

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nábytku, designu a bydlení

**Analýza nábytkových CNC obráběcích center v návaznosti na vlastní
návrh a výrobu prototypu nábytku uzpůsobeného pro výrobu na CNC**

Diplomová práce

Související přílohy

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Analýza nábytkových CNC obráběcích center v návaznosti na vlastní návrh a výrobu prototypu nábytku uzpůsobeného pro výrobu na CNC zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje diplomová práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:.....podpis studenta

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Vítu Novákovi, Ph.D., který mne důsledně vedl při tvorbě diplomové práce a na každé konzultaci mi vnukl nové řešení. Velký dík patří také mému otci, který ve spolupráci s firmou Acti Bois s.r.o. mi napomohl s výrobou prototypu. Samozřejmě nesmím zapomenout na svou přítelkyni, všechny své známé a příbuzné, kteří mne podporovali a podporují po celou dobu studia.

Všem zmíněným patří můj velký dík.

Abstrakt

Jméno: Lukáš Novotný

Název práce: Analýza nábytkových CNC obráběcích center v návaznosti na vlastní návrh a výrobu prototypu nábytku uzpůsobeného pro výrobu na CNC

Diplomová práce se zabývá analýzou nábytkových CNC obráběcích center, která vyústí k výběru nejvhodnějšího stroje pro konkrétní firmu. Další částí práce je návrh produktu, který je uzpůsobený pro výrobu na nábytkovém CNC obráběcím centru. Navrhovaný a následně vyrobený nábytek je stolového typu. Práce obsahuje jednak teoretickou studii problematiky CNC a stolového nábytku, ale také praktickou část popisující postup výběru vhodného stroje pro konkrétní firmu a celý proces tvorby nového výrobku. Ten je popsán od skic přes výběr materiálu a vhodného spoje až po výrobu prototypu. V rámci práce je navržen a následně zhotoven konferenční stůl obsahující konstrukční prvek, který je užit i při návrhu jídelního a pracovního stolu.

Klíčová slova: CAD, CAM, CNC, demontovatelný nábytek, materiály, design, návrh, konstrukce, stolový nábytek, konferenční stůl

Abstract

Name: Lukas Novotny

The Title: Analysis of furniture CNC machining centers, connected with the design and prototyping of furniture adapted for production on CNC

The diploma thesis at first deals with the analysis of furniture CNC machining centers, which leads to the selection of the most suitable machine for a specific company. Second part of the thesis is to design furniture that is adapted for production on the furniture CNC machining center. Coffee table is chosen for design and manufacturing. The thesis contains both a theoretical study of the problems of CNC manufactured table furniture and practical part which describes the process of selection a suitable machine for a specific company and also describes whole process of creating a new furniture. The creation itself is described from sketches through material selection, appropriate joints to the prototype manufacturing. Coffee table which is designed and manufactured contains component, which is used in the design of dining and work table.

Keywords: CAD, CAM, CNC, removable furniture, materials, design, construction, table furniture, coffee table

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl	9
3. Metodika.....	10
4. Historický vývoj CNC	11
5. Všeobecná charakteristika CNC.....	14
5.1. Úvod do problematiky.....	14
5.1. Souřadnicový systém CNC strojů	15
5.2. Výhody a nevýhody CNC	16
5.3. Obecné rozdělení CNC obráběcích strojů.....	17
5.4. Pokročilé rozdělení CNC strojů z různých hledisek	18
6. Programování CNC	22
7. Rozdělení a charakteristika strojů CNC používaných v nábytkářském průmyslu ..	24
8. Výběr vhodného stroje pro konkrétní firmu	26
8.1. Metodiky porovnávání strojů	26
8.2. Popis firmy, pro kterou bude výběr prováděn.....	26
8.3. Požadavky firmy na CNC obráběcí centrum	28
8.4. Historie vybraných značek.....	28
8.5. Výběr konkrétních strojů.....	33
8.1. Porovnání vybraných strojů	38
9. Rozhodovací proces volby typu nábytku	41
10. Historický přehled zvoleného typu nábytku (Stolový).....	42
10.1. Starověk	42
10.2. Středověk	43
10.3. Novověk	47
11. Druhy stolového nábytku a jejich charakteristika	48
12. Antropometrie.....	51
13. Ergonomie	51
14. Technické, normativní parametry.....	55
14.1. Bezpečnost.....	55
14.2. Materiál.....	55
14.3. Konstrukce.....	55
14.4. Hořlavost	56
15. Demontovatelný nábytek.....	57
15.1. Historie demontovatelného nábytku.....	57
15.2. Inovativní design za využití CNC technologie.....	58

16. Materiály vhodné pro technologii CNC a stolový nábytek	59
16.1. Technická kritéria	59
16.2. Estetická kritéria	59
16.3. Ekonomická kritéria	59
16.4. Materiály na bázi dřeva vhodné pro CNC technologii	60
16.5. Grafické porovnání vlastností materiálů na bázi dřeva	63
16.6. Volba vhodného materiálu na prototyp	64
17. Soudobé řešení problematiky	65
18. Přehled použitelných spojů.....	69
19. Průběh tvorby	72
19.1. Inspirace	72
19.2. Skici.....	72
19.3. Tvar hlavního nosného prvku	74
19.4. Tvar, materiál a spojení stolové desky s podstavou	78
20. Výroba prototypu.....	82
20.1. Konstrukční řešení.....	82
20.2. Technologický postup výroby prototypu.....	84
20.3. CNC obráběcí centrum Biesse Rover.....	90
20.4. Montážní návod.....	91
20.5. Kalkulace nákladů na prototyp.....	93
20.6. Konečné řešení, barevné variace a další typy stolů	94
21. Diskuze	96
22. Závěr.....	98
23. Použitá literatura.....	100
23.1. Literární zdroje (monografie).....	100
23.2. Elektronické zdroje.....	101
23.3. Normy a legislativní předpisy	101
24. Seznam obrázků.....	102
25. Seznam obrázků z internetu.....	104
26. Seznam tabulek.....	106
27. Seznam příloh.....	107

1. Úvod

Dnešní doba je velmi rychlá, každý pořád někam spěchá, za něčím se honí, ať už za penězi, za kariérou nebo třeba za společenským uznáním. Těžko posoudit, zda je tento trend správný, ale jedinec s touto tendencí nic neudělá. Je tedy nutné se tomuto vývoji přizpůsobit, ale zachovat si stále nějaký vlastní názor a pohled na dobu. Se zrychlováním doby souvisí i vývoj technologií a technik souvisejících s výrobou nábytku. Společnost dnes klade velký důraz na zlevňování veškerých produktů, a tím tlačí i výrobce k tomu, aby snižovali výrobní časy. Tradiční řemeslná výroba je odstrčena na samý okraj produkce nábytku a mohou si jí dnes dovolit pouze ti nejmovitější, což je škoda, ale bohužel je to tak. Většina lidí je obklopena tím nejlevnějším nábytkem, který se i tváří jako levný. Úkolem dnešních designérů a návrhářů, by mělo být toto změnit. Díky dnešním technologiím je možné vytvářet společensky přijatelný nábytek, který bude esteticky uspokojovat i ty nejnáročnější. Této skutečnosti napomáhá rozsáhlá škála materiálů, které je možné využívat nejen v nábytkářském průmyslu.

Jednou ze zmiňovaných technologií, která se dnes už hojně využívá i v nábytkářském průmyslu, jsou počítačem řízené stroje. S touto technologií přišlo do nábytkářské výroby spousta nových možností. Je možné relativně snadno a rychle vytvářet tvarově složité dílce, které by tradiční cestou trvaly podstatně déle a nebylo by je možné s takovou přesností ani zopakovat. Díky 3D modelování, následné transformaci dat a přenesení přímo do stroje je navrhování a výroba přímo propojena, což umožňuje řadu nových možností. Technologii je možné využít pro vytváření individuálních a speciálních výrobků, ale i pro opakovanou nebo sériovou výrobu.

Tento svět tedy nabízí designérům spoustu možností a záleží jen na nich, jak toho využijí. Měli by však stále navrhovat kvalitní nábytek, který bude splňovat veškeré požadavky uživatelů, ale mohli by se zaměřit i na využívání již zmiňovaných inovativních technologií. Díky nim je možné vymyslet a následně využívat nové technické postupy.

2. Cíl

Práce má dva nosné cíle, které na sebe navazují. Prvním z nich je provést důkladnou analýzu nábytkových CNC obráběcích strojů, aby bylo možné následně učinit výběr nejvhodnějšího stroje pro konkrétní firmu podle specifikovaných požadavků.

Druhým z cílů je návrh nábytku uzpůsobeného pro výrobu na CNC obráběcím centru. K možnosti vhodně navrhnout a následně i vyrobit prototyp z velké části pomůže splnění prvního cíle. Po vypracování analýzy nábytkových CNC obráběcích center bude pochopena problematika, což pomůže k návržení nábytku uzpůsobeného k výrobě danou technologií. Výběr stolového nábytku a následně jeho návrh musí splňovat základní ergonomické, konstrukční a bezpečnostní požadavky. Musí být esteticky vhodný pro co největší okruh lidí a dostatečně inovativní. Celá konstrukce by měla být jednoduše smontovatelná bez použití kování a nářadí, což umožní jednoduchou expedici a samostatnou montáž svépomocí. Finální návrh je třeba ověřit na reálném prototypu.

3. Metodika

Práce je v podstatě rozdělena na dvě teoretické části a na dvě praktické, které spolu ovšem úzce souvisí.

První část práce seznamuje s problematikou CNC technologie. U ní je nejdříve zpracován její historický vývoj. Poté je popsána technologie jako taková, její základní charakteristiky, průběh řízení strojů využívající CNC a dále její výhody a nevýhody. Následně je provedené rozdělení strojů podle různých kritérií. Ty jsou důkladně popsány, což posloužilo ke splnění první praktické části. Jejím cílem je vybrat vhodné CNC obráběcí centrum pro konkrétní firmu podle jejich požadavků. Díky předchozí analýze jsou vybráni čtyři výrobci strojů. Od nich následně proběhl výběr typově stejných strojů, které jsou důkladně popsány a nejdůležitější kritéria uvedena do tabulky, aby bylo možné lepší porovnání. Tento postup vyústil až k výběru nejvhodnějšího stroje pro konkrétní firmu.

Díky dokončení první části mohlo být přistoupeno k návrhu nábytku, který bude uzpůsoben pro výrobu na CNC obráběcím centru. Samotnému návrhu předchází opět teoretická část, která se zabývá studií týkající se vybraného typu nábytku. Tím byl stolový nábytek, konkrétně konferenční stolek. Teoretická část tedy pojednává o historickém vývoji stolového nábytku. Následně se zabývá ergonomickými a bezpečnostními požadavky. Jsou zmapovány i možnosti používaných materiálů. Je prostudována i současná problematika. Po získání všech potřebných informací je přistoupeno k samotnému návrhu. Je vytvořeno několik možností konstrukce, každá je popsána a vyhodnocena. Byl proveden výběr té nejvhodnější a řešení tvaru stolové desky. Po ujasnění vzhledové části výrobku je přikročeno k výběru vhodných konstrukčních spojů a k volbě materiálu. Po specifikaci veškerých kritérií, mohla následovat výroba prvního prototypu. Pro snadnější sestavení je vytvořen i montážní návod. V poslední kapitole jsou ještě znázorněny návrhy dalších typů stolového nábytku, které využívají podobného prvku jako zmiňovaný konferenční stolek.

4. Historický vývoj CNC

Vývoj a vznik CNC obráběcích strojů byl vyvolán rozvojem automatizace, která byla nutná k hromadné a sériové výrobě. První automatizované stroje se začaly využívat od 19. století. Byly řízeny pomocí vačkových kotoučů, hydraulického a elektronického ovládání. V pozdější době bylo využíváno koncových spínačů, které kopírovaly tvar modelu.

Dalšímu rozvoji automatizace přispěl letecký průmysl. Ve 40. letech 20. století v USA bylo nutné docílit zjednodušení a zrychlení výroby tvarově složitých dílců. S řešením přišel mechanik John Parsons, který využil k řízení strojů děrné štítky, a tím vytvořil základ pro číslicové řízení strojů NC (Numerical Control). Dalšímu pokroku pomohl vývoj servomotorů, což jsou pohony s velkým regulačním rozsahem a s jejich pomocí se začaly vyrábět první NC stroje. To vedlo k rychlému rozvoji a rozšíření NC techniky v USA a v Evropě. Řídící příkazy byly uloženy, buď na již zmiňovaných děrných štítcích a páskách, anebo na magnetické pásce.

Další problém, který bylo nutné při automatizaci a rozvoji NC strojů vyřešit, byla automatická výměna nástrojů. Stroje byly opatřeny zásobníky a pomocí dvojitého uchopování bylo možné do zásobníku používaný nástroj vložit a uchopit jiný. Identifikace nástrojů byla řešena pomocí kódovacích kroužků, které byly umístěny na držácích.

Dalším krokem automatizace byl vznik koncepce CNC (Computer Numerical Control). Spočívá v dosažení ovládání strojů pomocí řídicího systému a počítače se speciálním programem. Její vznik se datuje k 80. letům 20. století. Stroje byly opatřeny obrazovkou a tlačítky nutnými k ovládání. Ta sloužila k výběru příslušného programu, který bylo možné nejdříve simulovat před samotnou výrobou a případně upravit. Počítač již obsahoval paměť s řadou programů, které se daly v průběhu výroby měnit. (AB SANDVIK COROMANT – SANDVIK CZ, 1997, MAREK J., UČEŇ., 2010)

Ve dřevozpracujícím průmyslu se poprvé začaly využívat číslicově řízené stroje již v 80. letech 20. století. K většímu rozšíření však došlo až v 21. století. Dříve byly schopni vlastnit CNC pouze středně velké a velké firmy. Dnes je však využívají i malé firmy a to hlavně z důvodu zefektivnění výroby, možnosti různorodosti a také z důvodu již cenové dostupnosti. (ŘEZNÍČEK L., KNAP Z., 2001)

Stroje v průběhu vývoje procházely šesti vývojovými stupni

První vývojový stupeň

Do prvního vývojového stupně spadají konvenční stroje upravené tak, že je do nich aplikován číslicový řídicí systém. Na takovýchto strojích bylo možné provádět pouze pravoúhlé pracovní úkony a staly se nevyhovujícími z důvodu zvyšujících se požadavků na konstrukci číslicově řízených strojů.

Druhý vývojový stupeň

Ve druhém vývojovém stupni již byly konstrukce strojů uzpůsobeny řídicím systémům, které jsou osazeny křemíkovými a germaniovými tranzistory. Začínají se uplatňovat i integrované obvody. Stroje jsou již vybaveny automatickou výměnou nástrojů. K pohonu je využito hydrauliky nebo motoru s plynulou regulací otáček. Posunu je dosahováno pomocí kuličkových šroubů.

Třetí vývojový stupeň

Zde následuje vylepšení některých již využívaných komponentů v minulém vývojovém stupni. Zdokonalení se dočkala například vřetena, která umožnila práci ve vysokých otáčkách. Probíhá zde již kontrola obrobků a jejich následné měření. Charakteristickou změnou v tomto vývojovém stupni byla automatická výměna obrobků, což znamenalo pokrok v automatizaci a možnost integrace strojů do automatizovaných výrobních linek. Ta pomáhá zvýšit efektivitu výroby, snížit časovou náročnost a zkrátit časy prostojů mezi jednotlivými výrobními operacemi. Konstrukce strojů je již řešena stavebnicově.

Čtvrtý vývojový stupeň

V předchozích vývojových stupních již byla vyřešena automatická výměna obrobků i nástrojů pro jednotlivé výrobní operace. Nebylo však možné automaticky vyměnit tupý nebo opotřeбенý nástroj. Tento úkon bylo nutné provádět ručně, což snižuje automatizaci. Tento problém byl vyřešen ve čtvrtém vývojovém stupni a znamenalo to vytvoření plně automatizovaných strojů. Konstrukce je stále stavebnicového charakteru, to umožňuje úpravu a uzpůsobení požadavkům výroby.

Pátý vývojový stupeň

Tento stupeň je charakteristický především v uplatňování mechatroniky, tzn., zařazování prvků s inteligentním chováním. Ty jsou schopné reagovat na změny při obrábění a měnit nastavené parametry z důvodu optimalizace kvality obrobku. Na stroji jsou zakomponované měřicí sondy, které měří přesnost veškerých výrobních procesů již při obrábění dílce. V závislosti na zjišťovaných hodnotách jsou automaticky upravována data tak, aby souhlasila co nejpřesněji s výkresovou dokumentací. Dalším zdokonalením je eliminace nepřesnosti při najíždění nástroje na přesně danou polohu. Té je dosaženo elektronicky řízenou kompenzací. K odměření polohy je využíván laser.

Šestý vývojový stupeň

Zde se využívá soudobé technologie a poznatků dosažených v předchozích vývojových stupních. Je docíleno velmi přesného obrábění v řádu mikrometrů, možnosti řídit a spravovat stroj na dálku, maximalizace rychlosti výměny nástrojů a obrobků a je využíváno velkých řezných rychlostí. Stroj je možné sestavit přesně podle přání a specifikací jednotlivých zákazníků. (MAREK J. A KOL., 2010, KARAFIÁTOVÁ S., 2001)

5. Všeobecná charakteristika CNC

5.1. Úvod do problematiky

Všeobecně jsou tyto stroje charakterizovány ve třech kategoriích a to jako NC, CNC a DNC stroje.

NC stroje - číslicově řízené stroje (Numerical Control). Do kategorie těchto strojů spadá veškerá technika, která ke svému řízení využívá sérii znaků, které správným uspořádáním tvoří řídicí kód. Znaky využívané pro tvorbu kódu jsou čísla, písmena a jiné, kterým náleží určitý význam. Vhodným uspořádáním, vzniká takzvaný G kód neboli NC program. Ten je na stroj přenesen pomocí paměťového média a při provozu čte NC program a přeměňuje data na elektrické impulsy, které předávají příkazy řídicímu systému. Ten na základě získaných informací, ovládá veškeré nutné úkony potřebné ke správnému provozu.

CNC stroje - jsou obdobou NC strojů ovšem do řízení je zapojen počítač (Computer Numerical Control). Od NC se CNC odlišují tím, že ke stroji je připojen počítač s klávesnicí, což umožňuje tvorbu, úpravu a ukládání programů přímo na stroji. Díky tomuto pokroku se výroba stává flexibilnější, rychlejší a univerzálnější. Je možné také snadno a automaticky opakovat produkci. Program je také možné na stroj přenést pomocí paměťového média.

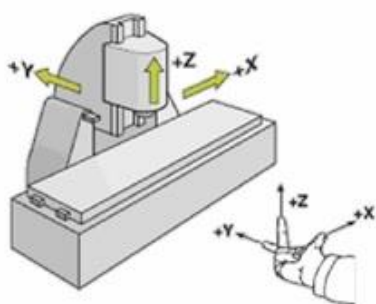
DNC stroje - centrálně počítačově řízené stroje (Distributive Numerical Control). Centrální řízení umožňuje jednomu počítači řídit i několik NC strojů ve výrobě. Toto řízení z centrálního počítače je buď částečné, nebo úplné. Základní pojetí tohoto systému znamená, že jsou z centrálního počítače vysílána data přímo do řídicí jednotky NC strojů. Dnes se spíše rozmáhá tvorba rozsáhlých počítačových firemních sítí, které následně řídí celou výrobu. Jejich výhodou je, že veškeré programy a data jsou s příslušným oprávněním přístupná ze všech počítačů zapojených do firemní sítě. Je samozřejmé, že DNC řízení má vysoké požadavky na hlavní řídicí jednotku (server), ale i na programové vybavení sítě. S touto náročností souvisí i vyšší finanční požadavky oproti předešlým variantám a díky tomu jsou schopni tuto technologii pořídit jen velké firmy, které potřebují absolutní kontrolu nad výrobou. (Král a Šrajer, 2008)



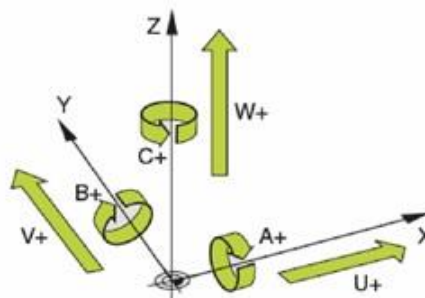
Obr. 1. Znáznornění síť DNC

5.2. Souřadnicový systém CNC strojů

Soustava, která se nejčastěji u CNC strojů využívá, je kartézský souřadnicový systém. Je pravotočivý a pravouhlý s osami X, Y, Z. Rotační pohyby mají rovnoběžné osy s osami X, Y, Z a jsou označovány jako A, B, C. U CNC obráběcích strojů je pravidlem, že osa vřetene pracovního stroje je rovnoběžná s osou Z. Podle orientace stroje je osou Z označován, buď vodorovný, nebo svislý pohyb. K této ose jsou kolmé osy X a Y, které určují souřadnicovou polohu. U souřadnicového systému je vždy nutné určit nulový bod. Ten se při programování umísťuje vždy do nejvhodnějšího místa vzhledem k obrobku. Od něj jsou dále odečítány další body, které určují například rozměr výrobku nebo pozici obrábění. (Štulpa, 2006) Pro představu je problematika znázorněna na Obr. 2. a Obr. 3.



Obr. 2. Souřadnicový systém na stroji



Obr. 3. Kartézský souřadnicový systém

U definování různých úhlových údajů, otvorů na kružnici nebo kruhových oblouků je možné využití polárního souřadnicového systému. Body jsou určeny na základě nulového bodu, poloměru a úhlu natočení. Polární systém však pracuje pouze v jedné rovině.

Pro formulaci pracovního prostoru na stroji jsou nezbytné nulové a vztažné body, které se vyskytují v řídicích systémech CNC strojů. Při chodu každého CNC stroje je aktivován souřadnicový systém, který musí mít přesně definované nulový bod stroje, nulový bod obrobku, referenční bod stroje a další pomocné body. Každý druh bodu má určité písmenné označení. (Štulpa, 2006)

M = nulový bod stroje. Tento bod není možné obsluhou stroje měnit. Je definován již z výroby. Z něho vychází veškeré souřadnice a vztažné body.

W = nulový bod obrobku. Jeho nastavení probíhá při programování stroje a je seřízen v ideálním místě vzhledem k obrobku. Nastavení bodu probíhá pomocí funkce G a jsou využívány dvě možnosti. První z nich je posunutí souřadnicového systému pomocí funkcí G54 až G59. Druhou možností je definování za pomoci polohy nástroje.

R = referenční bod stroje. Je dán již z výroby pevně stanoven a nedá se upravovat. Je nezbytný pro určení polohy stroje po zapnutí, který se pomocí koncových spínačů zorientuje v souřadnicovém systému. Tento bod je důležitý pro minimalizaci vznikajících chyb při obrábění.

P = bod šipky (důležitý především u soustruhů)

F = vztažný bod suportu nebo vřetene (důležitý pro délkovou korekci nástrojů)

E = bod nastavení nástroje (Štulpa, 2006)

5.3. Výhody a nevýhody CNC

Výhody

- automatizace výrobního procesu
- urychlení veškerých operací
- snížení počtu zaměstnanců potřebných k výrobě
- zvýšení efektivity práce
- nepřetržitý provoz
- zvýšená přesnost a kvalita opakování
- zrychlení procesu opracování

- snížení a v některých případech dokonce odstranění technologických přestávek nutných k nastavení stroje nebo nástroje
- možnost zapojení stroje do výrobní linky
- pružnost výroby a přizpůsobení se novému výrobnímu plánu
- vyšší rozsah sortimentu

Nevýhody

- vysoké náklady na pořízení a provoz
- nižší rychlost v porovnání s velkosériovou výrobou na specializovaných strojích
- nutnost odborné obsluhy
- velké nároky na pomocné strojní vybavení (kompresor, odsávání)

5.4. Obecné rozdělení CNC obráběcích strojů

Jednouúčelové CNC obráběcí stroje - jsou určeny k jednomu druhu operace, kterou jsou schopni bezchybně a efektivně opakovat. Je možné zapojení do výrobních linek. Není zde prostor po žádné velké úpravy nebo přestavby. Takové stroje se využívají například v automobilovém průmyslu.



Obr. 4. Svářecí robot

Obráběcí centra - jsou řízená číslicově se schopností vykonávat nejrůznější operace. Jsou vybavena automatickou výměnou nástrojů, mohou být opatřena automatickou výměnou obrobků a tedy pracovat bezobslužně. Je možné je zapojit do výrobní linky, ale i používat jako samostatný stroj. Tato centra jsou dnes hojně využívána v dřevařském průmyslu a to u středních i malých firem. Velkou výhodou je jejich univerzálnost a všestrannost. Je na nich možné vyrábět rychle a efektivně nejrůznější druhy obrobků.



Obr. 5. Obráběcí centrum

Víceúčelová obráběcí centra - jsou CNC obráběcí stroje, které splňují definici jednoúčelového obráběcího CNC stroje a obráběcího centra. Díky své výbavě jsou schopné obrábět deskové i tvarové výrobky. (Marek, 2006)

5.5. Pokročilé rozdělení CNC strojů z různých hledisek

Dělení podle systému řízení

Podle řídicího systému rozlišujeme řízení stroje na polohové, úsekové a souvislé. S tímto rozdělením souvisí i výkonost.

Polohové řízení znamená, že stroj nastavuje všechny tři osy současně nebo každou zvlášť, ale bez souvislosti s řízením pohybu. Při polohování je vždy nástroj mimo obrobek a nemusí být ani aktivní vřeteno. Po umístění nástroje do správné pozice je aktivováno vřeteno a je proveden obráběcí cyklus, při němž je možné pohybovat s nástrojem pouze ve směru jedné osy. Polohové řízení se používá u vrtacích automatů.

Při **úsekovém řízení** strojů lze během obrábění vykonávat podélné pohyby os. Lze docílit i šikmých pohybů a to současným podélným pohybem dvou os při zachování

stejného posuvu. Tento systém řízení je pokročilejší oproti polohovému a umožňuje docílit efektivnějšího využití času a možnost univerzálnosti výroby. Systém se používá u velkoformátových nářezových center, u menších CNC obráběcích center a u strojů určených k průběžnému obrábění hran.

Souvislé řízení je nejpokročilejším řízením strojů a umožňuje vykonávat plynulý pohyb všech tří os zároveň a to nezávisle na sobě. Každá z os je tudíž schopna se polohovat v různých rychlostech, a tím je možné docílit nejrůznějších kruhových a tvarových obrazců. Souvislé řízení můžeme dále rozdělit na dvourozměrné, dvou a půl rozměrné a třírozměrné. Možnost pohybu je u všech těchto variant stejná. Rozlišujeme zde schopnost provádět složité propočty dráhy nástroje. Nejsložitější stroje jsou schopny vyrábět i spirály nebo šroubovice. (Král a Šrajec, 2008)

Podle Forejta (2010) se toto řízení rozděluje a popisuje ve dvou skupinách, a to jako řídicí systémy s přetržitým řízením a se souvislým řízením.

Řídicí systémy s přetržitým řízením - je nejstarší a je popisován také jako systém stavění souřadnic. Neposkytuje lineární ani kruhovou interpolaci, což znamená, že nástroj se pohybuje z bodu do bodu nejdříve po jedné ose a poté po druhé nebo pod úhlem 45° než dosáhne první osa naprogramované hodnoty.

Je zde využíváno pravoúhlého obrábění, což znamená, že nástroj se v reálném čase pohybuje pouze v jedné z os X, Y, Z.

Řídicí systémy se souvislým řízením - umožňují výpočet korekce a geometrie nástroje. Jsou rozděleny podle počtu současně řízených os.

Jednoosé obrábění - používá se pouze u vrtaček

Dvouosé obrábění - stroj je schopen pohybovat s nástrojem po dvou osách najednou. Tento způsob se využívá například u soustruhů, kde se pohybují osy X a Z

2,5-osé obrábění - stroj nejdříve vykonává pohyb nástrojem v ose Z (jedná se o výškové nastavení nástroje vzhledem k obrobku) a poté pohybuje nástrojem současně v osách X a Y. V průběhu obrábění již nepohybuje plynule v ose Z s nástrojem

3-osé obrábění - stroj je schopen plynule a současně pohybovat s nástrojem v osách X, Y, Z

4-osé a víceosé obrábění - stroj je schopen provádět současně pohyb v osách X, Y, Z a přitom umožňuje rotaci kolem některé nebo všech těchto os

Dělení podle počtu pracovních os

Podle počtu pracovních os stroje rozdělujeme od nejjednodušších, které jsou 3-osé přes složitější 4-osé až po nejsložitější 5-osé. Počet pohyblivých os znamená, v kolika pracovních rovinách je stroj schopen plynule obrábět. Při rozhodování mezi zmíněnými druhy strojů je nutné si uvědomit složitost výroby, pro kterou má být užíván. Často se může stát, že pro určitý druh výroby je dostačující nejjednodušší 3-osé CNC.

3-osé stroje – pracovní hlava vykonává pohyb (vzhledem k obrobku) v ose X, Y a Z. Při rotujícím pohybu nástroje a pohybu ve směru své osy se úkon nazývá vrtání a při rovnoběžném se jedná o frézování. Úkony je možné v průběhu obrábění kombinovat. Jak již bylo zmíněno, 3-osé nábytkové stroje postačují ve většině firem k vykonání požadovaných pracovních úkonů

4-osé stroje – umožňují pracovat ve čtyřech osách. Je možné provádět s pracovní hlavou plynulý pohyb ve všech třech osách a navíc je zde možnost otáčet agregát kolem své vlastní osy. Všechny tyto úkony lze provádět plynule, což dovoluje vytvoření složitějších obrobků. 4-osé nábytkové stroje využijí firmy, které provádí složitější konstrukční opracování obrobků

5-osé stroje - jsou konstrukčně nejsložitějším typem a krom pracovních možností shodných s předchozími stroji umožňují při obrábění naklápění pracovního agregátu doleva a doprava pod určitými úhly. Tyto pohyby je možné provádět při obrábění. Stroje takto uzpůsobené jsou schopné vyrábět nejsložitější tvary obrobků, ovšem cena je mnohem vyšší než u předchozích. Takto vybavené stroje si mohou dovolit pouze velké firmy se speciální výrobou. (Kráal a Šrajer, 2008)

Dělení podle typu pohybu konstrukčních částí

Při obrábění obrobků je nutné, aby byl pohyblivý buď agregát, který se pohybuje nad pevným stolem nebo stůl pohybující se pod pevně umístěným agregátem. Tyto dvě možnosti je možné i zkombinovat, ale jedná se o dosti složité stroje, které slouží jen ke speciální výrobě a jen ke kusovému využití. Nicméně posuv stolu nebo agregátu probíhá již po zmíněných osách X, Y, Z, které spolu svírají pravý úhel. Každý ze směrů

os musí být k pohybu opatřen vlastním hnacím motorem, aby bylo možné pohybovat nástrojem nebo obrobkem ve všech směrech zároveň a plynule.

Koncepce otevřené C využívá pevného stolu, nad nímž se pohybuje podélné lože ve tvaru C. V loži je umístěn agregát. Pohyb nástroje ve směru X je zprostředkován pohybem celého ramene, zatímco pohyb ve směrech Y a Z je vykonáván polohováním agregátu umístěného v rameni.

Koncepce s pohyblivým portálem a pevným stolem je tvořena portálem, který je zavěšen z boku stroje a je opatřen agregátem. Tato koncepce je nejvhodnější pro opracování velkoplošných materiálů.

Koncepce s pevným portálem a pohyblivým stolem je tvořena pevně upnutým agregátem a veškerý pohyb nutný k obrobení výrobku je prováděn pohybem stolu. Tato koncepce umožňuje maximální tuhost soustavy stroj-nástroj-obrobek. Zmíněná tuhost umožňuje dosáhnout velké přesnosti obrábění. Této koncepcí se využívá především v kusové a malosériové výrobě. (Král a Šrajer, 2008)

6. Programování CNC

Podle Forejta (2010) je program CNC definován, jako soubor geometrických, technologických a pomocných informací, pomocí kterých je popsána požadovaná činnost numericky řízeného stroje.

Forejt (2010) rozděluje informace v programu na:

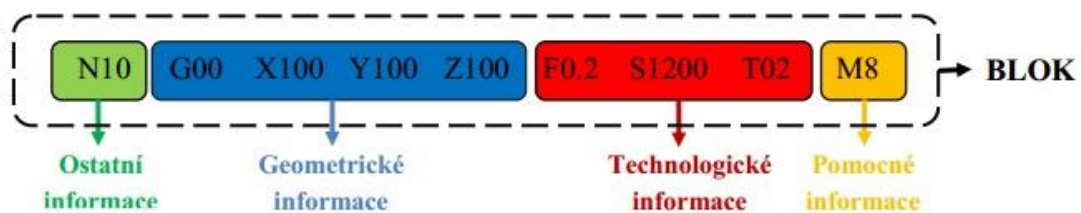
Geometrické - popisují dráhu nástroje, která je dána rozměry a tvarem konkrétní obráběné součástky

Technologické - určují technologii obrábění s ohledem na optimální řezné podmínky

Pomocné - obsahuje ostatní pomocné informace nutné k výrobě součástky

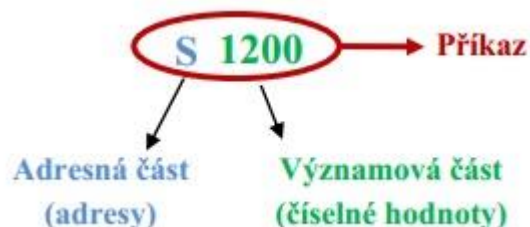
Ostatní - jsou nutné například k orientaci v programu

Každý program se skládá z tzv. bloků, vět nebo řádků. Bloky jsou dále složeny z jednotlivých příkazů neboli slov. Slova obsahují významovou a adresovou část.



Obr. 6. Stavba věty programu (Forejt, 2010)

Adresná část v příkazu je vyjádřena písmenem a významovou číselnou hodnotou. Celou strukturu příkazu je možné vidět na Obr. 7, kde adresa S vyjadřuje pokyn k nastavení otáček a hodnota 1200 určuje množství otáček za minutu.



Obr. 7. Struktura příkazu (Forejt, 2010)

Podle Forejta (2010) lze bloky dělit podle délky na formát s konstantní délkou a na formát s proměnou délkou. U konstantní má každé slovo pevnou délku bez ohledu na výskyt nebo opakování v předchozích blocích. U bloků s proměnou délkou jsou vynechávána slova, která se v nich nevyskytují nebo opakují.

Nejpoužívanější adresy při programování

Nejpoužívanější adresy udávané normou ISO 6983 jsou uvedené v Tab. 1. Jsou charakterizovány velkými písmeny řecké abecedy.

Jelikož je norma předpis doporučující, nikoli závazný, mohou se jí firmy (např. Heidenhain, Siemens, Mazak, Fanuc, ...) řídit jen do určité míry. Díky konkurenčnímu boji se musí snažit být na trhu něčím unikátní, proto dochází u některých adres k významným odlišnostem.

Již zmiňovaná norma rozlišuje funkce v řadě G00 – G 99 a M00 – M99, které jsou závazné. Ovšem některé pozice v této řadě jsou neobsazené, a to z důvodu poskytnutí místa programovacím funkcím výrobců. Této možnosti výrobci samozřejmě využívají, ale stává se i to, že jsou některé pozice obsazovány jinými funkcemi a to podle druhu výrobce.

Tab. 1 – Nejpoužívanější příkazy (Forejt, 2010)

Písmeno	Význam
N	Číslo bloku (může či nemusí být uvedeno, slouží pro lepší orientaci v programu)
X, Y, Z	Základní osy souřadného systému (souřadnice v osách X, Y, Z)
A, B, C	Rotace kolem základních os
U, V, W	Paralelní pohyb se základními osami
G	Přípravná funkce (geometrická), zadávají se geometrické informace (přímka, kruh)
M	Pomocné funkce (přípravné), spouštějí činnost strojních mechanismů (zapnutí a vypnutí otáček, řezné kapaliny)
F	Rychlost posuvu (udává se v mm na otáčku nebo v mm za minutu nebo v mm na zub)
S	Otáčky vřetena nebo hodnota konstantní řezné rychlosti (záleží na systému)
T	Volba nástroje
R	Hodnota rádiusu nebo polární souřadnice

7. Rozdělení a charakteristika strojů CNC používaných v nábytkářském průmyslu

Rozdělení podle typu obrábění dělíme CNC obráběcí stroje na vrtačky, horní frézky, obráběcí centra, formátovací pily a stroje s kontinuálním obráběním.

CNC vrtačky jsou stroje, které se využívají především k opracování plošných dílců. Jejich konstrukce je lehčí a jednodušší než u frézek a to díky menším pracovním silám. Jsou vybaveny podavači dílců, které většinou umožňují z jedné strany dílec vkládat a z druhé vyjímat. Další důležitou součástí CNC vrtaček jsou nosiče vrtacích agregátů, pomocí nichž je stroj zároveň schopen vyvrtat otvory do plochy i do hrany. Každý vrtací agregát je vybaven požadovaným počtem vrtacích vřeten tak, aby bylo docíleno co největší efektivity práce.

CNC horní frézky jsou základním typem CNC obráběcích strojů vybavených pracovním stolem, na který se pevně upíná obrobek. Ten je následně obráběn pohybujícím se vrtákem nebo frézou. Díky rozlišnému ovládní je vrtání nebo frézování prováděno přímočaře, kruhově nebo výřezově. CNC horní frézky bývají vybaveny jedním až třemi pracovními vřeteny a možností automatické výměny nástrojů. To značně krátí neproduktivní časy výroby.

CNC obráběcí centra jsou víceúčelové stroje, na kterých je možné provést kompletní opracování obrobku. Veškeré pracovní operace se provádí na jedno upnutí, což značně zkracuje výrobní čas. CNC obráběcí centra jsou dnes velice oblíbené nástroje, které využívají velké firmy, ale dnes se stává dostupným i pro menší podnikatele. K této oblíbenosti přispívá i stavebnicový systém, kterým jsou dnes centra tvořena a díky němu je možné každé centrum osadit libovolnými nástroji a agregáty, a tím uzpůsobit potřebám jednotlivých firem. Centra je možné vybavovat vrtacími nástroji, frézami nebo pilovými kotouči. Stroj lze také osazovat brusnými agregáty, které brousí povrchově složité obrobky hned po vyfrézování. Některé stroje z této kategorie umožňují osazení i olepovačkou hran, která dokáže olepovat plošné tvarové dílce.

CNC formátovací pily jsou využívány k dělení velkoplošných formátů na požadované menší přířezy. Po předání informací řídicímu systému pily je nejdříve nutné vytvoření nářezových plánů, které jsou optimalizované pro daný druh výroby. U CNC formátovacích pil je uložení agregátu provedeno horním nebo spodním způsobem.

U horních neboli portálových pil je většinou otáčecí pilový agregát, který umožňuje podélné a příčné dělení bez otáčení obrobku.

CNC stroje na kontinuální obrábění provádí obrábění při současném posuvu obrobku. Těchto typů se využívá především k obrábění bočních ploch a hran. Stroj je osazen několika obráběcími agregáty, které při průchodu obrobku provedou svou operaci. Každý agregát je nastaven podle parametrů obrobku automaticky. Využití těchto strojů zkracuje přípravné časy a používají se dnes i v menších firmách, které takovýto stroj využívají k olepování hran. (Král a Šrajer, 2008)

8. Výběr vhodného stroje pro konkrétní firmu

8.1. Metodiky porovnání strojů

V této podkapitole bude probíhat výběr nábytkového CNC obráběcího centra pro konkrétní firmu. Budou porovnávány typově stejné CNC stroje od čtyř významných výrobců dřevoobráběcích strojů. Těmito výrobci jsou firma Homag, Holz-Her, SCM a Biesse. Pro porovnání budou brány vždy stroje popsány dle potřeb výrobce. Před srovnáváním daných typů strojů proběhne upřesnění kritérií, dle kterých budou stroje porovnány a následně vyhodnoceny. Tato podkapitola by měla sloužit k ujasnění názoru při výběru stroje konkrétní firmou, která se hodlá dál strojově rozvíjet za využití evropských dotací nebo vlastních zdrojů.

Díky velmi rozlišným možnostem zaměření výroby a s tím související i speciální vybavení je tedy nutné přesně specifikovat, o jakou firmu se jedná a jakou výrobou se zabývá.

8.2. Popis firmy, pro kterou bude výběr prováděn

Firma nyní nese název **Interiéry Novotný**



Dnes se jedná o malou rodinnou firmu, kde kromě majitele pracují ještě tři zaměstnanci. Firma má již dlouhou tradici a její založení proběhlo v roce 1994. Od založení však nedošlo k žádnému velkému rozvoji. Strojní vybavení je dnes již zastaralé a je nutné ho obnovovat. Veškerá výroba probíhá na zakázku a jedná se v podstatě vždy o originální kus nábytku, a proto je mu věnována větší péče. Autor této práce jakožto syn majitele hodlá do této společnosti po ukončení studia nastoupit a pokusit se posunout rozvoj firmy nějakým vhodným směrem. V plánu je například otevření interiérového studia ve Velkém Meziříčí, což by mělo zajistit vyšší příliv lukrativních zakázek. S tímto růstem by souviselo i zajištění větších výrobních prostor, které by umožňovaly obnovu a rozvoj strojového zařízení firmy. V počátku by prostory byly řešeny formou pronájmu. S růstem by souviselo hledání a následné zaměstnávání nových pracovníků.

Prvním strojem, který by firma chtěla zakoupit, buď pomocí evropských dotací, nebo z vlastních zdrojů by mělo být nábytkářské CNC obráběcí centrum, které by dovolilo firmě inovovat výrobu, a tím zrychlit některé úkony. Ke vhodné volbě stroje by měla sloužit celá kapitola „Výběr vhodného stroje pro konkrétní firmu“.

Výrobní sortiment

Firma se zabývá výrobou nábytku a to pouze z plošných aglomerovaných materiálů. Nejpoužívanějším materiálem je DTD-L. Sortiment je ovšem rozsáhlý. Z výroby vychází nábytek, který vybavuje kanceláře, školy, ostatní veřejné prostory. Dále se firma zabývá také výrobou nábytku do domů a bytů. Jedná se především o kuchyňské linky, vestavěné skříně, šatny a ostatní nábytek. V podstatě je schopna vyrobit, krom čalouněného, veškerý nábytek do veřejných i soukromých interiérů. A to jak již bylo zmíněno vše na zakázku a přesně podle přání zákazníka.



Obr. 8. Kuchyňská linka Jívoví

Dalším speciálním sortimentem, kterým se firma zabývá a je schopna ho vyrobit v té nejvyšší kvalitě jsou schody a schodiště. Zde se jedná především o výrobu z masivního dřeva a to z tvrdých dřevin, což si vyžaduje krom značné zručnosti řemeslníků i dostatečně výkonné strojní vybavení. Vybírané CNC obráběcí centrum by tedy mělo být schopné zjednodušit a urychlit výrobu často složitých komponentů schodišť.



Obr. 9. Schody buk Křižanov

8.3. Požadavky firmy na CNC obráběcí centrum

Díky zakázkové výrobě nábytku a jeho různorodosti je hlavním požadavkem víceúčelovost a pokud možno co největší univerzálnost stroje. Následující kritéria budou hlavními hodnotícími prvky, podle kterých proběhne vyhodnocení všech strojů a následný výběr toho nejvhodnějšího.

1. Stroj musí být dostatečně výkonný, aby na něm bylo možné provádět veškerou speciální výrobu, kterou firma požaduje. **Výkon**
2. Dalším kritériem je **počet os**. Pro speciální výrobu různorodých nábytkových dílců je nutné, aby byl stroj schopen plynule ovládat alespoň 4,5 osy.
3. Možnost co nejjednodušším způsobem kombinovat nestingový stůl s upnutím na kostky. **Upínání**
4. Rozhodujícím kritériem je i velikost obráběné plochy, kterou je stroj schopný obsluhovat. Firma vyžaduje velikost nejméně 3000 mm délky. Tento rozměr je odvozen od délky pracovních desek kuchyní, které se nejčastěji montují. Šířka obráběné plochy by měla být nejméně 1100 mm a prostor pro pohyb v ose Z by bylo vhodné, aby byl co největší z důvodu obrábění vyšších obrobků. **Rozměry**
5. Počet nástrojů v zásobníku je také důležitým měřítkem, jelikož je to ukazatel, díky kterému je možné zkrátit čas výroby. **Velikost zásobníku s nástroji**
6. Možnost osazení stroje olepovacím agregátem. **Olepovací agregát**
7. Neposledním ukazatelem je **cena**.

8.4. Historie vybraných značek

Finální rozhodnutí, ke které značce se nakonec přiklonit může ovlivnit i historie, a tím i zkušenosti značky zabývající se výrobou CNC strojů. Je tedy nutné nejdříve zjistit dostatečné množství informací o všech značkách, mezi kterými probíhá rozhodovací proces a vytvořit si tím ucelený přehled o fungování všech firem.

Firma, která vede po celém světě trh se stroji a technologiemi souvisejícími s CNC. Homag má dnes zastoupení ve více než v 60 zemích světa a zastává výrobu dřevoobráběcích strojů na globálním trhu z 28 %. To napovídá, že je to významný výrobce, který se již dlouhou dobu zabývá danou problematikou.

Historický vývoj firmy (pouze nejdůležitější nebo zajímavá data)

1960	Založení společnosti Hornbergrem a Gerhardem Schulerem v Schopfloch Německo
1962	Vývoj první olepovačky na světě, která využívala tavení lepidla přímo ve stroji a následného vytvrzení při průchodu strojem
1977	Založení Homag Machinery Sao Paulo Brazílie
1976 - 1987	Integrace společností- Brandt, Friz, Bargstedt, Weeke, Holzma
1987	Vývoj obráběcího centra s olepováním
1990	Integrace společností- Ligmatech
1994	Založení Homag Machinery Shanghai Čína
1996	Významná změna designu strojů, využití bílé, modré a šedé barvy je od té doby specifické pro všechny stroje společnosti Homag. Dalším významným poznávacím znakem se stala modrá vlnka, která vznikla inspirací z letokruhů
2000	Vývoj prvního vysokorychlostního rozvodu energie ze systému
2004	Založení Homag Machinery Sroda Polsko
2005	Vývoj tiskové linky, která tiskne inkoustově na hrany motivy
2009	Využívání technologie Lasertec, která využívá laser k tavení lepidla při olepování nábytkových hran
2010	Skupina Homag má v tomto roce více jak 20 vlastních prodejních a servisních organizací a přibližně 60 exkluzivních zastoupení po celém světě
2014	Firma se stále rozvíjí a rozšiřuje svoji působnost do dalších zemí a to především v USA

HOLZ-HER



Výrobce, se zastoupením v několika zemích. Zabývá se vývojem a výrobou stacionárních dřevoobráběcích strojů. Jsou to především horizontální a vertikální formátovací pily, olepovačky a CNC obráběcí centra. Sídlo společnosti se udává v Nürtingenu.

Historický vývoj firmy (pouze nejdůležitější nebo zajímavá data)

- 1914 Zakladatel firmy Karl Matthias Reich
- 1914 - 1925 Výroba drátěných výrobků a zařízení pro zpracování drátu
- 1925 - 1927 Stavba elektrických strojů pro zpracování dřeva (tesařské stroje a kotoučové pily)
- 1936 První HOLZ-HER elektrické nářadí (cirkulárka)
- 1964 Otevření provozu v Rakousku
- 1985 Příchod úspěšných modelů vertikálních panelových pil
- 1987 Vývoj širokopásových brusek
- 1990 Otevření pobočky v USA, která se zabývá vývojem a výrobou olepovaček
- 1994 Do tohoto roku byly stroje zelené barvy, nyní upraveno na šedomodrou
- 2004 90 - leté výročí a nový koncept řešení HOLZ-HER olepování
- 2005 Prezentace horizontálního tlakového nosníku
- 2006 Rekonstrukce divize elektrického nářadí a představení nového olepovacího stroje
- 2007 První 5-osé CNC obráběcí centrum
- 2011 Inovované 5-osé CNC obráběcí centrum
- 2013 Představení nového vertikálního CNC stroje řady Evolutio

SCM Group



Přední světový výrobce, který vyvíjí a vyrábí CNC obráběcí centra, čtyřstranné frézky, hoblovky, spodní frézky, širokopásové brusky, vrtačky, olepovačky a velkoplošná formátovací centra. Společnost má hlavní sídlo v Itálii a to konkrétně v Rimini. Několik velkých poboček má také v Německu a z toho tu největší ve městě Nürtingen.

Historický vývoj firmy (pouze nejdůležitější nebo zajímavá data)

- 1932 Založení firmy, která se ovšem zabývala výrobou zemědělských strojů
- 1952 Firma se začala zajímat o dřevoobráběcí stroje a snažila se vyvinout stroj, který bude konkurence schopný německým, francouzským a anglickým konkurentům. To se povedlo a v tomto roce představili svůj první dřevoobráběcí stroj
- 1960 Vývoz prvních strojů do Německa
- 1970 Vývoj automatických a poloautomatických strojů pro střední a velkou výrobní kapacitu
- 1980 Stroje obdržely hnědou barvu
- 1986 Založení pobočky v Německu
- 1988 Hnědou barvu vystřídala zelená
- 1999 Zelené stroje vydržely jen do tohoto roku a zelená byla nahrazena bílou
- 2003 Představení 5-osé obráběcí hlavy
- 2005 Vývoj a inovace nových strojů
- 2007 Zkupování menších výrobních závodů a rozšiřování výroby po Evropě



Tato firma vyvíjí a vyrábí stroje pro nábytkovou výrobu a interiérový design. Nabízí dnes řešení pro celý cyklus nábytkové výroby, ale i zpracování dřeva, dřevěných i nedřevěných kompozitů a skla. Hlavní sídlo firmy je jako u předešlé také v Itálii a to konkrétně ve městě Pesaro, které se nachází v oblasti Toskánska. Biesse Group je dnes seskupením několika dceřiných firem a každá z nich má své vlastní zaměření, specializuje se na vývoj a následnou výrobu daného typu stroje.

Historický vývoj firmy (pouze nejdůležitější nebo zajímavá data)

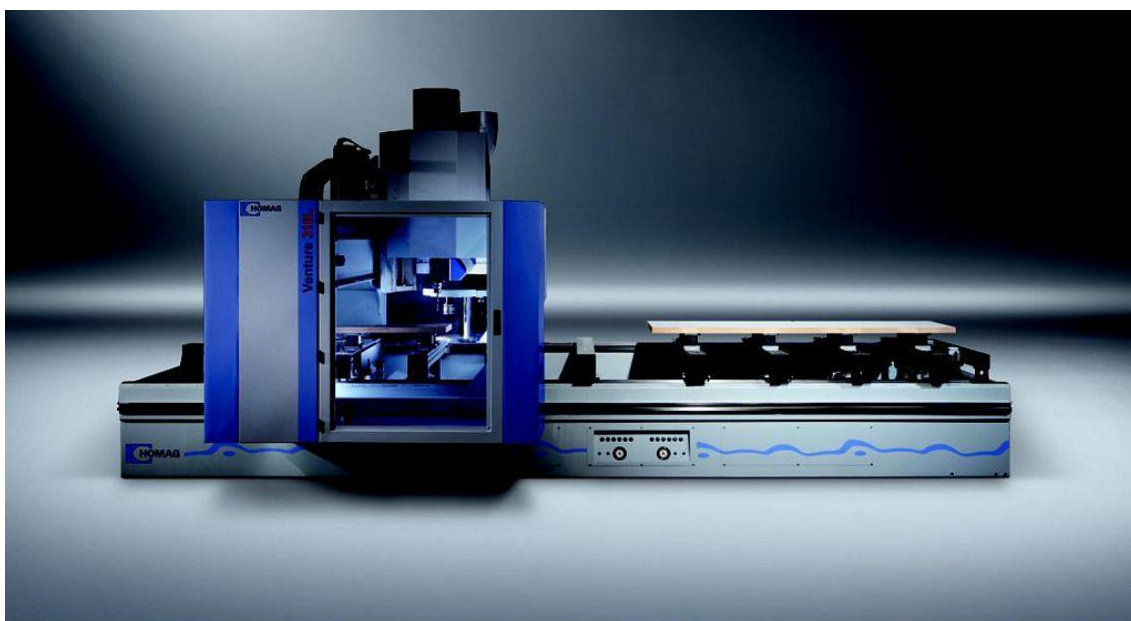
- | | |
|------|--|
| 1969 | V tomto roce společnost založil Giancarlo Selci a v počátku se zaměřil pouze na výrobu vrtaček na dřevo. Údajně byl i prvním dodavatelem vrtaček pro ostatní výrobce strojů v Itálii |
| 1979 | Již tohoto roku byla firma přeměněna na akciovou společnost, což napovídá o rychlém rozvoji firmy |
| 1982 | Prezentace první číslicově řízené vrtačky na dřevo |
| 1985 | Výroba prvních CNC strojů pod názvem Rover, jednalo se o obráběcí centra |
| 1989 | Zřízení pobočky Biesse v Americe |
| 1991 | Nová série Rover s novým designem ve trávově zelené barvě |
| 2001 | Vývoj vlastního ovládacího systému strojů |
| 2005 | Společnost dosahuje objemu výroby 7 CNC strojů typu Rover denně |
| 2006 | Prezentace 5-osé hlavy na CNC Rover |
| 2007 | 2.500 zaměstnanců po celém světě a z toho 1.500 na centrále v Itálii |
| 2008 | Otevření továrny v Indii |
| 2011 | Otevření továrny v Číně |

8.5. Výběr konkrétních strojů

Od každé z výše zmiňovaných značek bylo vybráno jedno CNC obráběcí centrum, které nejvíce splňuje požadavky firmy, pro kterou je stroj určen. Výběr nebyl vůbec jednoduchý a to z důvodu, že každá společnost popisuje stroje trochu jiným způsobem. Při výběru strojů, které budou vhodné k porovnání, bylo potěšující, že všechny firmy nabízí vždy několik variant a je možné si je skoro vždy přizpůsobit požadavkům výroby. Díky tomu je možné doplnit olejovací agregát nebo nestingový stůl.

Firma si však přeje vybrat pouze jeden konkrétní stroj s možností úpravy podle vlastních požadavků.

Od společnosti Homag byl vybrán stroj Homag Venture 316 M.



Obr. 10. CNC Homag Venture 316 M

Tab. 2 – Nejdůležitější informace o Homag Venture 316 M

Výkon kW	10
Počet os	5
Doplnění o nestingový stůl	Ano
Rozsah obrábění v osách x - y - z	3300 - 1550 - 250
Základní velikost zásobníku na nástroje	14
Počet vrtacích vřeten	31
Laserové ustavování přísavek	Ano
Možnost doplnění o olejovací agregát	Ano
Cena	119 000,00 €

Je to výkonný a univerzální 5-osý stroj, který přináší řešení pro veškerou zakázkovou výrobu. Je vhodný pro výrobce nábytku, dveří i schodišť. Hlavní předností stroje je tuhá portálová konstrukce, která ve spojení s vysoce výkonným 5-osým vřetenem s možností upnutí výměnných agregátů nezná prakticky žádné hranice a zaručuje absolutní svobodu v zakázkové výrobě. Díky nárazníkovému provedení kapotáže s tlakovými spínači není nutno stroj vybavovat v přední části nášlapnými koberci či světelnou závorou

Podobný stroj, který nabízí firma HOLZ-HER nese označení Pro Master 7125.



Obr. 11. CNC HOLZ-HER Pro Master 7125

Tab. 3 – Nejdůležitější informace o HOLZ-HER Pro Master 7125

Výkon kW	9,5
Počet os	5
Doplnění o nestingový stůl	Ne
Rozsah obrábění v osách x - y - z	3620 - 1350 - 210
Základní velikost zásobníku na nástroje	18
Počet vrtacích vřeten	16
Laserové ustavování přísavek	Ano
Možnost doplnění o olejovací agregát	Ne
Cena	129 000,00 €

Stroj přináší téměř neomezené možnosti pro obrábění dřevěných a plastových materiálů. V nejvyšší a nejdražší variantě je i plně automatické nastavování trámů a přísavek. Posuv stroje je vysoce dynamický a přináší tím efektivitu obrábění a úsporu času. Výkonná 5-osá obráběcí hlava umožňuje plnou interpolaci a za příplatek je možné dosáhnout výkonu až 17 kW. Zcela nový design celého stroje přináší hned několik výhod. Díky úpravám je nyní lepší přístup k obrobku, k 5-osé hlavě i ke vřetenům. Z hlediska bezpečnosti je možné volit mezi bezpečnostními nárazníky a nášlapným kobercem.

SCM konkuruje již zmíněným strojům svým centrem Tech Z5 Prisma.



Obr. 12. CNC SCM Tech Z5 Prisma

Tab. 4 – Nejdůležitější informace o SCM Tech Z5 Prisma

Výkon kW	11
Počet os	5
Doplnění o nestingový stůl	Ano
Rozsah obrábění v osách x - y - z	3050 - 1550 - 160
Počet nástrojů v zásobníku	22
Počet vrtacích vřeten	26
Laserové ustavování přísavek	Ano
Možnost doplnění o olejovací agregát	Ne
Cena	135 000,00 €

Hlavním cílem CNC obráběcího centra od firmy SCM je nabídnout menším výrobcům cenově dostupnou variantu plnohodnotného 5-osého CNC. Je vhodný na obrábění plošných dílců, ale i dřevěných prvků. Základní pracovní jednotkou je výkonná 5-osá obráběcí hlava typu Prisma 5, která disponuje výkonem 11 kW. Tato hlava má unikátní konstrukční řešení, díky kterému má velice kompaktní rozměry. Toto řešení je patent SCM. Díky vlastnostem 5-osé technologie již není nutné využívat úhlových hlav. Bezpečnostní opatření je řešeno bezpečnostními nárazníky, což dovoluje pohyb obsluhy v blízkosti stroje i při obrábění.

Posledním porovnávaným strojem je také italský výrobek **Biesse Rover A**.



Obr. 13. CNC Biesse Rover A

Tab. 5 – Nejdůležitější informace o Biesse Rover A

Výkon kW	13
Počet os	5
Doplnění o nestingový stůl	Ne
Rozsah obrábění v osách x - y - z	3280 - 1320 - 170
Počet nástrojů v zásobníku	16
Počet vrtacích vřeten	17
Laserové ustavování přísavek	Ne
Možnost doplnění o olepovací agregát	Ano
Cena	130 000,00 €

Jedná se o menší stroj, který by měl být vhodný i pro malé a střední výrobce nábytku. Je možné si ho vybrat hned v několika variantách. Ty se od sebe liší především velikostí obráběného dílce a počtem plynule ovládaných os. U tohoto typu stroje je možné si volit přesný počet ovládaných os. K dispozici jsou tedy varianty se třemi, čtyřmi nebo pěti plně interpolovanými osami, dále je k dispozici i varianta se 4,5 osami. U stroje je možné také vybrat způsob upínání nebo jejich kombinaci. K dispozici je trámecový stůl s přísavkami, který je možné doplnit systémem uniclamp (pneumatické upínání) nebo nestingovým stolem.

8.6. Porovnání vybraných strojů

Pro ucelený přehled o všech důležitých faktorech byla vytvořena souhrnná tabulka, která znázorňuje nejdůležitější faktory výběru stroje, které byly zvoleny konkrétní firmou. Tyto činitele budou následně porovnány metodou Hodnocení činitelů.

Tab. 6 – Nejdůležitější informace

Název stroje	Výkon kW	Počet os	Doplnění o nestingový stůl	Rozsah obrábění v osách x - y - z	Počet nástrojů v zásobníku	Počet vrtacích vřeten	Možnost doplnění o olepovací agregát	Cena v Eurech bez DPH
Homag Venture 316M	10	5	Ano	3300 - 1550 - 250	14	31	Ano	119 000 €
Holzher Pro Master 7125	9,5	5	Ne	3620 - 1350 - 210	18	16	Ne	129 000 €
SCM Tech Z5 Prisma	11	5	Ano	3050 - 1550 - 160	22	26	Ne	135 000 €
Biesse Rover A	13	5	Ne	3280 - 1320 - 170	16	17	Ano	130 000 €

Tab. 7 – Hodnocení činitelů

Kritéria	Váha	Stroje							
		Homag Venture 316M		Holzher Pro Master 7125		SCM Tech Z5 Prisma		Biesse Rover A	
		Body	Váha x Body	Body	Váha x Body	Body	Váha x Body	Body	Váha x Body
Počet os	10	5	50	5	50	5	50	5	50
Výkon kW	5	3	15	3	15	4	20	5	25
Doplnění o nestingový stůl	5	2	10	1	5	2	10	1	5
Rozsah obrábění v osách x - y - z	7	5	35	5	35	4	28	3	21
Počet nástrojů v zásobníku	4	2	8	4	16	5	20	3	12
Počet vrtacích vřeten	5	5	25	2	10	4	20	3	15
Možnost doplnění o olepovací agregát	5	2	10	1	5	1	5	2	10
Cena	7	5	35	4	28	3	21	4	28
Celkem			188		164		174		166

Postup hodnocení činitelů

Výše znázorněná tabulka (Tab. 7) zobrazuje rozhodovací metodu zvanou Hodnocení činitelů. Ta je vytvořena tak, aby napomohla k výběru varianty ovlivněné více kritérii. Pro hodnocení je bylo nutné vybrat a vepsat do tabulky. Následně jim byla přidělena váha, která znázorňuje důležitost jednotlivých kritérií. Byl zvolen interval od 4 do 10, kde 10 znamená nejdůležitější faktor. Každá z variant byla u jednotlivých faktorů obodována a to podle toho, jak moc splňovala požadované kritérium. Rozsah bodů byl zvolen v intervalu od 1 do 5, kde 5 znamená nejlepší variantu. U kritérií, kde byla možnost pouze ANO, NE byl zvolen interval od 1 do 2, kde 2 znamená ANO a 1 NE. Dalším postupem bylo vynásobení váhy kritéria s přidělenými body varianty. Vzniklé hodnoty už jen stačilo sečíst a vyhodnotit podle pravidla, čím vyšší výsledek, tím vhodnější varianta.

Vyhodnocení výběru varianty

Z výše zmiňované tabulky vyplývá, že nejvhodnějším strojem pro firmu Interiéry Novotný je Homag Venture 316 M. Hlavním požadavkem firmy byla nutnost, aby měl vybraný stroj 5 plně interpolovaných os, což splnily všechny varianty. Dalším důležitým měřítkem byl maximální rozměr obráběného materiálu. V tomto kritériu se umístil Homag až v horší polovině. Největší možnou obráběnou plochou disponoval italský stroj od společnosti Biesse.

Na stejnou úroveň byla zařazena cena, která je vždy důležitým faktorem při pořízení nového strojního vybavení. K hodnocení byly použity ceny získané od výhradních českých prodejců vybraných značek. Jednalo se vždy o základní cenu daného modelu. K důkladnému vyhodnocení kritéria „Cena“ by bylo nutné osobní setkání s prodejci, s nimi specifikovat konfiguraci a nechat vytvořit přesnou cenovou nabídku. K tomuto kroku dojde, až bude předpokládaná koupě stroje aktuální. Ze získaných cen však byla nabídka od společnosti Homag nejnižší. Překvapením pro autora byla nabízená cena u stroje Biesse, která byla skoro nejvyšší z porovnávaných.

Kritéria, jako výkon hlavního vřetene, možnost doplnění o nestingový stůl, počet vrtacích vřeten a možnost doplnění o olepovací agregát byla při porovnání oceněna jednotně a to váhou 5. Zde si vítězný stroj vedl velice dobře. Výkon vřetene nebyl nejvyšší, ale patřil mezi pouhé dva stroje, které je možné doplnit o nestingový stůl a olepovací agregát. Druhým porovnávaným, který umožňuje toto doplnění je Biesse Rover A. V počtu vrtacích vřeten se ukázal jako nejlépe vybavený opět Homag Venture 316 M. Již v základní výbavě je opatřen 31 vrtacími vřeteny.

Nejméně důležitým kritériem byl pro Interiéry Novotný základní počet nástrojů v zásobníku. Tato nízká významnost ohodnocena váhou 4 vychází ze zaměření výroby. Společnost se orientuje především na zakázkovou výrobu a o zavedení větších sérií ani neuvažuje. Díky tomu není nutné stroj osazovat velkým množstvím nástrojů. Vítězný Homag například disponuje pouze zásobníkem o velikosti 14 nástrojů a řadí se tak na poslední místo mezi porovnávanými, ale zadavatel považuje tuto hodnotu jako dostačující.

Na základě provedeného průzkumu a získaných informací vychází nejvhodněji Homag Venture 316 M. Stroj bude tedy doporučen jako nejvhodnější k případné koupi firmou Interiéry Novotný. Autor tuto skutečnost potvrdil získanými daty. Dalším faktem, který

hovoří ve prospěch zmiňovaného stroje, je jednání s prodejci, kde přístup od výhradního dodavatele firmy Homag byl subjektivně hodnocen autorem jako nejprofesionálnější a pro zájemce nejpříjemnější. jednání zatím probíhala jen telefonicky nebo písemně a výsledný dojem se může při osobní schůzce změnit. Dále je nutné podotknout, že rozhodnutí není možné provést pouze na základě této práce. Stroje nebyly přesně konfigurovány a výsledné ceny konečných variant se mohou podstatně lišit. To je ovšem otázkou dalšího osobního jednání firmy Interiéry Novotný s dodavateli. Data a informace získané vypracováním této diplomové práce však pomohou ke konečnému a zodpovědnému rozhodnutí o volbě stroje.

9. Rozhodovací proces volby typu nábytku

Typů a druhů nábytku je velké množství a rozhodnout se, jaký druh, by měl být zpracován v rámci této diplomové práce, není vůbec jednoduché. Doufám, že nápad nebo prvek, který bude využit, ve vybraném druhu nábytku budu nakonec schopen uplatnit v rozmanité nábytkové řadě.

Při rozhodování je nutné pořád myslet na to, že produkt bude navržen a zpracován pro výrobu na CNC obráběcím centru a bude tudíž využito i vhodných spojů pro tento druh nábytku. Tvarosloví musí také korespondovat s použitou technologií.

Dalším kritériem již při rozhodování o typu nábytku je snaha o co největší cílovou skupinu, pro kterou bude vhodný jak esteticky tak funkčně. Měl by zaujmout a splnit nároky dětí, studentů, pracujících ale i seniorů. Tento cíl je dosti náročný jelikož celou touto věkovou škálou prochází i množství odlišných názorů a požadavků. Produkt se tedy bude držet hesla „V jednoduchosti je krása.“

Zpět od uživatelů k výběru typu nábytku. Původním nápadem, který jsem měl v plánu zpracovávat, byl policový systém nebo dělicí stěna vhodná k předělení obytných částí interiéru. Ovšem při hlubším rozmyšlení jsem od tohoto nápadu upustil. Policový systém byl v rozmyšlení nahrazen touhou věnovat se stolovému nábytku a to v nejrůznější podobě. Stoly je v každé domácnosti velké množství, od jídelního přes konferenční, pracovní až po noční stolek. Bylo by zajímavé docílit sjednocení veškerého stolového nábytku v domácnosti. Splnění této idey by zvýšilo i možnost zaujmout širokou skupinu zájemců. Při navrhování stolových nábytků tedy začnu s konferenčním. Ten je nejvhodnější z hlediska dotažení projektu až k výrobě prototypu. Dále se tedy budu zabývat veškerými aspekty, které povedou k návrhu a realizaci produktu vhodného k výrobě na CNC. Při tvorbě se budu snažit dodržet záměr a to vytvoření prvku, který by mohl propojit veškerý stolový nábytek v obytném prostoru.

10. Historický přehled zvoleného typu nábytku (Stolový)

Jako každý jiný nábytek, tak i stolový prochází od počátku jeho tvorby historickým vývojem. Stoly a stolky se využívaly již ve starověku. Největšími průkopníky stolového nábytku byli Číňané a Egypťané. Konferenční stolky se však začaly vyrábět a využívat až koncem 19. století a první nejvyužívanější vznikaly v Británii ve viktoriánské době. (Brunecký, 2009)

10.1. Starověk

Mezopotámie

Již v této staré době se využíval stolový nábytek, který se ovšem nedochoval. Datuje se již od roku 3700 před naším letopočtem a o jeho existenci jsou důkazy pouze v podobě nástěnných reliéfů. Díky nim je zřejmé, že muži stolovali pouze vleže a ženy jedly vsedě. Toto rozdílné stolování sebou neslo nutnost výroby a využívání nejrůznějších stolů a stolků rozlišných výšek. (Brunecký, 2009)

Egypt

V Egyptě byl stolový nábytek již doplňkem k sedacímu. Egypťané vyráběli nejrůznější druhy různou technikou. Také již ovládali technologii dýchování, výroby překližek a využívali rámových konstrukcí, kde použili spoj na pero a drážku. (Brunecký, 2009)

Řecko

V Řecku sloužily stoly především k hodování a k podávání pokrmů. Jídelní stoly s pokrmy byly do místnosti přinášeny s jídlem nebo byly uzpůsobeny k zasunutí pod lehátka. Využívalo se často stolů s kruhovou stolovou deskou, která byla podepírána nejčastěji třemi nohami. Jak již bylo typické pro dobu, tak nohy byly stylizované do tvaru zvířecích tlap. Materiálem, který byl nejčastěji využíván k výrobě stolových desek, bylo dřevo, mramor nebo bronz. (Brunecký, 2009)

Řím

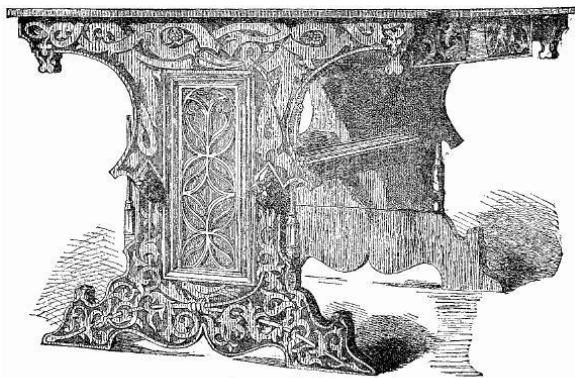
Římské stoly byly velice rozmanité, ale ty nejhodnotnější sloužily především k reprezentaci. Stolové desky byly složitě dýhované, vykládané mramorem nebo drahými kovy. Podporu stolu tvořily opět pouze tři nohy, které byly často esovitěho prohnutí a stylizované do lidských, zvířecích postav nebo chimér. (Brunecký, 2009)

10.2. Středověk

Ranný středověk se vyznačoval ne příliš vysokou řemeslnou zdatností s nedostatkem vybavení. O tom vypovídá i podoba tehdejších stolů. Stolové desky byly pouze hrubě opracované a jako podpěru využívaly jednoduché kozové konstrukce. Stůl nebyl žádným reprezentativním kusem nábytku a sloužil pouze k hostinám, nebyl ani stále složen. Byl uložen u zdi a skládal se pouze k příležitosti hostiny. (Brunecký, 2009)

Gotika (Počátek 13. stol.)

Zde se začaly již objevovat pevné stoly a pozvolna se stávaly ústředním kusem nábytku v interiéru. Stoly už nebyly tak hrubě opracované, jako tomu bylo v předešlé době. Vedlo k tomu především lepší vybavení a vyšší zručnost dělníků. Díky tomu se zdokonalila i celková konstrukce stolového nábytku. Stůl sloužil hlavně ke stolování a již v této době se využívaly textilní přehozy na pokrytí. Gotická konstrukce se v podstatě dochovala dodnes a je stále používána. Nábytek, který využívá gotických konstrukčních prvků, dnes nazýváme selský. (Brunecký, 2009)

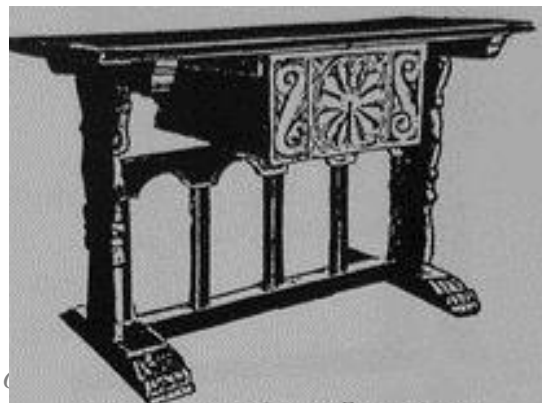


CARVED OAK TABLE.
PERIOD: LATE XV. OR EARLY XVI. CENTURY. FRENCH.

Obr. 14. Francouzský gotický stůl

Renesance (14 - 16 stol.)

Konstrukce stolů v renesanci byly řemeslně složitější než v gotice. Podnoží byla pevná a plasticky zdobená kostra zpevněná konzolou. Stolová deska byla fixně spojená s podnožím a vyskytovala se v nejrůznějších podobách. Tvary desek byly oválné, obdélníkové, čtvercové nebo kruhové. I využívaný materiál byl rozmanitý. Používalo se dřevo, kosti, perleť, kámen a drané kovy. Typickým znakem renesance bylo zesílení stolového plátu s obvodem zdobeným zubořezem nebo profilováním. Využití stolů již bylo rozmanité. Vyráběly se nejen jídelní, ale i pracovní, stoly s překlopnou deskou, s tajnými zásuvkami, kredencové, hrací, konzolové a různé odkládací stolky. (Brunecký, 2009)



renesanční stůl ze Španělska

Obr. 15. Renesanční stůl ze Španělska

Baroko (1600 - 1750)

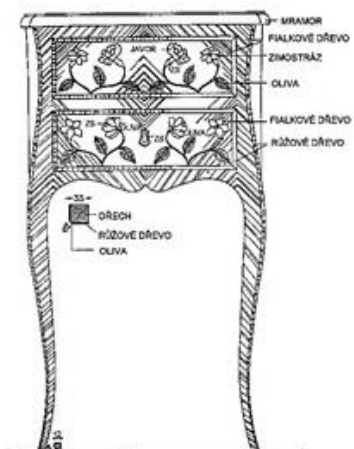
V době baroka byl velký rozdíl v nábytku, který byl určen pro šlechtu a prostý lid. Stoly vyráběné pro horní vrstvu byly krásnými nábytkovými výrobky. Vše bylo bohatě zdobené a plasticky vyřezávané. V raném baroku se vyráběly stoly s rovným balustrádovým podnožím, které bylo v průběhu doby nahrazeno mírně prohnutými nohami do tvaru voluty, nebo písmene S. Řemeslníci byli natolik zdatní, že využívali hojně intarzií a marketerii. Intarzie se objevovala hlavně na stolových deskách a marketerii na zdobení nohou. Hojně využívaným konstrukčním prvkem bylo propojení prohnutých nohou konzolovými úhlopříčnými trnožemi. Jedním z nejoblíbenějších a často vyráběných stolů byl konzolový. Ten se opíral jednou stranou o zeď. Sloužil k vystavení drahých váz a keramiky. Nad ním bylo často umístované zrcadlo. (Brunecký, 2009)



Obr. 16. Barokní stoly

Rokoko (1735 - 1790)

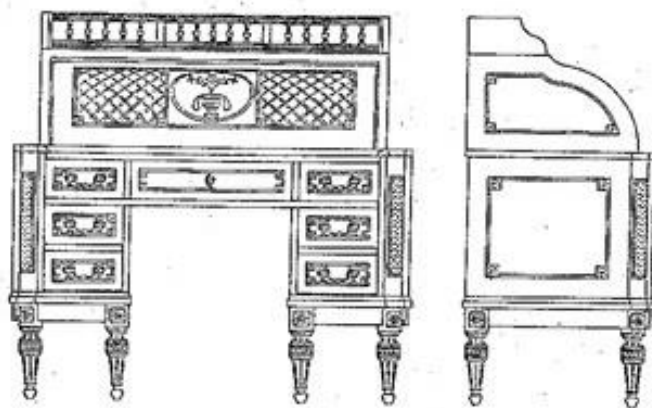
Rokoko se vyznačuje značným odlehčením konstrukce oproti baroku. Využívalo se bohatého řezbářského zdobení a to především rokokovou ornamentikou. Převládají zde stoly karetní a hrací. Nezbytným vybavením této doby se staly tajné zásuvky a mechanismy. (Brunecký, 2009)



Obr. 17. Pařížský pracovní stůl

Klasicismus (2. polovina 17. stol. – 18. stol.)

V průběhu klasicismu se již přestaly objevovat konzolové stolky. Značně se začaly vyrábět a následně umísťovat do jídelen anglické rozkládací nebo řady čtvercových stolů. Nejoblíbenějším se stal psací, který byl opatřen stahovací roletou, která po zatažení skrývala celou pracovní plochu, a bylo ji možné uzamknout. Na konci klasicismu se začaly vyskytovat kulaté stoly na jedné noze, které jsou typické pro nadcházející dobu. Ty po doplnění židlemi a sofou vytvářely první nábytkové komplety. (Brunecký, 2009)



Obr. 18. Psací stůl s roletou

Empír (19. st. za doby vlády Napoleona Bonaparte)

Stolové desky se vyráběly především z kulatého nebo osmiúhelníkového tvaru. Podnože byly masivní, dřevěné. Díky návratu k římskému slohu byly opět stylizované jako chiméry, lvi, ženské postavy ukončené lvími nebo zvířecími tlapami. Dosti používané byly stoly určené pro čtení, které byly opatřeny velkým otáčivým zrcadlem. (Brunecký, 2009)



Obr. 19. Stoly z doby empíru

10.3. Novověk

Biedermeier (1815-1845)

Stolové desky se vyráběly především z kruhovitěho tvaru a jejich podnož byla tvořena jednou centrální nohou. Ta byla vždy v dolní části rozšířena pro dosažení vyšší stability a ukončena trojúhelníkovou podstavou. K jídelním účelům se využívaly vytažovací stoly, které bylo možné dle potřeby rozšířit. Používaly se šicí, květinové a toaletní stoly s oválným naklápěcím zrcadlem. (Brunecký, 2009)



Obr. 20. Kulatý stůl, Biedermeier

11. Druhy stolového nábytku a jejich charakteristika

Druhů stolů, jejich tvarových variant a konstrukcí existuje velké množství. Všechny ovšem mají podobnou kostru. Mezi ně patří stolová deska, nosná konstrukce a kování. Nejdůležitější částí, která určuje kvalitu stolu z hlediska jeho užití je stolová deska. U ní je nutné dodržet požadavky výškové, rozměrové a materiálové z důvodu dosažení co nejpohodlnějšího užívání. Ta je vždy nějakým způsobem umístěna na nosnou kostru. Musí být vhodně konstruována, aby ji bezpečně udržela ve vyhrazené poloze a umožnila její užívání. Třetím prvkem je kování, které spojuje stolovou desku s nosnou kostrou, ale může fixovat i jednotlivé komponenty. Kování musí být opět vhodně dimenzováno k danému spoji, aby podpořilo užitnou hodnotu stolu. (Kanická a Holouš, 2011)

Jídelní stůl

Lidé se již od nepaměti scházeli hlavně u jídla. V pravěku tomu bylo u ohniště, kde se připravovaly pokrmy. Ohniště se časem transformovalo na jídelní stůl nejrůznějších podob, ale centrem dění většiny domácností nadále zůstal. Jeho rozměry dnes vychází z průměrných antropometrických údajů a z prostoru nutného k manipulaci a ukládání věcí potřebných ke stolování. Velikost stolové desky se úměrně zvětšuje podle požadovaného počtu osob. Důležitým parametrem je také vzdálenost mezi spodní hranou stolu a židlí, kde je nutné ponechat dostatečný prostor pro nohy. Nejčastějším tvarem stolových desek je čtverec nebo obdélník, ale využívá se tvaru jako je kruh nebo mnohoúhelník. (Kanická a Holouš, 2011)



Obr. 21. Jídelní stůl CNC

Konferenční stolek

Konferenční stolky nejsou tak staré a nemají takovou tradici jako jídelní. Slouží jako doplněk odpočivného čalouněného nábytku a to především k odkládání předmětů a občerstvení. Jejich rozměry jsou velice rozmanité, ale vždy by měly korespondovat s tvarem a velikostí čalouněného nábytku, pro který jsou doplňkem. Tvary stolových desek jsou pestré, ale nejčastěji se využívá obdélník, čtverec nebo kruh. (Kanická a Holouš, 2011)



Obr. 22. Konferenční stolek CNC

Pracovní stůl

Pracovní stůl je sám o sobě dosti rozsáhlá kategorie, která sebou nese velké množství úskalí. Stůl musí být svými rozměry a konstrukcí uzpůsoben k dané práci, která na něm má být vykonávána. Mezi tyto aktivity patří například psaní, čtení, studium, ale také práce na notebooku. Při každé z těchto činností však majitel využívá velké množství nejrůznějších pomůcek, které je nutné někam uložit, a proto musí být pracovní stůl opatřen dostatkem úložných prostor, nejlépe v podobě zásuvek. (Kanická a Holouš, 2011)



Obr. 23. Pracovní stůl CNC

Stůl určený pro práci s počítačem

Je speciálním druhem nábytku spjatým s používáním stolních počítačů. Je uzpůsoben k uložení veškerých komponentů, které s počítačem souvisí a musí být uschovány tak, aby dovolovaly majiteli je co nejpohodlněji používat. Stolová deska musí mít dostatečné rozměry a výšku k uložení monitoru, klávesnice a myši. Variantou je využití vyvýšené plochy na stolové desce a instalace klávesnice s myší pod ní. Dnes už tyto

stoly nejsou tak uplatňovány z důvodu nahrazení stolních počítačů notebooky. (Kanická a Holouš, 2011)

Servírovací stolek

Slouží jako doplněk jídelního nebo konferenčního stolu. Je opatřen koly, která napomáhají k jeho pohodlné manipulaci. Počet polic popřípadě další úprava těchto stolů souvisí s konkrétním využitím. Nejčastější užití je však pro servírování pokrmů nebo nápojů. (Kanická a Holouš, 2011)

Přístavný stolek

Speciální druh stolku, který se využívá především v restauracích. Přistavením tohoto stolku k běžným jídelním stolům je docíleno zvětšení jídelní plochy. (Kanická a Holouš, 2011)

Konzolový stolek

Je vždy přistaven ke zdi a slouží k umístění například váz, sošek, květin apod. (Kanická a Holouš, 2011)

Hnízdové stolky

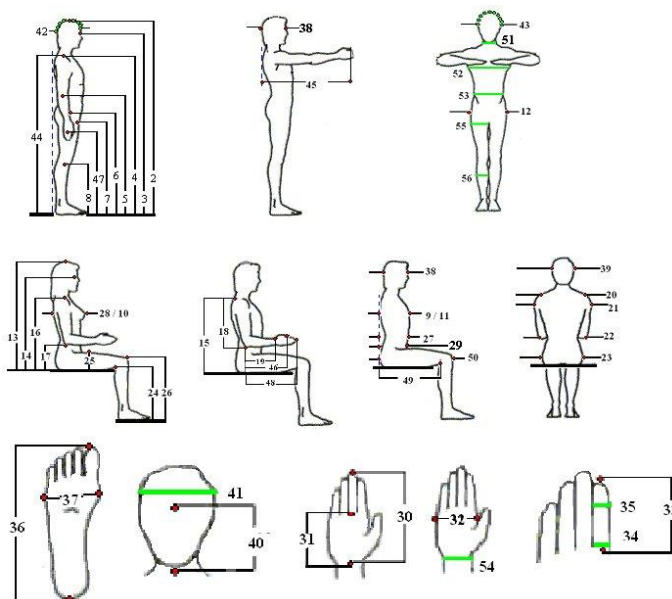
Je to duh stolků, které se využívají až v dnešní době. Jsou tvořeny z několika menších odkládacích, které se do sebe pasují a tak při složení zabírají místo pouze jednoho. Mnohdy bývají vybaveny i kolečky. (Kanická a Holouš, 2011)



Obr. 24. Hnízdové stolky

12. Antropometrie

Je vědní disciplína, která se zabývá měřením lidského těla. Získané rozměry jsou nezbytné k navrhování nábytku, určování jeho vhodných rozměrů a k správné volbě umístění v interiéru. Po zjištění jsou stanoveny minimální, maximální a optimální rozměry. Díky antropometrii je možné stanovit vhodné proporce navrhovaného nábytku. (Holouš a Máchová, 2008)



Obr. 25. Antropometrické body

13. Ergonomie

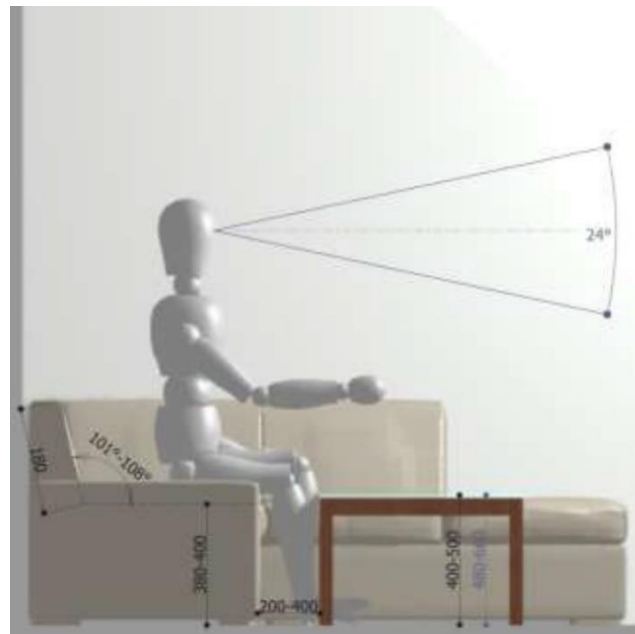
Vznik ergonomie byl doprovázen druhou světovou válkou a to z důvodu hledání příčin pádů britských letadel bez zásahu protivníkem. Po prozkoumání veškerých souvisejících kritérií došli vědci k závěru, že chyba byla na straně pilota. Konkrétní příčinou většiny havárií letadla byla neschopnost ve stresové situaci ovládat značně složitý a nepřehledný palubní systém. Začaly se tedy zkoumat nejvhodnější možnosti umístění přístrojů a jejich ovladačů tak, aby byl pilot schopen bezpečně ovládat letadlo i ve stresové situaci nebo při únavě. (Kanická a Holouš, 2011)

Slovo ergonomie vzniklo složením dvou řeckých slov a to „ergon“ práce a „nomos“ zákon. Z toho vyplývá, že se jedná o vědu, která se zabývá zákonitostmi v pracovním prostředí. V jejich počátcích byl v USA používán název „Inženýrství lidského faktoru“. Každopádně se jedná o interdisciplinární vědní disciplínu, která zkoumá vztahy mezi člověkem, prostředím a nástroji, které člověk využívá. Pomocí tohoto vědního oboru stanovujeme vhodné tvary a rozměry předmětů, ale i jejich umístění v domácnosti nebo ve veřejných prostorách. (Kanická a Holouš, 2011)

Při navrhování nábytku je tedy nutné brát v úvahu veškeré proporce člověka a jeho různorodost. Každý je jiný v mnoha ohledech. Jedná se o výšku postavy, hmotnost, pohlaví, věk a podobně. Špatná konstrukce a nedodržení ergonomických požadavků může mít při dlouhodobém užívání vliv na zdraví. U uživatele se mohou projevit zdravotní potíže typu bolesti hlavy, nohou, žaludku. Nejčastější onemocnění, které vzniká v důsledku nevhodného sezení, je bolest zad, která může vést až k vážným a nenávratným zdravotním problémům. (Kanická a Holouš, 2011)

Ergonomie užívání konferenčního stolu

Ergonomie konferenčních stolků je unikátní v tom, že při řešení této problematiky je nutné pohlížet na ergonomii stolového nábytku, ale i sedacího a odpočivného. Tento obsáhlý pohled je nutný z důvodu používání stolu v kombinaci s odpočivným sedacím nábytkem. Rozměry a umístění musí být tedy voleny s ohledem na užívání a pohyb na zmíněném typu nábytku. Nejdůležitější rozměry, které je nutné při navrhování znát a dodržet jsou znázorněny na obrázcích (Obr. 26., Obr. 27., Obr. 28.). (Dlabal, Kittrichová a kol.)

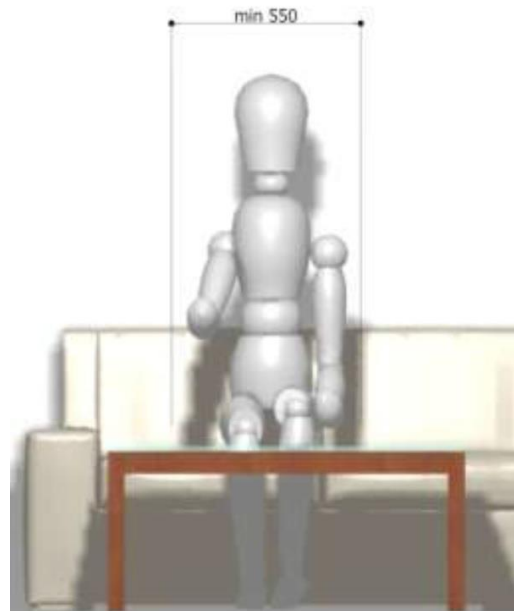


Obr. 26. Ergonomie sezení u konferenčního stolu, boční pohled (Dlabal, Kittrichová a kol.)

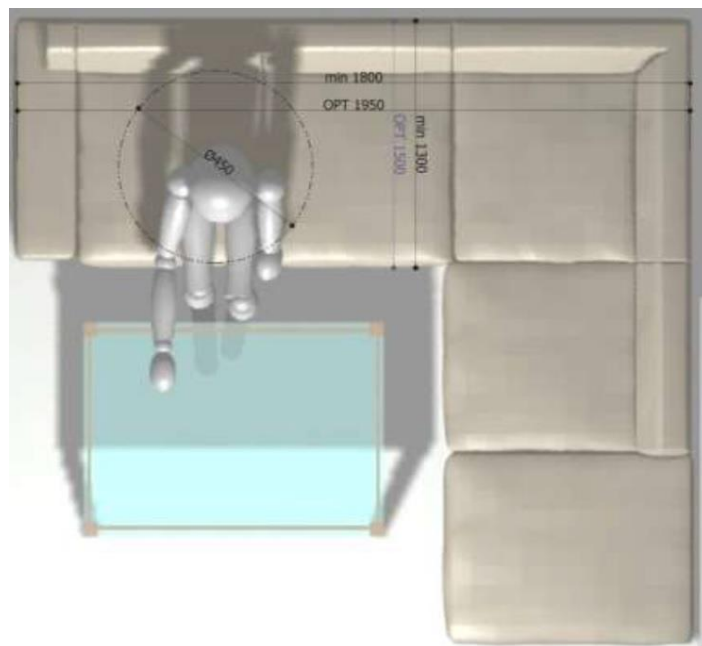
Rozměry se mohou odchýlovat a využití výškového rozmezí se liší především komfortem obsluhy konferenčního stolu. Jak je viditelné na Obr. 26. jeho minimální vzdálenost od sedací soupravy je 200 mm. Ta umožňuje pohodlnou manipulaci s věcmi umístěnými na stolku, ale prostor na nohy není již komfortní. Volíme tedy vzdálenost 350 mm, což nám umožní pohodlné uložení nohou a neznemožní obsluhu konferenčního stolu. Ke vzdálenosti 400 mm přistupujeme pouze tehdy, chceme-li umožnit pohodlný průchod mezi stolkem a sedačkou. (Dlabal, Kittrichová a kol.)

Pohodlnost sezení a obsluhy stolku určuje i jeho výška. Obr. 26. nám udává dvě rozdílné hranice velikostí. Rozsah 400 – 500 mm umožní při sezení komfortně natažené nohy pod stolkem, ale nedovolí volný pohyb nebo polohu nohou pod stolovou deskou. Této svobody docílíme využitím rozmezí 480 – 660 mm. Rozměry jsou však doporučené a je nutné je vždy přizpůsobit samotné konstrukci stolu a výšce sedací soupravy. (Dlabal, Kittrichová a kol.)

Velikost sedací soupravy je také nutné přizpůsobit komfortu sezení. Dle Obr. 27. je vhodné pro jednu osobu užívající pohovku brát v potaz minimální rozměr 550 mm na šířku. Na Obr. 28. (Dlabal, Kittrichová a kol.) jsou znázorněny ostatní parametry, které jsou částečně odvozeny od lehacího a to proto, že na odpočivném sedacím nábytku by mělo být možné i pohodlně ulehnout.



Obr. 27. Ergonomie sezení u konferenčního stolku, přední pohled (Dlabal, Kittrichová a kol.)



Obr. 28. Ergonomie sezení u konferenčního stolku, horní pohled (Dlabal, Kittrichová a kol.)

Nejdůležitější dimenzí, která určuje komfort a pohodlí uživatele je velikost stolové desky a její výška nad podlahou. Tyto rozměry musí být uzpůsobeny tak, aby umožnily přirozenou obsluhu předmětů na stolku a při tom zabránily tělu dostat se do nepřirozené polohy, která by mohla vést až ke zdravotním potížím. Rozměr stolové desky je určen především účelem, velikostí místnosti a sedací soupravy. Výška stolu musí být odvozena z více faktorů. Těmi jsou antropometrické údaje, výška sedací plochy umístěná u konferenčního stolku a soubor vykonávaných činností. (Dlabal, Kittrichová a kol.)

14. Technické, normativní parametry

Problematikou konferenčních stolků se konkrétně žádná norma nezabývá. Při navrhování a následném zkoušení je ovšem nutné respektovat technické a bezpečnostní požadavky, které jsou pro nábytek specifikované normami:

- ČSN 91 0001 Dřevěný nábytek – Technické požadavky
- ČSN 91 0100 Nábytek – Bezpečnostní požadavky
- ČSN 91 0102 Nábytek – Povrchová úprava dřevěného nábytku – Technické požadavky
- ČSN 91 0270 Nábytek – Zkoušení povrchové úpravy nábytku – Základní a společná ustanovení
- ČSN EN 1730 Nábytek – Zkoušení stolového nábytku

14.1. Bezpečnost

Dle normy ČSN 910100 musí nábytek splňovat určité požadavky pro bezpečné užívání. Takto navržený produkt nesmí ohrožovat lidské zdraví již při samotné výrobě. Dále nesmí znečišťovat životní prostředí, vypouštět škodlivé emise. Je ho možné ekologicky likvidovat a samozřejmě nesmí ohrozit lidského jedince při samotném užívání. Při návrhu rozdělujeme bezpečnostní požadavky do tří základních skupin, na materiál, konstrukce a hořlavost.

14.2. Materiál

Veškeré materiály využívané v návrhu výrobku musí být zdravotně nezávadné, musí splňovat limity vypouštění VOC látek. Nesmí působit toxicky na lidský organismus, ani dráždit pokožku při styku. Nátěrové hmoty musí splňovat požadavky normy ČSN 91 0102.

14.3. Konstrukce

Konstrukční řešení je z hlediska bezpečnosti velice důležité. Při nedodržení bezpečnostních nároků mohou vzniknout úrazy. Mezi důležité požadavky patří dodržení ergonomických a antropometrických nároků, ty udává norma ČSN 91 0001, Dřevěný nábytek – Technické požadavky.

Pro absolutní jistotu dodržení konstrukčních požadavků na bezpečnost je vhodné nechat si hotový výrobek otestovat v akreditované zkušebně, která ho prozkouší podle nároků

normy ČSN EN 1730, Nábytek – Zkoušení stolového nábytku. V případě nevyhovujícího výsledku zkoušky je nutné po konzultaci se zkušebnou nábytek upravit.

14.4. Hořlavost

Materiály využívané v návrhu jsou hořlavé, ale ne samovznítitelné. Je proto důležité nemanipulovat v okolí nábytku s otevřeným ohněm a dodržovat všeobecně známe zásady požární ochrany.

15. Demontovatelný nábytek

Demontovatelný nábytek lze vnímat buď v pojetí demontovatelných spojů, nebo v užším pohledu demontovatelného nábytku. Z historického hlediska jsou demontovatelné spoje výrazně starší. Zmínka o prvních rozebíratelných spojích sahá až do Egypta a to přibližně do roku 715 – 525 před naším letopočtem. (Šimek, 2010)

15.1. Historie demontovatelného nábytku

Jak již bylo řečeno, historie demontovatelného nábytku není tak starodávná, jako u rozebíratelných spojů. Hlavním důvodem jeho vývoje byla především snaha o snadný transport a úsporu prostoru potřebného k přepravě. Je datován k průmyslové revoluci a k době po druhé světové válce. (Šimek, 2010)

První hojně využívaný demontovatelný nábytek se objevuje již ve Viktoriánské a Edwardské době. Poptávka po tomto druhu výrobků se objevila především u zámožnějších rodin, které se stěhovaly za prací do britských kolonií. (Šimek, 2010)

Myšlenkou demontovatelného nábytku se zabýval Michael Thonet a to především z důvodu úspory přepravních prostor při transportu po celém světě. První židli, kterou balil v rozebraném stavu do krabic a posílal přes moře, byla židle číslo 14. (Šimek, 2010)



Obr. 29. Thonet židle č. 14.

Firma, která se dodnes zabývá především demontovatelným nábytkem, je již od 50. let 20. století IKEA. Hlavním rozdílem koncepce demontovatelného nábytku firmy Ton a IKEA je v tom, že Thonetův nábytek byl a je vždy sestavován před prodejem konečnému zákazníkovi, zatímco firma IKEA již od počátku prodává zákazníkovi demontovaný nábytek v krabici a on si nábytek buď smontuje sám, nebo využije zprostředkované montáže. Díky této koncepci bylo možné nábytek rapidně zlevnit a to především z důvodu úspory na montáži. V současné době se demontovatelný nábytek stále vyvíjí a je neustále inovován a to díky novým materiálům a technologiím. (Šimek, 2010)

15.2. Inovativní design za využití CNC technologie

Zlomovým okamžikem v nábytkářském průmyslu bylo na přelomu 40. a 50. let 20. století zavedením CNC technologie obrábění. Celý proces, který spojoval CNC technologii, nové kompozitní materiály a inovativní design, který byl přizpůsoben dané technologii a materiálu je označován jako NTR furniture (noi-tools-required). Vzniklý nábytek je popisován jako „design for CNC manufacturing“. (Šimek, 2010)

Velkou výhodou NTR demontovatelného nábytku je nutnost promyšlené konstrukce, která umožňuje smontování a případné demontování bez použití montážního nářadí a jakéhokoliv kování. Dnes je nábytek, který využívá CNC technologii předmětem velkého zájmu studentů designu nábytku. Ovšem při navrhování je nutné si uvědomovat samotnou technickou koncepci zmiňovaného nábytku, která se odvíjí od samotné technologie. Veškeré konstrukční spoje jsou charakteristické zaoblením, což je dáno rotačním pohybem stopkové frézy, pomocí níž jsou spoje vyráběny. Základním principem všech spojů používaných při navrhování tohoto nábytku je aplikace různých zářezů a drážek, které se do sebe zasouvají. (Šimek, 2010)

16. Materiály vhodné pro technologii CNC a stolový nábytek

„Materiál a způsob jeho opracování ovlivňují konstrukci nábytku, jeho kvalitu a cenu výrobku. Každý materiál má určité fyzikální, chemické, estetické a jiné vlastnosti, podle nichž se volí jeho konkrétní použití ve výrobku a způsob jeho zpracování.“ (Křupalová, 2004)

16.1. Technická kritéria

Podle Křupalové (2004) tato kritéria určují technické vlastnosti daného materiálu, která zaručí dostatečnou odolnost proti destrukci a opotřebení při využívání výrobku. Podle již zmiňovaných norem musí využitý materiál při použití na výrobku splňovat požadavky, které se zkoumají při zkoušení a následném hodnocení nábytku. Do těchto nároků patří například:

- Modul pružnosti
- Pevnost ve vzpěru
- Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky
- Hustota
- Drsnost povrchu
- Rozměrová tolerance
- Tvarová stabilita

16.2. Estetická kritéria

Materiál je jedním z hlavních nositelů estetického vzhledu celého výrobku. Příkladem jsou například dýhy a fólie, kdy je estetického vzhledu docíleno hlavně volbou druhu dřeviny dýhy nebo dekoru fólie. Dalším důležitým estetickým prvkem je povrchová úprava materiálu, která mění barvu či texturu materiálu a tím i samotný vzhled. (Křupalová, 2004)

16.3. Ekonomická kritéria

Největší položkou ve výrobní kalkulaci jsou vždy náklady na materiál, které mohou tvořit až 60 %. Každý materiál vstupující do výroby si vyžaduje jiné technologické

opracování, které se často liší náklady. Spotřeba různých druhů materiálů se také odlišuje a všechna tato kritéria mohou být při volbě rozhodující.

16.4. Materiály na bázi dřeva vhodné pro CNC technologii

V nábytkářském průmyslu jsou nejpoužívanější velkoplošné materiály na bázi dřeva. Jinak tomu není ani u nábytku uzpůsobenému k výrobě na CNC obráběcích strojích. Největší podíl těchto velkoplošných materiálů v nábytkářském průmyslu je spojen s celkovou koncepcí a s technologií opracování. Další velkou výhodou je nižší požadavek na vstupní surovinu oproti výrobě z rostlého dřeva. Mezi ty, které patří do zmiňované skupiny, jsou především dřevotřískové a dřevovláknité desky, desky z orientovaných plochých třísek a překližky. Každý z nich má ovšem své specifické vlastnosti a je nutné podle nich vhodně volit jejich využití. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Výhody velkoplošných materiálů na bázi dřeva

- Nižší anizotropie než u rostlého dřeva (anizotropii nelze úplně eliminovat, ale lze ji omezit nebo regulovat za pomoci vhodné volby velikosti a orientace dřevních částic)
- Rozměr výroby desky omezen pouze využitou technologií
- Efektivnější využívání dřevních surovin
- Větší možnost přizpůsobení se trhu (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Spárovky

Jsou to jednovrstvé desky z rostlého dřeva, které vzniknou vzájemným šířkovým slepením jednotlivých lamel. Do 20. stol. byla spárovka jediným vyráběným deskovým materiálem. V počátcích se lepila glutinovými lepidly. V současné době se k lepení využívá PVAC lepidlo. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Hlavní předností je zachování vzhledu rostlého dřeva, možnost výroby větších formátů a v neposlední řadě dobré mechanické vlastnosti, které jsou podobné masivnímu materiálu. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Velkou nevýhodou je ovšem zachování anizotropního charakteru, který se projevuje rozdílnými vlastnostmi v různých směrech. Dalšími znaky, které zůstaly nezměněny od

rostlého dřeva, je velké sesychání a bobtnání při změně vlhkosti. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Spárovka se jak v minulosti, tak i dnes využívá na nejrůznější části nebo na celý nábytek. Dalším nenábytkovým použitím je výroba pevných obalů, dveří nebo schodů. Při koupi spárovky je možné volit materiál z průběžných nebo z nastavovaných lamel. Nejčastějšími dřevinami, které se využívají k výrobě, jsou smrk, borovice, buk a dub. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Cena spárovky se odvíjí od druhu dřeviny, tloušťky, kvality a rozměru desky. Od cca 200 Kč/m² do 2000 Kč/m². (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Překližky

Překližka je materiál na bázi dřeva, která vzniká křížovým lepením tenkých velkoplošných pásů dýh. Použitím různých dřevin, volbou počtu vrstev a jejich tloušťky, případně výběrem lepidla a úpravy povrchu je možné vyrobit nejrůznější druhy překližek s požadovanými mechanickými a fyzikálními vlastnostmi. Druhem lepidla se dá ovlivnit odolnost proti působení vlhkosti a je tedy možné vyrobit překližky, které jsou odolné přímému působení vody. Důležitou vlastností, které bylo docíleno výrobou překližek, je odstranění anizotropního charakteru masivního dřeva. Díky tomu je překližka tvarově stabilní ve všech směrech. Tato stabilita zůstává i při výskytu ve vlhkém prostředí. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Nepříznivými faktory výroby překližek je nutnost kvalitního vstupního materiálu, pracnost a z toho plynoucí i vyšší cena. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Použití překližek se postupně rozšiřovalo s vývojem lepidel. V počátku je bylo možné instalovat jen v interiéru, ale s příchodem lepidel odolných vůči vodě se rozšířily i do stavebnictví. V nábytku se využívají především k výrobě plošných dílců a tvarových výlisků. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Jak již bylo zmíněno, překližky patří k dražším materiálům a jejich cena se odvíjí od druhu dřeviny, kvality a tloušťky. Cena se pohybuje od cca 170 Kč/m² do 1500 Kč/m². (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Dřevovláknité desky střední hustoty MDF

Veškeré druhy dřevovláknitých desek se vyrábí z kvalitní bílé štěpky z odkorněného, většinou jehličnatého dřeva. Ty jsou následně hydrotermickou úpravou rozvlákněny na drobné vláknité částice. Vzniklá hmota je vrstvena a následně lisována s přidáním lepidla nebo bez něj. Po slisování vznikají desky s jemnou strukturou, které mohou být podle stupně slisování měkké, polotvrdé nebo tvrdé. Jejich hustota značně ovlivňuje i fyzikální a mechanické vlastnosti. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Vláknité desky střední tvrdosti jsou homogenní v celém průřezu, což umožňuje čisté a kvalitní opracování i při vytváření složitých reliéfů. MDF desky jsou využívány ve výrobě všude tam, kde není možné použít levnější dřevotřískové desky a to především kvůli zmiňované homogenitě. Tvarové nebo profilované dílce bývají povrchově dokončeny. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Velké uplatnění má tento materiál ve výrobě kuchyňských dvířek a čel zásuvek, kde bývá dokončen fólií. V laminovaném nebo dýhovaném provedení může být využit pro výrobu stolových desek. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Cena surové MDF desky se pohybuje v rozmezí 60 – 380 Kč/m². (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

OSB desky

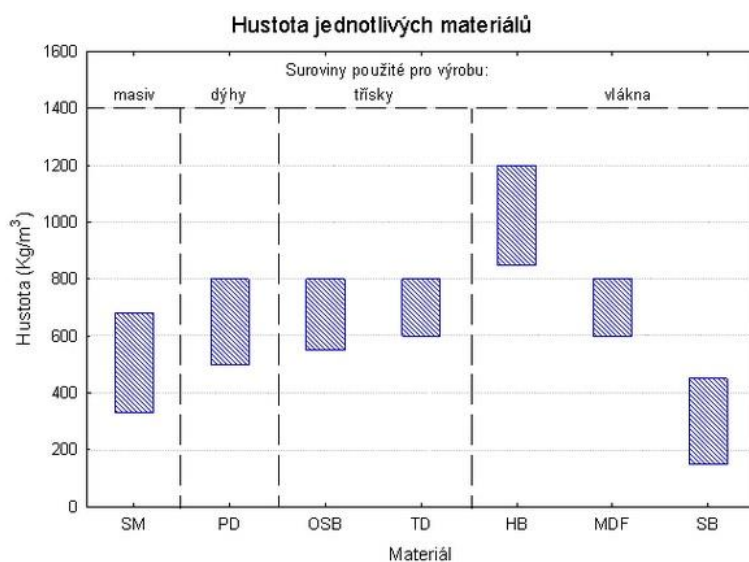
Vznikají slisováním dřevních částí obvykle do tří vrstev, které jsou vzájemně orientovány do pravého úhlu. Lisování probíhá za požadované teploty a tlaku s využitím voděodolných lepidel. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Díky pravému úhlu mezi střední a povrchovou vrstvou je docíleno omezení anizotropního charakteru a rozměrových změn působením vlhkosti. Veškeré mechanické a fyzikální vlastnosti jsou ovšem ovlivněny již ve výrobě. Výrobní faktory mající na ně vliv je druh dřeviny, typ a množství použitého lepidla, lisovací parametry, poměr třísek středové vrstvi k povrchové a stupeň komprese. Díky třem na sebe kolmým vrstvám vzniká nepoměr mezi mechanickými vlastnostmi v podélném a příčném směru. Např. pevnost v ohybu je v podélném směru asi 2 x větší než v příčném. (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

Hlavní využití našly OSB desky především ve stavebnictví a postupně nahrazují využívanou překližku a to díky srovnatelným vlastnostem a nižší ceně. V interiéru se ovšem OSB desek dnes také využívá, ale ne ve velké míře.

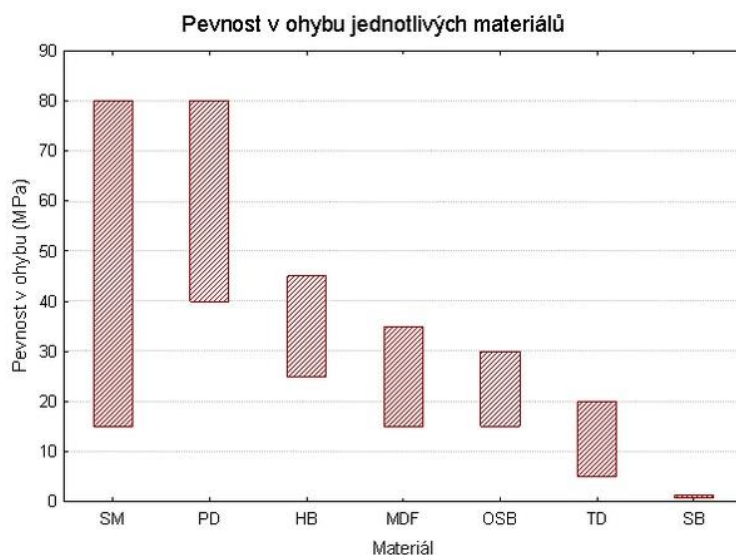
Cena se pohybuje v rozmezí 80 – 270 Kč/m². (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

16.5. Grafické porovnání vlastností materiálů na bázi dřeva



SM - dřevo smrku, PD - překližky, OSB - desky z plochých orientovaných třísek, TD - třískové desky, HB - tvrdé vláknité desky, MDF - vláknité desky se střední hustotou, SB - měkké vláknité desky.

Obr. 30. Graf 1. hustota materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)



SM - dřevo smrku, PD - překližky, HB - tvrdé vláknité desky, MDF - vláknité desky se střední hustotou, OSB - desky z plochých orientovaných třísek, TD - třískové desky, SB - měkké vláknité desky.

Obr. 31. Graf 2. pevnost v ohybu materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)

16.6. Volba vhodného materiálu na prototyp

Z výše uvedených poznatků je nyní již nutné rozhodnout, který materiál bude pro návrh prototypu nejvhodnější. Ten s jeho vlastnostmi je důležité znát ještě před samotným navrhováním, aby bylo možné k němu co nejvhodněji uzpůsobit i celý návrh. Z grafu 1. vyplývá, že veškeré popisované materiály, které přichází v úvahu, vyhovují svou hustotou. Ovšem při porovnání v druhém grafu, který popisuje pevnost v ohybu jednotlivých materiálů, plyne, že vhodným bude buď rostlé dřevo (tedy spárovka), nebo překližka. Z výše popisovaných znaků spárovky a překližky a jejich následného porovnání je zřejmé, že překližka má vhodnější vlastnosti pro výrobu nábytku na CNC. Mezi ně patří v první řadě snížení anizotropního charakteru, který je typický pro rostlé dřevo a rozměrová stabilita i při působení přiměřené vlhkosti.

17. Soudobé řešení problematiky

Před začátkem tvorby nového produktu je vhodné nejdříve prostudovat, co se již na trhu vyskytuje, abychom zamezili podobným návrhům nebo dokonce stejnému produktu. Jelikož návrhářů a designérů je dnes nepřeberné množství, není jednoduché přijít s něčím inovativním a novým, co by zaujalo a našlo si svého zákazníka. Přehled soudobého řešení problematiky pomáhá také při začátcích samotné tvorby.

Při vzniku vlastního přehledu řešení bylo využito internetových stránek, které dnes slouží jako největší zdroj informací. Obrázků a výrobků dané problematiky bylo nacházeno na webových stránkách značné množství, ale zde v diplomové práci budou znázorněny a popsány pouze ty nejzajímavější nebo ty, co se staly inspirací pro tvorbu prototypu.

Stolek, který nese název Cork Tables, vytvořilo studio Deadgood (Obr. 32.). Je zajímavý hlavně využitým materiálem. Je zde zvolena překližka, která má horní vrstvu potaženou korkovým plátem a to zřejmě kvůli zlepšení užitných vlastností stolku. Podnož je vyrobena ze čtyř stejných kusů, které do sebe zapadají, na nich je položena deska upevněná vruty. Na návrhu se mi líbí jeho jednoduchost a lehkost, ovšem je škoda, že je nutné využít spojovacího kování.



Obr. 32. Stolek Cork Tables

Další pro mne velkou inspirací je nábytek z řady „Made in ch-i-taly“ (Obr. 33.). Tato série má rozsáhlou řadu a navzdory své podobnosti jsou každý mírně odlišný. Jako materiál je zde využita březová překližka a jeho hlavní prioritou je jednoduchost a možnost sestavení bez použití jakéhokoliv kování.



Obr. 33. „Made in ch-i-taly“



Obr. 34. Vogue Living

Stolek nebo stolička znázorněná na Obr. 34. má výhodu především ve své skladnosti. Je možné ji snadno a rychle složit do plošného tvaru, uložit za skříň a v případě potřeby opět rychle vytáhnout a složit. Zajímavé je využití pantů, které zprostředkovávají skládací mechanismus. Nábytek je vyroben z překližky a vtipně oživen nátěrem hran modrou barvou.

Stolek s názvem VIC je velice zajímavý výrobek Chilského studia elemento Diseño. Je vyroben z překližky, která je bíle lakovaná. Nejzajímavější na něm je, že je zhotoven z jednoho plátu o definovaném rozměru. Podnož tvoří dvě nohy, které mají tvar písmene V a jsou vyříznuty z rohů stolové desky. Při výrobě nevzniká žádný zbytečný odpad a stůl je možné následně složit bez použití lepidla nebo jakéhokoliv spojovacího kování. Tato myšlenka se mi velice zamlouvá a je velkou inspirací pro mou tvorbu.



Obr. 35. Stůl VIC 1



Obr. 36. Stůl VIC 2

Nábytek s názvem Flat je vyroben ve dvou typech Řada 1 a Řada 2 a následně prezentován jako plastový model. U nich je typické, že jsou součástky upevněny v rámu již z výroby a před samotnou stavbou je nutné je z něj vyřezat. U nábytku je místo plastu použita překližka. Pro sestavení je potřeba použít lepidlo a není tedy možnost nábytek následně demontovat. Dle mého názoru je tato koncepce zajímavá a oslnivá, ale

plocha materiálu mi nepřipadá dostatečně efektivně využita a nemožnost demontáže není také zcela vhodná.

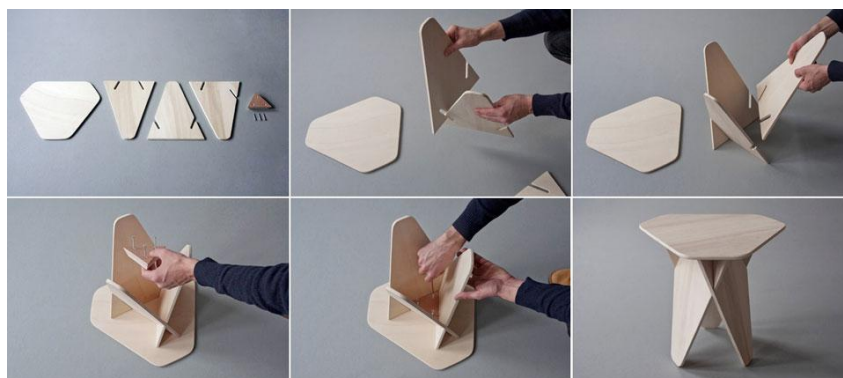


Obr. 37. Nábytek s názvem FLAT 1



Obr. 38. Nábytek s názvem FLAT 2

Dalším pohledným a slušným řešením je stolek nebo stolička navržena návrhářem Andreasem Kowalewvski. Je to prostý kus nábytku, který se skládá z pěti částí a jeho složení je značně jednoduché, ale promyšlené. Na důmyslnosti mu ovšem ubírá pouze fakt, že desku je nutné k podnoži upevnit vruty.



Obr. 39. Stolek Andreas Kowalewski

18. Přehled použitelných spojů

Dalším druhem přehledu, který je nutný udělat ještě před samotnou tvorbou je rešerše používaných rozebíratelných spojů, které je možné uzpůsobit i pro výrobu na CNC. Jelikož stůl by měl být vyroben bez použití kovového materiálu, budou i v této rešerši dřevěné spoje.

Křížový přeplátovaný spoj

Je to základní a nejjednodušší spoj z dané kategorie. Je vytvořen zářezem do poloviny šířky materiálu, který je spojován a jeho šířka musí odpovídat tloušťce spojovaných materiálů. Při použití rostlého dřeva zde nastává problém značného oslabení, kterého nelze využít. Spoj se často nachází v nevhodných a namáhaných místech. Tento typ spoje je spíše vhodný při využití překližky, která si při vytvoření zmiňovaného zářezu zachová svoje mechanické vlastnosti. Křížové spojení je možné, buď slepit, nebo ve vhodném případě zanechat bez lepidla.



Obr. 40. Křížový spoj

Průchozí čep

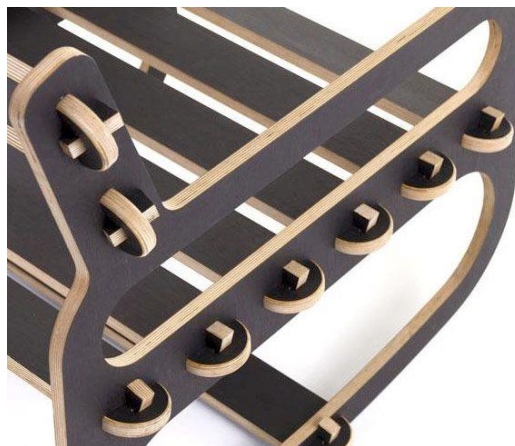
Jedná se o další jednoduchý spoj, který spočívá ve vytvoření čepu a dlabu, které do sebe vzájemně zapadají. Vyfrézovaný dlab by měl být stejně velký jako čep nebo o několik setin milimetrů menší, jelikož při použití spoje bez lepidla je jediná síla, která spoj drží, síla stlačeného materiálu. Průchozí čep je nejvhodnější používat na vodorovných spojkách, aby síla, která na spoj bude působit při využívání, nenarušovala soudržnost. Využívá se na stolových deskách nebo při upevnění sedáků židlí.



Obr. 41. Průchozí čep

Spoj využívající klínek k aretaci

Pro upevnění spoje vytvořeného jako čep a dlab je možné místo lepidla použít aretace klínkem. Při využití klínku je nutné vytvořit čep dostatečně dlouhý, aby prošel dlabem a bylo možno do něj vytvořit otvor pro umístění klínku a následně jej instalovat. Výhodou tohoto spoje je snadná demontovatelnost. Je nutné při používání spoj kontrolovat, zda je klínek pořad na svém místě a plní svůj účel.



Obr. 42. Využití klínku k aretaci

Spoj využívající kolík k aretaci

Je to velice podobný spoj jako předchozí ovšem v tomto případě je k aretaci využito dřevěného kolíku. Tento spoj má dvě možnosti využití. První z nich je umístění kolíku, který prochází oběma spojovanými materiály a je zajištěn lepidlem, není tedy demontovatelný. Druhou možností je využití náhrady za klín v předešlém způsobu spojování. Spoj je demontovatelný ovšem kolík neumožňuje dotažení materiálů k sobě jako klínek.

Spojování napružením částí dílce

Spojem typickým pouze při využití CNC technologie je spojování napruženými částmi nábytku. Princip spočívá v promyšleném konstrukčním zpracování, které umožňuje následné ohnutí v poloměru, povoleném použitým materiálem a v zasunutí do druhé spojované části nábytku. Snaha materiálu vrátit se do původního tvaru vytváří požadovanou sílu, díky které je spoj dostatečně pevný.



Obr. 43. Spojení napružením částí dílce

Spoje zpevněné svázáním

Svazování je velmi zajímavý způsob jak vytvořit rozebíratelný spoj. Tato myšlenka spočívá ve využití spojovacího materiálu ve formě různých druhů tkaniček nebo elektrikářských spojovacích pásek. Využití spojovacích pásek ovšem neumožňuje následnou demontáž spoje bez porušení pásek.



Obr. 44. Spoj zpevněný svázáním

19. Průběh tvorby

Účelem následující části diplomové práce je navrhnout konferenční stůl, který bude svou konstrukcí uzpůsoben k výrobě na nábytkovém CNC stroji. Již od konceptu byla snaha o navržení jednoduše konstrukčně řešeného výrobku, který bude možné snadno složit a následně rozložit bez použití kování. Jeho vizuální stránka by měla být přijatelná pro co nejširší okruh lidí, a tím by mělo být docíleno i velkého prodejního potenciálu. Optický vzhled musí ovšem jít ruku v ruce s konstrukčním a užitným řešením. Důležitým požadavkem na tento druh nábytku je i bezpečnost, na niž musí být kladen důraz již od samého návrhu.

Průběh tvorby bude postupovat v několika základních krocích. Nejdříve bude popsána inspirace, která vedla přes skici a vizualizaci až k technickému řešení. Po ujasnění si veškerých tvarových a konstrukčních požadavků na výrobek bude přistoupeno k výrobě prototypu. Výsledný vzor se následně prozkoumá a eventuálně se navrhnou případné změny.

V poslední části tvorby bude popsáno konečné řešení výrobku, jeho možné konstrukční a barevné variace a snaha o navržení jiného stolového nábytku, který ponese podobné prvky jako konferenční stůl.

19.1. Inspirace

Najít inspiraci je mnohdy to nejtěžší v celém projektu. Bez ní, která nevyústí v nějaký nosný nápad, není nikdy možné vytvořit kvalitní produkt. Mnohdy je zbytečné sedět hodiny nad skicákem, pokud z toho nic nevzejde. Proto je nutné se snažit veškeré nápady, které přichází mimo samotnou tvorbu uchovávat a zaznamenávat.

Při tvorbě tohoto projektu autor nejdříve podlehl touze zpracovávat stolový nábytek bez toho, aby již měl nějakou vizi nebo představu, jak by měl výsledný produkt vypadat. Musel čerpat z již vzniklých nábytkových kusů zveřejněných na internetových stránkách a hledat vhodnou motivaci. O to těžší bylo samotné hledání nosného prvku celého projektu.

19.2. Skici

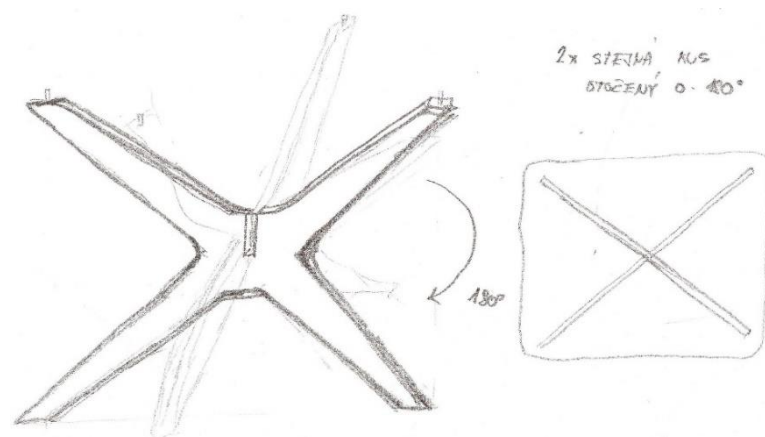
Každý nápad by se měl co nejrychleji zaznamenat a uchovat na papíře. Jinak tomu nebude ani u navrhování nábytku. Před dalším zpracováním nápadu je nutné vytvořit dostatečné množství skic, ve kterých je ujasněné tvarosloví projektu, popřípadě

konstrukční řešení. Skici nemusí vždy zachycovat celý kus nábytku, ale mohou se zaměřovat pouze na určitou část. Již při skicování je nutné mít pořád na paměti účel navrhovaného nábytku, jeho proporce a technologii výroby, pro kterou má být prototyp uzpůsoben.

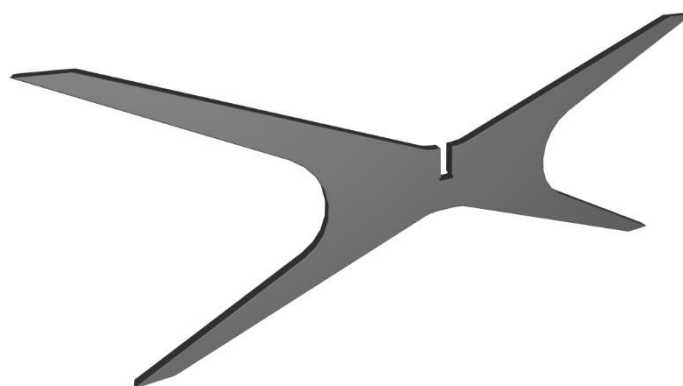
Cílem práce je vytvořit jednoduchý a tvarově čistý výrobek. S tímto cílem souvisí i volba spoje nebo spojů, které budou použity. Ten hlavní, který bude využíván, je křížový přeplátovaný spoj.

Skic bylo vytvořeno velké množství, ale nejednalo se o žádné nosné nápady s dostatečnou kvalitou, aby je bylo možné v práci publikovat.

Obr. 45. znázorňuje tvar, který je zatím nejvhodnější pro další zpracování. Pro lepší představu o proporcích celého tvaru bylo přistoupeno k vytvoření pracovní vizualizace znázorněné na Obr. 46.



Obr. 45. Skica 1

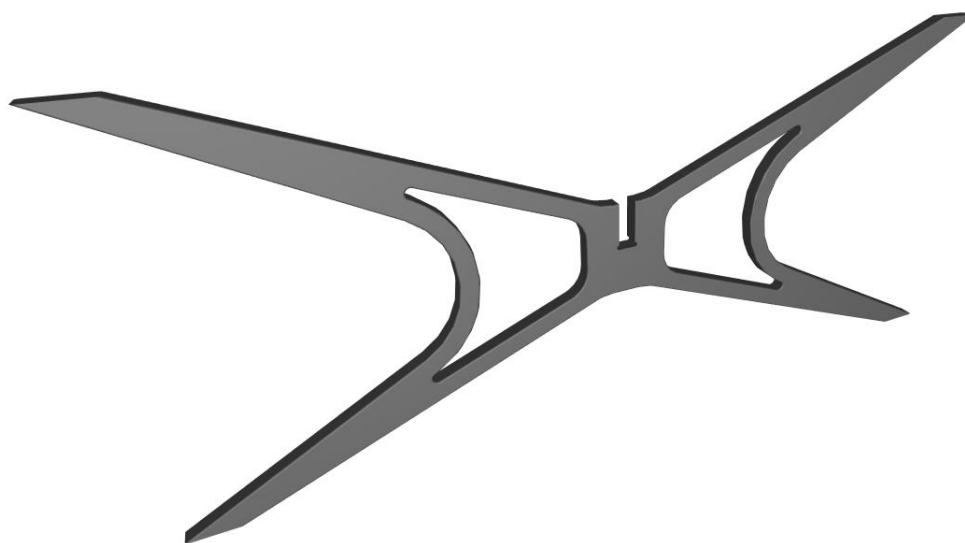


Obr. 46. Tvar 1

19.3. Tvar hlavního nosného prvku

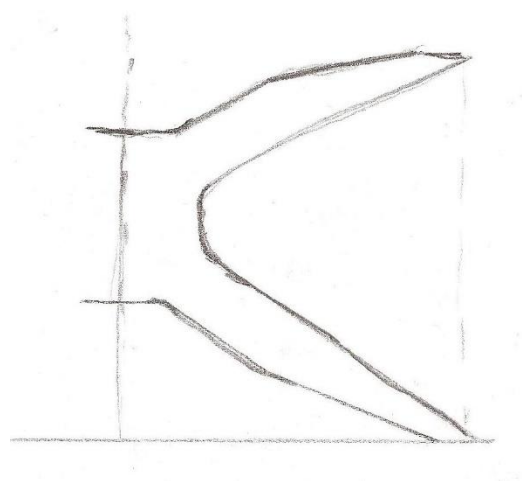
Po ujasnění přibližného tvaru, který bude podporným prvkem celého projektu, mohlo být přistoupeno k vytvoření několika variant nosné části stolku.

První verze, která je znázorněná na Obr. 46. má základní tvar. Po důkladnějším zhodnocení je plocha příliš velká a je nutné ji odlehčit. Dojde tak k úběru materiálu a ke snížení hmotnosti. Tuto variantu znázorňuje Obr. 47.

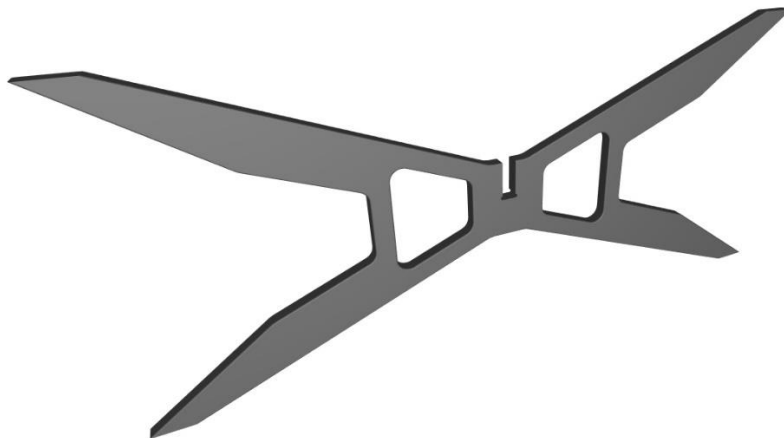


Obr. 47. Tvar 2

Pro neuspokojení s vizuálním vzhledem s Tvarem 2 (Obr. 47.) a také s obavou, že zúžená část bude příliš slabá, bylo přistoupeno opět ke skicáků se snahou vytvořit elegantní, ale odlehčený tvar. Na papíře byla vytvořena přibližná forma jedné strany dílce (Obr. 48.), pro kterou vznikla opět pracovní vizualizace, kterou je možné vidět na Obr. 49.

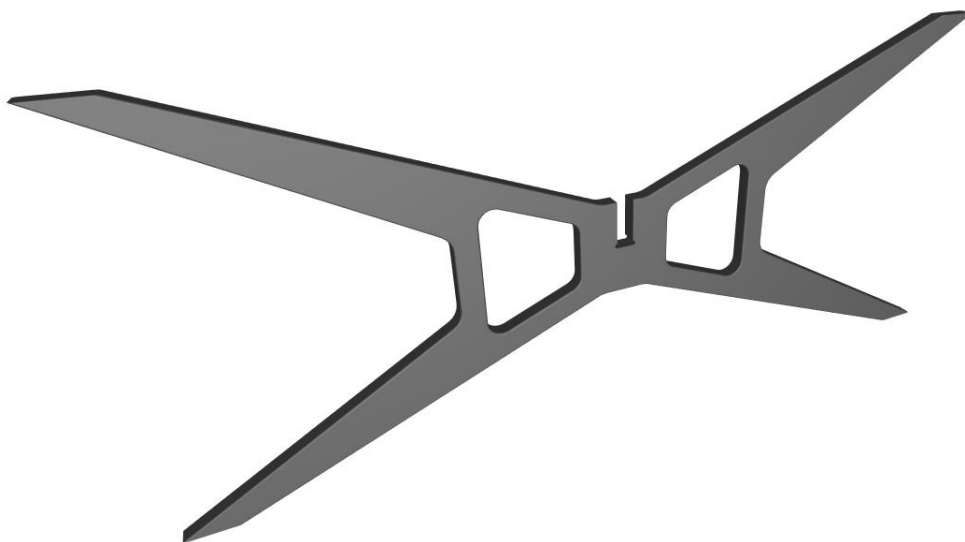


Obr. 48. Skica 2



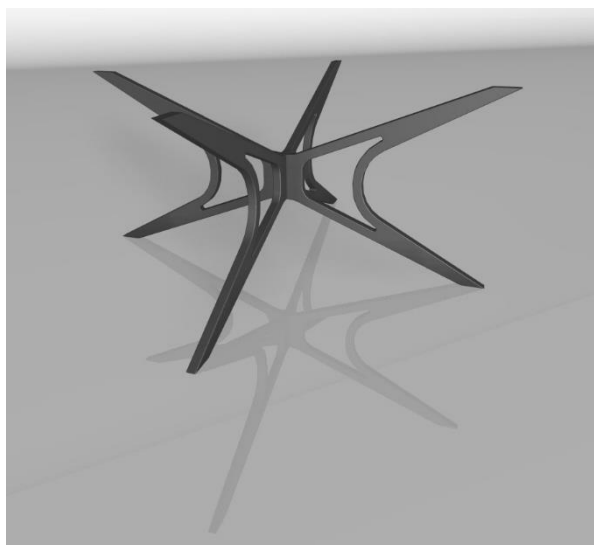
Obr. 49. Tvar 3

Tvar 3 (Obr. 49.) přinesl zjevné zpevnění konstrukce, ale po vizuální stránce nebyl úplně uspokojivý. Formu bylo nutné ještě nějakým způsobem upravit, aby byl do značné míry lehčí a zůstala mu zachována jeho pevnost. Tohoto odlehčení bylo docíleno změnou úhlu seříznutí nohou. Změna tvaru je viditelná na Obr. 50.

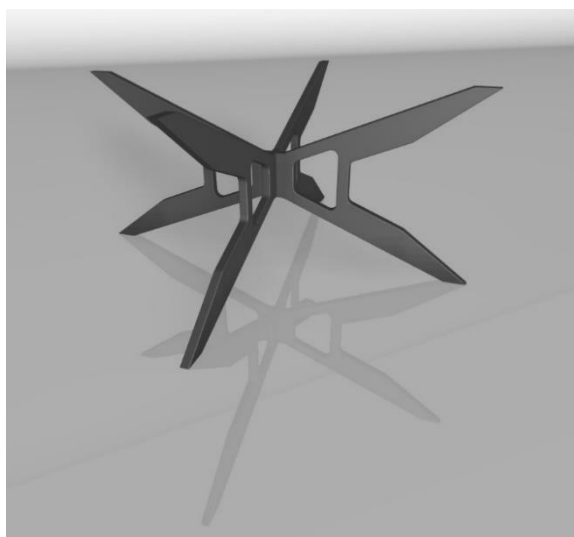


Obr. 50. Tvar 4

Vzniklý Tvar 4 (Obr. 50.) se stal pro autora uspokojivým. Představoval vše, co potřeboval pro postup v tvorbě jednoduchého, snadno složitelného a následně rozložitelného nábytkového kusu. Z důvodu ujištění o vhodnosti Tvaru 4 byly vytvořeny opět pracovní vizualizace všech variant, které znázorňují předpokládaný vzhled složených podstav stolku. Varianty je možné posoudit na Obr. 51. až Obr. 53.



Obr. 51. Vizualizace Tvaru 2

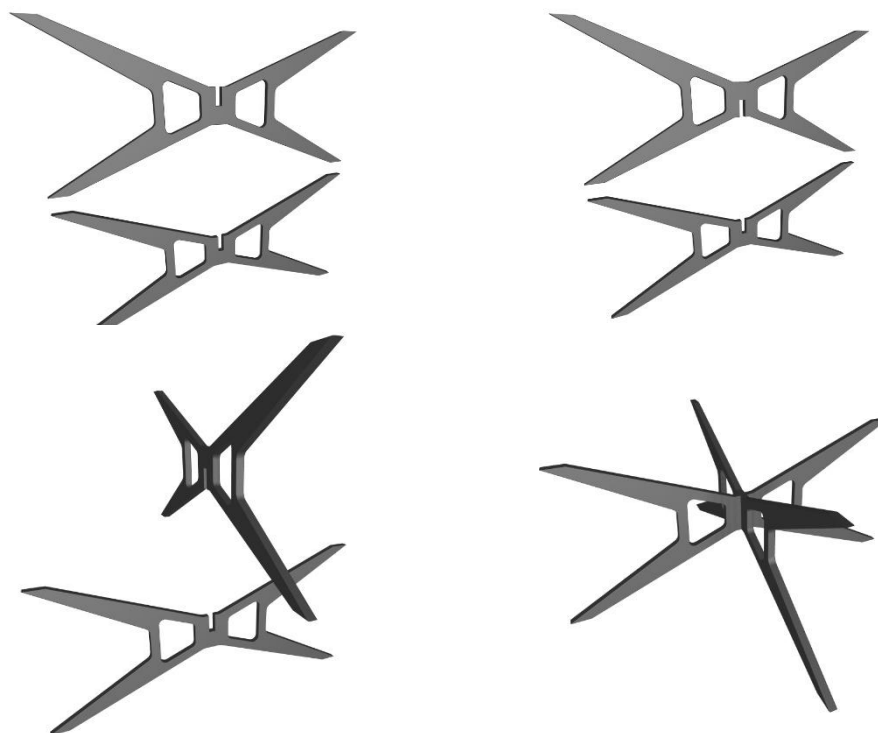


Obr. 52. Vizualizace Tvaru 3



Obr. 53. Vizualizace Tvaru 4

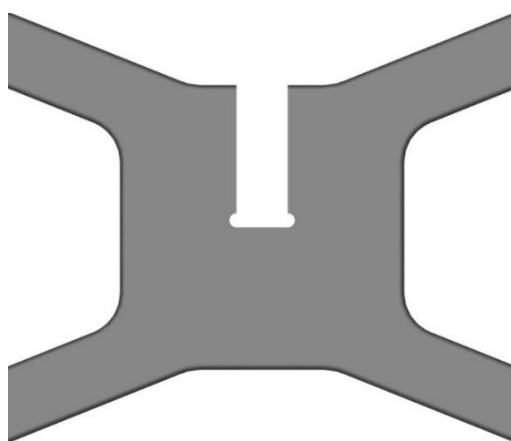
Podstava se bude skládat ze dvou totožných dílců, z nichž jeden bude nejdříve otočen o 180° a následně pootočen o 90° tak, aby do sebe zapadly zářezy a vytvořily pevnou podstavu, která bude následně zpevněna stolovou deskou. Pro lepší představu je sestavení znázorněno na Obr. 54.



Obr. 54. Sestavení podstavy stolku

Po zhodnocení vizualizací všech variant složené podstavy se potvrdil favorit ve Tvaru 4 (Obr. 50). Z hlediska optického i pevnostního je to nadále nejvhodnější kandidát k pokračování v návrhu konferenčního stolku. Zatím však není zavržena varianta, že bude při dalším postupu nutné změnit tvar částí podstavy.

Detaily, které souvisí s uzpůsobením pro výrobu na CNC, jsou viditelné na Obr. 55. Jedná se především o oblé tvary a o vzhled vyfrézovaného spojovacího zářezu. Při výrobě zářezu je nutné nejdříve vyvrtat naznačené otvory a poté vyfrézovat požadovaný tvar.

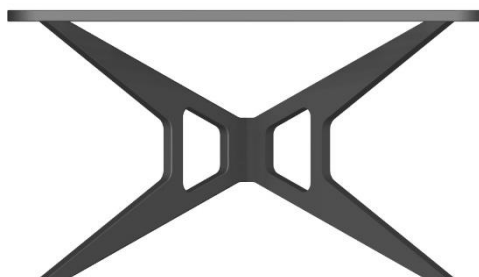


Obr. 55. Detail konstrukčního spoje

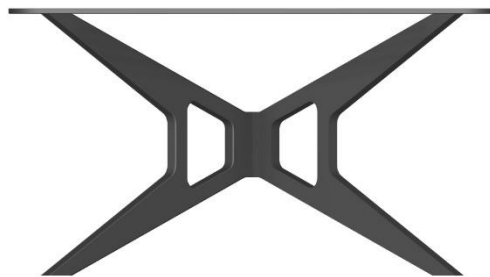
19.4. Tvar, materiál a spojení stolové desky s podstavou

Po dospění vhodného tvaru a konstrukce podstavy je nyní možné přistoupit k řešení materiálu, tvaru a konstrukčnímu spojení desky s podstavou. Je nutné vytvořit stolovou desku, která bude relativně lehká, tvarově podobná podstavě a bude ji možné k ní upevnit.

Jelikož pro výrobu podstavy již byla vybrána překližka, tak jednou z variant bude u stolové desky. Otázkou zůstává, jakou tloušťku zmiňovaného materiálu využít. Z důvodu technologického procesu by bylo nejvhodnější využít stejný materiál jako u podstavy a zda je to i esteticky přijatelné bylo prověřeno na vizualizacích Obr. 56. a Obr. 57. První varianta je znázorněna s překližkou tloušťky 18 mm, druhá 10 mm. Jednou z variant bude v poslední kapitole i skleněná deska 5 mm.



Obr. 56. Deska tloušťky 18 mm



Obr. 57. Deska tloušťky 10 mm

Po vizuálním zhodnocení je k tvaru vhodnější tloušťka materiálu 10 mm, ale po uvážení mechanických vlastností a to hlavně snadného prohybu v dané délce byla tedy zvolena překližka o tloušťce 18 mm. Tento předpoklad a volba bude prověřena při výrobě prototypu a v případě vhodného chování užšího materiálu bude možné uvažovat o jejím využití.

Dalším hlediskem stolové desky, které bylo nutné vyřešit je její tvar. Formu bylo třeba navrhnout s přihlédnutím na vzniklou podstavu, na příslušnou technologii výroby a na požadované mechanické vlastnosti. Z důvodu, že podstava po složení vytvoří podpěrnou část čtvercového půdorysu, přicházely v úvahu pouze tvary kruhu nebo čtverce. Možnosti bylo nutné prověřit opět na pracovních vizualizacích.



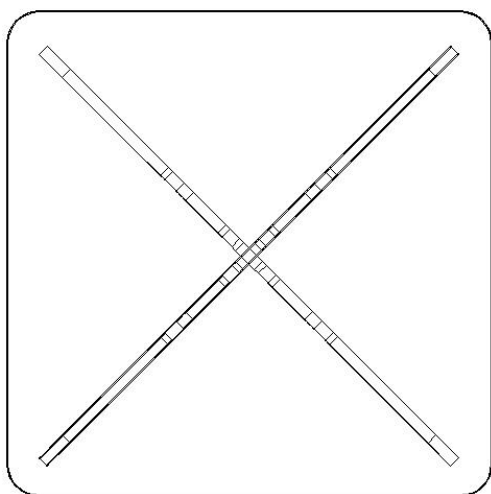
Obr. 58. Deska čtvercového tvaru



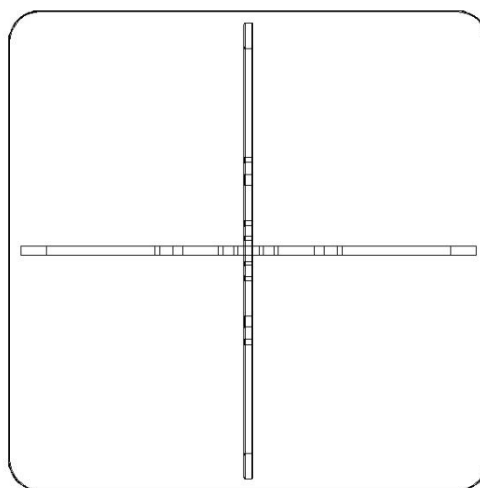
Obr. 59. Deska kruhového tvaru

Vytvořené vizualizace na Obr. 58. a Obr. 59. posloužily k rozhodnutí, která z variant je pro podstavu nejvhodnější. Nakonec byla vybrána varianta čtvercové desky se zaoblenými rohy. Důvody výběru byly především tvarová podobnost s podnoží a materiálová výtěž. Kruhová deska ovšem zůstane jednou z variant stolu.

Jako nosný tvar vznikajícího produktu byl zvolen čtvercový se zaoblenými rohy. Jsou oblé z důvodu bezpečnosti a použité technologie. Stoly jsou možné k podnoží umístit ve dvou variantách, a to buď úhlopříčně, nebo rovnoběžně s deskou. Varianty jsou viditelné na Obr. 60. a Obr. 61.



Obr. 60. Úhlopříčné uložení desky



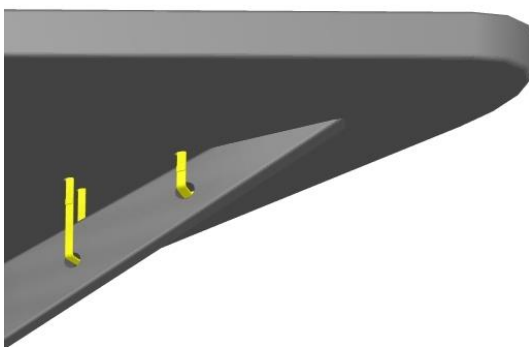
Obr. 61. Rovnoběžné uložení desky

Rovnoběžné uložení bylo nakonec zamítnuto a to z důvodu obavy o snížení pevnosti rohů desky, které nebudou podepřeny podnoží. Snížení pevnosti by se mohlo projevit průhybem při zatížení desky v této oblasti a v případě, že by se zatížení neprojevovalo prohnutím, mohlo by dojít ke ztrátě stability.

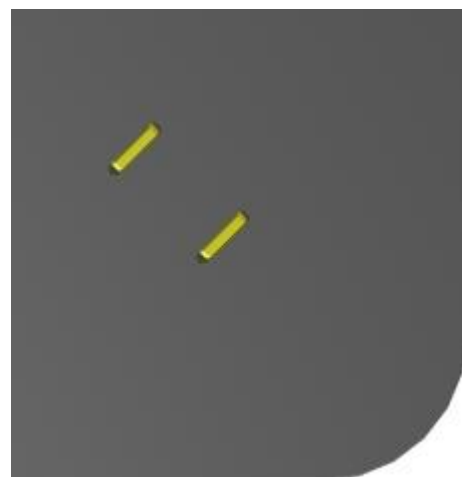
Nyní bylo ještě nutné vyřešit spojení stolové desky a podstavy. Autor chtěl zachovat snadnou montáž a následnou demontáž. Ovšem nechtěl využít žádné montážní kování. Bylo tedy nutné vymyslet nějaký jednoduchý a inteligentní spoj, který bude možné opakovaně spojit a rozpojit. Musí být také dostatečně pevný a nesmí výrazně narušovat plochu stolové desky.

Jediné možnosti, které přicházely v úvahu, bylo využití CNC spoje nebo svázání jinými materiály. Po prozkoumání vhodných CNC spojů však nebyl vybrán žádný, který by splňoval veškeré požadavky. Nakonec se autor inspiroval designérem Antoni Hartlem, který využívá ke spojování jednotlivých částí nábytku elektrikářské stahovací pásky. V případě stolku bude tento spoj doplněn kolíkem, který se nasune pouze na sucho a umožní uložení stolové desky na správné místo.

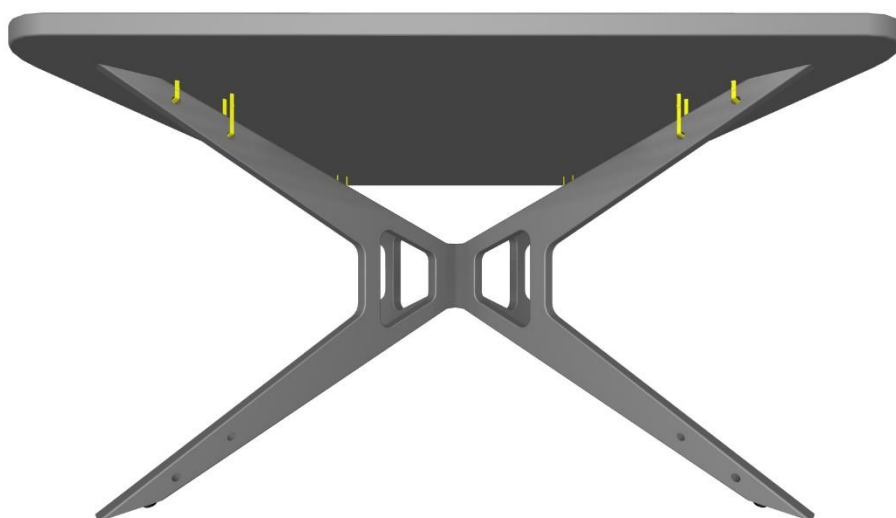
Použití různobarevných elektrikářských stahovacích pásek vytvoří i zajímavý efekt, který nebude závažným způsobem narušovat plochu stolové desky. Pro zmiňovaný spoj bude uzpůsobená celá konstrukce výrobku, což je detailně znázorněno v kapitole „Konstrukční řešení“. Vizualní vzhled použitého spoje je viditelný na Obr. 62., Obr. 63. a Obr. 64.



Obr. 62. Detail spojení desky s podnoží 1



Obr. 63. Detail spojení desky s podnoží 2



Obr. 64. Spojení podnože se stolovou deskou

Po zhlédnutí vizuální podoby spojení stolové desky s podnoží byl o elektrikařské pásky doplněn i středový spoj, díky tomu bude pevnější a zamezí se snadnému vysouvání dílů. Dalším přínosem využití pásek je vizuální vzhled stolku, který je nyní díky detailu spoje mnohem mladistvější. Kvůli možnosti využití nejrůznějších barevných kombinací si v něm najde zalíbení jistě spousta uživatelů různých věkových kategorií. Předpokládaný konečný vzhled je na Obr. 65. Tento vzhled ještě nemusí být finálním, je možné, že při tvorbě prototypu nastanou nějaké problémy, které bude nutné vyřešit tvarovou změnou celého produktu.



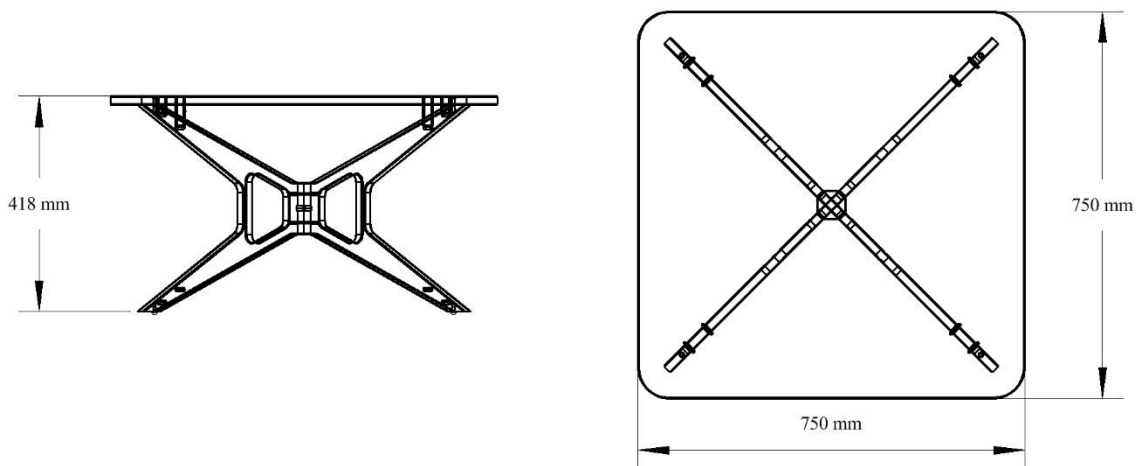
Obr. 65. Předpokládané konečné řešení stolku

20. Výroba prototypu

20.1. Konstrukční řešení

Konstrukce konferenčního stolku je navržena tak, aby ji bylo možné jednoduchým způsobem složit a v případě potřeby následně rozložit. Podstava je navržena ze dvou stejných kusů, které jsou spojeny jedním křížovým spojem zafixovaným plastovými elektrikářskými páskami. Stolová deska je na podstavu umístěna pomocí kolíků, které jsou zasunuty pouze na sucho a slouží k vystředění správného místa uložení. Spoj je následně zpevněn a fixován elektrikářskými páskami, které prochází příslušnými otvory. Ty jsou vyvrtané do stolové desky a propojuje je mělká drážka, zabezpečující, aby procházející plastová páska nenarušovala rovnou plochu desky.

Tvarové a konstrukční řešení je navrženo tak, aby je bylo možné vyrábět i na cenově dostupných tříosých CNC obráběcích centrech. Nejvhodnější by bylo využití nestingového stolu, ovšem není to podmínkou. Konstrukci je možné vyrobit i na trámčovém stole s kostkami.

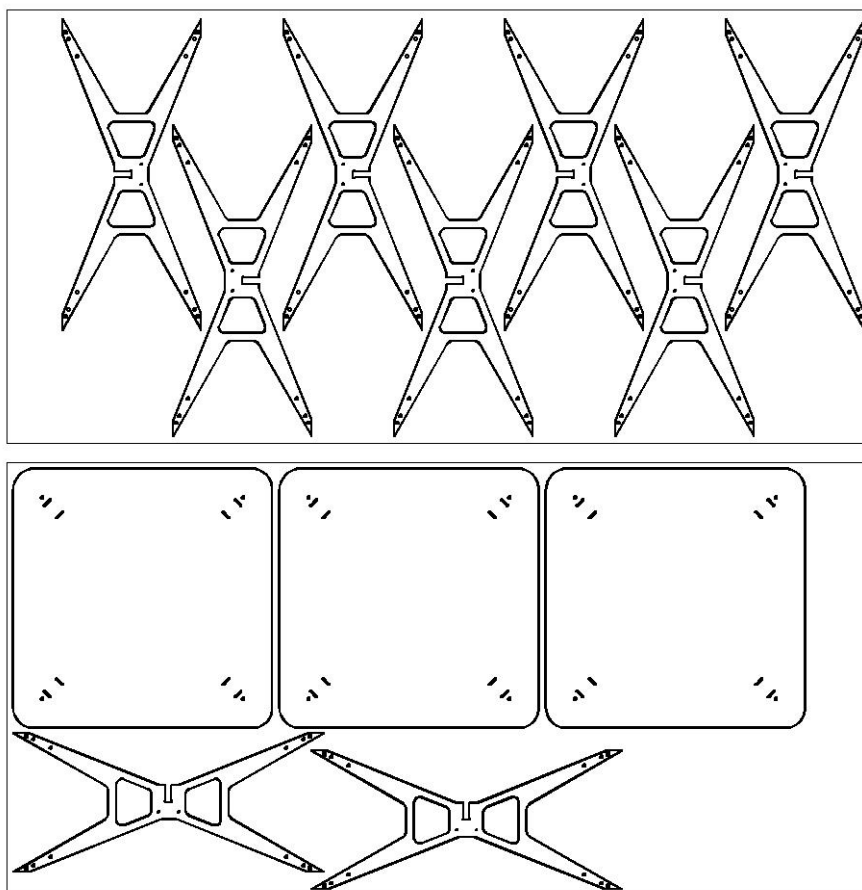


Obr. 66. Základní rozměry stolku

Prototyp stolku o rozměrech 750 x 750 x 418 mm je celý vyroben z břízové překližky tloušťky 18 mm. Další materiály využitě na celý výrobek jsou dřevěné kolíky, kluzáky vetknuté do nohou a elektrikářské stahovací pásky, které jsou jednorázové, a v případě demontáže bude nutné využít nové. Tato materiálová sestava poukazuje na jednoduchost celé konstrukce a díky tomu i na malé hmotné náklady.

Povrchová úprava je na celém stolku jednotná. Je tvořena polyuretanovou pigmentovou barvou, která díky možnostem využití různých odstínů dovoluje nespočet barevných variací.

Jak již bylo zmíněno, tak pro výrobu stolku byla navržena břízová překližka a to konkrétně ve formátu 1250 x 2500 x 18 mm. Výhodou překližovaného materiálu je, že nemusíme dodržet směr letokruhů. Níže uvedené nářezové plány jsou pouze orientační a navržené s myšlenkou, že případná výroba bude spojená s výrobou dalších produktů. Firma, kde prototyp vznikl, prodává především hračky z překližky a tudíž je možné veškerý zbytkový materiál zpracovat na menší přířezy a polotovary. Optimalizace výroby však není předmětem této práce a v případě zefektivnění by bylo možné upravit tvar popřípadě rozměry stolku.



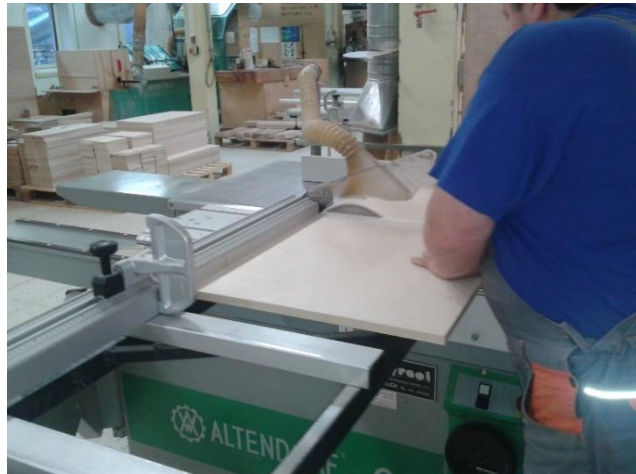
Obr. 67. Nářezové plány

Celá výkresová dokumentace potřebná k naprogramování a k následné výrobě prototypu je v příloze práce.

20.2. Technologický postup výroby prototypu

Konstrukce stolku je uzpůsobena tak, aby ji bylo možné vyrábět i na nejjednodušším a nejlevnějším 3-osém CNC obráběcím centru. Pro optimalizaci výroby a snížení množství odpadu by bylo nejvhodnější využít k výrobě CNC obráběcí centrum doplněné nestingovým stolem. Výroba prototypu však proběhla na 3-osém CNC obráběcím centru, které k upínání obrobků využívá trámce s podtlakovými upínacími kostkami. Zmiňovaný stroj vlastní firma Acti Bois s.r.o. Jedná se o společnost, se kterou firma mého otce dlouhodobě spolupracuje, a tudíž bylo možné v jejich spolupráci vzor vyrobit.

Jak již bylo zmíněno, prototyp nebyl vyráběn předpokládanou technologií, která by byla využita v případné sériové výrobě. Prvním krokem tedy bylo hrubé formátování dílců s ponecháním požadované nadmíry. Ta byla nutná k následnému opracování na CNC obráběcím centru. Nadmíra byla u všech dílců 20 mm.



Obr. 68. Hrubé formátování materiálu

Následovalo opracování na CNC obráběcím centru. Technologický postup stolové desky a dílců, které tvoří podstavu, se mírně lišilo a to díky složitějšímu tvaru prvků podstavu.

Problém u dílců, které budou tvořit podstavu, byl především v upínání obrobku. Výsledný tvar neměl dostatečnou plochu pro upnutí na podtlakové kostky. Problém byl vyřešen frézováním výsledného tvaru pouze do hloubky 16 mm. Tento postup zachoval plochu nutnou k upnutí po celou dobu obrábění. Požadované otvory byly vyvrtány skrz celou tloušťku materiálu.



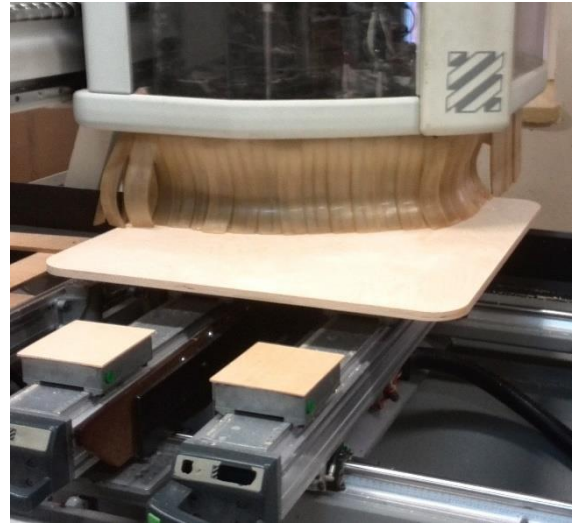
Obr. 69. Opracování podstavy na CNC obráběcím centru

Následné opracování polotovaru probíhalo na spodní frézce, ve které byla upnuta kulatíci fréza s ložiskem, která důkladně zkopírovala předem vyfrézovaný tvar na CNC obráběcím centru. Při tomto úkonu došlo také k požadovanému okulacení hran R 3 mm a nebude již nutné v žádném dalším kroku hrany kulatit. R 3 mm byl zvolen z důvodu estetického i funkčního a to především kvůli schopnostem ulpívání barvy. Proces kulacení je zachycen na Obr. 70.



Obr. 70. Ofrézování a kulacení polotovaru

U opracování stolové desky na CNC obráběcím centru bylo možné provést úplné obrobení. Byl vyfrézován kompletní tvar, vykonalo se vyvrtání všech otvorů nutných pro spojení s podstavou a byly okulaceny hrany R 3 mm. To bylo možné provést i ze spodní strany desky jelikož pro vyvrtání a vyfrézování všech otvorů bylo nutné desku na pracovním stole otočit. Po manipulaci s deskou na CNC obráběcím centru je nutné použít vhodnou korekci a co nejpřesněji upnout dílec.



Obr. 71. Opracování stolové desky na CNC

Před tím než bude stolec povrchově dokončen, tak byl ještě zkušebně složen, aby bylo možné vyzkoušet jeho pevnost a stabilitu. V případě, že by stabilita a pevnost nebyla dostatečná, bylo by nutné přistoupit ještě k úpravě konstrukce. Pevnost a stabilita byla vyzkoušena pouze neodborně a to přikleknutím osoby vážící cca 110 kg. První sestavení konstrukce je viditelné na Obr. 72. a 73.



Obr. 72. Sestavení podstavy

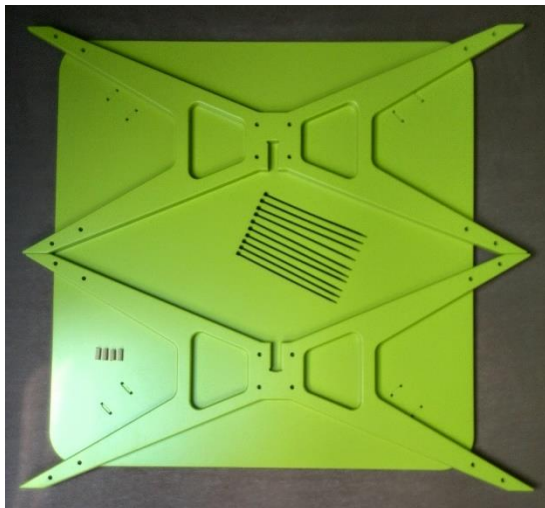


Obr. 73. Zkušební sestavení stolku

První sestavení bylo v pořádku a zatím se neprojevil žádný velký nedostatek. Mohlo být tedy přistoupeno k povrchovému dokončení celého stolku.

Při tvorbě každého nového nábytkového prvku je nutné, aby vznikl prototyp, ať už v měřítku 1:1 nebo v menší velikosti. V případě tvorby zmiňovaného stolku jsem volil variantu 1:1. Eventuálně, kdyby se uvažovalo o nějaké větší výrobě, bylo by nutné

vyrobit další prototypy a vzorky, které by ověřily veškeré náležitosti a požadavky na daný typ nábytku.



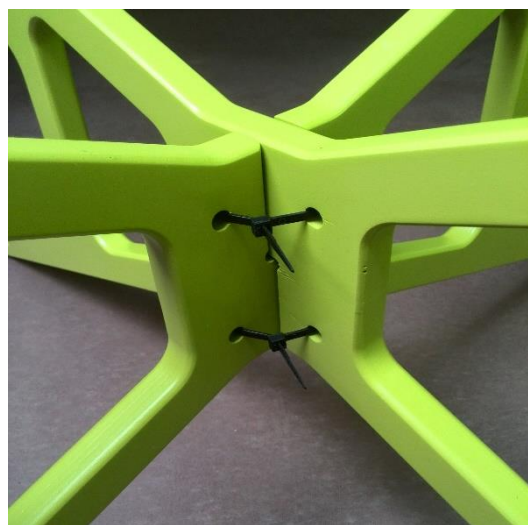
Obr. 74. Soubor všech součástí



Obr. 75. Sestavená podstava



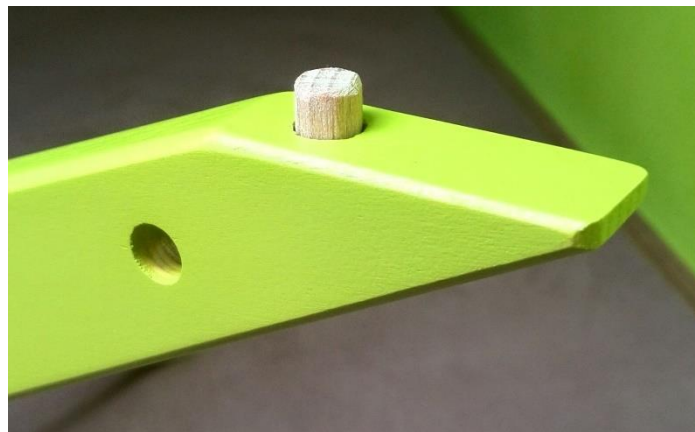
Obr. 76. Středový spoj 1



Obr. 77. Středový spoj 2



Obr. 78. Konferenční stůl



Obr. 79. Kolíkový spoj



Obr. 80. Spojení stolové desky s podstavou



Obr. 81. Detail spojení stolové desky



Obr. 82. Fotografie vhodná na propagační materiály

20.3. CNC obráběcí centrum Biesse Rover 22

Biesse je italská firma, která se zabývá technologiemi pro nábytkářskou a stavebně truhlářskou činnost již od roku 1969. Stroje, které vyrábí, jsou distribuovány do celého světa a podle své specializace se na nich vyrábějí nábytkové díly, okna, dveře, ale i rozsáhlé stavební konstrukce.

Prototyp byl vyroben konkrétně na stroji Biesse Rover 22, který je schopen pracovat ve třech osách. Jedná se o finančně méně náročný stroj, kterým jsou dnes vybaveny i malé výrobní podniky. Tato skutečnost napomáhá tomu, že případná výroba bude možná i v menších firmách, které nedisponují drahým strojním vybavením.

Výše zmiňovaný stroj je ve vlastnictví firmy Acti Bois s.r.o. Ta jej zakoupila v roce 2002 a využívá ho především na výrobu komponentů pro hračky. Je opatřen zásobníkem až na 7 nástrojů, které je schopen v krátkém čase měnit. Konstrukce zasazení vřetene a jeho následného pohybu je ve tvaru C. Díky tomu je možné na stroj upnout i větší rozměr materiálu než je obráběná plocha. Upevnění obrobku je zde řešeno trámcovým stolem, který je osazen kostkami, přes něž je následně upnut podtlakem. Trámce i kostky je možné libovolně nastavit podle velikosti obráběného dílce. Stůl není možné doplnit nestingovým stolem, který by byl vhodnější pro výrobu navrhovaného nábytkového kusu. Pracovní rozsah stroje v osách X-Y-Z je 3000 - 1200 - 200 mm.



Obr. 83. Biesse Rover 22

20.4. Montážní návod

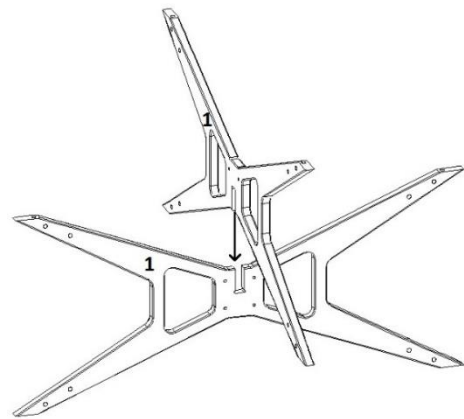
Díky jednoduchosti konstrukce je i celá montáž značně prostá. Celý konferenční stůl se skládá ze tří dílů a z toho dva jsou zcela totožné. Další materiály potřebné ke složení jsou umělé elektrikařské pásky, dřevěné kolíky a kluzáky. Celé složení stolu proběhlo v pěti jednoduchých krocích.

Seznam dílců potřebných na jeden stůl:

- 1. Podnož 400 x 900 x 18 mm 2 ks
- 2. Stolová deska 750 x 750 x 18 mm 1 ks
- 3. Dřevěný kolík 30 x 8 x 8 mm 4 ks
- 4. Umělá elektrikařská páska 3,6 x 150 x 1 mm 10 ks
- 5. Kluzák 5 x 12 x 12 mm 4 ks

Krok 1.

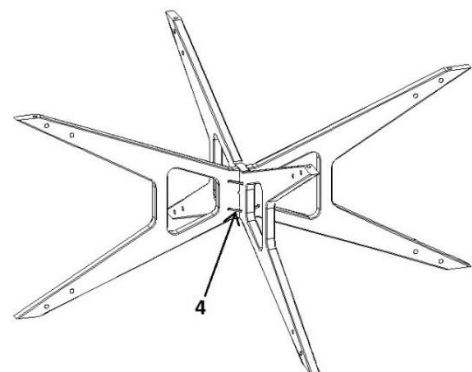
Dílce s označením 1 do sebe nasuňte podle názorného zobrazení.



Obr. 84. Krok 1.

Krok 2.

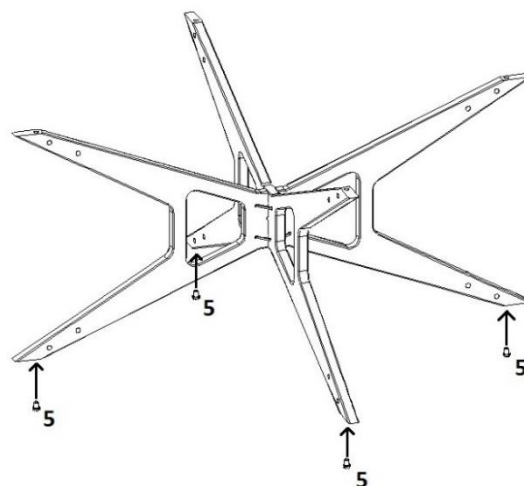
Sestavenou podstavu zajistěte elektrikařskými páskami s označením 4. Pásky protáhněte předpřipravenými otvory, spojte a důkladně utáhněte.



Obr. 85. Krok 2.

Krok 3.

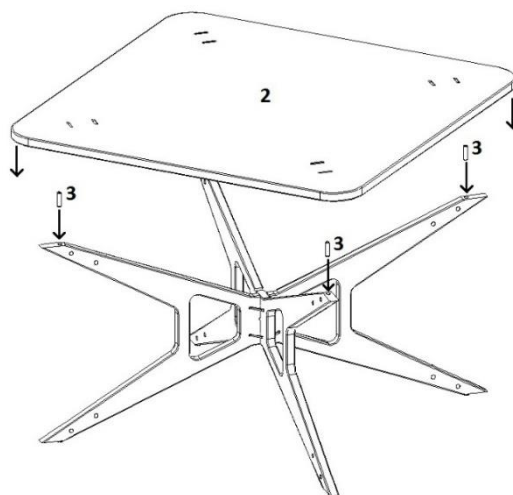
Ve třetím kroku nasuňte kluzáky s označením 5 do otvorů umístěných ze spodní strany podstavy.



Obr. 86. Krok 3.

Krok 4.

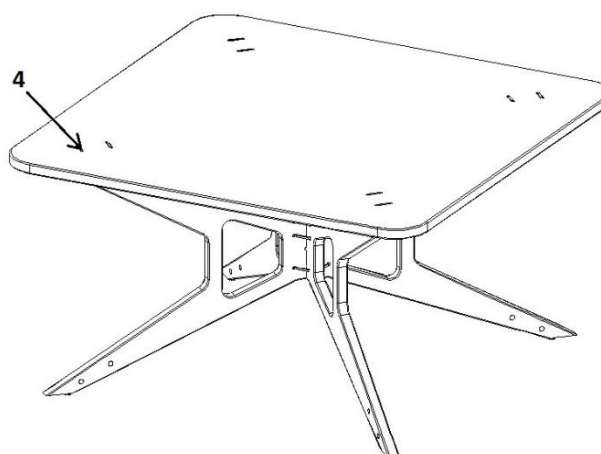
Nyní nasuňte kolíky s označením 3 do připravených otvorů bez použití lepidla. Po nasunutí kolíků umístěte stolovou desku. Vhodné místo je vystředěno kolíky.



Obr. 87. Krok 4.

Krok 5.

V posledním kroku už jen protáhněte elektrikářské pásky připravenými otvory, čímž propojíte stolovou desku s podstavou. Pásky spojte a důkladně utáhněte.



Obr. 88. Krok 5.

20.5. Kalkulace nákladů na prototyp

Tab. 8 – Kalkulace nákladů na prototyp

Jednotka jmenovitě	Cena Kč	Jednotka	Množství na výrobek	Kč na výrobek
Překližka 18 mm	218	m ²	1,54	334,80
Dřevěný kolík 8x30	0,22	ks	4,00	0,90
Elektrikářská páska	2,5	ks	10,00	25,00
Kluzák	2,85	ks	4,00	11,40
Nátěrová hmota	351	l	1,70	596,70
Formátování	300	hod	0,25	75,00
Obrábění na CNC	1500	hod	0,75	1125,00
Začištění	250	hod	0,50	125,00
Povrchová úprava	300	hod	1,50	450,00
Celkem				2743,80 Kč

Veškeré ceny jsou uvedeny bez DPH a jedná se o soupis nákladů na prototyp. Obrábění na CNC je počítáno bez programování. Cena by se samozřejmě lišila v případě výroby jednoho kusu nebo při zavedení větší série.

20.6. Konečné řešení, barevné variace a další typy stolů

Jak již bylo zmíněno v kapitole „Rozhodovací proces volby typu nábytku“ jedním ze záměrů této práce bylo vytvořit prototyp nábytkového kusu, který bude splňovat estetické, ale hlavně funkční požadavky. Dalším cíli, kterému měl návrh vyhovovat, bylo obsazení zajímavého prvku, ať už konstrukčního nebo jen vizuálního, který by se mohl následně uplatnit i v ostatních typech stolového nábytku. Tyto cíle byly splněny a jejich dosažení je demonstrováno na následujících obrázcích. Konferenční stůlek vznikl i jako prototyp a u ostatních typů by se o výrobě vzorů uvažovalo až po zjištění případných ohlasů na konferenční stůlek. Toto však není součástí této práce.



Obr. 89. Barevné variace stolku

Čtvercový jídelní stůl. Tento typ by se hodil především do bytových jednotek, kde není možné umístit velký obdélníkový nebo kruhový stůl.



Obr. 90. Čtvercový jídelní stůl

Obdélníkový stůl byl však také navržen a díky rozměrovému uzpůsobení by mohl fungovat jako jídelní nebo pracovní.



Obr. 91. Obdélníkový stůl

21. Diskuze

Při výběru nejvhodnějšího typu CNC stroje pro Interiéry Novotný bylo nejdříve nutné specifikovat, o jakou firmu se vlastně jedná a čím se zabývá. Bylo zjištěno, že se věnuje především zakázkové výrobě nejrůznějšího druhu nábytku, který je vyráběn z velkoplošných aglomerovaných materiálů. Sortiment je však rozsáhlý a z dílny vychází produkty, které jsou instalovány do kanceláří, škol a ostatních veřejných prostor. Dále se firma zabývá výrobou nábytkových souprav do domů a bytů. Vybavuje je kuchyňskými linkami, vestavěnými skříněmi a ostatními kusy nábytku na zakázku. Dalším sortimentem, kterým se Interiéry Novotný zabývají, je výroba schodů a schodišť. Zde se jedná především o použití masivního dřeva. Díky výše zmiňovaným skutečnostem bylo hlavním požadavkem zadávající firmy vybrat pokud možno víceúčelový stroj, který bude dostatečně univerzální a bude na něm možné zjednodušit a urychlit veškeré stávající výrobní operace.

Výběr značek strojů byl proveden po konzultaci se zadávající firmou. Ta některé navrhla dle vlastní zkušenosti nebo podle spolupracujících firem. Do soupisu byli nakonec zařazeni výrobci Homag, HOLZ-HER, SCM a Biesse. V úvahu přicházela ještě firmy Ima, ale její zastoupení bylo nejbližze nalezeno až poblíž Poděbrad. Zadavatel také neměl s touto značkou nikdy žádné zkušenosti a byla tedy vyřazena. Pro lepší orientaci byl vytvořen historický přehled o vzniku a fungování. Z něj vyplynulo, že všechny vybrané firmy se problematikou zabývají již dlouhou dobu, což napovědělo o jejich dostatečných zkušenostech.

Podle požadavků byly po konzultaci s prodejci vybrány stroje zmíněných značek, které disponovaly podobným vybavením a vlastnostmi. Byly u nich formou tabulek specifikovány jejich nejdůležitější vlastnosti, vhodné k dalšímu porovnání. To proběhlo pomocí metody „Hodnocení činitelů“. Jako vítězný stroj vzešel Homag Venture 316 M. Bude tedy doporučen, jako nejvhodnější k případné koupi firmou Interiéry Novotný. Byl zvolen díky získaným datům a jednání s prodejci, kde přístup od výhradního dodavatele Homag byl hodnocen jako nejprofesionálnější. Je nutné podotknout, že rozhodnutí není možné provést pouze na základě této práce. Stroje nebyly přesně konfigurovány a výsledné ceny se mohou podstatně měnit. To je ovšem otázkou dalšího osobního jednání firmy Interiéry Novotný s dodavateli. Data a informace získané

vypracováním této diplomové práce však pomohou ke konečnému rozhodnutí o volbě stroje.

Po dokončení první části práce, se kterou souviselo i studium problematiky CNC, bylo možné přistoupit k návrhu nábytku uzpůsobeného k výrobě zmiňovanou technologií. Jako konkrétní typ byl vybrán konferenční stolek, který bude obsahovat prvek využitelný i na jídelním a pracovním stole. Tento cíl byl splněn a vzniklý návrh zhotoven ve formě prvního prototypu. Při tvorbě nového produktu je vždy nutné vytvořit model nebo prototyp, z důvodu prověření všech požadovaných vlastností. Samotnému navrhování předcházela důkladná studie veškerých informací, které souvisely se stolovým nábytkem. Díky studii mohl být navržen vhodný tvar, který je doplněný o vybraný druh spojení. Použitý spoj je pouze křížové přeplátování doplněné elektrikařskými páskami. Ty by bylo možné nahradit jinými materiály, jako například provázky, stuhami nebo tkaničkami. Volba zmiňovaného spoje dovolila vznik jednoduché konstrukce, kterou je možné snadno složit a následně rozložit bez použití kování nebo nářadí.

Další výhody, které mohou zvýšit počet zájemců o stůl je případné skladování v rozloženém stavu. S tím souvisí i jednoduchost balení, skladování a přepravy. Stůl je možné navrhnout a následně vyrobit v nejrůznějších barevných variacích doplněných různobarevnými elektrikařskými páskami.

První prototyp byl vyhodnocen jako zdařilý a zatím se na něm neprojeví žádné velké nedostatky. Ty se však nejspíše ukáží až po delším užívání a bude je nutné odstranit na dalších vzorcích.

Vzhled vzniklého produktu je dle názoru autora a jeho nejbližšího okolí zajímavý a díky snadné montáži doufá, že zaujme i spoustu dalších lidí napříč rozsáhlým věkovým spektrem.

22. Závěr

Prvním nosným cílem práce bylo analyzovat nábytkové CNC obráběcí stroje takovým způsobem, aby bylo možné na základě získaných informací vybrat vhodný stroj, typu CNC obráběcí centrum a to pro firmu Interiéry Novotný. Tento cíl byl splněn. Bylo doporučeno nejvhodnější obráběcí centrum. Výběr však není konečný a to především z důvodu komplikované komunikace s prodejci strojů. Před úplným rozhodnutím o volbě je potřebné provést ještě další šetření. Bude nutné sjednat schůzky s prodejci strojů vybraných značek a definovat přesně vybavení. Následně nechat vytvořit cenové návrhy zcela srovnatelných strojů a díky informacím a zkušenostem získaným vypracováním diplomové práce učinit kvalifikované rozhodnutí.

Druhým cílem, kterému ovšem muselo předcházet vypracování prvního, byl návrh nábytku uzpůsobeného pro výrobu na CNC a tento návrh dovést až k výrobě prototypu. Cíl byl opět splněn. Konkrétně se jednalo o konferenční stůl. Práce popisuje získávání veškerých informací nutných k zodpovědné tvorbě nového nábytkového kusu a následně líčí i celou tvorbu.

Z teoretického hlediska bylo nejdříve nutné vytvořit historický přehled stolového nábytku. Následoval průzkum typologie všech druhů stolů, ověření znalosti antropometrie, ergonomii a normativních požadavků. Z důvodu tvorby demontovatelného nábytku, musela být prozkoumána i tato problematika, na kterou dnes navazuje i inovativní design spojený s CNC technologií. Výběru vhodného materiálu předcházela průzkum veškerých možností. S materiálem souvisela i volba použitých spojů a spojovacích prvků. Aby nevzniklo něco, co je již vymyšleno, bylo provedeno šetření soudobým řešením stolového nábytku.

V praktické části již bylo překročeno k samotné tvorbě, která je popsána od prvních skic, přes návrh částí stolku, konstrukčního řešení a barevné variace. Celé úsilí je ukončeno výrobou prvního prototypu. Diplomová práce tím končí, ale tvorba nového nábytku však nikoliv. Cesta ke vzniku nového produktu, který by bylo možné uvést na trh, je ještě stále dlouhá.

Summary

The diploma thesis at first dealt with analysis of furniture CNC machines in such a way that it was possible to choose the right CNC machining center for the company Interiery Novotny. This goal was achieved, the best machining center was recommended although the choice is not final, especially because of complicated communication with machine suppliers. Due to the lack of information there was not such objective selection. Before final decision it is necessary to carry out further investigations. It is necessary to arrange meetings with machines suppliers of selected brands to define the machine equipment. After meetings it will be possible to create bids of comparable machines and thanks to the information and experience gained during working on this thesis, make final decision.

After working out the first aim, the second one was to design furniture appropriate for production on CNC. This proposal will be manufactured as a prototype of furniture. This goal was also achieved. Specifically, it was a coffee table, which carries an element useable also for work and dining table. This thesis also described obtaining of all information necessary for the responsible development of a new piece of furniture and then described the whole process of manufacturing.

The theoretical part of the thesis showed a historical overview of table furniture. Research of all table types typology follows. Anthropometry knowledge verification, ergonomics and standards requirements assessment were also made.

Due to the fact that the table is detachable, there was also analyzed this type of furniture. This issue is nowadays connected with innovative design and CNC technology. Before the right material selection there also was overlook of all useable possibilities. Coupling elements and joints selection took into account the type and character of chosen material. To avoid creating something that was already invented, short overview of contemporary table furniture was made.

The practical part of thesis described creation of table from the first sketches, through the design of table parts, construction and color variations. The whole effort was completed with the first prototype. The thesis ended there, but the creation of new furniture not. Path to the new product that could be launched on the market is still quite long.

23. Použitá literatura

23.1. Literární zdroje (monografie)

- [1] AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ, přeložil KUDELA M., 1997: *Příručka obrábění - kniha pro praktiky*. Scientia, Praha, 857 s. ISBN 91-972299-4-6
- [2] BRUNECKÝ, P. *Dějiny a bydlení*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. ISBN 978-80-7375-354-2.
- [3] DLABAL, S. – KITTRICHOVÁ, E a kol. *Nábytek, člověk a bydlení* 1. Vyd. Praha: Ústav bytové a oděvní kultury, Praha a československé středisko výstavby a architektury, 1977. 178 stran.
- [4] HOLOUŠ Z., MÁCHOVÁ E., Kotásková P., 2008. *Odborné kreslení pro učební obor Truhlář*, 1. Vydání. Praha, Nakladatelství Informatorium, 105 stran. ISBN 978- 80-7333-069-9
- [5] KANICKÁ, L a Z HOLOUŠ. *Nábytek: typologie, základy tvorby*. Praha: Grada Publishing a.s., 2011. ISBN 978-80-247-3746-1.
- [6] KARAFIATOVÁ S., 2001: *Technologie 3*. ISŠ COP Olomoucká 61, Brno, 84 s.
- [7] KRÁL, Pavel a Jan ŠRAJER. *CNC obráběcí centra*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008, 79 s. ISBN 978-80-7375-163-0.
- [8] KŘUPALOVÁ, Zdeňka. *Nauka o materiálech: pro 1. a 2. ročník SOU učebního oboru truhlář*. 2. upravené. Praha: Sobotáles, 2004. ISBN 80-86817-02-04.
- [9] MAREK J. A KOL., 2010: *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. MM publishing, Praha, 420 s. ISBN 978-80-254-7980-3.
- [10] MAREK J., UČEŇ O., 2010: *CNC obráběcí stroje*. Technická univerzita, Ostrava, 108 s. ISBN 978-80-248-2329-4.
- [11] ŠIMEK, M. *Vývoj koncepčních přístupů k tvorbě demontovatelného nábytku*. In Nábytok 2010. 1. vyd. Zvolen: TU vo Zvolene, 2010, s. 1--7. ISBN 978-80-228-2109-4.
- [12] ŠTULPA, Miloslav. *CNC: obráběcí stroje a jejich programování*. Praha: BEN - technická literatura, 2006, 126 s. ISBN 80-730-0207-8.

23.2. Elektronické zdroje

- [13] BÖHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. *Materiály na bázi dřeva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva, 2012, 183 s. ISBN 978-80-213-2251-6. Dostupné z: <http://drevene-materialy.fld.czu.cz>
- [14] FOREJT, Miloslav. SPV PBS VELKÁ BÍTEŠ. *Obecný úvod do problematiky CNC programování* [online]. Velká Bíteš: Střední odborná škola Jana Tiraye Velká Bíteš, 2010 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: http://www.sosbites.cz/images/stories/VUKOV_TEXT_-_1.ST.pdf
- [15] MAREK J., 2006: *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. 1. vydání, Feng, 284 s. MM průmyslové spektrum [online]. 2011 [cit. 2015-02-20]. Dostupné na: <http://www.mmspektrum.com/>
- [16] ŘEZNÍČEK L., KNAP Z., 2001: *Základy obrábění na číslicově řízených obráběcích strojích*. Trutnov, 75 s. Solidcam [online]. Poslední změna 8. 11. 2010 [cit. 2015-02-20]. Dostupné na: <http://www.solidcam.cz/article.asp?nArticleID=50&nLanguageID=1>
- [17] SHERWIN-WILLIAMS CZECH REPUBLIC. Becker Acroma [online]. 2014 [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: <http://www.beckeracroma.com/cs/Czech-Republic/StartCH/>

23.3. Normy a legislativní předpisy

- [18] ČSN 91 0100. *Nábytek: Bezpečnostní požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
- [19] ČSN 91 0102. *Nábytek: Povrchová úprava dřevěného nábytku*. Technické požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
- [20] ČSN EN ISO 7250-1. *Základní rozměry lidského těla pro technologické projektování - Část 1: Definice a orientační body tělesných rozměrů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

24. Seznam obrázků

Obr. 1. Znázornění sítě DNC	15
Obr. 2. Souřadnicový systém na stroji	15
Obr. 3. Kartézský souřadnicový systém.....	15
Obr. 4. Svářecí robot	17
Obr. 5. Obráběcí centrum.....	18
Obr. 6. Stavba věty programu (Forejt, 2010)	22
Obr. 7. Struktura příkazu (Forejt, 2010)	22
Obr. 8. Kuchyňská linka Jívoví.....	27
Obr. 9. Schody buk Křížanov.....	27
Obr. 10. CNC Homag Venture 316 M	34
Obr. 11. CNC HOLZ-HER Pro Master 7125.....	35
Obr. 12. CNC SCM Tech Z5 Prisma	36
Obr. 13. CNC Biesse Rover A	37
Obr. 14. Francouzský gotický stůl	43
Obr. 15. Renesanční stůl ze Španělska.....	44
Obr. 16. Barokní stoly.....	45
Obr. 17. Pařížský pracovní stůl	45
Obr. 18. Psací stůl s roletou	46
Obr. 19. Stoly z doby empíru.....	46
Obr. 20. Kulatý stůl, Biedermeier	47
Obr. 21. Jídelní stůl cnc	48
Obr. 22. Konferenční stůl cnc	49
Obr. 23. Pracovní stůl cnc	49
Obr. 24. Hnízdové stolky	50
Obr. 25. Antropometrické body	51
Obr. 26. Ergonomie sezení u konferenčního stolku, boční pohled (Dlabal, Kittrichová a kol.)	52
Obr. 27. Ergonomie sezení u konferenčního stolku, přední pohled (Dlabal, Kittrichová a kol.)	53
Obr. 28. Ergonomie sezení u konferenčního stolku, horní pohled (Dlabal, Kittrichová a kol.)	53
Obr. 29. Ton židle č. 14.	57
Obr. 30. Graf 1. hustota materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner a Bomba, 2012).....	63
Obr. 31. Graf 2. pevnost v ohybu materiálů na bázi dřeva (Böhm, Reisner a Bomba, 2012)...	63
Obr. 32. Stůl Cork Tables.....	65
Obr. 33. „Made in ch-i-taly“	66
Obr. 34. Vogue Living	66
Obr. 35. Stůl VIC 1	67
Obr. 36. Stůl VIC 2	67
Obr. 37. Nábytek s názvem FLAT 1	68
Obr. 38. Nábytek s názvem FLAT 2.....	68
Obr. 39. Stůl Andreas Kowalewski	68
Obr. 40. Křížový spoj.....	69
Obr. 41. Průchozí čep.....	69
Obr. 42. Využití klínku k aretaci.....	70
Obr. 43. Spojení napružením části dílce	70
Obr. 44. Spoj zpevněný svázáním.....	71
Obr. 45. Skica 1.....	73

Obr. 46. Tvar 1	73
Obr. 47. Tvar 2	74
Obr. 48. Skica 2	74
Obr. 49. Tvar 3	75
Obr. 50. Tvar 4	75
Obr. 51. Vizualizace Tvaru 2	76
Obr. 52. Vizualizace Tvaru 3	76
Obr. 53. Vizualizace Tvaru 4	76
Obr. 54. Sestavení podstavy stolku	77
Obr. 55. Detail konstrukčního spoje	77
Obr. 56. Deska tloušťky 18 mm	78
Obr. 57. Deska tloušťky 10 mm	78
Obr. 58. Deska čtvercového tvaru	79
Obr. 59. Deska kruhového tvaru	79
Obr. 60. Úhlopříčné uložení desky	79
Obr. 61. Rovnoběžné uložení desky	79
Obr. 62. Detail spojení desky s podnoží 1	80
Obr. 63. Detail spojení desky s podnoží 2	80
Obr. 64. Spojení podnože se stolovou deskou	81
Obr. 65. Předpokládané konečné řešení stolku	81
Obr. 66. Základní rozměry stolku	82
Obr. 67. Nářezové plány	83
Obr. 68. Hrubé formátování materiálu	84
Obr. 69. Opracování podstavy na CNC obráběcím centru	85
Obr. 70. Ofrézování a kulacení polotovaru	85
Obr. 71. Opracování stolové desky na CNC	86
Obr. 72. Sestavení podstavy	86
Obr. 73. Zkušební sestavení stolku	86
Obr. 74. Soubor všech součástí	87
Obr. 75. Sestavená podstava	87
Obr. 76. Středový spoj 1	87
Obr. 77. Středový spoj 2	87
Obr. 78. Konferenční stůl	88
Obr. 79. Kolíkový spoj	88
Obr. 80. Detail spojení stolové desky	88
Obr. 81. Detail spojení stolové desky	88
Obr. 82. Fotografie vhodná na propagační materiály	89
Obr. 83. Biesse Rover 22	90
Obr. 84. Krok 1	91
Obr. 85. Krok 2	91
Obr. 86. Krok 3	92
Obr. 87. Krok 4	92
Obr. 88. Krok 5	92
Obr. 89. Barevné variace stolku	94
Obr. 90. Čtvercový jídelní stůl	95
Obr. 91. Obdélníkový stůl	95

25. Seznam obrázků z internetu

- Obr. 1. DNC
<http://www.adrco.com/dnecons.htm>
- Obr. 2. Souřadnicový systém na stroji
http://www.finweb-zk.mzf.cz/?page_id=90
- Obr. 3. Kartézský souřadnicový systém
http://www.finweb-zk.mzf.cz/?page_id=90
- Obr. 4. Svářecí robot
<http://automatizace.hw.cz/indukcni-vazebni-clen-turck-nic-pro-bezkontaktni-prenos>
- Obr. 5. Obráběcí centrum
<http://www.pilart.cz/produkt/HOLZHER-Dynestic-7516-CNC-centrum-nesting-568/>
- Obr. 10. CNC Homag Venture 316 M
<http://epimex.cz/nase-produkty/48-weeke-venture-230/>
- Obr. 11. CNC Holzher Pro Master 7125
<http://www.pilart.cz/produkt/HOLZHER-Pro-Master-7125-CNC-5-ose-centrum-559/>
- Obr. 12. CNC SCM Tech Z5 Prisma
<http://www.panas.cz/katalog/cnc-obrabeci-centra/produkt/tech-z5#>
- Obr. 13. CNC Biesse Rover A
http://www.biesse.com/en/ww/biesse_group/rover/rover_a
- Obr. 14. Francouzský gotický stůl
<http://encyklopedienabytku.rysanek.cz/?p=545>
- Obr. 15. Renesanční stůl ze Španělska
<http://www.bydlet.cz/273790-bydleni-historie-bydleni-renesance-francie-renesance-spanelsko/>
- Obr. 16. Barokní stoly
<http://www.n-i-s.cz/cz/baroko/page/356/>
- Obr. 17. Pařížský pracovní stolek
<http://www.n-i-s.cz/cz/rokoko/page/357/>
- Obr. 18. Psací stůl s roletou
<http://www.n-i-s.cz/cz/klasicismus/page/358/>
- Obr. 19. Stoly z doby empiru
<http://www.n-i-s.cz/cz/empir/page/359/>
- Obr. 20. Kulatý stůl, Biedermeier
<http://www.n-i-s.cz/cz/bidermeier-a-druhe-rokoko/page/360/>
- Obr. 21. Jídelní stůl cnc
http://www.bg-cnc.com/wordpress/?attachment_id=1200
- Obr. 22. Konferenční stolek cnc
<https://www.pinterest.com/pin/305330049709336986/>
- Obr. 23. Pracovní stůl cnc
<http://mocoloco.com/fresh2/2014/05/14/slope-desk-by-leonhard-pfeifer.php>
- Obr. 24. Hnízdové stolky
<http://www.novinky.cz/bydleni/tipy-a-trendy/223236-viceucelovy-nabytek-ma-vtip-a-setri-prostor.html>
- Obr. 25. Antropometrické body
<http://www.n-i-s.cz/cz/antropometrie/page/34/>

- Obr. 29. Ton židle č. 14.
<http://www.mofu.gr/product.php?pid=1391>
- Obr. 32. Stolek Cork Tables
<https://www.pinterest.com/pin/488992472016296757/>
- Obr. 33. „Made in ch-i-taly“
<http://stefanopugliese.virb.com/2012-made-in-ch-i-taly-collection#/i/0>
- Obr. 34. Vogue Living
<http://voguelivingmagazine.tumblr.com/post/57408966857/the-workshopped13-exhibition-opens-in-sydney-next>
- Obr. 35. Stůl VIC 1
<http://www.dezeen.com/2012/03/08/table-vic-by-elemento-diseno/>
- Obr. 36. Stůl VIC 2
<http://www.dezeen.com/2012/03/08/table-vic-by-elemento-diseno/>
- Obr. 37. Nábytek s názvem FLAT
<http://www.matdemoiser.com/cms/series-i/>
- Obr. 38. Stolek Andreas Kowalewsky
<http://inhabitat.com/andreas-kowalewskis-wedge-side-table-is-a-genius-single-material-flatpack-design/andreas-kowalewski-wedge-table-2/>
- Obr. 39. Křížový spoj
<http://www.archiproducts.com/en/news/36037/granorte-s-cork-fascinates-london.html>
- Obr. 40. Průchozí čep
<http://2egress.tumblr.com/post/82217127435/exquisite-table-for-safehouse-studio-here-in>
- Obr. 41. Využití klínku k aretaci
<http://plastolux.com/rocking-chair-easy-chair.html>
- Obr. 42. Spojení napružením části dílce
<http://www.popularwoodworking.com/blogs/randyjohnson/archive/2013/01/01/cnc-spring-joint-box.aspx>
- Obr. 43. Spoj zpevněný svázáním
<https://designawards.wordpress.com/2009/09/30/legato-stool/>

26. Seznam tabulek

Tab. 1 – Nejpoužívanější příkazy (Forejt, 2010)	23
Tab. 2 – Nejdůležitější informace o Weeke Venture 230 M.....	34
Tab. 3 – Nejdůležitější informace o Holzher Master 7125	35
Tab. 4 – Nejdůležitější informace o SCM Tech Z5 Prisma	36
Tab. 5 – Nejdůležitější informace o Biesse Rover A	37
Tab. 6 – Nejdůležitější informace	38
Tab. 7 – Hodnocení činitelů	38
Tab. 8 – Kalkulace nákladů na prototyp	93

27. Seznam příloh

Technická dokumentace

Příloha 1. – Obsahuje výkresy číslo 1001, 1002, 1003, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008