MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

Ústav designu, nábytku a bydlení

Návrh nábytku z ohýbaných trubek

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Práce obsahuje samostatné přílohy

2016/2017 Martin Psota

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

……

vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon 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 dne:

……

Podpis

Poděkování

Nejvíce bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Jaroslavu Svobodovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, skvělý přístup a podporu při vedení diplomové práce. Velké díky patří také panu Ing. Zdeňku Holoušovi, Ph.D. za rady ohledně konstrukčních záležitostí diplomové práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval paní Ing. Elišce Máchové za vědomosti, které mi předala a za její podporu během celého mého studia. Neopomenutelný a neocenitelný dík patří mému otci Ing. Jiřímu Psotovi za jeho obětavost a technické rady a mojí matce Mgr. Haně Psotové za její estetický názor a podporu. Na závěr bych rád poděkoval všem svým přátelům, které bych za nic nevyměnil a díky kterým jsem, kdo jsem.

Abstrakt

Jméno: Martin Psota

Name: Martin Psota

Název diplomové práce: Návrh nábytku z ohýbaných trubek

Name of thesis: Design of bent tube furniture

Abstrakt

Hlavní náplní diplomové práce je návrh nábytku pro odpočivný kout inspirovaný návrhy uměleckoprůmyslové školy Bauhaus. Teoretická část je členěna do dvou částí. První část se věnuje povrchovým úpravám, technologii ohybu a operacemi s ohybem spojenými. Druhá polovina teoretické části se zabývá vývojem nábytku z ohýbaných trubek. Praktická část je zaměřena na návrh konkrétních typů nábytku pro odpočivný kout. Celý proces navrhování je zdokumentován od původních skic, přes vizualizace až po výrobu prototypu. Součástí práce je také vypracování výkresové dokumentace pro případnou sériovou výrobu. Důležitou část práce tvoří také závěrečná diskuse.

Klíčová slova: ohýbaná trubka, Bauhaus, křeslo, odpočivný kout

Abstract

The main content of this thesis is the design of furniture for the resting nook inspired by designs from school of applied arts Bauhaus. The theoretical part is divided into two parts. The first part deals with surface finishes, bending technology and operations associated with bending. The second half of the theoretical part deals with the development of furniture from bent tubes. The practical part is focused on the design of specific types of furniture for the resting nook. The entire design process is documented from the original sketches through visualization to prototyping. The work also includes the development of design documentation for eventual mass production. An important part of the thesis is also final discussion.

Key words: bent tube, Bauhaus, lounge chair, the resting nook

Obsah

1 Úvod ... 8
2 Cíl práce a metodika ... 9
2.1 Cíl práce ... 9
2.2 Metodika ... 9
I. Teoretická část ... 11
3 Výroba trubek ... 11
3.1 Trubky bezešvé ... 11
3.2 Trubky svařované ... 12
3.2.1 Svařování tlakem ... 12
3.2.1.1 Spojité svařování v plynové peci natupo ... 13
3.2.1.2 Odporové svařování ... 13
3.2.2 Tavné svařování ... 13
3.2.2.1 Automatické svařování trubek pod tavidlem ... 13
3.2.2.2 Svařování laserem ... 13
4 Ohýbání trubek ... 14
4.1 Defekty při ohýbání ... 14
4.2 Minimální poloměr ohybu ... 15
4.3 Maximální poloměr ohybu ... 15
4.4 Způsoby ohybu trubek ... 16
4.4.1 Ruční ohýbání ... 16
4.4.2 Navíjecí ohýbání ... 17
4.4.3 Kombinovaný ohyb s osovou tlakovou sílou ... 18
4.4.4 Ohyb s ohřevem ... 18
4.4.5 Zakružování ... 19
5 Svařování ... 20
5.1 Tavné svařování ... 20
5.1.1 Druhy tavného svařování ... 20
5.1.1.1 Plamenové svařování ... 20
5.1.1.2 Obloukové svařování ... 21
5.1.1.3 Obloukové svařování v ochranné atmosféře ... 21
5.1.1.4 Odporové svařování ... 21
5.1.2 Rizika tavného svařování ... 22
6 Povrchová úprava kovů ... 23

6.1 Příprava povrchu před povrchovou úpravou ... 23
6.1.1 Broušení a leštění ... 23
6.1.2 Odmašťování ... 23
6.2 Povrchová úprava ... 23
6.2.1 Práškové lakování ... 23
6.2.2 Elektrochemická povrchová úprava ... 24
6.2.2.1 Galvanické mědění ... 24
6.2.2.2 Galvanické niklování ... 24
6.2.2.3 Galvanické chromování ... 24
6.2.3 Organické povlaky ... 25
7 Vývoj ohýbaného nábytku ... 26
7.1 Inspirace ... 26
7.2 První prototypy ... 27
7.3 Rozvoj ohýbaného nábytku ... 29
7.3.1 Problém s pružením ... 30
7.4 Aerodynamika a ohýbaný nábytek ... 31
8 Výrobci ohýbaných trubek ... 33
9 Nábytek z ohýbaných trubek v Československu ... 35
9.1 Jindřich Halabala a UP závody ... 35
9.2 Malosériová a prototypová výroba ... 37
10 Bauhaus – zdroj inspirace ... 39
10.1 Uměleckoprůmyslová škola Bauhaus ... 39
10.2 Studium na škole ... 41
10.3 Výuka designu ... 42
II. Praktická část ... 44
11 Inspirativní nábytkové produkty ... 44
12 Průběh navrhování ... 47
12.1 Design křesla ... 47
12.1.1 Skici ... 47
12.1.2 Konstruování ... 50
12.1.2.1 Typologie křesel ... 50
12.1.2.2 Ergonomie ... 50
12.1.2.2 Vizualizace ... 52
12.1.2.3 Výkresová dokumentace ... 56
12.2 Design skříňky ... 57

12.2.1 Skici ... 57
12.2.2 Konstruování a vizualizace ... 59
12.2.2.1 Výkresová dokumentace ... 61
12.3 Design podnožky ... 62
12.3.1 Konstruování a vizualizace ... 62
12.3.1.1 Výkresová dokumentace ... 63
12.4 Vizualizace odpočivného koutu ... 64
13 Výrobní proces ... 66
13.1 Ohýbání a výroba nosné konstrukce ... 66
13.2 Povrchová úprava ... 69
13.3 Výroba čalounění ... 73
14 Diskuse ... 76
15 Závěr ... 81
16 Summary ... 82
17 Použitá literatura ... 83
17.1 Knižní literatura ... 83
17.2 Elektronické zdroje ... 84
18 Seznam obrázků ... 86
19 Seznam příloh ... 92

1 Úvod

Žijeme v hektické době, rychle myslet, rychle jednat, hlavně se neotáčet. Pokud se otočíme, přijde uvědomění, že žít rychle jako James Dean nemá smysl. Všechno má svůj čas. Vytvořit místo (přesněji řečeno jeho vybavení) umožňující poslech hudby, umožňující na chvíli zapomenout na realitu, umožňující relaxovat, se stalo mým hlavním cílem.

Z mého hlediska je nejlepší způsob relaxace v křesle se sklenkou v ruce při poslechu hudby. Nejkvalitnější způsob poslechu hudby, způsob poslechu pro opravdové fajnšmekry, je poslech z gramofonu. Gramofon vynalezl v 19. století Thomas Alva Edison a doposud není kvalitnější reprodukce hudby.

Jelikož je gramofon symbolem minulého století, zaměřil jsem se na design prvků s ohledem na tohle období a to zejména na 30. léta. Tohle období je charakteristické designem nábytku z ohýbaných trubek. Nejcharakterističtější kousky byly vytvořeny uměleckoprůmyslovou školou Bauhaus, jež se stala mým hlavním zdrojem inspirace.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je vytvořit návrh nábytku pro odpočivný kout provedený v duchu moderny (využitím chromované ocelové trubky). Nábytková sestava bude sloužit jako stroj na relaxaci a bude se skládat z odpočivného křesla, menšího úložného systému (přizpůsobeného ukládání LP desek) a podnožky. Jako inspiraci pro navrhování bude sloužit teoretická část, jež bude mapovat vývoj nábytku z ohýbaných trubek ve světě i v českých zemích.

Z hlediska finanční náročnosti bude zhotoven jeden prototyp z nábytkové sestavy v měřítku 1:1 a to konkrétně odpočivné křeslo. Důležitou součástí práce je vytvoření výkresové dokumentace jako podklad pro případnou sériovou výrobu.

2.2 Metodika

První (teoretická) část práce je rozdělena na dvě části – část technologickou a část historickou. Technologická část je zásadní pro celý postup navrhování. Pomáhá pochopit, jaké materiály je vhodné použít a jakým způsobem je tvarovat. Zahrnuje způsob výpočtu minimálního a maximálního poloměru ohybu (veličiny zásadní pro bezchybný ohyb), způsoby ohýbání trubek a možnosti svařování. Poslední kapitola technologické části se zabývá možnou povrchovou úpravou ocelových trubek.

Historická část se zabývá vývojem nábytku z ohýbaných trubek, od jeho počátečních prototypů z plynových trubek a kolínek až po sériovou výrobu nádherných nekonečných lesklých linií. Historická část mapuje vývoj ohybu trubek po celém světě – od prototypů německé školy Bauhaus, přes streamlingový nábytek americké moderny až po tvorbu Jindřicha Halabaly v Československu. Závěr historické části je věnován uměleckoprůmyslové škole Bauhaus, která byla mou inspirací a ovlivnila jak mou diplomovou práci, tak způsob života celého světa.

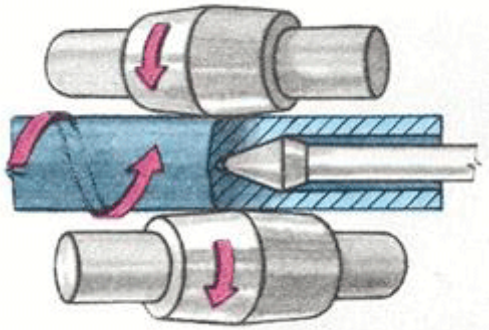
Praktická část je věnována procesu tvorby nábytku pro odpočivný kout. Po zmapování technologických možností a načerpání inspirace z historických modelů jsem se pustil do navrhování. Začal jsem skicovat a hledat tvar pro jednotlivé typy nábytku. Výsledný tvar jsem následně vymodeloval a vytvořil 3D vizualizace. Poté následovala konstruktérská část, kdy jsem řešil rozměry a ergonomii ve vztahu k člověku. Výstupem

této fáze je výkresová dokumentace. Finálním krokem této části byla výroba prototypu v měřítku 1:1. Úplným završením této části byla diskuze a celkové zhodnocení prototypu z hlediska použitých materiálů a celkového provedení.

I. Teoretická část

3 Výroba trubek

Sortiment výroby trubek lze rozdělit do dvou hlavních skupin – trubky bezešvé a svařované. Oba typy se od sebe liší způsobem výroby a druhem oceli.



Obr. č. 1: Výroba trubek válcováním (Mannesman)

3.1 Trubky bezešvé

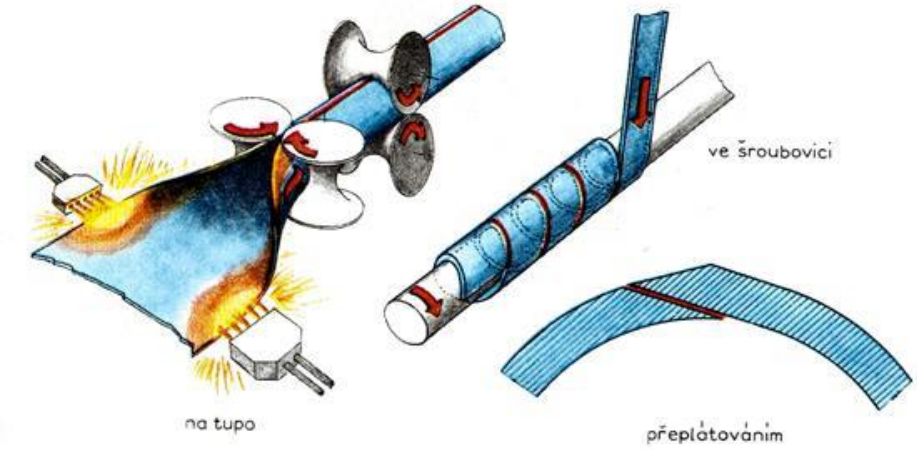
Pro výrobu trubek se užívá kvalitní ušlechtilá ocel (11 353), která dělá bezešvé trubky vhodné pro užití v náročných podmínkách. Trubky jsou odolné vůči rzi, času, vysokým i nízkým teplotám a kyselinám. Díky těmto skvělým vlastnostem jsou bezešvé trubky velmi nákladné a v nábytkářském průmyslu jsou využívané minimálně. Nejčastější užití je při výrobě HPL trubek pro hydraulické a pneumatické rozvody. [1]

Výroba bezešvých trubek se skládá ze dvou částí – výroba dutého polotovaru (předvalku) a vlastní výroby. Nejběžněji se bezešvé trubky vyrábí válcováním, možné jsou ale i metody tažení nebo protahování.

[1] Ocelové trubky. *Ocelové trubky* [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: http://www.ocelovetrubky.com/ocelove-trubky/

3.2 Trubky svařované

Svařované trubky se vyrábějí z neušlechtilé konstrukční pásové oceli (11 343). Tento typ trubek je výrazně lacinější a hodí se pro konstrukční účely nábytkářství. Pásová ocel je spojována vařením natupo, přeplátováním nebo ve šroubovici.



Obr. č. 2: Principy výroby svařované trubky

Výroba trubek se dělí podle:

1. Provedení svaru
    a. Svařování tlakem
    b. Tavné svařování
2. Způsobu výroby
    a. Svařování v plynových pecích
    b. Svařování trubek plamenem
    c. Elektrické svařování

3.2.1 Svařování tlakem

Kraje plechu jsou nahřáty na vysokou teplotu a poté spojeny pod klidným tlakem. Velikost teploty je dána obsahem uhlíku v oceli (čím vyšší obsah, tím je třeba vyšších teplot).

3.2.1.1 Spojité svařování v plynové peci natupo

Ocelový pás je intenzivně zahříván v plynové peci. Kraje jsou oproti středu zahřívány o něco více. Po zahřátí je pás umístěn na zakružovací a svařovací válečky, kde první pár válečků slouží ke zakružení pásu a druhý ke svaření.

3.2.1.2 Odporové svařování

Materiál je zahříván na základě elektrického odporu. Největší odpor je v místě dotyku elektrody s trubkou. Po zahřátí je pás v krajích ořízнut a poté umístěn do zakružovacího zařízení, kde se pás pomocí válečků formuje v trubku. Za válečky je svařovací zařízení, které kraje spojí a vytvoří trubku. Závěrem je svar vybroušen.

3.2.2 Tavné svařování

Spoje trubek se docílí roztavením kovu nebo přidáním kovu podobného složení. Zdrojem tepla je teplo plamene spalovaného plynu nebo teplo elektrického oblouku.

3.2.2.1 Automatické svařování trubek pod tavidlem

Trubka již v zakruženém tvaru je svařována pomocí elektrického oblouku pohybující se pomocí poháněných kladek. Elektrický oblouk nelze vidět – během svařování je svarová lázeň zasypávána tavidlem, které ho schová.

3.2.2.2 Svařování laserem

Svařování se provádí CO_2 laserem a je možné dvěma způsoby:

Pulzní svařování

Zejména pro trubky menších tlouštěk, svar je vytvořen mnoha následujícím a překrývajícími se body.

Klíčovou dírkou

Je to metoda vhodná pro svařování materiálu o různých tloušťkách. Tenká ionizovaná kapilára přenáší energii podél zahřívaných ploch. Při posuvu ve směru svařování dochází k opětovnému svaření kovových ploch a vytvoření tzv. klíčové dírky.[2]

[2] DRÁPALA, Miroslav. *Výroba a dělení trubek*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Eva Šmehlíková Ph.D.

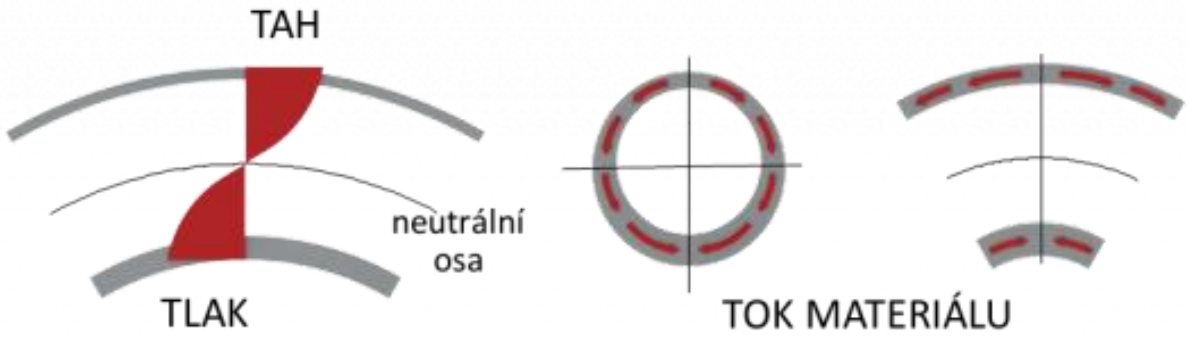
4 Ohýbání trubek

Ohýbáním lze materiál oblit do různých poloměrů. Na materiál působí napětí, díky kterému vzniká deformace a materiál je tak vytvarován do různých poloměrů ohybu.

Při působení napětí na materiál vzniká deformace složená ze dvou částí – plastická a pružná. Pružnou deformaci lze pozorovat jako „odpružení“ materiálu při odeznění plastické deformace (po skončení působení síly). Podobně jako u dřeva působí na vnější straně ohýbaného materiálu tahové napětí (způsobující protažení materiálu), na vnitřní straně tlakové napětí (způsobující zkrácení a příčné roztažení materiálu). Mezi napětími se nachází neutrální osa, kde nepůsobí žádné napětí. Při ohýbání se neutrální osa posouvá směrem dolů.

4.1 Defekty při ohýbání

Nežádoucími efekty při ohybu je zúžení v místě ohybu a dosažení nedostatečného poloměru ohybu vlivem odpružení. Velikost odpružení roste se zvětšující se délkou ramen a projevuje se jako úhlová odchylka (v rozmezí 3-15°). Odpružení se redukuje zvýšením požadovaného úhlu nebo pomocí kalibrace (zvýšení lisovací síly na konci ohýbání). Mezi další defekty patří zvlnění stěny a zploštění kruhového průřezu.[3]



Obr. č. 3: Schéma ohybu trubky

[3] MACHEK, Václav. Zpracování a zkoušení kovových materiálů. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04683-8.

4.2 Minimální poloměr ohybu

Stanovení minimálního poloměru ohybu je zásadní pro bezvadné provedení. Minimální poloměr závisí na mnoha faktorech – průměr trubky, tloušťka stěny, plastičnost materiálu, úhel ohybu atd. Nedodržení minimálního poloměru způsobuje vznik trhlin a případné prasknutí trubky.

V praxi pro stanovení minimálního poloměru pro ocel platí: R_{min} = 0,4-0,8 * s. Vypočtené hodnoty se obvykle zvyšují o 20 %. Další běžné stanovení minimálního poloměru je R_{min} = d * 2,5.

Početně lze R_{min} [mm] stanovit:

$$R_{min} = \frac{\mathrm{s} * (1 - \varepsilon_c)}{2 * \varepsilon_c}$$

Kde: s – tloušťka stěny [mm]

ε_c – mezní prodloužení materiálu

4.3 Maximální poloměr ohybu

Je maximální poloměr, který je možný ohnout, aniž by došlo k narovnání materiálu vlivem odpružení.

Početně lze R_{max} [mm] stanovit:

$$R_{max} = \frac{\mathrm{s} * \mathrm{E}}{2 * \mathrm{Re}}$$

Kde: s – tloušťka stěny [mm]

E – modul pružnosti v tahu [MPa]

Re – mez kluzu materiálu [MPa] [4]

[4] DVOŘÁK, Milan, František GAJDOŠ a Karel NOVOTNÝ. *Technologie tváření: plošné a objemové tváření*. Vyd. 5., V Akademickém nakladatelství CERM 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4747-9.

4.4 Způsoby ohybu trubek

Ohyb trubek probíhá buď za tepla nebo za studena ručně nebo na ohýbacím stroji. Ruční ohýbání se provádí pouze za studena a neprovádí se vyztužení vyplňujícím materiálem. Při ručním ohýbání je třeba věnovat zvláštní pozornost dodržení minimálního poloměru, aby nedošlo k zeslabení vnější strany ohybu. Tímto způsobem se ohýbají trubky menších poloměrů.

Na ohýbacích strojích lze trubky ohýbat za tepla i za studena. Při ohybu za studena je po ohýbání nutno trubku tepelně upravit nebo vyžíhat, aby došlo ke snížení vnitřního pnutí materiálu. Jako výztuha se používá trn, který chrání trubku před deformací a zploštění.

Při strojním ohýbání za tepla se ohýbá s výplní nebo bez výplně. Při ohybu s výplní se do trubky nasype písek, který musí být dokonale suchý, aby v trubce nevznikala vodní pára. Písek se nasype z jedné strany trubky. Poklepem trubky dochází k posunu písku a vyplnění prázdných míst, po jejichž vyplnění se trubka uzavře. Pokud se ohýbá bez výplně, ohýbá se pomocí kleští (čtyřhranné plechy s půlkruhovými otvory o průměru trubky). Kleště plní stejnou funkci – zabraňují zploštění trubky. Před procesem ohýbání je třeba místo ohybu rozdělit na 3 části a rovnoměrně je prohřívat (trubka má světle červenou barvu). Slabší trubky se ohřívají plamenem, ostatní indukčním ohřevem nebo plynem. [5]

4.4.1 Ruční ohýbání

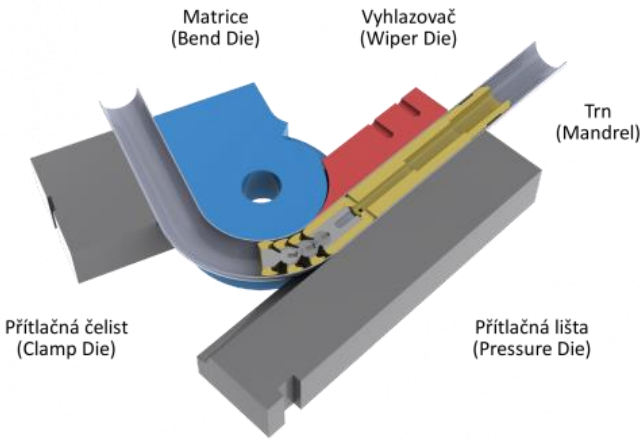
Způsob ohýbání pro tenkostěnné trubky do průměru 20 mm. Ohýbá se pomocí kladky s profilem o průměru trubky.

[5] SOLIL, Petr. *Technologie pro ohýbání tenkostěnné trubky*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Doc. Ing. Milan Dvořák, CSc.

Obr. č. 4: Ruční ohýbačka trubek

4.4.2 Navíjecí ohýbání

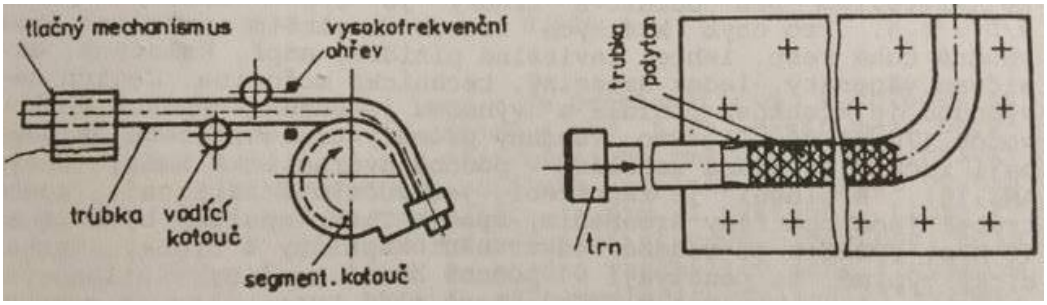
Nejrozšířenější způsob ohýbání, kdy ohyb probíhá pomocí rotujícího kotouče, ke kterému je trubka připevněna upínkou. Do rotujícího kotouče je trubka dotláčena přítlačnou lištou. Deformaci brání použití trnu jako výplně.



Obr. č. 5: Navíjecí ohyb trubky

4.4.3 Kombinovaný ohyb s osovou tlakovou sílou

Forma ohýbání trubek za studena na velmi ostrý ohyb, v podstatě funguje na principu navíjení. Díky polytanu, který v trubce „nabobtná“ dochází k zesílení stěny, čímž je redukováno její ztenčení. Vysoký tlak polytanu také brání vzniku zvlnění.



Obr. č. 6: Kombinovaný ohyb s osovým tlakem a ohřevem

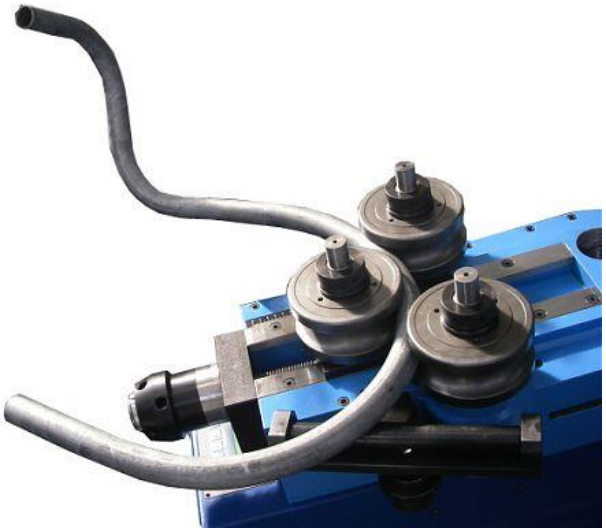
4.4.4 Ohyb s ohřevem

Používá se v situacích, kdy by ohyb za studena způsobil deformaci trubky (v situacích, kdy je třeba dosáhnout vyšší tvárnosti materiálu). Trubka se nejprve vyplní pískem, poté je umístěna do ohýbací šablony a je ohřívána pomocí kyslíko-acetylénového plynu. Výhodou je větší tvárnost a menší potřebná ohybová síla, nevýhodou je horší kvalita povrchu a vyšší náklady na energie.

Obr. č. 7: Stroj na ohýbání trubek za tepla

4.4.5 Zakružování

Je specifický způsob ohýbání, kdy je trubka tvářena do různých rotačních tvarů. Používá se k ohybu velkých poloměrů (tam kde nestačí běžná ohýbačka). Podle počtu válců členíme zakružovačky na tříválcové (1 válec hnaný, 2 podpůrné) a čtyřválcové (2 válce hnané, 2 podpůrné). S počtem válců roste i kvalita ohybu – riziko tříválcových zakružovaček je deformace jednoho konce ohýbané trubky. [6]



Obr. č. 8: Zakružování trubek

[6] DVOŘÁK, Milan, František GAJDOŠ a Karel NOVOTNÝ. *Technologie tváření: plošné a objemové tváření*. Vyd. 5., V Akademickém nakladatelství CERM 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4747-9.

5 Svařování

Svařování je operace, při níž vzniká nerozebíratelný spoj (nahradilo dřívější nýtování) na základě účinku meziatomových sil. Nejčastěji se setkáváme s tavným svařováním případně s ohřevem materiálu na vysokou teplotu a spojení pomocí tlaku. Dalšími typy svařování je svařování elektrostruskové, laserové nebo elektronové Mezi největší výhody této operace patří její automatizace.

5.1 Tavné svařování

Proces tavného svařování začíná roztavením kovu na bod tavení. Při této části se nahřívá malá část styčných ploch, teplo však prochází celým materiálem. Po ustálení teploty dochází ke spojení styčných ploch. V roztavených částech dochází k rozpouštění plynů, chemickým reakcím a mísení přídavného a základního materiálu.

5.1.1 Druhy tavného svařování

5.1.1.1 Plamenové svařování

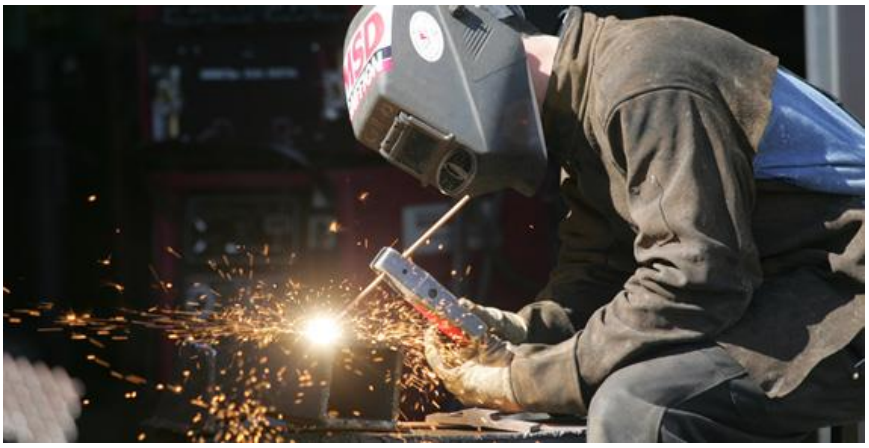
Svařování pomocí plamene tvořeného směsí acetylenového plynu a kyslíku. Používání tohoto typu není příliš časté z důvodu pomalého svařování (delší doba svařování způsobuje větší hloubku svaru). Plyn se mísí s kyslíkem ve vysoko nebo nízkotlakých hořácích.

Obr. č. 9: Plamenové svařování

5.1.1.2 Obloukové svařování

Způsob svařování, kdy je materiál svařován pomocí elektrody. Zdrojem tepla je elektrický oblouk hořící mezi materiálem a elektrodou. Elektroda se skládá ze středové části a obalu. Středová část se po chemické stránce co nejvíce blíží svařovanému materiálu. Obal (směsice organických a anorganických látek) má za úkol pojmout nečistoty povrchu a zlepšit ionizaci.

Alternativní metodou může být svařování pod tavidlem. Elektroda taví postupně dosypávané tavidlo, což zaručuje nepřetržitost svaru a rovnoměrné vlastnosti.



Obr. č. 10: Svařování elektrickým obloukem

5.1.1.3 Obloukové svařování v ochranné atmosféře

Pro zlepšení kvality svaru je možné svařovat v ochranné atmosféře WIG (TIG), MIG nebo MAG.

Svařování WIG (wolfram inert gas) je typ svařování v ochranné atmosféře argonu s netavící se wolframovou elektrodou. Tento způsob je využíván při svařování nerezu, titanu nebo mědi.

Svařování MIG (metal inert gas) je svařování v ochranné atmosféře argonu, helia nebo jejich směsi a využívá se zejména při svařování vysoce uhlíkatých ocelí. Svařování MAG (metal aktiv gas) probíhá v ochranné atmosféře tvořící směsice plynů argonu a oxidu uhličitého. Používá se ke svařování nelegovaných ocelí.

5.1.1.4 Odporové svařování

Teplo potřebné k natavení ploch je vytvořeno pomocí odporu elektrického proudu při průchodu materiálem. Proud má napětí v rozmezí 5-15 V a intenzitu kolem 100 000

A. Natavené plochy jsou následně přitlačeny k sobě, čímž vznikne spoj. Nejpoužívanější druhy odporových svarů jsou bodové a stykové.

Při bodovém svařování se k svařovaným plechům přitlačí elektrody s vyměnitelnou čepičkou. Po zapnutí elektrického proudu vznikne mezi plechy odpor a v místě přítlaku se nataví. Po přitlačení k sobě vznikne bodový svar.

Stykový svar spočívá v natavení konců materiálů za působení tlaku. Přibližováním a oddalováním konců vzniká mezi materiály elektrický oblouk, který nataví stanovenou délku. Po přitlačení k sobě vznikne svar. Jedná se o jednu z nejkvalitnějších metod svařování trubek.

5.1.2 Rizika tavného svařování

Tavné svařování nese určitá rizika způsobená krystalizací materiálu. Další rizika vznikají v důsledku teplotních změn. Uvnitř materiálu vzniká pnutí, které může narušit pevnost materiálu.

Jedním z rizik je vznik vrstevnatých krystalů. Tavicí teplota vrstevnatých krystalů je vyšší uvnitř než na povrchu, což zvyšuje riziko koroze.

Dalším rizikem je vznik mikrotrhlin v místě styku svaru a jeho okolí. Během tuhnutí dochází k ochlazování materiálu, kdy tuhnoucí kov vylučuje plynné látky. Během ochlazování v materiálu vniká pnutí, které může způsobit vznik trhlin.

Pro předejití rizik je vhodné po provedení svaru materiál tepelně upravit a to žíháním s pomalým chlazením na teplotu okolí. [7]

[7] MACHEK, Václav. Zpracování a zkoušení kovových materiálů. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04683-8.

6 Povrchová úprava kovů

6.1 Příprava povrchu před povrchovou úpravou

Před provedením povrchové úpravy je třeba připravit povrch. Povrch může obsahovat mechanické či chemické nečistoty, které mají negativní vliv na povrchovou úpravu. Hovoříme-li o mechanických nečistotách, je myšlena mastnota na povrchu materiál. V takovém případě se provádí odmašťování. Chemické znečištění zahrnuje oxidy, rez a okuje. Zbavíme se ho mechanickou úpravou povrchu (otrýskání, broušení).

6.1.1 Broušení a leštění

Při broušení kovových materiálu není podstatné ubírání materiálu a získání přesných rozměrů. Brousí se, aby se dostálo odstranění nerovného povrchu. Brousí se pomocí kotoučů nebo pásů. Pokud brousíme kotouči, užívá se různých tvrdostí (větší měkkost kotouče umožňuje brousit složité tvary). Zprvu je povrch upraven hrubováním, poté následuje hlazení, což slouží jako příprava pro galvanickou úpravu povrchu.

Leštění se používá nejenom jako základní příprava, ale také jako mezioperace při galvanické úpravě. K leštění se používají látkové kotouče a leštící pasta.

6.1.2 Odmašťování

Odmašťování je operace, při které je povrch nejčastěji zbavován mastnoty vzniklé v důsledku leštící pasty zbylé po leštění. Odmaštění také čistí povrch od rzi a okují. Odmašťovat lze pomocí: alkalických roztoků, organických rozpouštědel, elektrolytického odmašťování atd. [8]

6.2 Povrchová úprava

6.2.1 Práškové lakování

Práškové lakování probíhá pomocí pistole. Prášek obsahuje pigment, díky čemuž je možné barvení povrchu do různých odstínů. Práškové částice jsou nabity záporným nábojem a pomocí pistole jsou unášeny na povrch s opačným nábojem. Následně je

[8] MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1995. ISBN 80-7078-267-6.

prášek vytvrzen v peci. Mezi hlavní výhody práškového lakování patří ekologičnost, trvanlivost a odolnost vůči poškrábání. [9]

6.2.2 Elektrochemická povrchová úprava

Galvanické pokovování je založeno na přítomnosti stejnosměrného proudu, který se vytvoří na základě přenosu iontů. Výměna iontů probíhá mezi elektrolytickým roztokem a elektrodou. V elektrolytickém roztoku je pomocí jedné ponořené elektrody (anody) vytvořen elektrický proud. Do roztoku je potom ponořena druhá elektroda (katoda), která má být pokovována. Je již tedy patrné, že povrchová úprava probíhá ve vanách. [10]

6.2.2.1 Galvanické mědění

Galvanické mědění se užívá jako mezistupeň povrchové úpravy – slouží jako podkladová vrstva pro např. niklování či chromování. Chceme-li použít měď jako finální povrchovou úpravu, je třeba povrch chránit antikorozním nátěrem.

6.2.2.2 Galvanické niklování

Galvanické niklování se používá jako ochranná vrstva oceli a to buď bez měděného podkladu, nebo s ním. Bez měděného podkladu se využívá tam, kde je potřeba vyšší odolnosti vůči opotřebení. V nábytkářském průmyslu se využívá ve formě dekorativní, která vyžaduje měděnou mezivrstvu. Do povlaku se také přidává chrom, který chrání před korozí.

6.2.2.3 Galvanické chromování

Chromování lze rozdělit do dvou skupin – tvrdé a dekorativní. Tvrdé chromování se vyznačuje vysokou tvrdostí, je využíváno pro automobilový a opravárenský průmysl. Nábytkářský průmysl využívá chromování dekorativní. Dekorativní chromování tvrdostí,

---

[9] Práškové lakování. *ACL coating* [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: http://www.acl-coating.com/praskove-lakovani.html

[10] JANKŮ, Roman. *Spínaný zdroj pro galvanické pokovování*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Ing. Dalibor Červinka Ph.D.

která zajišťuje odolnost vůči otěru. Stejně jako niklování i chromování vyžaduje měděnou mezivrstvu.

6.2.3 Organické povlaky

Běžnou metodou, jak ochránit povrch před korozí je pomocí různých organických nátěrových hmot. Nátěrová hmota brání průniku vody ke kovovému povrchu, čímž zamezí korozi. Hotový návrh tvoří ucelený ochranný povlak, který může být transparentní (průhledný film) nebo pigmentovaný (neprůhledný film).

Nejčastější způsoby nanášení nátěrových hmot jsou: pomocí štětce, máčením, navalováním, poléváním a pneumatickým stříkáním.

Nátěry lze členit: podle užití: ochranný (proti chemickému prostředí mořské vodě), dekorativní, maskovací, speciální (elektrovodivé) atd. [11]

[11] MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1995. ISBN 80-7078-267-6.

7 Vývoj ohýbaného nábytku

7.1 Inspirace

Inspirací pro výrobu tohoto typu nábytku byl kovový nábytek do exteriéru a nemocnic a automobilový průmysl. Dosud vyráběný kovový nábytek si avantgardní umělci cenili pro svou hygieničnost, anonymitu a sériovost. Automobilový průmysl považovali avantgardisté za magický, symbolizoval život moderní společnosti.

Dalším vzorem se stala holandská skupina De Stijl, zejména její představitel Gerrit Rietveld. Gerrit Rietveld vytvořil svou Červenomodrou židlí, židlí tvořenou pouze plochami a liniemi, vytvořil vzor pro materiál – rovné průmyslové tvary s minimální tloušťkou. Barevné provedení židle, které popírá materiál, je prostředkem k jeho překonání. [12]

Obr. č. 11: Thonetovy ohýbané židle

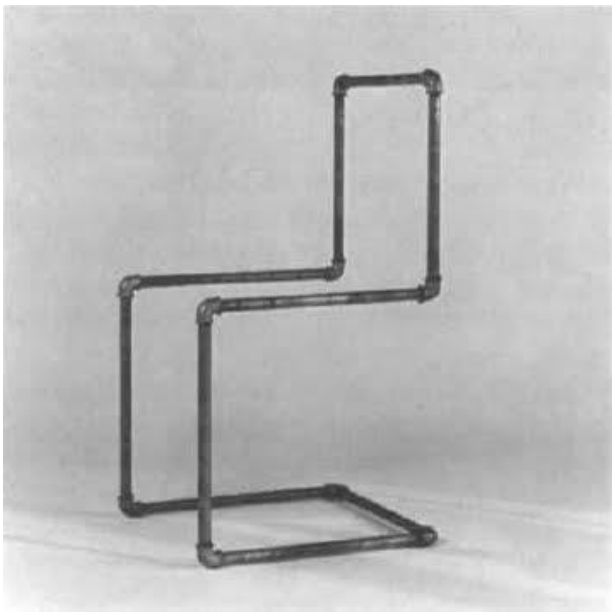
Poslední inspirací pro výrobu se stal Thonetův podnik na výrobu dřevěného ohýbaného nábytku. Po Thonetově vynálezu židle z ohýbaného dřeva nastala snaha o vytvoření kovové židle z jedné linie (princip ohybu dřeva se velmi blíží principu ohybu oceli). Tuto ideu podpořil Mannesmannův patent na výrobu bezešvých ocelových trubek z roku 1886. Na rozdíl od Thonetovy ohýbané židle, kterému nešlo ani tak o estetiku jak spíš o technologický pokrok, se designéři nábytku z ocelových trubek snažili dodat určitou lehkost, vzdušnost a eleganci.

[12] PESE, Claus a Ursula PETERS. Princip Thonet: od ohýbaného dřeva k trubce. Přeložil: Ilona NOŽIČKOVÁ. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum, c1989. Výstavní katalogy Germánského národního muzea. ISBN 3-926982-13-6.

Ocelová trubka byla materiálem moderní architektury (ocel-sklo-beton) a svými vlastnostmi odrážela atmosféru své doby (čistota, série, mezinárodní styl). Jelikož se jednalo o novou technologii, první kusy nábytku z ohýbaných trubek byly vyráběny v amatérských podmínkách. [13]

7.2 První prototypy

První židle z jedné (zatím spojené) linie trubek vznikla v roce 1924 a jejím autorem byl holandský návrhář Mart Stam. Židle byla vytvořena z plynových trubek a spojena pomocí kolínek. Konstrukce židle zatím neměla pružící efekt, byla vyrobena ze železné trubky místo ocelové. Pružící části byly pouze opěrák a sedák, které tvořily gumové popruhy. Za pomoci Ludwiga Miese van der Rohe a uměleckoprůmyslové školy Bauhaus vytvořil Mart Stam o dva roky později právoplatnou židli ohýbanou z jedné linie trubek.

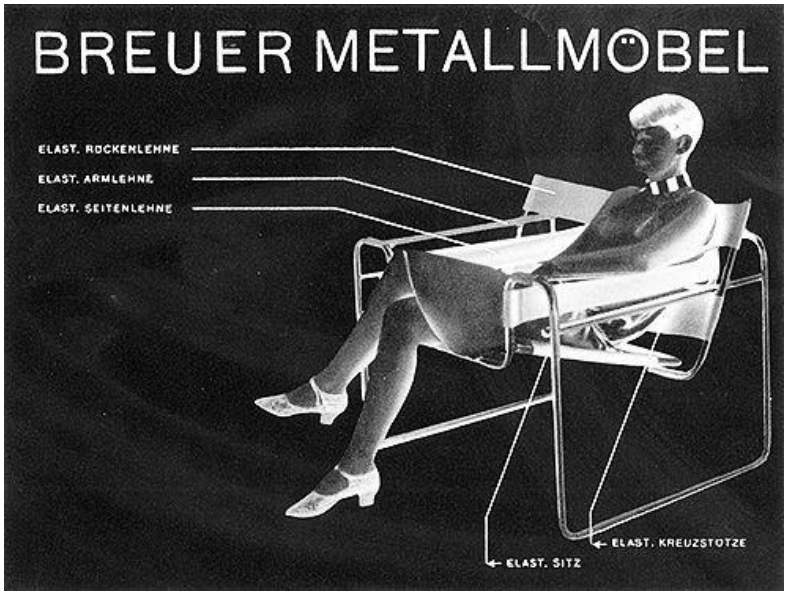


Obr. č. 12: První židle bez zadních noh

[13] SOUKENKA, Vladimír. Design nábytku. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-010-1072-4.

Pozměněnou verzi Stamovy židle vytvořil v roce 1928 Marcel Breuer. Technicky dokonalejší židle byla vyrobena z minimálního množství materiálu. Sedák a opěrák tvořil dřevěný rám s rákosovým výpletem nebo tvarovanou překližkou. Breuer propagoval svůj nábytek pomocí plakátů, díky kterým jeho židle vzbuzovaly obrovský ohlas [14]

Sám Mies van der Rohe byl technologií ohybu trubek zaujat a začal tvořit vlastní návrhy. Vytvořil židli na témže principu jako Mart Stam s tím rozdílem, že byla ohýbána za studena, trubka měla větší průměr a rovné linie nahradily půlkruhy. Společně s Martem Stamem vystavovaly židle na výstavě ve Stuttgartu, v kolonii Weissenhof. [15]



Obr. č. 13: Breuerův originální plakát

Židle Ludwiga Miese van der Rohe sklidila obrovský úspěch a dodnes je vyráběna firmou Knoll. Židle Marta Stama zato z trhu úplně zmizela - ať už z důvodu první malé série od firmy Tecta či dokonalejší verzí Marcela Breuera.

[14] DLABAL, Stanislav. Nábytkové umění: vybrané kapitoly z historie. Praha: Grada, 2000. Stavitel. ISBN 80-716-9655-2.

[15] SOUKENKA, Vladimír. Design nábytku. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-010-1072-4.

Marcel Breuer, Mart Stam a Ludwig Mies van der Rohe položili základ výroby nábytku z ohýbaných trubek. Jedněmi z průkopníků nábytku z ohýbaných trubek byli také Le Corbusier a Charlotte Perriand. Tato dvojice se nezabývala problematikou nábytku ohýbaného z jednoho kusu. Ikonický nábytek se stal vzorem pro další návrháře, jež lákala představa o nábytku z nekončící linie, jehož další rozvoj nastal po roce 1930.

Obr. č. 14: Židle Marcela Breura – B32

7.3 Rozvoj ohýbaného nábytku

Nové alternativy ohýbané kovové židle zacházely často do velmi komplikovaných ohybů. Nábytek se tak odchyloval od myšlenky jednoduchosti a ekonomičnosti. Příkladem jsou křesla od Ernsta A. Plischkeho a Ericha Dieckmanna. Na realizaci křesla E. Dieckmanna bylo dokonce zapotřebí 10 m trubky! Skrze ekonomičnost začali autoři při tvorbě návrhů křesel výrobky dělit a přiznávat spoje. Výrobky měly sedákovou část s nosnou částí spojenou pomocí matic a šroubů.

Obr. č. 15: Křeslo Ericha Dieckmanna

Při hledání nových tvarů pružící židle byly vymyšleny další dvě alternativy. První z nich neměla spojený sedák s opěrákem – židle tak pružili mimo zadní nohy. Mezi autory patří Emille Guillot, Guiseppe Terragni či Ivana Leonidova. Druhá varianta se lišila výměnou chybějících zadních nohou za přední. Touto variantou se zabýval Gerrit Rietveld nebo také český rodák Jindřich Halabala.

7.3.1 Problém s pružením

Po delší době užívání výrobku často docházelo k defektu přílišného pružení. Jako řešení se jevilo spojení sedáku a sanic pomocí zvláštní trubky, čímž ale židle kompletně ztratila schopnost pružit. Kompromis našel český architekt Antonín Heythum, který pomocí dvou půlkruhů napříč spojil sedák se spodní trubkou. Židle tak nadále pružila v opěrné části. Marcel Breuer esteticky sladil tuto variantu podélným umístěním podpěr (model WB). [16]

[16] PESE, Claus a Ursula PETERS. Princip Thonet: od ohýbaného dřeva k trubce. Přeložil: Ilona NOŽIČKOVÁ. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum, c1989. Výstavní katalogy Germánského národního muzea. ISBN 3-926982-13-6.

Obr. č. 16: Breurova hliníková židle WB z roku 1934

7.4 Aerodynamika a ohýbaný nábytek

Aerodynamismus nebo také streamling byl styl, který se uplatnil ve Spojených státech. Tento styl se inspiroval leteckým průmyslem a vzducholoděmi, což se projevovalo na oblém „aerodymickém“ tvaru výrobků vycházející z tohoto stylu. Aerodynamismus byla reakce na evropskou „tvarově chudou“ modernu. Zatímco nábytek evropské moderny je skromný, streamlingový nábytek působí velmi hřmotně. Zdůrazňuje čalounění v provedení masivních polštářů. Nejvýraznějšími osobnostmi v oblasti nábytku byli Nathan G. Horwitt a Kem Weber. [17]

[17] RILEY, Noël, ed. Dějiny užitého umění: vývoj užitého umění a stylistických prvků od renesance do postmoderní doby. Praha: Slovart, c2004. ISBN 80-7209-549-8.

Myšlenka streamlingu, kdy tvar měl omezit odpor, na který narazí, když prochází vodou či vzduchem, byla aplikována zejména na nosnou kostru křesel. Tento styl bývá také označován jako pozdní Art Deco. I když se jedná o americkou modernu, tak u většiny výrobků forma zřídka následuje funkci, spíše ji zakrývá. [18]

Obr. č. 17: Letecké křeslo od Kema Webera

[18] Streamlined Design: Modernity in America. Knoji: Consumer knowledge [online]. 2010 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://architecture.knoji.com/streamlined-design-modernity-in-america/

8 Výrobci ohýbaných trubek

Marcel Breuer byl při navrhování svých kusů nábytku inspirován jízdními koly firmy Adler, která jej ale při nabídce o spolupráci odmítla. Breuer a Bauhaus později najali klempíře, který realizoval jejich prototypy. O pár let později se Breuer spojil s leteckým průmyslem.

Skrze malé zkušenosti firem s výrobou nábytku bylo velmi obtížné hledat výrobce. Autoři často spolupracovali s malovýrobci, kteří sice nabídli výrobu série, ale pouze v limitovaném počtu kusů. Mies van der Rohe toho času spolupracoval s firmou Berliner Metallgewerbe Joseph Müller.

Autoři sami začali zakládat menší firmy – Marcel Breuer s kolegou Kalmanem Lengyelem spolupracovali při založení firmy Standard Möbel. Dále také Jean Prouvé, jenž založil firmu Société des Ateliers Jean Prouvé. Návrhářům skrze malé zkušenosti s podnikáním a špatný odhad trhu podnikání dlouho nevydrželo a byli nuceni podnik zavřít či prodat.

Dosavadní výrobci kovového nábytku (zahradní nábytek, nemocniční nábytek) byli možností, na které se návrháři mohli odkázat. Jednou z nich byla firma L. & C. Arnold. Firma, která vyrobila vůbec první kus ohýbaného nábytku - židli pro Marta Stama. Firma se také později zabývala výrobou hliníkového nábytku pro Marcela Breuera. I přes svoje prvenství nedokázala firma udržet dlouho produkty na trhu.

Nejdůležitější výrobci ohýbaného nábytku se stali firmy vyrábějící dřevěný nábytek. Jednalo se o firmy Waltera Knolla, Alberta Stolla a Thonet. Nejvýznamnější firmou z této trojice se stala firma Thonet. Firma Thonet odkoupila firmu Standard Möbel a doplnila tak svou kolekci o kousky Marcela Breura. Firma dále spolupracovala s Walterem Knollem, s nímž uzavřela smlouvu na výrobu „K-modelů“ (kousky Ludwiga Miese van der Rohe). Důležitou spolupráci uzavřel Thonet s Antonem Loreznzem (s nímž prvně vedl soudní spor o autorská práva). Právě Anton Lorenz, nyní jako součást Thonetu,

se stal hlavním bojovníkem za práva na výrobu ohýbaného kovového nábytku. Vytvářel různé patenty a s firmami uzavíral licenční smlouvy. [19]

Nábytek z ohýbané ocelové trubky se stal fenoménem a rozšířil se i do veřejných prostor (školy, nemocnice, čekárny atd.). Reedice tohoto typu nábytku se doposud vyrábí firmami Cassina Milán, Knoll International a Tecta Lauenferde. [20]

Obr. č. 18: Inspirace Marcela Breuera – jízdní kolo Adler

[19] PESE, Claus a Ursula PETERS. Princip Thonet: od ohýbaného dřeva k trubce. Přeložil: Ilona NOŽIČKOVÁ. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum, c1989. Výstavní katalogy Germánského národního muzea. ISBN 3-926982-13-6.

[20] SOUKENKA, Vladimír. Design nábytku. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-010-1072-4.

9 Nábytek z ohýbaných trubek v Československu

Z hlediska ohýbaného nábytku se v Československu nacházelo mnoho firem zabývající se populárním nábytek z ohýbané trubky. Jednalo se o firmy Mücke Melder, SAB, Slezák, Vichr a Zoufalý. Žádná z těchto firem se však nepokoušela přinést vlastní design, pouze proporčně měnila nábytek vytvořený Martem Stamem či Marcelem Breuerem. Nejvýznamnější firmou v Československu se staly UP závody v čele s Jindřichem Halabalou, které svoje portfolio výrobků obohacovalo o vlastní návrhy.

9.1 Jindřich Halabala a UP závody

Výrobky z ohýbaných trubek byly žhavou novinkou a českoslovenští výrobci s ní měli velmi málo zkušeností. Výrobci se takových zakázek zdráhali a byli ochotni vyrábět pouze menší bytové doplňky.

Vzhledem ke světovému trendu nábytku z jedné linie tenkostěnné trubky nehodlali českoslovenští návrháři zůstat pozadu. Jako počátek výroby nábytku z ohýbaných trubek na území Československa je uváděn rok 1930. V tomto roce se stal prvním architektem UP závodů Jindřich Halabala. Jindřich Halabala v té době započíná v Hodoníně výrobu nábytku z ohýbaných trubek (výroba tvořila asi 20 modelů nábytkových typů uváděné pod firemním jménem).

Obr. č. 19: Židle H-138

Nejvýraznějším typem nábytku je židle, často se jednalo o židli vycházející z tvaru Marcela Breuera/Marta Stama s pozměněnými proporcemi (model H-149). Originálnější

varianty jsou židle H-128 a H-138, které kombinují ocelovou trubku s překližkou jako sedákem a opěrákem.

Přelomem v Halabalově tvorbě se stal návrh židle s dvojím pružením zvaný *„vorderbeinlos“*. Halabala vypracoval k tomuto typu různé varianty. Varianty zahrnovaly křeslo doplněné područkami a masivními područkami, což zvyšovalo komfort (ovšem na úkor uzavřené linie). Další variantou sedacího nábytku bez předních noh jsou křesla a židle, kdy se trubka při ohybu kříží v opěradlové části a v části vybíhající v područky. Nejznámější verzí této série je křeslo H-91. Pro „zjemnění“ celkového dojmu vytvořil Halabala křeslo H-221, kde využil vyšší poloměry ohybu. Model však není tvořen jednou linií, oblouky tvořící područky jsou přišroubovány k sedákové části.

Obr. č. 20: Křeslo s dvojím pružením

Z hlediska designu nábytku Jindřicha Halabaly byla jeho tvorba nejúspěšnější v oblasti sedacího nábytku. Ostatní návrhy nedostaly takový ohlas. Za zmínku však stojí

odkládací stolek se zabudovanou lampou. Halabala předpokládal potřebu osvětlení při používání stolku a dal tak prostor vytvoření zajímavému prototypu. [21]

Obr. č. 21: Lampa s odkládacím stolkem

9.2 Malosériová a prototypová výroba

V Československu bylo mnoho talentovaných návrhářů, kteří dychtili po realizaci svých výrobků. Drtivá většina návrhů však zůstala pouze ve formě prototypů.

Jednou z nich byla Hana Kučerová - Záveská. Snažila využít trubku nejen jako konstrukční prvek, avšak také jako prvek módní a estetický. Její nejvýznamnější dílo je nábytek pro restauraci a zahradu barrandovské Terasy. Pro svou lehkost a odolnost byl vyráběn řadu let firmou Hynek Gottwald.

Za zmínku určitě stojí také tvorba Ladislava Žáka. Podobně jako Jindřich Halabala se zabýval zejména sedacím nábytkem. Jako velice úspěšná byla hodnocena variabilní souprava Malý byt. I přes velký ohlas (a to i v zahraničí) zůstala souprava pouze u zakázkové formy výroby. [22]

[21] HALABALA, Jindřich. Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně: [katalog výstavy : Muzeum města Brna, 29. května - 17. srpna 2003, Muzeum umění Olomouc, 12. září - 9. listopadu 2003. Brno: ERA, 2003. ISBN 8086517-65-9.

[22] ADLEROVÁ, Alena. České užité umění 1918-1938. Praha: Odeon, 1983. Užité umění.

Nábytek je srovnatelný s tvorbou Jindřicha Halabaly, s rozdílem objemu výroby. Nábytek Ladislava Žáka nikdy nedosáhl takové popularity jako nábytek Jindřicha Halabaly. Ve velké míře se jednalo o kusy vyrobené v prototypové formě pro účely výstav. Mezi takové patřily návrhy K. Honzíka, A. Heythuma nebo K. Orta. Výrobu zajišťovala převážně firma Hynek Gottwald z Brandýsa nad Orlicí.[23]

Obr. č. 22: Křeslo Ladislava Žáka

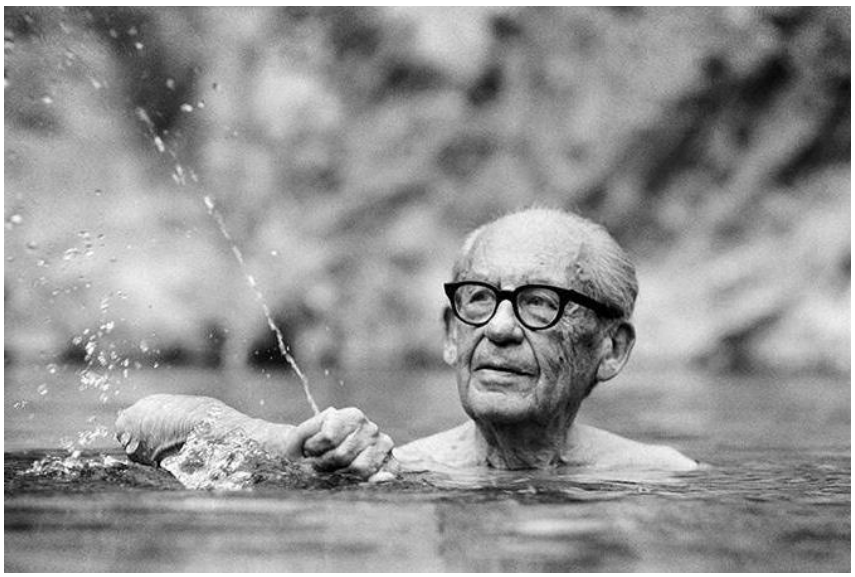
[23] HALABALA, Jindřich. Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně: [katalog výstavy : Muzeum města Brna, 29. května - 17. srpna 2003, Muzeum umění Olomouc, 12. září - 9. listopadu 2003. Brno: ERA, 2003. ISBN 8086517-65-9.

10 Bauhaus – zdroj inspirace

10.1 Uměleckoprůmyslová škola Bauhaus

Bauhaus vznikl roku 1919 ve Výmaru. Bauhaus si při vzniku stanovil 3 cíle. První cíl byl vychovat člověka, který bude jak umělec, tak řemeslník. Druhý cíl bylo sjednocení všech umění – snažili se sjednotit studenty umění a řemesla a přimět je ke spolupráci. Spoluprací byly myšleny stavby. Posledním cílem bylo vytvořit školu jako nezávislou instituci. Bauhaus doufal, že se vymaní ze závislosti na státních financích prodejem vlastních výrobků.

Během svého působení se ve škole vystřídali celkem 3 ředitelé. První ředitel a zároveň zakladatel Walter Gropius byl ve své době velmi významným architektem. Gropius se snažil vymanit Bauhaus z akademické půdy, na škole nebyli žádní profesoři ani studenti, nýbrž mistři a učni. Snažil se skloubit umění a řemeslo. U žáků byl velice oblíbený, byl pověstný svým obětavým přístupem, otevřeností k nápadům a spolehlivou finanční podporou. Gropius byl vedle ředitelského postu také vedoucím nábytkářské dílny. Jako ředitel byl velmi schopný, vytrvale sháněl finance pro chod školy, její studenty a zaměstnance hájil, jelikož škola byla střed jeho života

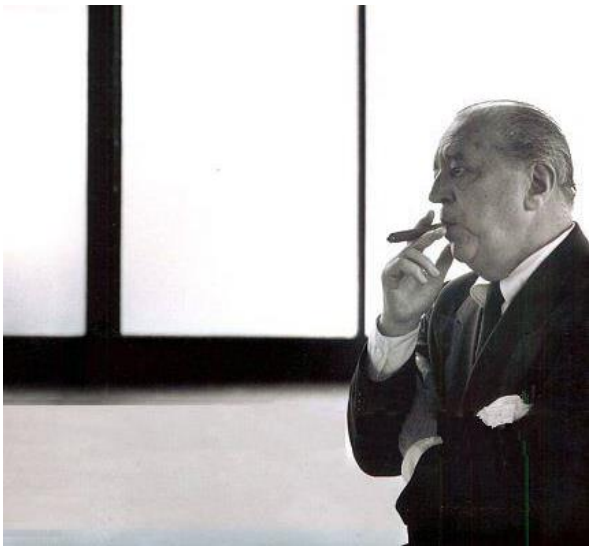


Obr. č. 23: Walter Gropius

Druhý ředitel, Hannes Mayer, byl protipólem Waltera Gropia. Švýcarský architekt Hannes Meyer na škole nebyl příliš oblíbený a po svém nástupu na post ředitele obdržel výpověď od několika dosavadních kantorů, mezi kterými byl například Marcel Breuer. Meyer odmítal umění, byl levicový (marxista) a své postoje vnucoval studentům, nezajímala ho kvalitní produkce, spíše se přikláněl k levné sériové výrobě. Tento přístup učinil školu velmi úspěšnou (bohužel jen po stránce finanční nikoliv morální), což se stalo trnem v oku oponentům školy. Meyer byl obviněn z šíření bolševismu a odvolán z postu ředitele, na jeho místo byl dosazen Ludwig Mies van der Rohe.

Obr. č. 24: Hannes Meyer

Van der Rohe se snažil obnovit původní postavení školy. Výuku značně zaměřil na studium architektury (sloučením kovodílen, nábytkářských dílen a nástěnných maleb do předmětu interiérové návrhářství), také kladl důraz na eleganci a estetickou správnost. Se vzrůstající mocí nacismu došlo k omezení finančních dotací. Později roku 1933 byl Bauhaus zavřen nadobro (z důvodů ohrožující režim).



Obr. č. 25: Ludwig Mies van der Rohe

10.2 Studium na škole

Pro přijetí na školu bylo nutné projít přijímacím řízením – student musel předložit portfolio prací, životopis, prohlášení o finančním zázemí a policejní bezúhonosti, na základě čehož byl přijat na půlroční zkušební dobu. [24]

Semestrální (později dvousemestrální) zkušební doba nebo také přípravný kurz rozhodoval, zda je student schopen studovat na škole Bauhaus. Po půlroční výuce řemesla v dílnách pod vedením Josefa Alberse se rozhodlo, zda je student „tvorby schopný" a může-li ve studiu pokračovat. Mnoho studentů odcházelo s nepořízenou, ti, kdo byli způsobilí, si zvolili své pole působnosti, své řemeslo. Tento kurz považoval Walter Gropius za zásadní, s postupnou obměnou ředitelů však ztrácel na významu, až byl nakonec Miesem van der Rohem úplně zrušen. Přípravný kurz byl nahrazen závěrečnou zkouškou probíhající na konci roku.[25]

Při nástupu se stal student učněm, po složení zkoušky u příslušného cechu se stali tovaryši. Někteří tovaryši byli zaměstnáni a pobírali menší plat. Tovaryš se následně připravoval na mistrovskou zkoušku.

[24] WHITFORD, Frank. *Bauhaus*. Přeložil Martin POKORNÝ. V Praze: Rubato, 2015. Eseje (Rubato). ISBN 978-80-87705-34-6.

[25] DROSTE, Magdalena. *Bauhaus: 1919-1933 : reforma a avantgarda*. Praha: Slovart, c2007. ISBN 978-80-7209-881-1.

Studenti tvořili produkty přímo k prodeji. Materiály dodala škola a výrobek tak byl jejím vlastnictvím. Pokud se produkt podařilo prodat, obdržel student určitý podíl ze zisku. Sám Gropius této možnosti často využíval. Nechal studenty tvořit nábytek pro domy, které tvořila jeho architektonická kancelář.

Absolventi školy byli velmi úspěšní a žádaní, zejména pro svou všestrannost. Studenti uměli malovat, navrhovat nábytek, keramiku i fotografovat. [26]

10.3 Výuka designu

Jak již bylo řečeno, smyslem výuky Bauhausu je vychovat zručné studenty schopné se začlenit do výrobního procesu. Walter Gropius tento fakt podnítil vydáním požadavků na výrobek – výrobek se mohl skládat pouze z malého počtu prvků, aby byl způsobilý průmyslové výrobě. Později, když se stal hlavní filosofií školy funkcionalismus, byl pod Gropiovým dozorem vytvářen design známý jako „styl Bauhaus“. Funkcionalismus znamenal rovnováhu mezi materiálem, tvarem a formou.

Během Gropiovy působnosti byly v duchu této filosofie vytvořeny ikony jako lampa od Karla Jacoba Juckera a Wilhelma Wagenfelda, čajová konvice Marianne Brandtové nebo laťová židle od Marcela Breuera. Prototypy byly vyfotografovány a prezentovány jako design vzniklý na základě analýzy vhodný pro průmyslovou výrobu. Největšího rozmachu designu Bauhaus dosáhl pod taktovkou Waltera Gropia. Gropius

[26] WHITFORD, Frank. *Bauhaus*. Přeložil Martin POKORNÝ. V Praze: Rubato, 2015. Eseje (Rubato). ISBN 978-80-87705-34-6.

považoval estetiku v designu za podstatnou, po jeho odchodu v roce 1928 se „styl Bauhaus“ pomalu vytrácel. [27]

Obr. č. 26: Čajová konvice Marianne Brandtové

[27] DROSTE, Magdalena. *Bauhaus: 1919-1933 : reforma a avantgarda*. Praha: Slovart, c2007. ISBN 978-80-7209-881-1.

II. Praktická část

11 Inspirativní nábytkové produkty

Největší inspirací pro tvorbu diplomové práce byly nábytkové prvky produkované školou Bauhaus a to zejména produkty Ludwiga Miese van der Rohe. Pro návrh nábytku pro odpočivný kout se autor soustředil zejména na sedací a úložné nábytkové typy.

Obr. č. 27: Křeslo od L. Miese van der Rohe

Obr. č. 28: Židle od L. Miese van der Rohe

Nábytek L. Miese van der Rohe má oproti ostatním soudobým kusům nábytku v sobě díky použitým velkým poloměrům větší lehkost a vzdušnost. Niklované trubky v kombinaci s koženým čalouněním vytváří elegantní produkt.

Obr. č. 29: Křeslo Wassily

Na křesle Marcela Breuera Wassily byl autor nejvíce zaujat využitím kožených popruhů jako područek.

Obr. č. 30: Noční stolek

Obr. č. 31: Odkládací stolky

Pro úložný nábytek byly vyhledávány produkty, které kombinovaly trubkovou nosnou konstrukci a dřevěný korpus.

Obr. č. 32: Toaletní stolek

Barvené korpusy spolu s niklovaným povrchem vytváří zajímavý kontrast. Zajímavý prvek je spojení trubky s korpusem. Spojení na závrtnou matici vytváří pěkný detail přiznané půlkulové šroubové hlavy.

12 Průběh navrhování

Procesu navrhování křesla předcházela rešerše zejména historických křesel a židlí z 30. let minulého století. Největší inspirací byla pro autora škola Bauhaus, v průběhu hledání tvaru se však autor neomezil pouze na německý design, zkoušel také zakomponovat masivní polštáře – typické pro křesla Jindřicha Halabaly, nebo také prvky amerického streamlingu.

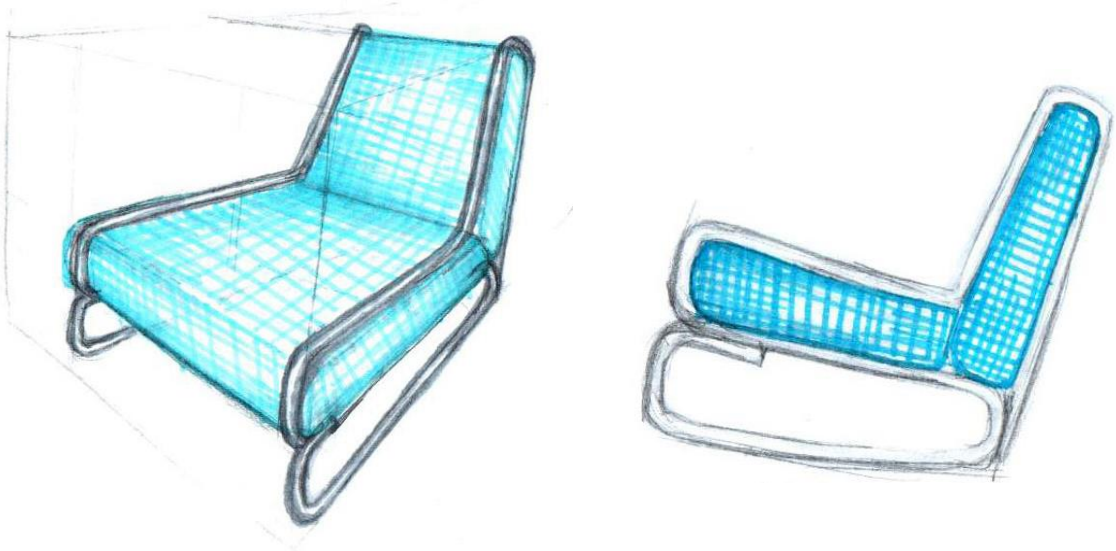
Následující design úložného prvku vychází z principu samostatného kovového rámu připevněného ke korpusu pomocí matic a šroubů. V průběhu navrhování zkoušel autor různé tvarové variace, až dospěl k finálnímu návrhu, který přináší odlišný způsob ukládání.

Dodatečně byla také vytvořena podnožka vycházející z tvaru křesla. Podnožka byla vytvořena z důvodu většího komfortu.

12.1 Design křesla

12.1.1 Skici

Zprvu bylo zamýšleno vytvořit křeslo podobné stylu Jindřicha Halabaly – masivní polštáře a ohýbaná konstrukce z trubek.



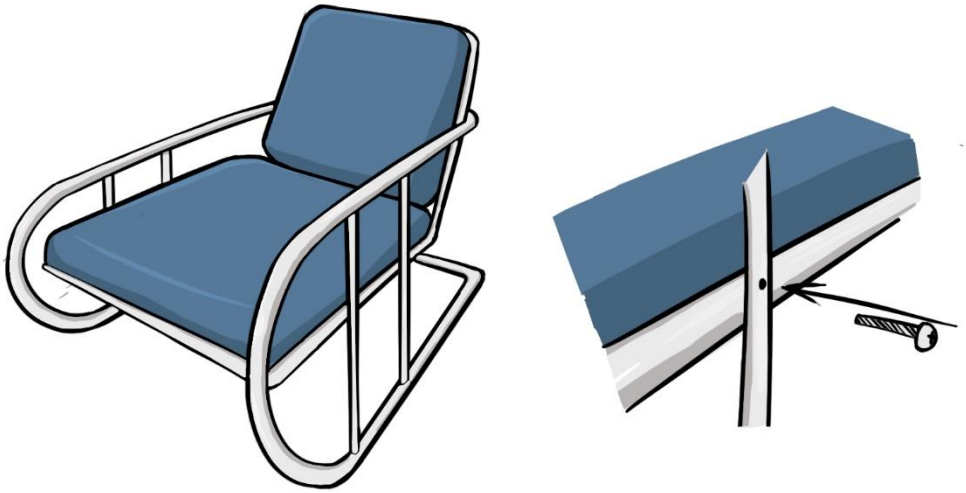
Obr. č. 33: Skica křesla č. 1

Postupem času autor upouštěl od „hranatých“ ohybů a spíše přecházel do větších měkčích poloměrů. V tvorbě autor přecházel ze stylu socialistického Československa do německého Bauhausu.

Obr. č. 34: Skica křesla č. 2

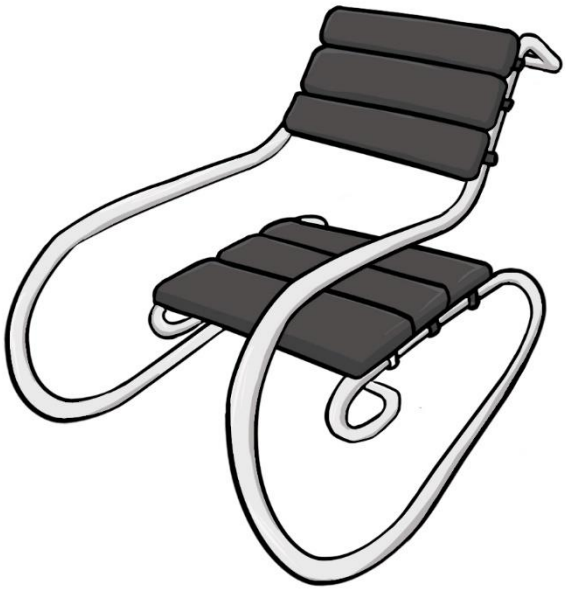
Během dalšího postupu práce se autor snažil zakombinovat do tvorby prvky amerického streamlingu a různě kombinovat připevnění sedáku.

Obr. č. 35: Skica křesla č. 3



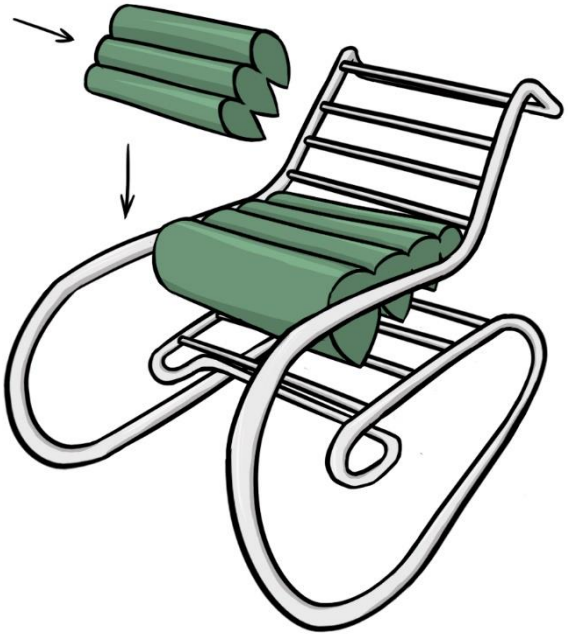
Obr. č. 36: Skica křesla č. 4

Následující skica zachycuje finální variantu. Byla zvolena varianta tvořená jednou nekonečnou linií trubky. Jako nosný rošt pro čalounění slouží tenčí trubičky navařené ke hlavní konstrukci.



Obr. č. 37: Skica křesla č. 5

Byla zamýšlena alternativa s „přenosným čalouněním“ z hlediska náročnosti výroby bylo od této varianty upuštěno.



Obr. č. 38: Skica křesla č. 6

12.1.2 Konstruování

12.1.2.1 Typologie křesel

Při rozhodování o typu křesla mohl autor vybírat ze tří možností – křeslo odpočivné nízké, odpočivné vysoké a společenské. Zásadní rozdíl mezi křesly je ve výšce opěradla. Křeslo společenské je určené ke konverzaci se společností. Jeho opěradlo sahá pod lopatky, v některých případech dochází ke sloučení opěradla s područkami. Křeslo nízké odpočivné má opěradlo o něco delší a může mít i větší sklon (společenské křeslo max. 95°, odpočivné křeslo 95°-105°). Křeslo odpočivné vysoké je téměř identické s odpočivným nízkým, s rozdílem opěrky, která umožňuje díky své výšce i podepření hlavy.

Při výběru typu křesla byl brán ohled na výsledný design křesla, a proto zvolen „zlatý střed“ – křeslo nízké odpočivné.

12.1.2.2 Ergonomie

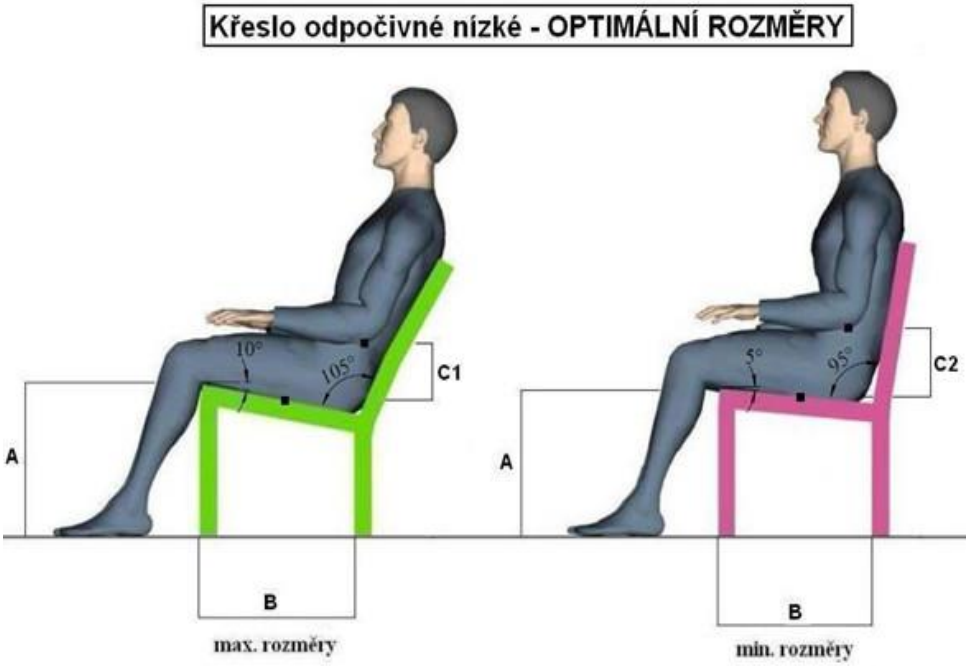
Sezení, ač je považováno za odpočivnou činnost, je pro lidské tělo velmi náročné. Při sezení dochází k zátěži meziobratlových plotének, která pokud není dostatečně prokrvována, může způsobit bolesti. Správné prokrvení zajišťuje správná „narovnaná“

pozice zad. Sezení by tedy mělo umožňovat změnu pozice a podněcovat správnou polohu páteře. Je tedy nutno přistupovat k tvorbě sedacího nábytku ergonomicky a zvolit vhodné rozměry. [28]

Při konstruování křesla autor vycházel z normy ČSN 91 0611 – Nábytek. Křesla a pohovky. Základní rozměry a z antropometrického měření provedené naší školou.

	ROZMĚRY MĚŘENY DLE:
A	Antropometrický rozměr - Výška podkolení jamky vsedě (vzdálenost podkolení od země)
B	Antropometrický rozměr - Délka stehna k podkolení vsedě (vzdálenost hýždě - zákolení jamka)
C1 a C2	ČSN 91 0620 - (horní rovina loketníku - střed funkční plochy sedadla)
Šířka sedadla	Antropometrický rozměr - Šířka sedu
Šířka područek	Antropometrický rozměr - Šířka loktů vsedě

Obr. č. 39: Legenda k obr. č. 40



Křeslo odpočivné nízké					
Velikost	(XS)	S	M	L	(XL)
Výška postavy +/- 5cm	(155 cm)	165 cm	175 cm	185 cm	(195 cm)
A	30,0 - 32,0 cm	38,0 - 40,0 cm	**40,0 - 42,0 cm**	43,0 - 45,0 cm	45,0 - 47,0cm
B	45,0 cm	45,0 cm	**50,0 cm**	50,0 cm	55,0 cm
C1	13,0 cm	14,0 cm	**15,0 cm**	16,0 cm	17,0 cm
C2	16,0 cm	17,0 cm	**18,0 cm**	19,0 cm	20,0 cm
šířka sedadla	55,0 cm	55,0 cm	**55,0 cm**	60,0 cm	65,0 cm
vzdálenost mezi područkami	55,0 cm	60,0 cm	**60,0 cm**	65,0 cm	70,0 cm
úhel sedáku	5° - 10°				
úhel opěráku	95° - 105°				

Obr. č. 40: Antropometrické rozměry pro nízké odpočivné křeslo

[28] BRUNECKÝ, Petr, Věra JANČOVÁ, Boris HÁLA a Zdeněk HOLOUŠ. *Nábytkářský informační systém "NIS"*. Brno: Ircaes, 2011. ISBN 978-80-87502-05-1.

12.1.2.2 Vizualizace

V prvních pokusech o ztvárnění křesla v reálných rozměrech šlo spíše o zkoušku poloměrů ohybu. Křeslo v této podobě nebylo přizpůsobeno požadavkům pro sezení člověka. Nejvíce je tento fakt patrný na výšce područek, jejichž rozměr je příliš malý na to, aby bylo možné komfortní podepření rukou. Další komfortu bránící fakt je zakončení sedadla, které by při zasunutí nohou dozadu stláčelo podkolení jamku.

Obr. č. 41: Vizualizace křesla č. 1

Obr. č. 42: Vizualizace křesla č. 2

Během dalšího pokusu autor zkoušel odstranit zmíněné problémy. Zkoušel vytvořit variantu bez obloukového zakončení sedáku, což by odstranilo problém se stláčením podkolení jamky. Pro sjednocení vzhledu odstranil i zakončení opěráku. Byla také přidána trubička spojující křeslo vespod (což zabrání případnému rozjíždění křesla).

Obr. č. 43: Vizualizace křesla č. 3

Obr. č. 44: Vizualizace křesla č. 4

Z autorova hlediska tato varianta ztratila odstraněním zakončení na estetické hodnotě. Rozhodl se tedy hledat jinou cestu. Obloukové zakončení pod sedákem bylo prodlouženo a byl tak získán potřebný prostor pod nohama. Prodloužením sedákových oblouků vznikly jakési „berany“, návrh funkční jak po stránce ergonomické tak i estetické.

Obr. č. 45: Vizualizace křesla č. 5

Obr. č. 46: Vizualizace křesla č. 6

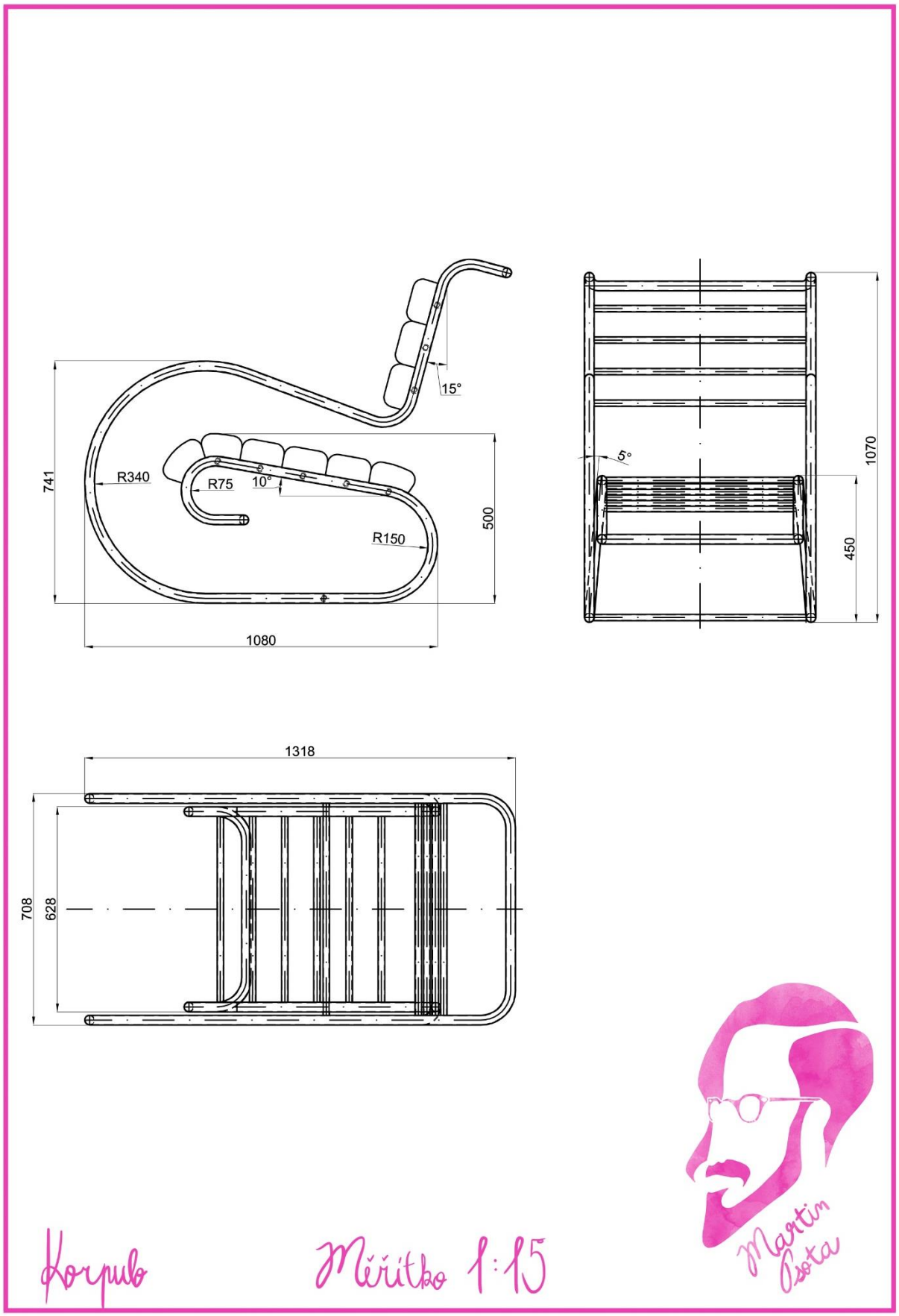
Z technologického hlediska nebylo možné vyrobit křeslo v jednom kuse. Křeslo by potom z důvodu malých rozměrů chromovacích van nebylo možné pochromovat. Křeslo tedy bylo rozděleno na čtyři části – opěrnou, sedákovou a dvou velkých oblouků tvořící područky. Po pochromování se díly spojí pomocí čepů, které budou navařeny v obloucích a následně zajištěny šroubem.

Obr. č. 47: Vizualizace křesla vcelku

Obr. č. 48: Vizualizace rozloženého křesla

Obr. č. 49: Vizualizace spoje

12.1.2.3 Výkresová dokumentace

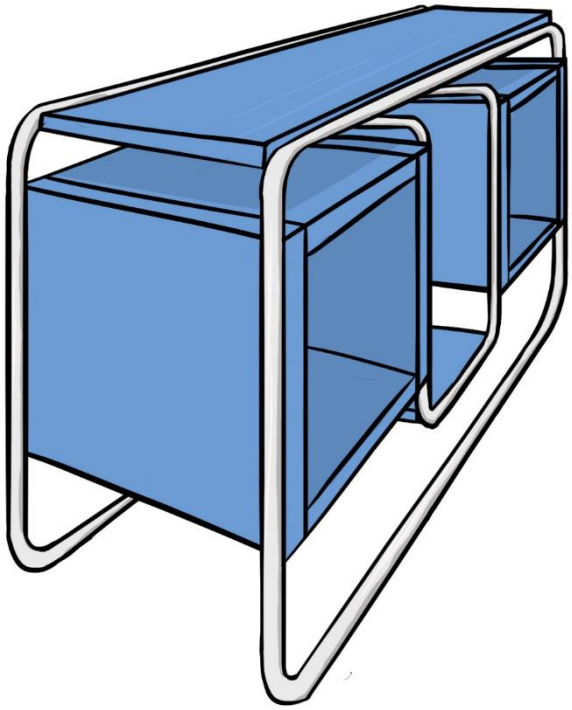


Obr. č. 50: Výkres křesla

12.2 Design skříňky

12.2.1 Skici

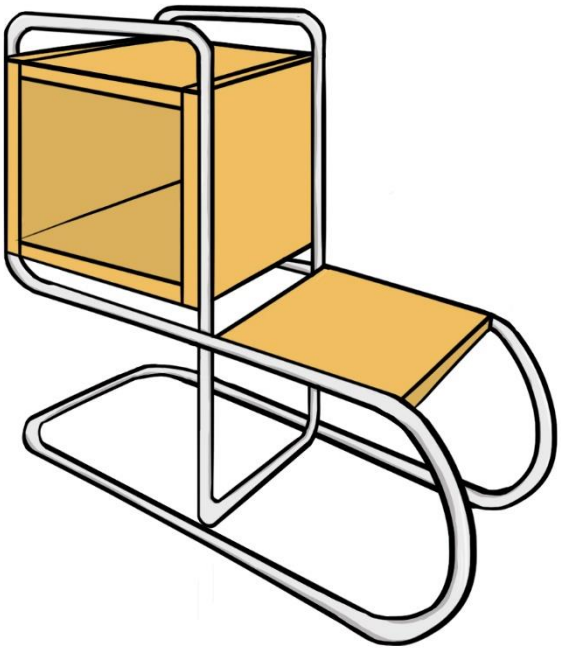
Skrze autorovu zálibu v gramofonech a přehrávání LP desek byl návrh přizpůsoben tomuto typu aktivity. Cílem bylo vytvořit menší solitér, který by umožňoval ukládání LP desek a zároveň odložení gramofonu a reproduktorů.



Obr. č. 51: Skica skříňky č. 1

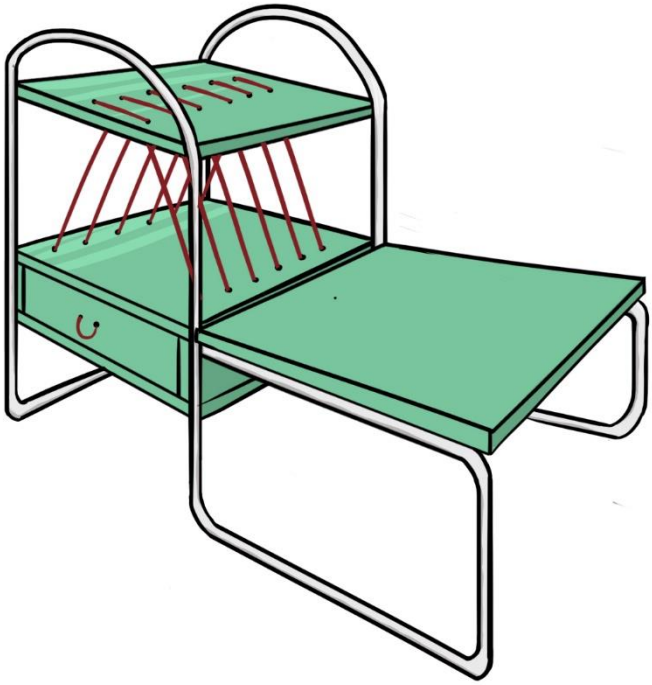
První pravoúhlý návrh zahrnoval dva menší boxy pro ukládání LP, mezi nimi prostor pro uložení gramofonu a vrchní odkládací plochu pro reproduktory.

V další variantě se autor snažil návrh více sladit v duchu křesla – velký poloměr ohybu. Také došlo k celkovému uskromnění návrhu. Není cílem vytvořit velký úložný systém, ale pouze menší úložný nábytek pro pohodový poslech oblíbených LP desek.



Obr. č. 52: Skica skříňky č. 2

Finální varianta upouští od klasického „krabicového úložného systému. Místo toho volí způsob, kdy se vlastník může rozhodnou sám, k jakému účelu bude sloužit.



Obr. č. 53: Skica skříňky č. 3

12.2.2 Konstruování a vizualizace

Při tvorbě designu skříňky autor považoval za nezbytné, aby všechny kusy nábytku k sobě patřily. Nábytek esteticky sjednotil pomocí velkých poloměrů ohybu v horní části skříňky. Rozměry skříňky byly přizpůsobeny rozměrům gramofonu a reproduktorů. Výška zásuvky vychází z výškového rozměru sluchátek.

Konstrukci skříňky tvoří trubková linie (bohužel ne jedna celistvá, ale dvě spojené ze stejného důvodu, jako tomu bylo u křesla). Police a zásuvka jsou vyrobeny ze spárovky spojené kolíkovou vazbou. Ke kovové konstrukci jsou připevněny pomocí matic a šroubů.

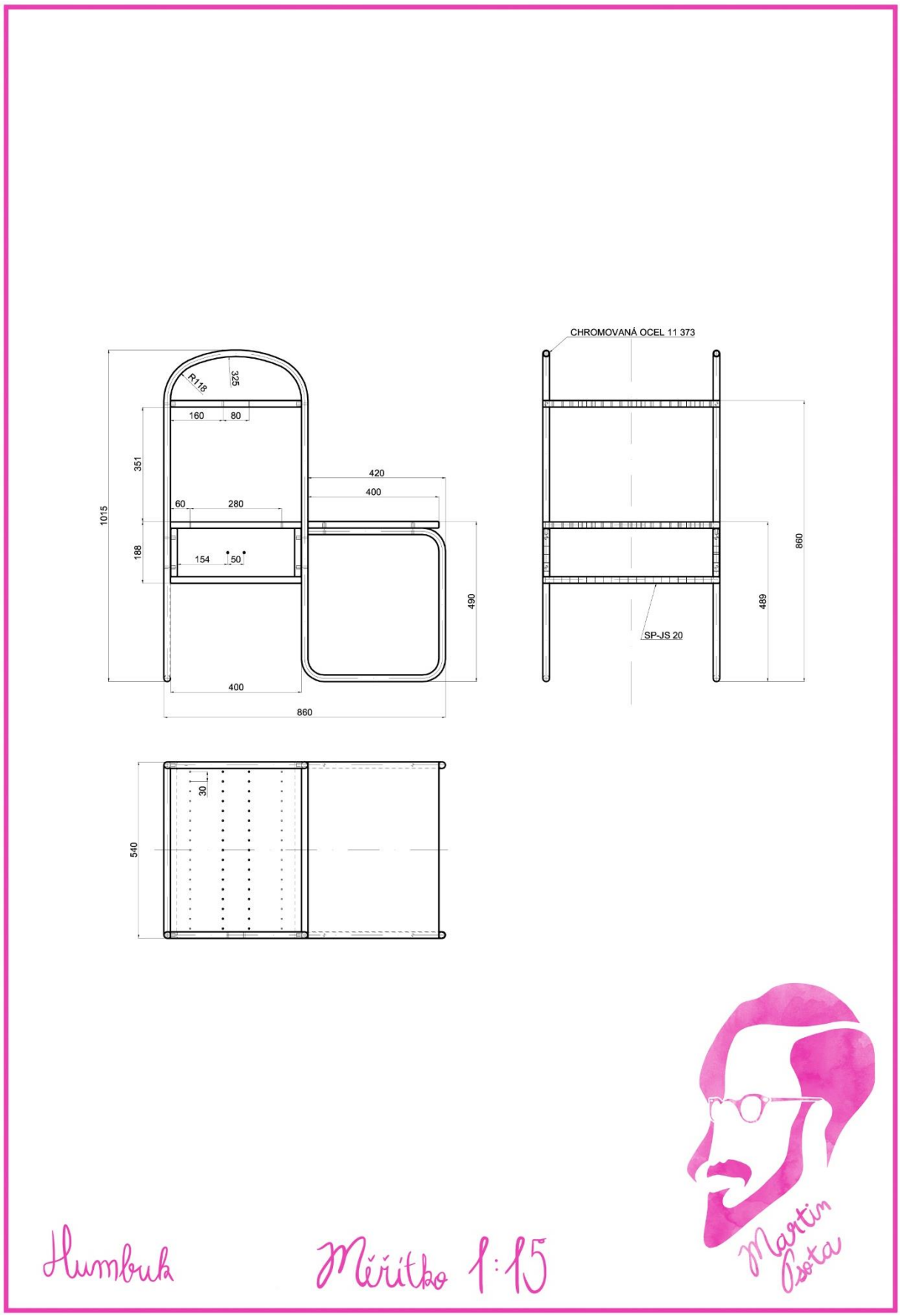
Hlavní myšlenka skříňky je variabilita ukládání předmětů. V půdě zásuvky a vrchní polici je provrtanými otvory navlečena vlna (pro větší pevnost vyztužena ocelovým drátem). Vlastník si tedy bude moci sám rozhodnout, k čemu prostor využije. Zda se bude jednat o úložný prvek na LP desky, knihy nebo pouhou odkladní desku. Tento způsob je umožněn díky různé rozteči otvorů, do nichž se navlékne vlna.

Zásuvka nechává majiteli volnou ruku, v mém případě by se jednalo o úložný prvek pro příslušenství gramofonu nebo na sluchátka.

Obr. č. 54: Vizualizace skříňky č. 1

Obr. č. 55: Vizualizace skříňky č. 2

12.2.2.1 Výkresová dokumentace



Obr. č. 56: Výkres skříňky

12.3 Design podnožky

12.3.1 Konstruování a vizualizace

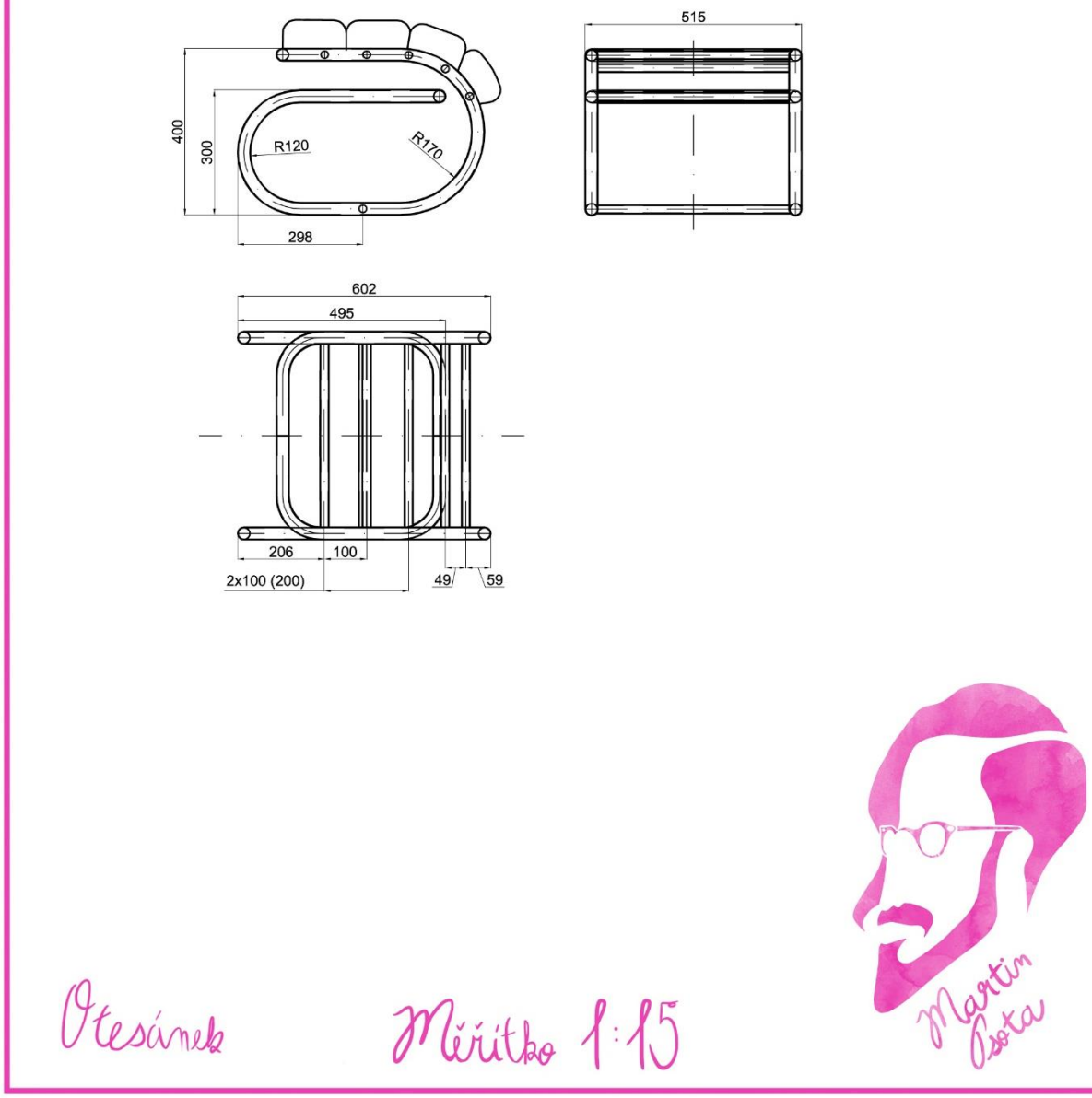
Pro zlepšení komfortu odpočivného koutu byla zahrnuta do setu také podnožku. Podnožka vychází z tvarového řešení křesla.

Obr. č. 57: Vizualizace podnožky č. 1

Obr. č. 58: Vizualizace podnožky č. 2

Hlavní myšlenka podnožky byla vytvořit menší sedací prvek s úložným prostorem. Úložný prostor tvoří kůže, která je připnuta na cvoky ke konstrukci podnožky. Úložný prostor může sloužit k ukládání LP desek, časopisů nebo menšího počtu knih. Čalounění je řešeno stejným způsobem jako u křesla, umístěno na roštu z navařených trubek.

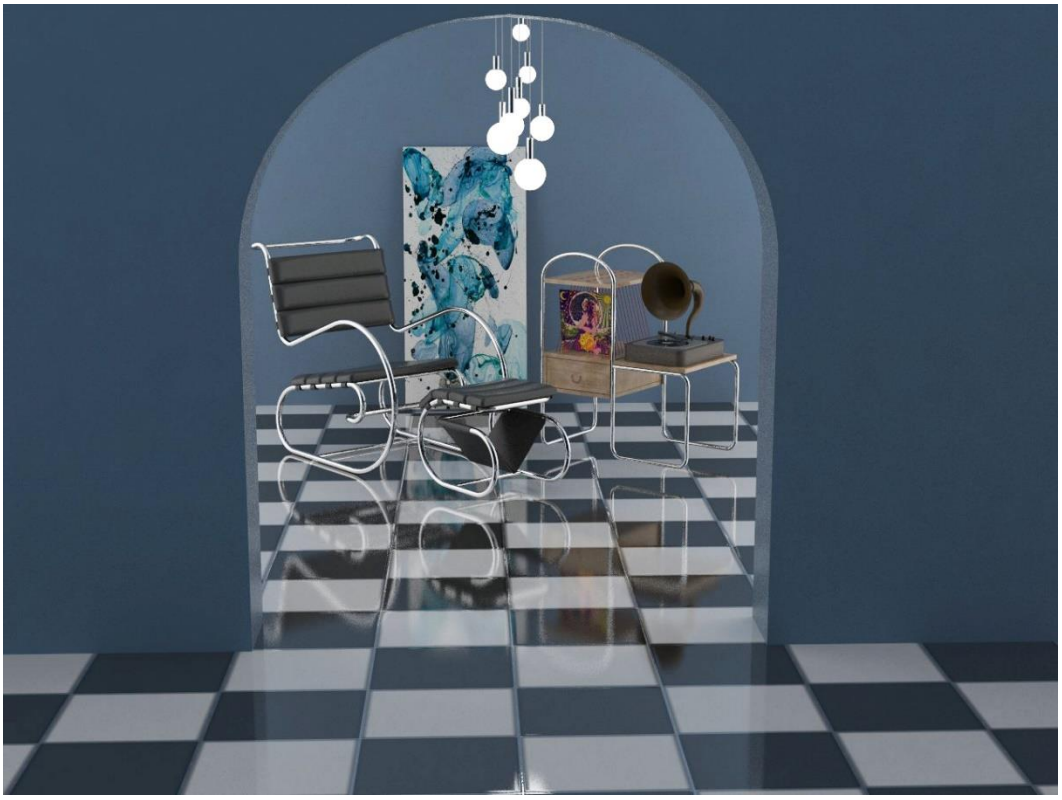
12.3.1.1 Výkresová dokumentace



Obr. č. 59: Výkres podnožky

12.4 Vizualizace odpočivného koutu

Obr. č. 60: Vizualizace na bílém pozadí



Obr. č. 61: Vizualizace interiéru 1

Obr. č. 62: Vizualizace interiéru 2

13 Výrobní proces

13.1 Ohýbání a výroba nosné konstrukce

Výroba probíhala v Želechovicích nad Dřevnicí, ve firmě Ronelt. Firmu jsem zvolil na základě její specializace na ohyb trubek. Firma se zabývá ohýbáním od nábytku až po automobilový průmysl. Skrze finanční náročnost bylo pro výrobu zvoleno křeslo (po konzultaci s firmou bylo zjištěno, že všechny tři navržené nábytkové typy by bylo možné průmyslově vyrobit). Z hlediska náročných ohybů bylo třeba trubky ohnout na CNC ohýbacím stroji (jelikož ručně by nebylo možné u velkých oblouků ohnout stejné poloměry). Model do CNC ohýbacího stroje byl vytvořen v 3D programu Rhinoceros a vyexportován do stp souboru.

Obr. č. 63: CNC ohýbací stroj

Obr. č. 64: Průběh ohybu trubky

Křeslo je vyrobeno z oceli 11 373. Kostru křesla tvoří trubky průměru 30 mm o tloušťce stěny 1,5 mm. Rošt tvoří trubky průměru 20 mm o tloušťce stěny 2 mm.

Obr. č. 65: Jednotlivé části křesla

Původní záměr bylo vyrobit křeslo ze 4 částí. Skrze náročnost ohybu bylo nutné křeslo ohýbat po částech a poté následně svařit dohromady pomocí „V“ svaru. Z hlediska možnosti rozebrání křesla bylo nutné vytvořit v příslušných částech čepy. Čepy byly zhotoveny z tyčí, do kterých byl následně vyřezán závit M6. Čepy byly k trubkám navařeny děrovým svarem.

Obr. č. 66: Křeslo ve fázi svařování

Při výrobě nastala jedna obtíž – došlo ke zjištění, že po opření se o sedák dochází k velkému průhybu, který by po nějaké době mohl prasknout. Tento fakt byl autorem předvídán již dříve (také byl součástí prvního jednání s firmou) a jako řešení se jevilo vyztužení zadní část nalisováním trubky. Později však z důvodu složitého jednání a neochoty ze strany firmy muselo tudíž dojít k jinému způsobu, jak konstrukci vyztužit.

Byla vymyšlena výztuha ve formě dvou trubiček o průměru 20 mm. Aby křeslo působilo jako celek, bylo firmou doporučeno zvolit rozteč podobnou jako rozteč roštu.

Obr. č. 67: Vizualizace křesla s výztuhami sedáku

Zamýšlena byla i varianta výztuhy ve formě dvou půlkruhů, od této alternativy však bylo upuštěno ze dvou důvodů. První důvodem byly otevřené konce trubek, které by musely být uzavřeny plastovými konci. Druhý důvod byla vytíženost výroby – firma byla příliš zaneprázdněna a nestihla by půlkruhy zohýbat včas.

Obr. č. 68: Vizualizace křesla s výztuhami sedáku ve formě půlkruhů

Autor neměl možnost vyzkoušet pevnost sedáku, zda by skutečně prasknul, kdyby nebylo podpěr. Podle vyzkoušení pružení opěráku (který pružil opravdu hodně) lze

spekulovat o tom, že sedák bez podpěr (nebo bez nalisované trubky) by zátěž nad 100 kg neunesl.

Obr. č. 69: Foto kompletní kostry křesla

Byla oceněna volba vyrobit křeslo s možností jej rozložit. Křeslo lze tímto způsobem rozložit na 4 části a bez problému převést v osobním automobilu.

Obr. č. 70: Rozkládání křesla

13.2 Povrchová úprava

Nábytek školy Bauhaus se pyšnil svým leskle stříbrným povrchem. V té době se jako povrchová úprava používalo niklování, které bylo později nahrazeno kvalitnějším chromování. Chromování je charakteristické svým luxusním vzhledem a trvanlivostí. Povrchová úprava je však velmi náročná na kvalitu povrchu. Jelikož vrstva chromu nanášená na povrch je velmi tenká (asi 1 μm), je důležité, aby byl povrch dokonale

vybroušen a vyleštěn. Pokud by tak nebylo učiněno, chrom by se na povrchu buď vůbec neuchytil, nebo by chyby povrchu ještě více zdůraznil.

Obr. č. 71: Probroušený povrch trubky a povrch po zacelení mosazí

Později po předání prototypu firmou jsme zjistili závady – bylo slíbeno, i když bude prototyp zohýbán po částech a svařen, že svar nepůjde poznat. Bohužel při broušení svaru došlo téměř na všech místech k probroušení trubky. Probroušená místa bylo třeba zacelit (zalitím mosazí a následně vybrousit). Vznik této chyby vyloučil úpravu povrchu chromováním.

Jako jediný možný způsob jak upravit povrch se jevilo práškové lakování. Práškové lakování je úprava, kdy je povrch dokončen nástřikem laku a následně vytvrzen v peci. Před povrchovou úpravou je povrch otrýskán, čímž dojde k drobnému srovnání. Vrstva laku (80-150 μm) je také o něco silnější než chrom a tak schová drobné nesrovnalosti.

Tento problém zapříčinil ovlivnění vzhledu návrhu, jelikož sortiment práškových barev se udává stupnicí RAL, která žádný stříbrný odstín neobsahuje. Bylo třeba přistoupit k návrhu ze zcela jiného hlediska a upustit od současné varianty kombinující stříbrný povrch trubek a kožený potah čalounění.

Nové varianty skýtaly různé barevné variace, práškově lakovaný povrch a barevná potahová textilie u alternativ (či světlá kůže) působí příjemně, avšak žádná z nich nedosahuje elegance, jakou měla předchozí varianta.

Obr. č. 72: Nové barevné varianty

Obr. č. 73: Nové barevné varianty 2

Jako nejlepší varianta byla vyhodnocena varianta poslední (respektive poslední dvě varianty lišící se barvou potahové látky), kombinace sytě modrého čalounění a „slonovinového“ povrchu trubek.

Obr. č. 74: Vybraná prášková povrchová úprava

Jak již bylo zmíněno, odstín práškového lakování se vybírá podle stupnice barev RAL. Barva stupnice, která se nejvíce blíží barvě na vizualizaci je RAL 1015, Light ivory. Práškové lakování bylo uskutečněno ve firmě Plado se sídlem v Ivančicích.

Obr. č. 75: RAL 1015, Light ivory

Obr. č. 76: Křeslo po povrchové úpravě, foto 1

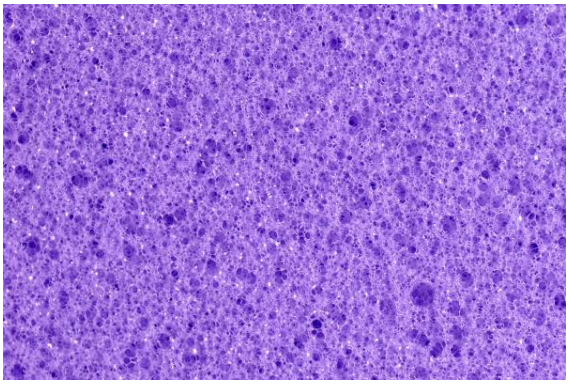
Obr. č. 77: Křeslo po povrchové úpravě, foto 2

13.3 Výroba čalounění

Pro čalounění křesla byla zvolena forma volných polštářů připevněných ke konstrukci křesla pomocí popruhů s druky. Čalounění tak bude snímatelné (čímž je také usnadněna výměna potahové textilie v případě potřeby). Výroba čalounění byla uskutečněna ve firmě Renodesign pod vedením pana Stanislava Solára.

Obr. č. 78: Vizualizace připevnění čalounění

Čalounění se skládá z několika menších polštářků sešitých k sobě. Bylo třeba, aby podklad tvarovací vrstvy byl pružný, proto byla zvolena kombinace čalounické lepenky a polyesterové textilie. Jako tvarovací vrstva byla zvolena studená pěna HR (HR 5035 pro sedák, HR 3530 pro opěrku) o tloušťce 5 cm. Studené pěny jsou vyráběny při teplotách v rozmezí 40-60 °C, díky čemuž je jejich buněčná struktura otevřená. Díky otevřené buněčné struktuře jsou pěny HR velmi prodyšné a elastické i při vyšší objemové hustotě. [29]



Obr. č. 79: Buněčná struktura HR pěny

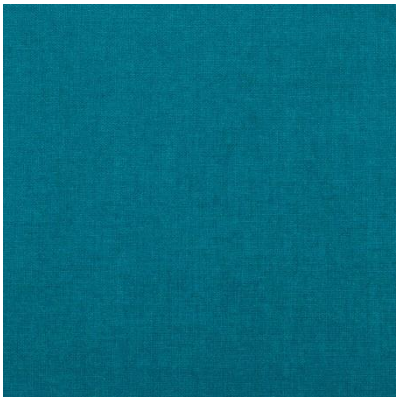
Jako kypřící vrstva bylo zvoleno rouno Jilana Elastic Organic o gramáži 200 g/m^2 a tloušťce 2 cm. Rouno je vyrobeno z přírodních materiálů – ovčí vlna a polyaktidová vlákna (tvořena estery kyseliny mléčné). Rouno disponuje vlastnostmi jako je pružnost, prodyšnost, stabilita a odolnost vůči světelnému záření. [30]

Potahová textilie byla volena s ohledem na barvu nosné kostry. Bylo polemizováno o tom, zda zvolit mentolový nebo tyrkysový odstín potahové textilie. Mentolový odstín textilie dodával křeslu jistou pohodu, křeslo působilo uklidňujícím dojmem. Zato tyrkysový odstín vytvářel v kombinaci se slonovinovou barvou kostry velmi zajímavý

[29] Polyuretanová pěna – PUR pěna. *NIS - nábytkářský informační systém* [online]. 2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://www.n-i-s.cz/cz/polyuretanova-pena--pur-pena/page/458/

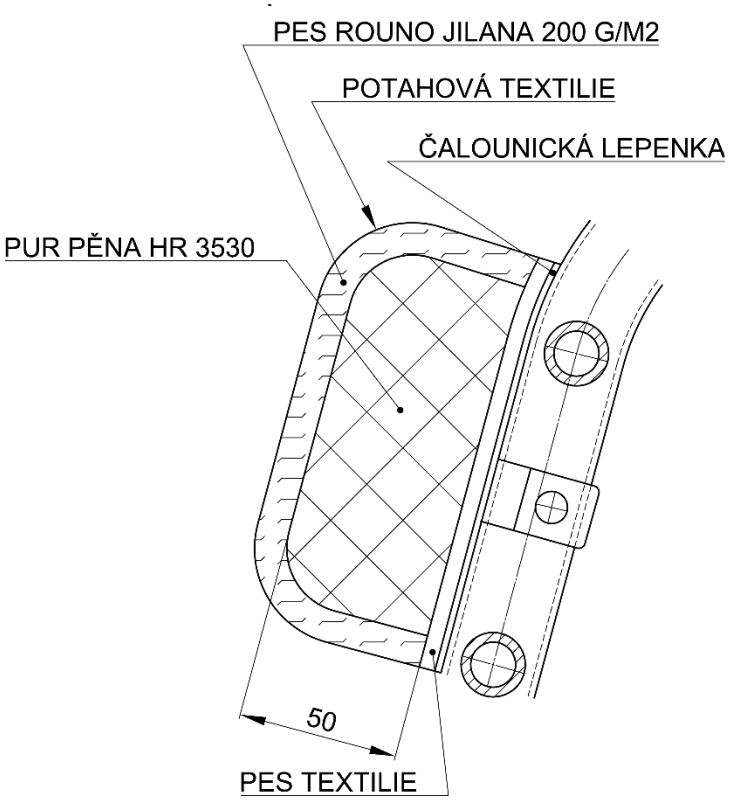
[30] Elastic Organic. Jilana [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://www.jilana.cz/products/elastic/elatic_organic.html

kontrast. Pro finální variantu jsme tedy zvolili tyrkysovou barvu potahové textilie od firmy Orion. Tato látka má vysokou odolnost vůči oděru a je jednoduchá na údržbu.



Obr. č. 80: Tyrkysová potahová textilie

Kompletní čalounění nebylo v době odevzdání práce dokončeno, bude představeno spolu se zbytkem křesla na obhajobě závěrečné práce.



Obr. č. 81: Materiálová skladba čalounění

14 Diskuse

Nábytek tvořený jednou nekonečnou linií blyštící se trubky, pružící židle bez zadních noh nebo úložné prostory obehnané elegantním rámem. To je odkaz avantgardních mistrů dalším generacím.

Trubkový nábytek je elegantní zejména pro svou jednoduchost, jednoduchá konstrukce tohoto nábytku však prochází velmi složitým procesem výroby. Jaký poloměr trubky použít? Jaký minimální poloměr mohu ohnout? Jak zvolit vhodnou tloušťku stěny? Tyhle a mnoho dalších takových otázek muselo tvůrcům tohoto nábytku projít hlavou. Nutno podotknout, že první pokusy tohoto nábytku nevyšly, ani ty druhé, ba ani třetí. Designéři nábytku z ohýbaných trubek museli kolikrát vyrobit i dvacet prototypů, než našli tu správnou cestu. Výroba tohoto nábytku je velmi finančně nákladná, jedná se totiž o proces s drahou technologií a materiálem. První kusy tohoto nábytku byly vyráběny pouze na zakázku osobám z vyšších kruhů. Teprve sériová výroba (kdy se při opakované výrobě platí již jen za materiál) přinesla možnost rozšíření nábytku z ohýbaných trubek do nemocnic, kanceláří a domácností obyvatelstva.

Mistrům židlí bez zadních nohou se podařilo vytvořit nábytek, který přečká staletí a to doslova. Leč to zřejmě nebyl původní záměr, nábytek tohoto typu je velmi odolný a trvanlivý. I dnes s velkou pravděpodobností najdeme u babičky na půdě zašantročenou trubkovou židli od Roberta Slezáka nebo Thoneta (kopie originální židle S32 od Marcela Breuera). Málokdo tu židli z půdy vezme a začlení ji do svého současného interiéru. Proč? Éra tohoto typu nábytku již skončila. Tento fakt nelze hodnotit jako špatný, tak to na světě chodí, něco končí, něco začíná. I přes to, že nábytek spadá do kategorie retro, autor práce by byl určitě jeden z mála, kdo by tu židli z půdy vzal. Autor nepřestává být fascinován vzdušností židlí bez zadních nohou, minimálním množstvím materiálu a tím jak dlouhou životnost má.

V rámci diplomové práce autor dostal příležitost vytvořit set nábytku z ohýbaných trubek. Set, který zahrnoval křeslo, skříňku a podnožku. Kombinace těchto typů nábytku tvoří jakýsi odpočivný kout, kde si jeho majitel bude moci pustit hudbu z jeho nejoblíbenějších LP a zrelaxovat. Při tvorbě odpočivného koutu mi byla největší inspirací uměleckoprůmyslová škola Bauhaus, zejména jeden z jejích ředitelů – Ludwig Mies van der Rohe. Nábytek Miese van der Rohe je typický velkým poloměrem ohybu trubek, který tento nábytek dělá velmi charakteristickým.

Design křesla vychází z van der Roheho velkých poloměrů ohybu, snažil jsem se tak vytvořit „křeslo kyprých křivek“. Křeslo je navrženo tak, aby pružícím prvkem byl sedák i opěrka. Křeslo tak pruží ve dvou směrech. Čalounění je odnímatelné, ve formě volných polštářů. Čalounění je posazeno na rošt z navařených trubiček a připevněno pomocí pásků s druky. Rošt (spolu s podpůrnou trubičkou ve spodní části) spojuje křeslo a brání rozjetí sanic.

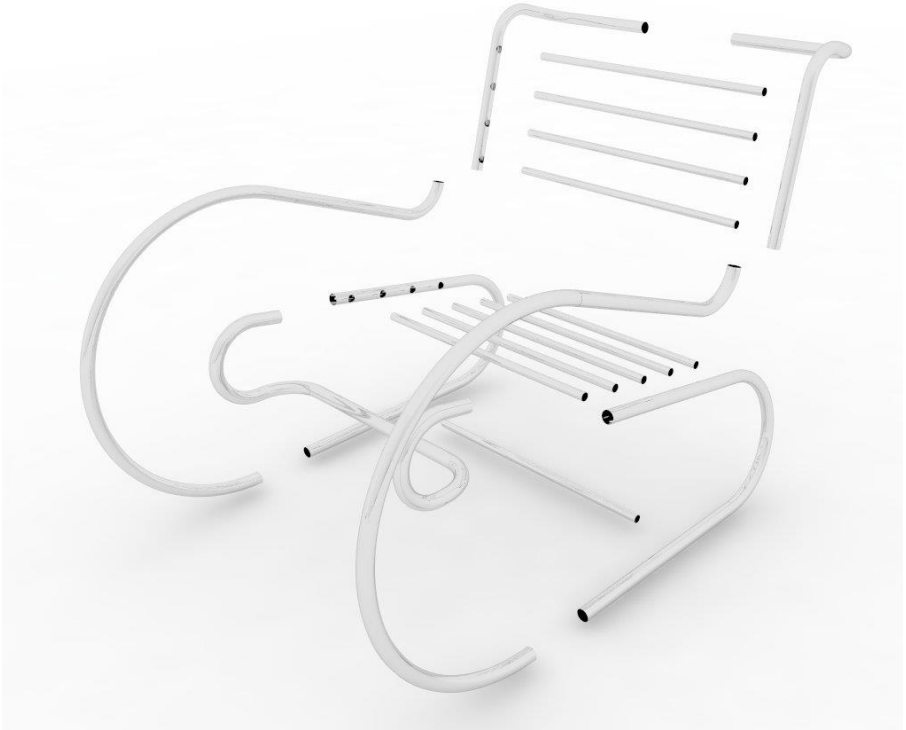
Tvar podnožky vychází z tvaru křesla a funguje na stejném principu. V podnožce je navíc zabudován úložný prostor v podobě kůže připevněné ke konstrukci pomocí druků. Tento prostor může sloužit na ukládání časopisů, LP desek nebo menších knih. Do budoucna by nebylo od věci přetvořit kůži v přenosnou složitelnou tašku. Člověk by kůži napnul pod taburet a v případě, že by si její obsah chtěl někam přenést, tašku by složil a vzal s sebou.

Design úložného systému se soustředil na potřeby přehrávání gramofonových desek. Nebylo úmyslem vytvořit velký úložný systém, ale jenom malý solitér sloužící k přehrání autorova oblíbeného výběru desek. Úložný prvek skýtá dvě police pro gramofon a reproduktory, zásuvku pro příslušenství a sluchátka a úložný prostor pro LP desky. Ten je vytvořen pomocí vln (zpevněné drátem). Design úložného prvku byl sice primárně zaměřen na gramofon a LP desky, nicméně nemusí. Úložný prvek nabízí možnost navléci vlnu v různé rozteči – může být tedy navlečena v rozteči vyhovující rozměrům knihy. Vlna také nemusí být navlečena vůbec a prvek tak může sloužit jako policový systém pro odkládání květin, rámečků s fotkami nebo akvária. Při navrhování nábytku jsem vycházel z teoretických znalostí a vytvořil nábytkové prvky, které by na jejich základě měli fungovat. Realita je od teorie však na míle vzdálená. Obsahuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit finální vzhled výrobku.

Z hlediska finanční náročnosti bylo rozhodnuto, že se vyrobí pouze jeden prototyp ze setu a to křeslo. Skrze velké poloměry bylo nutno najít firmu s CNC ohýbacím strojem, aby byly oba ohyby stejné. Tyto možnosti nabízela firma Ronelt v Želechovicích nad Dřevnicí, firma spolupracující s firmou Škoda. Je třeba dodat, že spolupráce s touto firmou byla špatná. Neustálé lži, oddalování termínu a výmluvy vyústily od odbočení od původní filosofie pružícího křesla z jedné linie trubky. Křeslo bylo ohýbáno po částech a následně svařeno dohromady. Během svařování bylo zjištěno, že se sedák při zátěži ohýbá (z důvodu absence smluvené nalisované podpůrné trubky). Bylo by tedy nutné navařit

podpěry ve formě tenčích trubek. Další problém bylo probroušení trubky při zabrušování svarů, což zamezilo povrchovou úpravu chromem (vyžadující dokonalý povrch). Bylo by možné křeslo vrátit s tím, že není vyrobeno dle smluvených podmínek, nicméně byl by to běh na dlouhou trať. Po zvážení všech pro a proti a předem uhrazené platbě (která činila 50 000 Kč) jsem byl nucen přistoupit ke kompromisu designu a funkčnosti prototypu.

Nelze plakat nad rozlitým mlékem, musí se přijmout skutečnost takovou jaká je. Před povrchovou úpravou práškovým lakováním bylo potřeba zacelit vzniklé probroušeniny, Pokud tak nebylo učiněno, povrch by po nalakování na chyby ještě více upozornil. Probroušeniny byly zaceleny pomocí pájené mosazi a následně vybroušeny. I přes opravené probroušeniny by bylo patrné, že k nim došlo. Během galvanické povrchové úpravy by mohlo dojít k roztavení zacelených míst (jelikož mosaz má nižší bod tání než chrom), proto byla vybrána povrchová úprava práškovým lakováním. Povrch je před lakováním otrýskán, čímž se odstraní drobné nesrovnalosti. Nanášená vrstva laku je oproti chromování několikrát silnější (80-150 μm oproti chromu s 1 μm), což také napomohlo sjednocení povrchu. Práškové lakování je relativně lacinou záležitostí, pohybuje se v řádech stovek (lakování křesla bylo vyčísleno na 750 Kč).



Obr. č. 82: Nová výrobní možnost křesla

Funkční křeslo by bylo vyrobitelné výrobním postupem, jímž se autor zabýval v diplomové práci. Bylo by však třeba dohlédnout na zabrušování svarů, případně zvolit

jinou svářecí technologii – ideálně sváření v lázni wolframu (TIG), které vytváří pouze tenkou svarovou housenku. Nejideálnější by ovšem bylo, kdyby se všechny 4 části (2 boky, sedák a opěrka) ohýbaly v jednom kuse, případně sedáková část ze dvou. Zohýbaly by se zvlášť berany a sedací část a následně svařily dohromady.

Autor přemýšlel ještě o jednom výrobním procesu, který by byl schůdnější pro přípravu povrchu před chromováním. Křeslo by bylo vyrobeno ze sedmi částí zohýbaných v kuse – dva boky, dvě madla, dvě sedákové části a berany. Spoj by byl řešen pomocí čepů. Čepy o délce 60 mm by byly navařeny ve spodní části obou boků, horní části jednoho madla a na obou koncích beranů. Kratší čepy (50 mm) by byly navařeny ve spodní části obou segmentů s madlem (do hloubky 20 mm, aby se čep nepotkal s otvorem pro rošt). Spoj by byl na stejném principu, jak byl řešen na aktuálním křesle – v čepech by byly vyřezané závity a s křeslem by byly spojeny pomocí šroubů. Rošt by byl řešen následovně. Ve vnitřních částech boků by byly navrtány otvory o průměru roštové trubičky (tedy 10 mm), ze spodní části by byly vyřezány závity M6. Roštové trubičky (v jejichž stěně by byly také vyřezány závity) by byly nasunuty do otvorů v jednom boku a zajištěny šrouby. Následně by byl nasunut i druhý bok a zajištěn, jak v oblasti roštu, tak i v části madla. Nakonec by byly nasunuty berany a zajištěny šroubem.

Obr. č. 83: Připevnění roštu

V této variantě by bylo provedeno jen malé množství svarů, navíc by nebyly po celém obvodu trubky, ale na ploše, tudíž by broušení bylo příznivější. Byla by také volena

silnější stěna (tloušťka 2 mm), čímž by se dalo předejít podpůrné vzpěře. Rozebíratelná varianta by byla také přístupnější pro broušení a leštění před chromováním – z hlediska snadnější manipulace s dílcem. Spojující šrouby by byly zakryty čalouněním, tudíž by nebyly vadou na kráse nekonečné linie lesknoucí se trubky.

Výroba křesla z ohýbaných trubek byla pro autora nevýslovná zkušenost. Ocelová trubka pro něj byla novým materiálem s novými možnostmi, a tak měl příležitost prozkoumat, jak se chová. Jak již bylo zmíněno, ani mistři ohýbaných trubek neuspěli hned při prvním prototypu. Autor nabyl nových poznatků a zkušeností (jak v oblasti chování materiálu tak lidí) a je si jist, že druhý prototyp by dopadl o dosažené poznání lépe.

15 Závěr

Diplomová práce byla pro autora zajímavý proces, přes design jednotlivých nábytkových prvků až po realizaci prototypu. Návrh odpočivného koutu se opírá o teoretickou část, kde jsou zmapovány historické kousky nábytku a technologie, kterou byly vyráběny. Výrobě prototypu předcházelo hledání tvaru, bylo velmi složité najít nový tvar s pružícím efektem, jelikož téměř všechny funkční byly již vymyšleny. Finálnímu tvaru předcházelo nepřeberné množství skic, diplomová práce prezentuje jenom jejich zlomek.

Výrobní proces byla tou nejdůležitější částí diplomové práce, přestože nevyšel podle představ. Možná právě tím, že proces nevyšel, je autor obohacen více, než kdyby vše probíhalo hladce. Autor musel vyhledávat více informací a získal tak kvanta nových poznatků týkajících se ocelových trubek, technologie jejich ohybu, povrchové úpravě a co hlavně, jak jednat a co očekávat.

Nábytek z jedné linie je pojem, který se zapsal do historie. Jednoduchost jeho tvaru však předchází složitý výrobní proces. I přes to, že nábytek zažil své nejslavnější období před téměř sto lety, jedná se o evergreen, který se vyrábí dodnes.

16 Summary

The diploma thesis was an interesting process to the author, through design of individual furniture components to the realization of the prototype. Design of resting nook is based on a theoretical part where are mapped historic pieces of furniture and technology, which they have been produced. Prototyping was preceded by searching a form, it was very difficult to find a new shape with a spring effect, since almost all functional shapes have been devised. The final shape was preceeded plethora of sketches and diploma thesis presents only a fraction of them.

The production process was the most important part of the thesis, although it came out liking. Perhaps it was the fact that the process failed, the author is enriched more than if everything goes smoothly. The author had to seek more information and got reams of new knowledge relating to steel tubes, their bending technology, surface treatment, and what is most important, how to act and what to expect.

Furniture from single line is a concept that made history. The simplicity of its shape, however, prevents a complicated manufacturing process. Even though the furniture experienced its most glorious period of almost a hundred years ago, it is an evergreen that is produced nowadays.

17 Použitá literatura

17.1 Knižní literatura

ADLEROVÁ, Alena. *České užité umění 1918-1938*. Praha: Odeon, 1983. Užité umění.

BRUNECKÝ, Petr, Věra JANČOVÁ, Boris HÁLA a Zdeněk HOLOUŠ. *Nábytkářský informační systém "NIS"*. Brno: Ircaes, 2011. ISBN 978-80-87502-05-1.

DEGARMO, E. Paul. *Materials and processes in manufacturing*. 9th ed., update ed. Hoboken, N.J.: Wiley, c2003. ISBN 0-471-65653-4.

DLABAL, Stanislav. *Nábytkové umění: vybrané kapitoly z historie*. Praha: Grada, 2000. Stavitel. ISBN 80-716-9655-2.

DRÁPALA, Miroslav. *Výroba a dělení trubek*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Eva Šmehlíková Ph.D.

DROSTE, Magdalena. *Bauhaus: 1919-1933 : reforma a avantgarda*. Praha: Slovart, c2007. ISBN 978-80-7209-881-1.

DVOŘÁK, Milan, František GAJDOŠ a Karel NOVOTNÝ. *Technologie tváření: plošné a objemové tváření*. Vyd. 5., V Akademickém nakladatelství CERM 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4747-9.

HALABALA, Jindřich. *Jindřich Halabala a Spojené uměleckoprůmyslové závody v Brně*: [katalog výstavy : Muzeum města Brna, 29. května - 17. srpna 2003, Muzeum umění Olomouc, 12. září - 9. listopadu 2003. Brno: ERA, 2003. ISBN 8086517-65-9.

JANKŮ, Roman. *Spínaný zdroj pro galvanické pokovování*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Ing. Dalibor Červinka Ph.D.

MACHEK, Václav. *Zpracování a zkoušení kovových materiálů*. V Praze: České vysoké učení technické, 2011. ISBN 978-80-01-04683-8.

MÁČEL, Otakar. *Avant-garde Design and the Law: Litigation over the Cantilever Chair*. Oxford: Oxford University Press, 1990. ISSN 0952-4649.

MÁČEL, Otakar., Sander. WOERTMAN a Charlotte van. WIJK. *Chairs: the Delft collection*. Rotterdam: 010 Publishers, 2008. ISBN 9789064506192.

MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1995. ISBN 80-7078-267-6.

PESE, Claus a Ursula PETERS. *Princip Thonet: od ohýbaného dřeva k trubce*. Přeložil Ilona NOŽIČKOVÁ. Nürnberg: Germanisches Nationalmuseum, c1989. Výstavní katalogy Germánského národního muzea. ISBN 3-926982-13-6.

RILEY, Noël, ed. *Dějiny užitého umění: vývoj užitého umění a stylistických prvků od renesance do postmoderní doby*. Praha: Slovart, c2004. ISBN 80-7209-549-8.

ROULAND, Steven. a Linda. ROULAND. *Knoll furniture, 1938-1960*. Atglen, PA: Schiffer Pub., 1999. ISBN 9780764309373.

SOLIL, Petr. *Technologie pro ohýbání tenkostěnné trubky*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Doc. Ing. Milan Dvořák, CSc.

SOUKENKA, Vladimír. *Design nábytku*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-010-1072-4.

SPARKE, Penny. *Století designu: průkopníci designu 20. století*. Praha: Slovart, 1999. ISBN 80-7209-142-5.

TODD, Robert H., Dell K. ALLEN a Leo ALTING. *Manufacturing processes reference guide*. New York: Industrial Press, 1994. ISBN 0-8311-3049-0.

WHITFORD, Frank. *Bauhaus*. Přeložil Martin POKORNÝ. V Praze: Rubato, 2015. Eseje (Rubato). ISBN 978-80-87705-34-6.

17.2 Elektronické zdroje

Elastic Organic. Jilana [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://www.jilana.cz/products/elastic/elatic_organic.html

Ocelové trubky. *Ocelové trubky* [online]. [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: http://www.ocelovetrubky.com/ocelove-trubky/

Práškové lakování. *ACL coating* [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: http://www.acl-coating.com/praskove-lakovani.html

Polyuretanová pěna – PUR pěna. *NIS - nábytkářský informační systém* [online]. 2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://www.n-i-s.cz/cz/polyuretanova-pena--pur-pena/page/458/

Streamlined Design: Modernity in America. *Knoji: Consumer knowledge* [online]. 2010 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://architecture.knoji.com/streamlined-design-modernity-in-america/

18 Seznam obrázků

Obr. č. 1: Výroba trubek válcováním (Mannesman) 11

(zdroj: http://www.zacha.cz/images/vyroba-trubek_01.gif)

Obr. č. 2: Principy výroby svařované trubky 12

(zdroj: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07-ohybani/31.jpg)

Obr. č. 3: Schéma ohybu trubky 14

(zdroj: https://www.omni-x.cz/store/image/579x196/138-tok.png)

Obr. č. 4: Ruční ohýbačka trubek 17

(zdroj: http://www.heindl.cz/media/com_hikashop/upload/uni42.jpg)

Obr. č. 5: Navíjecí ohyb trubky 17

(zdroj: https://www.omni-x.cz/cs/pruvodce-ohybanim/navijeni-rotary-draw-bending)

Obr. č. 6: Kombinovaný ohyb s osovým tlakem a ohřevem 18

(zdroj: DVOŘÁK, Milan, František GAJDOŠ a Karel NOVOTNÝ. *Technologie tváření: plošné a objemové tváření*. Vyd. 5., V Akademickém nakladatelství CERM 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4747-9.)

Obr. č. 7: Stroj na ohýbání trubek za tepla 18

(zdroj: http://www.trubky.eu/img/gallery/DSC_7615a.jpg)

Obr. č. 8: Zakružování trubek 19

(zdroj: http://www.grandic.cz/photo/products/p12/p17712_3.jpg)

Obr. č. 9: Plamenové svařování 20

(zdroj: http://img.ceskyinternet.cz/clanky/hlavni_strana_380/135099576523.jpg)

Obr. č. 10: Svařování elektrickým obloukem 21

(zdroj: https://tcatharriman.edu/sites/tcatharriman.edu/files/program-images/welding-main-image.jpg)

Obr. č. 11: Thonetovy ohýbané židle 26

(zdroj: http://www.katyelliott.com/beta/wp-content/uploads/2009/01/thonet_chairs-772408.jpg)

Obr. č. 12: První židle bez zadních noh 27

(zdroj: http://2.bp.blogspot.com/_zzl_dczrSAw/TBJQmy6GnhI/AAAAAAAABCo/gUWxM1_Rdhs/s1600/StamPipes.jpg)

Obr. č. 13: Breuerův originální plakát 28

(zdroj: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/79/40/fb/7940fba0de6102ff02fb16f236715ad1.jpg)

Obr. č. 14: Židle Marcela Breura – B32 29

(zdroj: http://www.steelform.com/193/marcel-breuer-b-32-cesca-chair.jpg)

Obr. č. 15: Křeslo Ericha Dieckmanna 30
(zdroj: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/cb/9b/47/cb9b4770706cfcb2b7eb3bd9acf8555e.jpg)

Obr. č. 16: Breurova hliníková židle WB z roku 1934 31
(zdroj: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/236x/1a/3b/dc/1a3bdcd0dac049891272de63e3774b82.jpg)

Obr. č. 17: Letecké křeslo od Kema Webera 32
(zdroj: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/74/45/89/744589e027dae1dd00ea2d01c88c7f0b.jpg)

Obr. č. 18: Inspirace Marcela Breuera – jízdní kolo Adler 34
(zdroj: http://www.phaidon.com/resource/adlerbike.jpg)

Obr. č. 19: Židle H-138 35
(zdroj: http://galeriefunkce.cz/_obrazky/593_149q0107.jpg)

Obr. č. 20: Křeslo s dvojím pružením 36
(zdroj: https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/8c/a0/95/8ca0958ae5f8f402f8435ad362a17ad1.jpg)

Obr. č. 21: Lampa s odkládacím stolkem 37
(zdroj: http://galeriefunkce.cz/_obrazky/717_149q0362.jpg)

Obr. č. 22: Křeslo Ladislava Žáka 38
(zdroj: http://www.dailytonic.com/wp-content/uploads/2012/03/5_Zak.jpg)

Obr. č. 23: Walter Gropius 39
(zdroj: http://s3.transloadit.com.s3.amazonaws.com/4b30ae61b7c84e42b6be045272ec3211/3b/e008e0f79611e3b9364b437a991a0c/10382843_10152199996594037_6111925182704496038_n.jpg)

Obr. č. 24: Hannes Meyer 40
(zdroj: https://rosswolfe.files.wordpress.com/2013/08/kts-noi-tieng-the-gioi-hanner-meyer_1.jpg)

Obr. č. 25: Ludwig Mies van der Rohe 41
(zdroj: http://s3.transloadit.com.s3.amazonaws.com/4b30ae61b7c84e42b6be045272ec3211/cd/b8089da9cb161c69cd88e2a1ea2d92/mies-1.jpg)

Obr. č. 26: Čajová konvice Marianne Brandtové 43
(zdroj: http://www.terrytynan.com/sitebuilder/images/Terry-Tynan_brandt-silver-t-600x448.jpg)

Obr. č. 27: Křeslo od L. Miese van der Rohe 44
(zdroj: https://cz.pinterest.com/pin/192810427766279017/)

Obr. č. 28: Židle od L. Miese van der Rohe 44
(zdroj: https://cz.pinterest.com/pin/189010515583563953/)

Obr. č. 29: Křeslo Wassily 45
(zdroj: https://dominidesign.com/shop2/media/catalog/product/cache/7/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/a/marcel-breuer-wassily-leer-zwart.jpg)
Obr. č. 30: Noční stolek 45
(zdroj: https://cz.pinterest.com/pin/168533211027312965/)
Obr. č. 31: Odkládací stolky 46
(zdroj: https://cz.pinterest.com/pin/308918855665347948/)
Obr. č. 32: Toaletní stolek 46
(zdroj: https://cz.pinterest.com/pin/202873158190382082/)
Obr. č. 33: Skica křesla č. 1 47
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 34: Skica křesla č. 2 48
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 35: Skica křesla č. 3 48
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 36: Skica křesla č. 4 49
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 37: Skica křesla č. 5 49
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 38: Skica křesla č. 6 50
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 39: Legenda k obr. č. 40 51
(zdroj: http://www.n-i-s.cz/userfiles/Tauber/Rozm%C4%9Bry/NisTab15.jpg)
Obr. č. 40: Antropometrické rozměry pro nízké odpočivné křeslo 51
(zdroj: http://www.n-i-s.cz/userfiles/Tauber/Rozm%C4%9Bry/Nis37.jpg)
Obr. č. 41: Vizualizace křesla č. 1 52
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 42: Vizualizace křesla č. 2 52
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 43: Vizualizace křesla č. 3 53
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 44: Vizualizace křesla č. 4 53
(zdroj: Martin Psota)

Obr. č. 45: Vizualizace křesla č. 5 54
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 46: Vizualizace křesla č. 6 54
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 47: Vizualizace křesla vcelku 55
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 48: Vizualizace rozloženého křesla 55
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 49: Vizualizace spoje 55
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 50: Výkres křesla 56
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 51: Skica skříňky č. 1 57
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 52: Skica skříňky č. 2 58
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 53: Skica skříňky č. 3 58
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 54: Vizualizace skříňky č. 1 60
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 55: Vizualizace skříňky č. 2 60
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 56: Výkres skříňky 61
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 57: Vizualizace podnožky č. 1 62
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 58: Vizualizace podnožky č. 2 62
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 59: Výkres podnožky 63
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 60: Vizualizace na bílém pozadí 64
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 61: Vizualizace interiéru 1 64
(zdroj: Martin Psota)

Obr. č. 62: Vizualizace interiéru 2 65
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 63: CNC ohýbací stroj 66
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 64: Průběh ohybu trubky 66
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 65: Jednotlivé části křesla 67
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 66: Křeslo ve fázi svařování 67
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 67: Vizualizace křesla s výztuhami sedáku 68
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 68: Vizualizace křesla s výztuhami sedáku ve formě půlkruhů 68
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 69: Foto kompletní kostry křesla 69
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 70: Rozkládání křesla 69
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 71: Probroušený povrch trubky a povrch po zacelení mosazí 70
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 72: Nové barevné varianty 71
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 73: Nové barevné varianty 2 71
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 74: Vybraná prášková povrchová úprava 71
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 75: RAL 1015, Light ivory 72
(zdroj: https://www.unihal.cz/storage/gallery/b1/73e806/original/ral-1015.jpg)
Obr. č. 76: Křeslo po povrchové úpravě, foto 1 72
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 77: Křeslo po povrchové úpravě, foto 2 73
(zdroj: Martin Psota)
Obr. č. 78: Vizualizace připevnění čalounění 73
(zdroj: Martin Psota)

Obr. č. 79: Buněčná struktura HR pěny 74
(zdroj: http://www.matratex.sk/uploads/fck/image/eucalypto_pena_3_13.png)

Obr. č. 80: Tyrkysová potahová textilie 75
(zdroj: http://www.sedackymilenium.cz/images/orion_16_turquoise_b_efd07cf034a43a89.jpg)

Obr. č. 81: Materiálová skladba čalounění 75
(zdroj: Martin Psota)

Obr. č. 82: Nová výrobní možnost křesla 78
(zdroj: Martin Psota)

Obr. č. 83: Připevnění roštu 79
(zdroj: Martin Psota)

19 Seznam příloh

Příloha č. 1: Výkresy křesla

Příloha č. 2: Výkresy úložného prvku

Příloha č. 3: Výkresy podnožky