími válci na jeden polotovár. Upínací válce by měly být snadno přestavitelné. Jejich spouštění by se mělo provádět nožními spouštěči, protože obsluha musí ustavit a držet polotovary oběma rukama.

Po upnutí a spuštění pracovního posuvu najedou ohyby do záběru kotoučové pily, která ohyby zkrátí. Po zkrácení všech částí ohybů pila odjede ze záběru v horizontálním směru. Stůl dále projíždí přes horní a spodní předřezávací jednotku, ty vyfrézují osazení z obou stran ohybu a také odjedou v horizontálním směru. Následuje frézovací agregát, přes který stůl projíždí. Fréza vyfrézuje profily cinkového spoje do všech částí ohybů a odjede ze záběru v horizontálním směru.

Z hlediska kontinuity výrobního procesu a pevnosti lepeného spoje musí být nanášedka lepidla součástí stroje nového. Při vracení stolu do původní polohy se nanese lepidlo tlakovou nanášedkou s kontraprofilem a stůl s obrobky se zastaví v původní poloze. Obsluha vyjme ohyby a zaklíží je do sebe. Spleení ihned po obrábění zaručuje dostatečnou pevnost spoje. Lisovací zařízení by se nacházelo vedle stroje, protože jeho konstrukce nedovoluje být součástí frézky.

Hladina zvuku dřevoobráběcích strojů, např. spodní frézky přesahuje i 100 dB. Pro srovnání, hladina zvuku startujícího letadla je přibližně 120 dB [14]. Proto se požaduje protihluková kapotáž, která zajistí maximální hlučnost 50 dB. K přístupu k zakládacímu přípravku by sloužily plechové dveře.

### Technologický postup

V kapitole 3.2 je v tab. 3.1 uveden technologický postup výroby cinkového spoje na stroji Zuckermann. Koupí nového stroje popsaného v kapitole 5.1 by došlo ke změně technologického postupu (viz tab. 5.1). Změna spočívá v názvu stroje pro první operaci a počet operací se změní na 5 celkem.

Tab. 5.1 Nový technologický postup.

VUT FSI ÚST BRNO		TECHNOLOGICKÝ POSTUP		DATUM VYDÁNÍ: 30.05.2014		Číslo listu: 1.	
Vyhotožil: Jan Strnad		Název součástky: Cinkový spoj		Polotovár: Ohyb 1, ohyb 2 židle č. 056			
Číslo operace pořadové Orientační	Název stroje, zařazení pracoviště Třídící číslo	Dílna	Popis práce v operaci:		Výrobní nástroje, připravky, měřidla, pomůcky	Materiál nástroje	
01/01	Frézka MARSHAL JOINTER 160 semiautomat	Obrobna	Upnout na zakládací přípravek pomocí hydraulických upínačů Řezat na rozměr 300; 140 Frézovat profily Nanést lepidlo do profily - 4x		Kotoučová pila Tvarová fréza Lepidlo PVAC	HSS HSS	
02/02		Obrobna	Kontrolovat profily; vizuálně 100%				
03/03	Klížící zařízení	Obrobna	Zaklížit profily				
04/04		Obrobna	Kontrolovat zaklížení; vizuálně 100%				
05/05		Obrobna	Připravit k převozu		Paleta EUR-EPAL 1200x800		

### Výpočet výrobních časů

Konstrukce nanášečky lepidla jako součásti frézky urychlí výrobu. Změna výrobních časů oproti vypočítaným v kapitole 3.3 spočívá ve změně doby nanášení lepidla. Časy ostatních operací zůstávají stejné. Proto není nutné je přepočítávat. Výsledný výrobní čas variantní technologie se tedy spočítá ze vztahu (8).

$$t_{CVT} = t_F + \bar{t}_K + t_s + t_d \quad (8)$$

Kde:  $t_{CVT}$  [s] - celkový výrobní čas variantní technologie.

$$t_{CVT} = 25,2 + 20,1 + 5 + 19,7 = 70 \text{ s}$$

## 6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Variantní technologie mění zavedenou výrobu. Zhodnocení této technologie může být provedeno dvěma způsoby:

- technické zhodnocení (technické porovnání staré a variantní technologie je uvedeno v tab. 6.1). Očekává se zpřesnění a zefektivnění výroby.

Tab. 6.1 Technické porovnání staré a variantní technologie výroby cinkových spojů.

	Stará technologie	Variantní technologie
Kvalita	Dřevo se štípe. Při zaklížení profily nedosedají (díří). Musí se dotmelovat.	Dřevo se nevyštípuje. Při zaklížení profily dosedají (nedíří). Nemusí se dotmelovat.
Obvodová házivost upínacích trnů	0,2 mm	0,01 mm
Přesnost upnutí obrobku	10 - 1 mm	1 - 0,1 mm
Frézovací agregát	Motor 7,5 kW	Motor 15 kW
Pilový agregát	Motor 3,2 kW	Motor 15 kW
Otáčky frézy	6 464 min <sup>-1</sup>	6 464 min <sup>-1</sup>
Otáčky pily	5 635 min <sup>-1</sup>	5 635 min <sup>-1</sup>
Posuv stolu	Pneumatický válec	Kuličkový šroub
Uložení frézovacího agregátu	Horizontální na lineárních vedeních	Vertikální
Uložení pilového agregátu	Horizontální	Horizontální

- ekonomické zhodnocení.

Zavedení variantní technologie popsané v kapitole 5 se doba výroby jednoho cinkového spoje sníží o 26,16 %.

### Návratnost investice

Pokud firma TON a.s. investuje 939 000 Kč do nového stroje popsaného v kapitole 5. Návratnost této investice byla spočítána ze vztahu (9).

$$N = \frac{CENA\ STROJE}{NAVÝŠENÍ\ PŘÍJMŮ\ ZA\ ROK} \quad (9)$$

Kde: N [počet let] - návratnost.

$$NAVÝŠENÍ\ PŘÍJMŮ\ ZA\ ROK = [(i_{SVT} - z_{VT}) - (i_{SST} - z_{ST})] \cdot s \cdot o \quad (10)$$

Kde:  $i_{SVT}$  [-] - počet vyrobených spojů variantní technologií za směnu,  
 $z_{VT}$  [-] - počet zmetků variantní technologie za směnu,  
 $i_{SST}$  [-] - počet vyrobených spojů starou technologií za směnu,

- $z_{ST}$  [-] - počet zmetků staré technologie za směnu,  
 $s$  [-] - počet směn za rok  
 $o$  [Kč] - odměna zaměstnance za výrobu jednoho spoje.

$$\text{NAVÝŠENÍ PŘÍJMŮ ZA ROK} = [(411 - 0) - (303 - 40)] \cdot 250 \cdot 2,58 = 95\,460 \text{ Kč}$$

$$N = \frac{939\,000}{95\,460} = 9,8 \text{ let}$$

Návratnost investice bude 9,8 let. Pokud je vypočítaná návratnost menší než 10 let dá se považovat investice za efektivní.

#### **Doporučení autora**

Do dalších let firmě TON a.s. doporučuji snížit počet druhů cinkových spojů na jeden ze sedmi používaných. Tento spoj by měl být samosvorný. Usnadnilo by to výměnu a skladování nástrojů a zrychlilo klížení spoje.

Dále doporučuji zkonstruovat pracovní stůl frézky pro upnutí 4 kusů ohybů na jednu. U stroje by pracovali dva zaměstnanci. Jeden by upínal ohyby a druhý je klížil.



## ZÁVĚR

V kapitole 4 bylo vytypováno několik nedostatků výroby. Z těchto nedostatků se bakalářská práce zabývá především výběrem, konstrukcí a technickou specifikací nového stroje.

Shrnutí dosažených výsledků výměnou stroje:

- zvýšení přesnosti drážek cinkových spojů,
- zlepšení kvality vyrobených cinkových spojů,
- snížení zmetkovitosti o 99 %,
- zkrácení doby lepení spoje,
- zvýšení produktivity výroby o 26,16 %,
- snížení hlučnosti o 50 %.

Zakoupením dřevoobráběcího stroje, na výrobu cinkových spojů, za cenu 939 000 Kč se výrazně zvýší produktivita práce alepší kvalita cinkových spojů. Návratnost této investice byla vypočítána na 9,8 let. V bakalářské práci je upřesněna technická specifikace stroje. Nový stroj byl vymodelován v programu Autodesk Inventor Professional 2013. Tento model, který je uveden v příloze 5, slouží jen pro schématické znázornění procesu obrábění drážek cinkových spojů a nanesení lepidla do těchto spojů.

Byly zmíněny doporučení autora pro firmu TON a.s. do dalších let, které by měly zefektivnit výrobu. Tyto doporučení se ovšem musí pečlivě propočítat.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. Wooden Furniture. In: *JRC SCIENTIFIC AND POLICY REPORTS* [online] 2013 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: [http://susproc.jrc.ec.europa.eu/furniture/docs/Background\\_report\\_Furniture\\_September\\_2013.pdf](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/furniture/docs/Background_report_Furniture_September_2013.pdf).
2. O společnosti. In: *TON* [online]. 2014 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.ton.eu/cz/o-spolecnosti/>.
3. Křeslo Mojo. In: *TON* [online]. 2014 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.ton.eu/cz/ton-produkty/detail/kreslo-mojo1/>.
4. Křeslo Merano. In: *TON* [online]. 2014 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.ton.eu/cz/ton-produkty/detail/kreslo-merano/>.
5. Židle 04. In: *TON* [online]. 2014 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.ton.eu/cz/ton-produkty/detail/zidle-04-/>.
6. Židle 56. In: *TON* [online]. 2014 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.ton.eu/cz/ton-produkty/detail/zidle-56-/#g42p1490.g43p1607>.
7. Buk. In: *PRÁCE SE DŘEVEM* [online]. 2001 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://prace-se-drevem.spibi.cz/Drevo-Druhy-Buk.html>.
8. *TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY NÁSTROJŮ PRO OBRÁBĚNÍ DŘEVA*. Brno, 2010. [vid. 2014-05-24] Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie.
9. *TEÓRIA A TECHNIKA SPRACOVANIA DREVA*. Zvolen: MATCENTRUM, P.O. Box 12, 960 02 Zvolen 2, 1996. [vid. 2014-05-24] ISBN 80-967315-6-4.
10. Spoje dřeva. In: *KELIWOOD* [online]. 2013 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.srubyservis.cz/aktuality-spoje-dreva--spojovani-dreva---jak-spojiti-drevo->.
11. Lepidla. In: *SEDLÁČEK SOBĚSLAV TRUHLAŘSTVÍ & OBCHOD* [online]. (c) 2008-2012 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.sedlacek-sobeslav.cz/lepidla.php>.
12. Technický list 06.05 W O O D F I X D3. In: *DEN BRAVEN SEALANTS* [online]. 2004 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.denbraven.cz/dokument-produkt/138/tl-06-05a-rev5-woodfix-d3.pdf>.
13. Strojní časy. In: *SKRIPTA TECHNOLOGIE 2.DÍL* [online]. 2004 [vid. 2014-05-24]. Dostupné z: [http://homel.vsb.cz/~cep77/PDF/skripta\\_Technologie\\_II\\_2dil.pdf](http://homel.vsb.cz/~cep77/PDF/skripta_Technologie_II_2dil.pdf).
14. BERÁNEK, Petr. Hluk dřevovobráběcích strojů v malém provozu. Brno, 2009/2010. [vid. 2014-05-24] Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
<b>rr</b>	[-]	rovina řezu

Symbol	Jednotka	Popis
<b>L</b>	[mm]	dráha nástroje v posuvovém řezu včetně náběhů a přeběhů
<b>N</b>	[počet let]	návratnost investice
<b>fn</b>	[mm]	posuv na otáčku
<b>i<sub>SST</sub></b>	[-]	počet vyrobených spojů starou technologií za směnu
<b>i<sub>SVT</sub></b>	[-]	počet vyrobených spojů variantní technologií za směnu
<b>n</b>	[min <sup>-1</sup> ]	otáčky nástroje
<b>o</b>	[Kč]	odměna zaměstnance
<b>s</b>	[-]	počet směn za rok
<b>t<sub>AS</sub></b>	[min]	jednotkový strojní čas
<b>t<sub>C</sub></b>	[s]	celkový výrobní čas
<b>t<sub>CVT</sub></b>	[s]	celkový výrobní čas variantní technologie
<b>t<sub>d</sub></b>	[s]	čas dopravy polotovarů a obrobků připadající na jeden dílec
<b>t<sub>F</sub></b>	[s]	celkový čas frézování
<b><math>\bar{t}_K</math></b>	[s]	aritmetický průměr naměřených hodnot klížení
<b><math>\bar{t}_L</math></b>	[s]	aritmetický průměr naměřených hodnot lepení
<b>t<sub>R</sub></b>	[min]	čas rychloposuvu
<b>t<sub>s</sub></b>	[s]	čas seřazení stroje
<b>v<sub>f</sub></b>	[mm·min <sup>-1</sup> ]	posuvová rychlost
<b>v<sub>fR</sub></b>	[mm·min <sup>-1</sup> ]	posuvová rychlost rychloposuvu
<b>z<sub>ST</sub></b>	[-]	počet zmetků stare technologie za směnu
<b>z<sub>VT</sub></b>	[-]	počet zmetků variantní technologie za směnu
<b>α</b>	[°]	úhel hřbetu
<b>β</b>	[°]	úhel ostří (břitu)

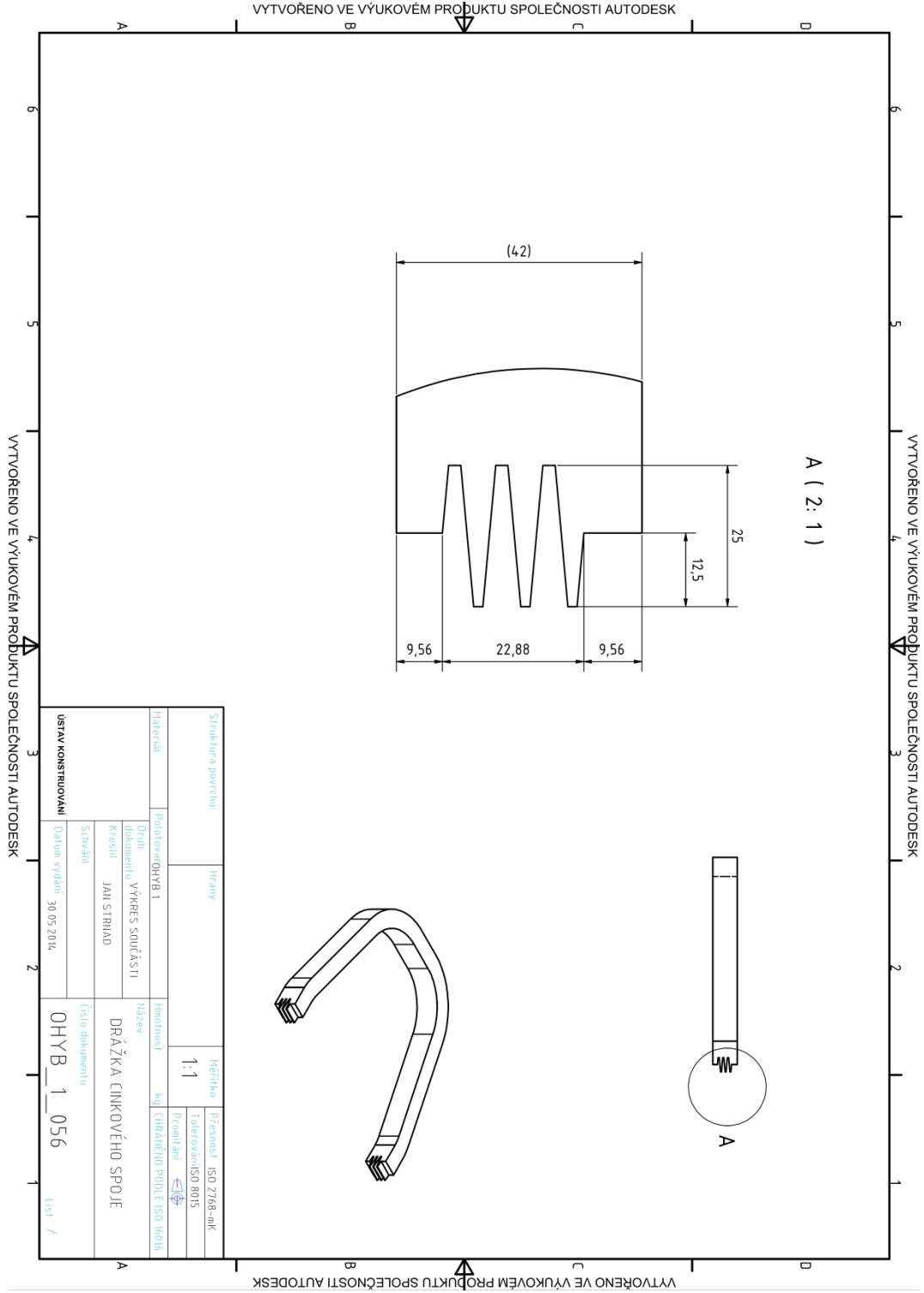
$\gamma$	[°]	úhel čela
$\delta$	[°]	úhel řezu (vázaný úhel)

**SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1      Výkres drážky cinkového spoje
- Příloha 2      Výkres spojených ohybů k čalounění
- Příloha 3      Frézka Zuckermann
- Příloha 4      Pracoviště výroby a montáže cinkových spojů židle č. 056
- Příloha 5      Model nového stroje

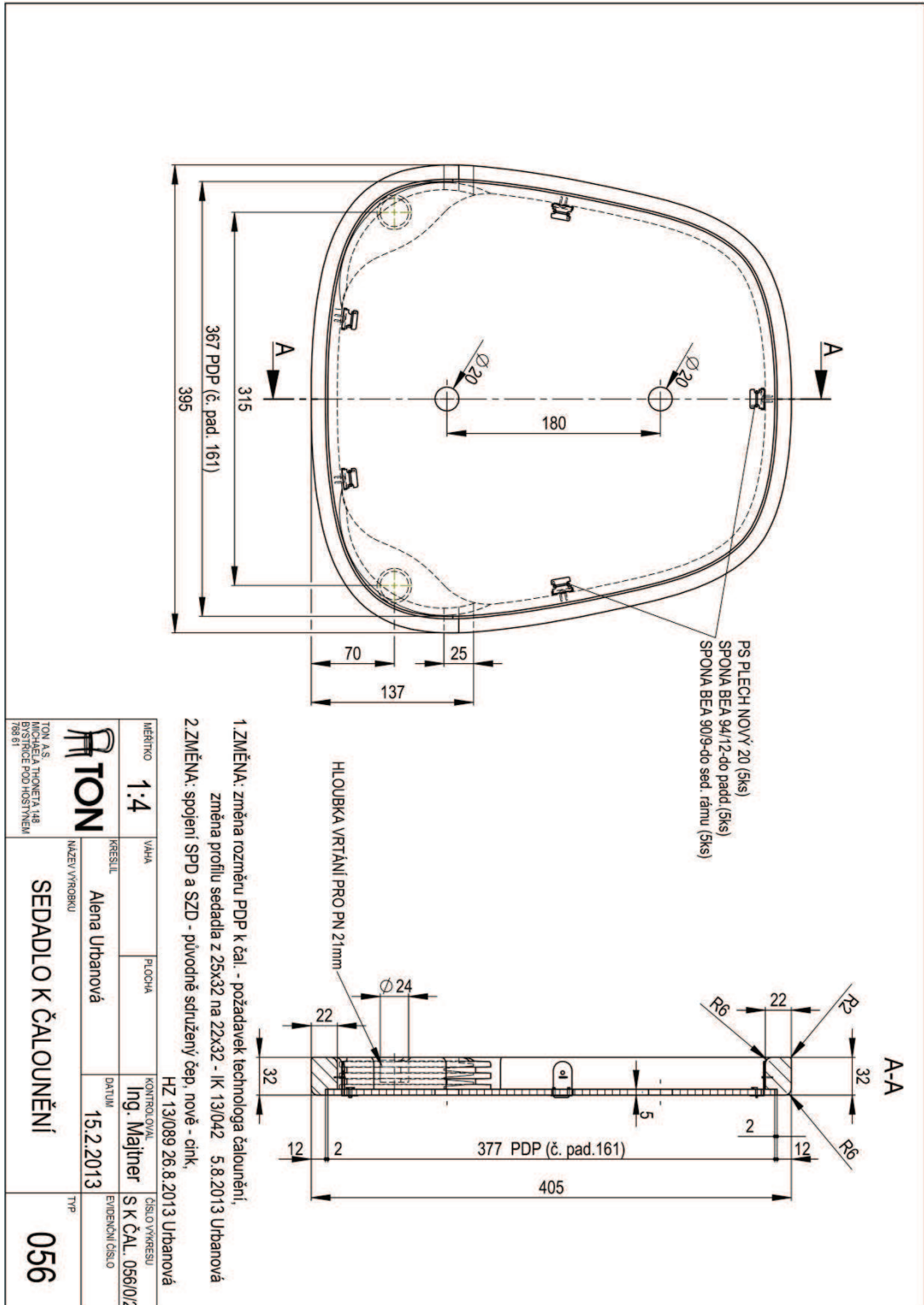
# PŘÍLOHA 1

Výkres drážky cinkového spoje.



## PŘÍLOHA 2

Výkres spojených ohybů k čalounění.





### PŘÍLOHA 3

Frézka Zuckermann.





## PŘÍLOHA 4

Pracoviště výroby a montáže cinkových spojů židle č. 056.



## PŘÍLOHA 5

Model nového stroje.

