

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská



PROJEKTOVÁNÍ VÝROBY NÁBYTKU

Diplomová práce

Bc. Pavel Strnad

Dřevařské inženýrství

Doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

© 2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Pavel Strnad

Dřevařské inženýrství

Dřevařské inženýrství

Název práce

Projektování výroby nábytku – inovace stávající výroby

Název anglicky

Designing of furniture manufacturing – innovation of existing production

Cíle práce

Práce je zaměřena na návrh sériové výroby nábytku, která je orientovaná na tvorbu exkluzivních interiérů pro náročné zákazníky. Cílem práce je navrhnout strojní zařízení, výrobní tok s důrazem na pružnost systému, jeho produktivitu a kvalitu.

Metodika

1. Úvod
2. Cíle práce – zpracovat projekt připravované výroby nábytku, dle požadavků zadavatele.
3. Analýza problematiky s důrazem na projektování výrobních systémů.
4. Metodika práce
 - navrhnout strojní zařízení,
 - výrobní tok s důrazem na pružnost systému, jeho produktivitu a kvalitu.
5. Závěr


Doporučený rozsah práce

80 stran

Klíčová slova

projekt výroby, pružnost, výrobní tok

Doporučené zdroje informací

- GAFF, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – GAŠPARÍK, M. Základy projektování výroby nábytku. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2577-7.
- HAJABAČ, J. – GAFF, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. Základy projektování výroby nábytku : návody na cvičení. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2578-4.
- 

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2019

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 15. 06. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Projektování výroby nábytku" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Milanu Gaffovi, PhD. za poskytnuté materiály, osobní konzultace, cenné rady, doporučení a odbornou pomoc při vedení práce. Děkuji mu také za trpělivost a opravy formálních náležitostí v této závěrečné práci.

Projektování výroby nábytku

Abstrakt

Práce je zaměřena na rekonstrukci školní dílny na Střední uměleckoprůmyslové škole v Praze, s rozšířením o výrobu série odkládacích stolků, a s ohledem na zajištění stávající výuky, která probíhá formou zakázkové výroby nábytku dle vlastních návrhů studentů školy. Teoretická část je věnována literární rešerši a podklady pro výpočty a návrhy řešení v praktické části. Nedílnou součástí práce je technická výrobní a výkresová dokumentace stolků a návrh technologických zařízení včetně pracovních postupů, s univerzálním využitím pro snadnou změnu předmětu výroby v budoucnu. Řešení kromě strojního vybavení zahrnuje i návaznost na sklady materiálů a manipulaci. Vše je řešeno tak, aby byly splněny současné požadavky na výrobní systémy, kterými jsou pružnost, produktivita a kvalita výrobního systému.

Klíčová slova: rekonstrukce, stolky, škola, technologie, výroba

Designing of furniture manufacturing

Abstract

The diploma thesis is focused on the reconstruction of the school workshop at the Secondary School of Applied Arts in Prague, with the extension of the production of a series of side tables, and with regard to the provision of existing teaching, which takes place in the form of custom furniture production according to the school students' own designs. The theoretical part is devoted to literary research and materials for calculations and proposed solutions in the practical part. An integral part of the work is the technical production and drawing documentation of tables and the design of technological equipment, including work procedures, with universal use for easy change of the subject of production in the future. In addition to machinery, the solution also includes connection to material warehouses and handling. Everything is designed to meet the current requirements for production systems, which are flexibility, productivity and quality of the production system.

Keywords: reconstruction, tables, school, technology, manufacturing

Obsah

Úvod.....	1
1 Cíle práce	3
2 Analýza literárních poznatků k předmětné problematice	4
2.1 Problematika projektování výroby nábytku	4
2.1.1. Projektování technologií.....	4
2.1.2 Projekční činnost	5
2.1.2.1 Etapy projektové činnosti.....	5
2.1.2.2 Třídy projektové činnosti	6
2.1.2.3 Části projektové práce.....	7
2.1.2.4 Identifikace hlavních rysů projektu.....	7
2.1.2.5 Předvýrobní etapa výroby	8
2.1.2.6 Technická příprava výroby	9
2.2 Technologie výroby nábytku.....	10
2.2.1 Typy výroby	11
2.2.2 Spojitost výrobního procesu	11
2.2.3 Fáze výrobního procesu.....	12
2.2.4 Stupně výrobního procesu	13
2.2.5 Projektování výrobních systémů	14
2.2.5.1 Postupy projektování výrobních systémů	15
2.2.5.2 Detailní projektování výrobního systému	15
2.2.5.3 Projektování pracovišť	16
2.2.5.4 Výpočet pracovišť	17
2.2.5.5 Organizace pracovišť	18
2.2.5.6 Zásady projektování pracovišť	18
2.2.5.7 Ergonomie	18

2.2.5.8 Pracovní prostředí	19
2.2.5.9 Funkční plochy	19
2.2.5.10 Hodnocení variant	20
2.2.5.11 Normy spotřeby práce	20
2.2.5.12 Technologická a strojní zařízení	20
2.2.5.13 Dopravní a manipulační systém	21
3 Metodika	22
3.1 Charakteristika a popis současného stavu provozu	23
3.1.1 Historie školy	23
3.1.2 Současnost školy	23
3.2. Výrobní program	31
3.2.1. Stávající výroba	31
3.3 Technická zpráva provozu	33
3.3.1 Odpadové látky	33
3.3.1.1 Pevný odpad	33
3.3.1.2 Plynné škodliviny	33
3.3.1.3 Odpadové vody	34
3.3.2 Energie	34
3.3.2.1. Elektrická energie	34
3.3.2.2 Stlačený vzduch	35
3.3.3 Péče o životní prostředí a ochrana zdraví	35
3.3.3.1 Požadavky na bezpečnost práce	36
3.3.3.2 Požadavky na hygienu a ochranu zdraví	36
3.3.3.3 Vytápění, mikroklimatické podmínky, osvětlení a zásobování vodou	37
3.3.4 Požární ochrana	37
3.4 Projekt výrobního systému	38
3.4.1 Sériová výroba	38
3.4.2 Stolek TABLET	38

3.4.2.1. Popis konstrukce	38
3.4.2.2. Materiál	39
3.4.3 Výpočet rozměrů masivních přířezů pro výrobu nohy a lubu	40
3.4.4 Výpočet spotřeby deskových materiálů.....	43
3.4.5 Kusovník.....	45
3.4.6 Technologický postup výroby	45
3.4.7 Výroba podnoží	45
3.4.8 Výroba desky.....	46
3.4.9 Blokové schéma výroby	47
3.5 Technologie výroby – pracovní postup.....	47
3.5.1 Zhodnocení návrhu technologie výroby	48
3.5.2 Vyjádření k nedostatkům.....	49
3.6 Návrh upravené technologie výroby	50
3.6.1 Návrh jednotlivých pracovišť	50
3.6.2 Zhodnocení upraveného návrhu	58
3.6.3 Popis technologicko – strojních zařízení.....	58
3.6.4 Výběr nově plánovaných strojů – zkracovací pila	59
3.6.4.1 Zkracovací pila PWK 40 TOS Svitavy	59
3.6.4.2 Zkracovací pila JAVES Šimek.....	60
3.6.5 Výběr nově plánovaných strojů – formátovací pila	61
3.6.5.1 Formátovací pila KDR 103 N ROJEK.....	62
3.6.5.2 Formátovací pila HOLZSTAR FKS	62
3.6.6 Manipulační technika	63
3.6.7 Odsávání lakovny - stolová odsávací kabina ST 1112 P.....	64
3.6.8 Nákladní výtah.....	65
3.7 Stavební úpravy.....	65
3.8 Finanční rozvaha	66
3.8.1 Náklady na výrobu stolku TABLET.....	66

3.8.2 Náklady na rekonstrukci.....	67
3.9 Organizace a personální zajištění.....	68
4 Výsledky	69
4.1 Sériová výroba	69
4.1.1 Návrh sériové výroby.....	69
4.1.1.1 Stolek TABLET	69
4.1.1.2 Zavedení sériové výroby	70
4.1.1.3 Výrobní postup.....	70
4.1.2 Návrh rekonstrukce.....	71
4.1.2.1 Strojní zařízení	71
4.1.2.2 Rozmístění strojů	71
4.1.2.3 Další technika.....	72
4.1.2.4 Stavební úpravy.....	72
4.1.3 Finanční rozvaha.....	73
5 Diskuze	73
5.1 Sériová výroba	74
5.1.1 Stolek TABLET.....	74
5.1.2 Zavedení sériové výroby.....	74
5.2 Návrh rekonstrukce	75
5.2.1 Návrh strojního vybavení	75
5.2.2 Rozmístění strojů	75
6 Závěr.....	Chyba! Záložka není definována.
7 Literatura.....	78
8 Seznam použitých zkratk a symbolů	80
Samostatné přílohy.....	81

Úvod

Zařizování obydlí provází člověka od jeho počátku, a vždy se přizpůsobovalo jeho momentálním potřebám a podmínkám. Současně s vývojem lidstva rostly také nároky na kvalitu prostředí, zařízení příbytku i předmětů každodenní potřeby. Vše jednoduché a účelné, nejdůležitějším hlediskem byla funkce a také dostupnost a snadná opracovatelnost materiálů, které měl člověk k dispozici. Nejstarší nálezy skutečného nábytku jsou zaznamenány z úrodné oblasti kolem Nilu, pojmenované kulturou starého Egypta, tedy už před více než 4000 lety.

Téma svojí práce jsem si vybral proto, jelikož mě obor nábytkářství zajímá a věnuji se mu přes třicet let. Jedním z důvodů je právě to, že konstrukce a technologie jsou používané už od dob starého Egypta dodnes prakticky beze změn. Postupem doby se již „pouze“ vyvíjejí nové technologie a materiály, které člověku usnadňují práci a umožňují mu navrhovat a vyrábět předměty dříve nevyrobitelné, současné, moderní.

Takto o tom píše Arch. František Buben v roce 1926: *„A tak nová doba vždy přináší nové požadavky a nové tvary nábytku, vyrostlé z potřeby určitého věku a prostředí. Jest proto nejvyšš nerozumné zařizovati dnes byt nábytkem slohů starších, historických, naší době a našemu ucítění neodpovídajících...vyskytne-li se tu a tam ve skladech nábytek historických slohů, svědčí to buď o úpadku tvořivé schopnosti řečeného závodu, anebo o nedostatku soudnosti zákazníků. Žel, že vidíme někdy napodobený historický nábytek i v takových rodinách, které činí dojem pokrokový, a přece v domácnosti obklopují se předměty dnes výtvarně zcela bezvýznamnými, jako nevychovaní náhodní zbohatlíci, kteří se hledí obklopiti talmovou královskou nádherou a honosností, uplatňující při ní vlastní vkus. Vždyť dnes se již nenosí copy a krinoliny.“* A dále o současném nábytku tehdejší doby, tedy počátku 20. Století: *„Nábytek má míti také pěkný tvar. Kdybychom trvali jen na pouhém požadavku účelnosti, dostali bychom běžný užitkový nábytek, který by nás svojí suchopárností také neuspokojil. Dokladem toho je dříve uznávaný bednovitý nábytek, který v přehnaném pojmání hygienických požadavků vylučoval jakékoliv římsování, plastické členění a řezbu. Do takových krajností této snahy hnáti nelze.“* (Buben, 1926).

Při navrhování byl tedy už před sto lety kladen důraz nejen na účelnost, konstrukci, ergonomii, snadnou čistitelnost, na správné rozmístění nábytku v bytě, ale i na estetickou stránku, nejen jednotlivých kusů nábytku, ale i celkové sladění interiéru – tedy požadavky, které jsou na design nábytku a interiéru kladeny i dnes, a to i více než po sto letech.

Autor citované knihy byl zakladatelem Umělecko-řemeslné školy, která dodnes vychovává budoucí odborníky v nábytkářském oboru. V roce 1989 jsem na této škole maturoval a dnes na ní působím jako učitel konstrukce nábytku a praktických cvičení na oboru Design nábytku a interiérů. To byl další důvod, proč jsem si jako téma zvolil projekt rekonstrukce výroby na naší škole. Rád bych tak i já byl přínosem pro svojí školu, která mne před třiceti lety výborně připravila na mojí budoucí profesní dráhu.

1 Cíle práce

Cílem práce je vypracování projektu pro účely rekonstrukce stávající výroby na Střední uměleckoprůmyslové škole v Praze dle požadavků zadavatele, včetně zavedení výroby série odkládacích stolků. Prvním úkolem je posouzení současného stavu výroby, tedy složení technologicko-strojového vybavení, technického stavu výrobních prostor a jeho dispozic, modelu a předmětu výroby. Na základě těchto informací je dalším dílčím cílem projektu návrh výrobního programu první série včetně technické přípravy výroby, návrhu technologického postupu a zpracování blokového schématu výroby. Tyto informace budou zároveň podkladem pro další související činnosti potřebné k úspěšnému zvládnutí projektu, především pro návrh takového řešení výrobních prostor a technologického vybavení, které by efektivně vyhovovalo jak pružné sériové výrobě, současným požadavkům na produktivní výrobní systémy, tak potřebám výuky, která v současné době probíhá jako kusová výroba. V navrhované sériové výrobě by zároveň studenti aplikovali své znalosti získané v hodinách teorie týkající se výroby nábytku a všech jejích procesů. Posledním úkolem je finanční rozvaha celého projektu, personální otázka a směnnost v rámci školního rozvrhu.

2 Analýza literárních poznatků k předmětné problematice

V této části práce se budu věnovat problematice výroby nábytku, zejména technologii a projektování výroby. Získané informace a poznatky následně využiji v dalších částech projektu v kapitole Metodika.

2.1 Problematika projektování výroby nábytku

Projektování výroby nábytku je v dnešní době stále složitější a náročnější činnost, vzhledem k rostoucím nárokům jak na kvalitu, nízkou cenu výrobků a zároveň na schopnost výrobců pružně reagovat na měnící se potřeby trhu. Dalším neméně důležitým aspektem je ekonomická stránka výroby, kdy projektant řeší zavedení takových technologií, které zvýší produktivitu a výrobu zefektivní, tedy zrychlí a zlevní, při zachování kvality výrobku. Toho lze docílit moderními technologiemi, např. CNC stroji, které nahradí lidskou sílu, jsou rychlejší a přesnější. Samotné projektování ale obsahuje daleko rozsáhlejší souhrn činností, které se vždy týkají projektovaného objektu. Projektování technologií se provádí do nových provozů nebo jako rekonstrukce stávajících, při změně výrobního programu nebo při nevyhovujících, zastaralých výrobních prostředcích. V obou případech musí být dodrženo rozvržení všech součástí výrobního procesu podle stanovených zákonitostí, uvedených ve výrobní dokumentaci. (Gaff, 2015)

2.1.1. Projektování technologií

Projektování technologií se rozděluje do dvou skupin:

1. Prostorově-organizační členění a uspořádání výrobních prostředků ve výrobním procesu,
2. Pohyb objektů ve výrobním procesu a účinky člověka a strojů na objekty výroby

(Gaff, 2015).

2.1.2 Projekční činnost

Celá projekční činnost vyžaduje množství náročných intelektuálních činností a zpracování informací, a jejím výstupem je návrh logicky a optimálně navazujících činností během celého výrobního procesu. Předmětem této závěrečné práce je malá výrobní série a současně kusová výroba, tedy nejnáročnější typ z hlediska organizační struktury a požadavků na pružnost výroby.

Návrh optimálního výrobního procesu zahrnuje následující činnosti:

- identifikace zdrojů, způsob zpracování vstupních informací,
- popis aktivit při návrhu výrobního procesu, vymezení vstupních a výstupních proměnných,
- formulace kritérií optimálnosti výrobního procesu.

2.1.2.1 Etapy projektové činnosti

Jednotlivé etapy rozdělujeme na následující typy:

Studijně-analytická etapa

Projektová činnost se zde zabývá shromažďováním a analýzou vstupních informací. Zaměřuje se na posouzení vhodnosti jednotlivých technologických procesů z hlediska:

- splnění konstrukčně-technologických požadavků na objekt výroby,
- realizace technologického procesu na daném výrobním zařízení,
- výrobnosti a ekonomické efektivnosti výrobního procesu.

Výsledkem této etapy je formulování množiny omezujících podmínek použití jednotlivých technologických procesů (Gaff, 2015).

Návrhová etapa

V této etapě se zpracovávají informace z předcházející etapy podle jistého algoritmu. Pod ním se rozumí logický postup souboru operací, instrukcí a pravidel, podle kterých se

daným technicko-ekonomickým požadavkům přiřazují varianty operací, postupů nebo řešení. Projektant může využít prvky tvořivosti: zkušenost, intuici, modelování apod. (Gaff, 2015).

Optimalizační etapa

Výsledkem této etapy je zpravidla množina možných variant řešení. Každá varianta zabezpečuje splnění předepsaných konstrukčně-technologických podmínek, liší se zpravidla ekonomickým a technickým efektem. Cílem optimalizační etapy je vybrat z těchto variant nejvýhodnější. Na to je potřebné sestavit účelovou funkci technologického procesu. Je možné ji formulovat tak, aby bylo možné množinu variant technologického procesu uspořádat a určit její minimum. Účelové funkce výrobních procesů se zpravidla skládají z několika nezávisle proměnných. V takovém případě je možné optimalizaci vykonat zvolením jedné proměnné za vedoucí kritérium.

2.1.2.2 Třídy projektové činnosti

Podle stupně determinovanosti zpracování informací a vazeb na systémové okolí můžeme projektovou činnost rozdělit do pěti tříd:

1. Aplikace známých řešení – co nejúčinnější využití působení okolí na projektové úkoly. Hlavní formou je využití dříve vykonaných činností. Významný podíl má při navrhování technologických procesů nižších typů,
2. Tvořivá práce – jedním ze zdrojů pokroku v technologii, je základem výzkumné, vývojové a racionalizační činnosti. Jedná se zejména o navrhování variant řešení, odhadem důsledků změn vstupních informací, výběrem informací, doplněním neúplných informací, intuicí a dalšími složkami tvořivých činností,
3. Inženýrské výpočty – např. vypočítání přídavku na opracování, výpočet tuhosti technologické soustavy, výpočet spotřeby času a další,
4. Ekonomické výpočty – patří k nim například výběr druhu polotovaru, výpočet nákladů na technologické zpracování, propočet efektivity nových přípravků apod.,
5. Rutinní práce – zejména vyhotovení výrobní dokumentace a zabezpečení výroby (Gaff, 2015).

2.1.2.3 Části projektové práce

- 1. Přípravná etapa** zahrnuje určení cílů a shromáždění potřebných informací. Cíl musí být jasně definovaný, informací musíme shromáždit co největší množství,
- 2. Řešení a zpracování projektu** se zabývá analýzami a rozбором problémů, navrhuje se různé varianty,
- 3. Realizace** je poslední částí projektu, prokazující schopnost projektanta.

2.1.2.4 Identifikace hlavních rysů projektu

Každý projekt musí obsahovat následující podmínky: (Gaff, 2015).

1. Pevný začátek a konec

Projekt má jasnou hranici zahájení a ukončení.

2. Systematický plán

Správně rozplánovaným postupem všech fází projektu docílíme splnění termínu i očekávané výsledky, jednotlivé činnosti na sebe navazují krok za krokem, další následuje až po splnění předcházející.

3. Samostatné prostředky

Personální, časové i finanční prostředky jsou na každý projekt předem určené, a pro úspěšné splnění projektu je nutné jejich dodržení.

4. Týmová práce

Úspěšný projekt vyžaduje zapojení více lidí, z nichž každý pracuje na svěřeném úkolu, který je částí projektu, a na který je specializovaný.

5. Určení cíle

Projekt, jako celek, má jasně daný cíl, stejně tak jako všichni do projektu zapojení, pracují na svých jasně definovaných úkolech, za které mají odpovědnost.

2.1.2.5 Předvýrobní etapa výroby

Samotné výrobě předchází tzv. předvýrobní etapa výroby, která obsahuje tyto dílčí etapy: základní výzkum, aplikovaný výzkum, vývojové práce, projektovou činnost, výstavbu, osvojení nových výrob a výrobu.

Do předvýrobní etapy zahrnujeme následující činnosti: (Gaff, 2015).

1. Sestavení principiálního schématu výrobku,
2. Teoretické rozpracování funkčního poslání výrobku a stanovení jeho pracovní funkce,
3. Zpracování konstrukčního schématu,
4. Určení pracovních sil, parametrů, vykonání základních funkčních propočtů,
5. Vytvoření konstrukčních maket, propočítání a navrhnutí rozměrů dílců, volba materiálů se zřetelem na podmínky práce při plnění funkčních úloh s cílem dosáhnout požadovanou kvalitu, spolehlivost a životnost,
6. Určení východiskového a konečného stavu vybraných materiálů,
7. Zpřesnění rozměrů dílců a stanovení rozměrových tolerancí,
8. Projektování technologie výroby zkušební prototypu,
9. Vyhotovení zkušební prototypu,
10. Zkoušky a studie na zkušebním prototypu,
11. Zpřesnění konstrukcí, rozměrů a tolerancí, zpřesnění technologických postupů na základě výsledků zkoušek a studií na prototypu,
12. Výroby zkušebních sérií na základě upřesněných technologických postupů, rozměrů a konečné specifikace materiálů součástek,
13. Zkoušky výrobků nulté série,
14. Sestavení technických podmínek na přebírání součástek a výrobku do celku,

15. Zpracování výkresů a technologických postupů výroby na sériovou výrobu nového výrobku se zřetelem na podmínky vyrábějícího závodu,
16. Návrh a výroba přípravků pro sériovou výrobu,
17. Zavedení sériové výroby a její zabezpečení.

2.1.2.6 Technická příprava výroby

Samotné výrobě předchází činnosti, které nazýváme **technickou přípravou výroby**. Technickou přípravou výroby rozumíme souhrn technických, technologických, organizačních, ekonomických opatření, na kterých závisí následné výsledky samotné výroby, efektivita jejích procesů a kvalita výrobků (Drápela, 1980, s.13). S počtem plánovaných vyrobených kusů stoupá i náročnost TPV a její podrobnost, naopak klesá podíl nákladů na její vypracování v přepočtu na jednotku výroby. TPV řeší vzhled, rozměry, materiál, funkci a konstrukci výrobku, tuto část nazýváme jako **konstrukční přípravu výroby** (Drápela, 1980, s.13). Určení strojů a zařízení, přípravků, nářadí, ochranných a bezpečnostních prostředků, normy času a obsluhy, měřidla a stanovení výrobních postupů nazýváme **technologickou přípravou výroby** (Drápela, 1980).

Výstupem technické přípravy výroby je výrobní dokumentace, která obsahuje tyto náležitosti:

- výrobní výkresy,
- technický popis (podmínka) výrobku,
- kusovník,
- technicko - hospodářskou normu spotřeby materiálu, času a mezd,
- technologický (pracovní) postup,
- nářezové plány,
- soupis sesazenek, přířezů a podle potřeby další podklady.

Výrobní dokumentace je podkladem pro navazující činnosti, jako je nákup materiálu, řízení, plánování a kontrola, cenová tvorba výrobku, zajišťování nástrojů, přípravků a měřidel.

Úkolem celé projekční činnosti a samotné technické přípravy výroby je zvyšování efektivity výroby, a zaměřuje se především na zvyšování kvality výrobků, zdokonalování technologických postupů a organizaci výroby, snižování spotřeby materiálu, snižování pracnosti, odstraňování zdraví škodlivých prací apod. (Drápela, 1980).

2.2 Technologie výroby nábytku

Výroba nábytku je složitý proces, stávající z množství projektových, technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností, jejichž účelem je přeměna tvaru a rozměrů materiálů a polotovarů ve finální výrobek. Celý výrobní proces v sobě zahrnuje technologické, časové, prostorové a organizační spojení hmotných zdrojů, jako jsou materiály, energie, výrobní prostředky, a pracovní síly. Úroveň výrobních systémů ovlivňují na sebe vzájemně působící faktory, především výrobek, materiály, stroje a zařízení, výrobní technologie, lidská síla, energie a organizace výroby. Současně s novými vědeckými a výzkumnými poznatky vstupují do výrobních procesů novinky v oblasti vývoje materiálů, strojů, využití informační techniky, řízení výroby aj. (Gaff, 2015).

Technologii bychom mohli nazvat jádrem procesu a definovat jako soubor metod, způsobů a postupů působících prostřednictvím pracovních prostředků na pracovní předmět za účelem jeho přeměny na požadovaný produkt – výrobek (Zemiar, 2009). Procesy přeměny pracovního předmětu nazýváme jako **technologické** (změna stavu, tvaru, rozměrů) nebo **nettechnologické** (procesy řídicí, kontrolní, manipulační) (Zemiar, 2009).

Výrobu nábytku můžeme charakterizovat z různých hledisek – z hlediska podstaty a konstrukce výrobku, typu výroby, spojitosti výroby, technologie, struktury aj. (Zemiar 2009). Nábytek se skládá z jednotlivých částí – dílců, a je cílem, tedy výstupem výrobního procesu a současně jedním z jeho prvků. Od něj se odvíjejí další prvky, jako jsou technologie, pracovní předměty, pracovní prostředky, pracovní síla, organizace a řízení výroby (Zemiar, 2009).

2.2.1 Typy výroby

Podle počtu vyrobených kusů a druhů výrobku ve výrobní jednotce, jejich opakovatelnosti, rozlišujeme tři základní typy výroby (Zemiar, 2009).

1. Kusová výroba (zakázková) – různé druhy výrobků v malém počtu, nízká nebo žádná opakovatelnost, schopnost plnit individuální požadavky zákazníků, vysoké výrobní náklady, nároky na vysokou odbornost pracovníků,

2. Sériová výroba – větší počet výrobků stejného druhu, v nábytkářské výrobě jsou jednotlivé dílce zadávány v dávkách, jedná se o převládající typ výroby,

3. Hromadná výroba – jeden nebo malý počet druhů výrobků vyráběný ve vysokém počtu kusů, efektivní výroba – specializovaná pracoviště, omezená uplatnění.

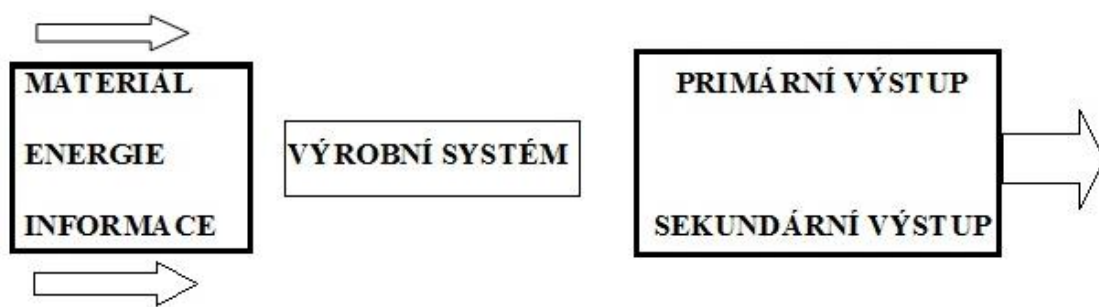
2.2.2 Spojitost výrobního procesu

Výrobní procesy rozlišujeme na **spojité** (nepřerušované) a **nespojité** (přerušované). Výroba nábytku je proces nespojitý, zejména z důvodu přerušování výroby kvůli časovým prodlevám z technologických časových nesouladů, přestavování strojů, údržby a výměny nástrojů a přípravků, z jiných organizačních a technických příčin (Zemiar, 2009).

Charakteristika technologických procesů výroby nábytku

Předpokladem využívání technologických procesů na racionální přeměnu základních materiálů při výrobě nábytku je jejich poznání. Poznávání technologických postupů a procesů přeměn je jednou z rozhodujících oblastí studia technologie (Trávník, Svoboda, 2007).

Výrobní systém jako základní model představuje následující schéma. Obrázek 1. Výrobní systém



Obrázek 1. Výrobní systém

Jako primární výstup je zde označen výrobek, sekundárním výstupem hmotného nebo fyzikálního charakteru nežádoucí, ale nevyhnutelné prvky (piliny, prach, vlhkost, teplo) (Zemiar 2009).

2.2.3 Fáze výrobního procesu

Výrobní proces rozdělujeme do dvou fází, podle stupně opracování dílců. Obrázek 2. Fáze výrobního procesu. První TOF je charakterizovaná výrobou jednotlivých dílců, vstupním materiálem je rezivo, materiály na bázi dřeva, textil, plasty, kovy aj. Tato fáze zahrnuje především operace jako je dělení a jejich následné opracování na tvar a rozměry dílce. Druhá TOF obsahuje konečnou povrchovou úpravu dílců a jejich následné spojování do funkčních celků – montáž. Mezisklad má funkci kontrolní a organizační (Zemiar, 2009). Tento model představuje pouze jednu z variant. U některých typů není jejich součástí např. povrchová úprava, potom mezisklad nemusí být do výroby zařazen.



Obrázek 2. Fáze výrobního procesu

2.2.4 Stupně výrobního procesu

Při výrobě dochází k opracování různých druhů materiálů rozdílných vlastností, za použití různých typů technologií, vhodných na daný materiál. Tyto procesy rozdělujeme do kategorií, podle změn, které na materiálu probíhají, a označujeme je jako stupně výrobního procesu. Podle typu opracovávaného materiálu, typu výroby nebo technologií je rozdělujeme do různých variant, např. do 6 stupňů u výroby masivních dílců, do 11 stupňů u výroby plošných nábytkových dílců navíc s přípravnou fází zahrnující hydrotermickou úpravu a skladování (Trávník, Svoboda, 2007), případně můžeme nábytkovou výrobu rozdělit do 9 stupňů v modelu, který je v nábytkářské výrobě převládajícím, a označujeme ho jako základní technologicko-organizační model (Zemiar, 2009). Obrázek 3. Výrobní stupně



Obrázek 3. Výrobní stupně

Uvedený devítistupňový model není možné aplikovat na každou konkrétní výrobní jednotku. Základní model představuje strukturu výroby nábytku v sériové výrobě, zahrnující v sobě povrchovou úpravu dílců (Gaff, 2015). Tento model může mít další varianty, závislé na typu výroby, materiálech, výrobku nebo technologiích. **Typ výroby** ovlivňuje především organizaci výrobního procesu, kdy se některé stupně slučují, některé vypadávají. Typ výroby má vliv i na mezisklad – např. u hromadné výroby není potřebný. **Vstupní materiály** mají rozhodující vliv na technologickou posloupnost. Při použití různých druhů materiálů na bázi dřeva má vliv většinou již předem upravený povrch, např. dýhování, laminování apod. Hlavním prvkem, určujícím posloupnost výroby je samotný **výrobek**, který určuje technologický proces. Největší vliv na strukturu organizačního modelu výroby má **technologie**, jako soubor metod, způsobů a postupů použitých při výrobě. Celý proces výroby ale není jen technologický proces přeměny materiálů na výrobek. Zahrnuje v sobě i další činnosti, které se netýkají samotného procesu, ale jsou pro výrobu nezbytné. Proto výrobu rozdělujeme na činnosti nebo procesy hlavní, spadající do výše uvedeného rozdělení na stupně výroby, a na činnosti pomocné a vedlejší, zahrnující např. výrobu přípravků, údržbu nástrojů, přípravu lepidel, sklady, zkušebny nábytku, laboratoře, dopravu aj.

2.2.5 Projektování výrobních systémů

Termín výrobní systém chápeme jako technologické, časové, prostorové a organizační seskupení materiálů, energie, výrobních a pracovních prostředků a pracovních sil, určených pro výrobu (Gaff, 2015).

Při rekonstrukci výrobního systému vstupuje do transformačního procesu stávající výrobní systém se svými vstupy, viz. Obrázek 1. Výrobní systém. Výstupem je pak inovovaný výrobní proces s novými parametry. Samotný transformační proces zahrnuje analýzu stávajícího výrobního programu, výrobních prostředků, personálu, nákladu, a stanovuje nové cíle.

Současné **požadavky na výrobní systém** jsou:

1. pružnost,
2. produktivita,
3. kvalita.

Pod pojmem **pružnost** můžeme chápat schopnost rychlé reakce na vyžadované změny týkající se druhu výrobků, jejich počtu, změnu materiálů povrchů, požadavkům zákazníka. **Produktivita** je často v rozporu s pružností, kdy je splnění nároků vysoké produktivity výroby často podmíněné zařazením jednoúčelových strojů, speciálních přípravků, nástrojů aj., díky čemu se sice zvýší kvantitativně produkce, ale právě na úkor možnosti rychle reagovat na požadavky změn ve výrobě.

Kvalita výrobků je dnes již samozřejmostí, jedná se o soubor vlastností daného výrobku, které musí splňovat.

2.2.5.1 Postupy projektování výrobních systémů

Výsledkem snahy o co nejvhodnější výrobní systém je zvýšení zisku, čehož lze dosáhnout nabídkou nadstandartní kvality, poskytováním kvalitního servisu, nebo snižováním nákladů a zkrácením časů výroby (Gaff, 2015).

Projektování výroby můžeme rozdělit do čtyř základních způsobů.

1. Postup od hrubého k detailnímu řešení, tzv. TOP-DOWN přístup, kdy se nejprve řeší globální problémy, postupně pak detaily,
2. variantní přístup, kde se pro každý problém hledá více řešení,
3. fázové projektování, kdy jsou jednotlivé fáze projektu řešené samostatně pomocí dvou předcházejících postupů, tedy systému TOP-DOWN a variantního přístupu,
4. všeobecný cyklus řešení, jehož metodou jsou postupné analýzy situace, systému, příčin, možností řešení a analýzy cílů.

2.2.5.2 Detailní projektování výrobního systému

Technologické projektování je systém opatření související s rozborem, plánováním navrhováním a znázorňováním nově budovaných nebo rekonstruovaných provozů (Gaff, 2015). Úkolem je návrh výrobního postupu, týkající se přeměny materiálů na výrobek - technologický postup. Souhrn činností pracovníka zajišťující technologické operace nazýváme pracovní postup. Základem pro vypracování pracovního postupu jsou technologický předpis a technologický postup. Projekt nábytkářského provozu se zabývá

výrobou, jeho obsahem je tedy dílenské projektování pracoviště, které je zaměřené na vztahy člověk – pracovní prostředek – pracovní předmět.

Hlavním objektem jsou technologická zařízení zaměřená na dosažení vyššího výkonu, na zajištění pohodlí při práci pro pracovníky, a na dodržení bezpečnosti a ochrany zdraví.

Navržená dispoziční řešení se zpracovávají do grafického znázornění pomocí výkresů, maket nebo modelů. Detailní projekt řeší:

1. projektování pracovišť,
 2. projektování pracovníků,
 3. projektování materiálového toku,
 4. projektování informačního toku a systému řízení,
- projektování servisních činností (Gaff, 2015).

2.2.5.3 Projektování pracovišť

Termínem pracoviště rozumíme spojení výrobních prostředků, výrobních předmětů a výrobních sil, ve kterém probíhá technologický proces. Je částí výrobního procesu, obsluhu tvoří alespoň jeden pracovník. Nejdůležitější činnosti probíhající na pracovišti jsou opracování (týká se možností a vlastností strojního zařízení), výměna a skladování nástrojů a měření a kontrola obrobků po skončení operace. Detailní řešení vyžadují specifické případy, jako je např. opracování rozměrných dílců, kdy se v projektu kromě prostoru potřebného pro obsluhu musíme zabývat i potřebným prostorem na manipulaci s materiálem nebo pokud při operaci s krátkým operačním časem vzniká velké množství odřezků a obrobků, čímž vzniká větší nárok na ukládání a rychlost při manipulaci, zejména s malými kusy. V souvislosti s těmito aspekty klademe důraz na dobrou organizaci pracoviště včetně postavení pracovníka na pracovišti. Jedná se o eliminaci zbytečných pohybů, uložení potřebných přípravků a nástrojů v dosahu, dostatečný prostor pro ukládání materiálu a obrobků, prostor pro bezpečnou manipulaci s materiálem a technikou, pro údržbu strojů a výměnu nástrojů.

Při projektování pracovišť existuje mnoho zásad a pravidel, mezi důležité patří např. princip paralelnosti (souběh práce člověka a stroje), princip optimálního obsahu manipulačního procesu (rozdělení procesu na opakující se prvky, tím dochází ke zvýšení výkonnosti), princip ekonomie manipulačních a řídicích úkonů (cílem je eliminace nepotřebných manipulačních úkonů, optimální konstrukce strojů, optimální uspořádání), princip synchronizace (návrh

manipulačních a technologických úkonů pro dosažení rovnoměrného vytížení člověka a strojů), princip výběru optimální polohy pracovníka (Gaff, 2015).

Umístění pracovišť v rámci výrobního procesu navrhujeme podle následujících vnějších vazeb:

1. organizační – řeší napojení pracoviště na systém řízení celého procesu,
2. prostorové – umístění pracoviště s ohledem na předcházející a navazující operace,
3. časové – snaha o co nejmenší časové ztráty ve výrobě,
4. vazby výrobního procesu – týkají se pomocných a přípravných činností.

V projektování pracovišť, potažmo celého provozu, je nejvýznamnějším aspektem prostor, který máme k dispozici, a jak ho dokážeme využít. Nejde jen o umístění samotného stroje či zařízení, ale i o prostor potřebný pro vstup a výstup materiálu ze stroje, prostor potřebný pro manipulaci s materiálem za pomoci manipulační techniky mezi jednotlivými operacemi, prostor pro ukládání rozpracovaných polotovarů a odpadů vzniklých při výrobě. Odkládací plochy se snažíme rozšířit vertikálně i horizontálně pomocí regálů, polic nebo odkládacích pojízdných vozíků. Podstatnou podmínkou efektivní výroby jsou takové časové vazby, ve kterých jsou přisun materiálu na pracoviště a jeho odsun v rovnováze. V opačném případě nastává nutnost zařazení dalšího článku – meziskladu, do výrobního procesu. V rovnováze by měl být i operační čas a čas na manipulaci s materiálem, většinou je ale operační čas delší. Tento problém se řeší víceobsluhou, kdy pracovník obsluhuje během operačního času na jednom stroji stroj druhý. Podmínkou tohoto řešení je vhodné rozmístění strojů. Další možností zefektivnění výroby je zařazení strojů do linek, které je výhodné pro hromadnou výrobu, proto se jím nebudu ve své práci zabývat.

2.2.5.4 Výpočet pracovišť

Počet pracovišť určuje zároveň počet pracovníků, je ale podmíněn prostorem daného provozu. Pro výpočet počtu pracovišť se používá vzorec, do kterého dosadíme časové údaje a počet plánovaných vyrobených kusů. Počet pracovišť a strojně – technologických zařízení by měl odpovídat výrobnímu programu, modelu výroby a odbytu výrobků. Nemá smysl pořizovat nadbytečné množství strojů bez zajištění jejich využití.

2.2.5.5 Organizace pracovišť

Největší vliv na organizaci pracovišť má manipulace s materiálem mezi sklady a výrobou, mezi jednotlivými operacemi i v rámci jednoho pracoviště. Důležité jsou jeho způsoby a prostředky. Způsoby pohybu mezi operacemi dělíme na dva systémy, na direktivní, kdy se materiál pohybuje přímo, co nejkratší cestou, a nepřímý, kdy se materiál pohybuje společně s jiným materiálem nebo je mezi cesty ke strojům zařazen sklad. Nejspolehlivější metodou pro určení vhodné plochy je výpočtová metoda, kdy se plochy jednotlivých pracovišť složí a vytvoří nejvhodnější rozmístění strojů ale i materiálových toků. Podle konkrétního technologického procesu se stroje rozmisťují do přímky, do trojúhelníku, mnohoúhelníku nebo kombinací některých z těchto typů. Účelem je vždy dosažení co nejoptimálnějšího rozmístění a zkrácení výrobních časů (Gaff, 2015).

Rozmístění pracovišť můžeme uspořádat podle pěti schémat na:

- volné – náhodné umístění v provozech, kde není znám materiálový tok,
- technologické – umístění strojů stejného nebo podobného druhu,
- předmětné uspořádání – stroje jsou umístěné podle materiálového toku,
- modulární uspořádání – stroje spojené do technologických bloků,
- buňkové uspořádání – seskupení více strojů do skupin (Milo, 1990).

2.2.5.6 Zásady projektování pracovišť

Pro optimální využití schopností a dovedností člověka, je potřebné mu vytvořit takové podmínky, které budou umožňovat vykonávat práci v co největší kvalitě a produktivitě, při zajištění zdraví a ochrany před úrazy. K tomu projektanti pracovišť využívají znalostí antropometrie, perimetrie a ergonomie.

2.2.5.7 Ergonomie

Ergonomie má za úkol vytvořit lidem takové podmínky a předměty, včetně strojů a jejich částí, které budou při používání pohodlné nepoškozující zdraví, a tím přispívají k větší produktivitě. Významnou částí je navržení optimálních rozměrů pracovišť, dosahů,

vzdáleností apod., pro které ergonomie využívá znalostí z antropometrie. Mezi základní metody projektování pracovišť patří:

1. Odhad – nejméně přesná metoda vycházející z vlastních zkušeností projektanta,
2. Kopírování – napodobování již jinde uplatněných řešení, nebezpečím je kopírování chyb,
3. Doporučené hodnoty – vychází z tabulkových rozměrů člověka,
4. Somatografie – grafické znázornění člověka v technické dokumentaci,
5. Modelování – nejpřesnější a nejnáročnější způsob. (Gaff, 2015)

2.2.5.8 Pracovní prostředí

Kromě výše uvedené ergonomie je do úspěšného projektu potřeba zařadit i další otázky související s ochranou zdraví pracovníků, jejichž cílem je vyloučení rizika úrazů, poškození sluchu, zraku a dalších nebezpečí. Kromě fyzických aspektů je důležitý i psychický stav a pohoda na pracovišti, která přispívá ke zvýšení produktivity i kvality výroby.

Mezi zdravotní rizika v nábytkářské výrobě patří hluchost, prašnost, výskyt škodlivin ve vzduchu, prašnost, nebezpečí poškození zraku odlétávajícími třískami. Proti těmto rizikům je povinností zaměstnavatele zajistit, a zaměstnanců používat ochranné osobní pomůcky, jako jsou sluchátka, brýle, štíty, respirátory aj. Kromě OOP je to vybavení strojů odsáváním a prostor provozu větráním a odvětráváním.

2.2.5.9 Funkční plochy

Projekt pracovišť musí dbát na dostatečný prostor pro obsluhu stroje, ale i pamatovat na plochy pro údržbu stroje, plochu na odkládání, opravy a bezpečnostní plochu. Skutečná plocha je odvislá od způsobu uspořádání strojů, ale i rozměrů materiálu, rozměrů manipulačních prostředků a jejich vlastností. Jedná se o předepsané rozměry vzdáleností strojů od stěn, sloupů, i mezi stroji. Kromě určení ploch pracoviště, je důležité i projektování dopravních cest v rámci provozu, dle normy ČTN 269010, která určuje potřebné rozměry průchodových i manipulačních uliček a dopravních cest.

2.2.5.10 Hodnocení variant

Hlavním cílem technologického projektu je optimální řešení s nejlepšími výsledky (Gaff, 2015). Pro výběr optimálního projektu je nutný podrobný rozbor a rozhodnout mezi několika variantami. To je možné provést jednou ze tří metod:

1. Porovnání výhod a nevýhod – jednoduchý způsob výběru posouzením pro a proti u jednotlivých variant. Metoda je nejméně přesná, ale nejrychlejší, a umožňuje rychlé vyloučení nejnevhodnější varianty.
2. Hodnocení vybraných činitelů – spočívá v rozdělení hodnocení na jednotlivé činitele a jejich samostatné posouzení. Vybíráme nejméně ze 3 a nejvíce z 5 variant řešení. Hodnotící činitele jsou např. využití ploch, materiálové náklady, pracnost výroby, náklady na pořízení, dispoziční řešení aj. Následně se zhotoví a vyhodnotí tabulka.

2.2.5.11 Normy spotřeby práce

Důležitým hlediskem posuzování produktivity práce je norma spotřeby práce, je ovlivňována výrobním, technologickým i pracovním postupem. Pro každou operaci se vypočítá výkonová norma, a z ní norma spotřeby práce, tzv. norma času a obsluhy (Gaff, 2015). V této závěrečné práci se zabývám projektem, který je z tohoto hlediska specifický. Výroba je zaměřená především na výuku žáků, cílem není vyšší produktivita ani vyšší zisk, proto se tímto tématem nebudu podrobněji zabývat.

2.2.5.12 Technologická a strojní zařízení

Směrování rozvoje výrobních technologií směrem k maximálnímu využívání informačních technologií se nevyhýbá ani dřevozpracujícímu průmyslu. V současnosti jsou to především CNC stroje, které do odvětví přinesly výrazné zvýšení kvality a produktivity práce. Základem výroby nábytku jsou ale stále mechanické dřevoobráběcí stroje.

Výběr strojních zařízení se provádí při sestavování technologického postupu ve stávající výrobě, při řešení projektu nové nebo rekonstruované výroby nebo při obnově

výrobních zařízení. Důležitými faktory při výběru jsou výrobní program a objem výroby, metody technologického zpracování a technologicko – organizační struktura výroby.

Hlavní technické parametry vyjadřujeme kvantitativně a kvalitativně. Mezi kvantitativní patří otáčky, podávací a řezná rychlost, rozměry obráběných dílců, rozměry aj. U kvalitativních parametrů se jedná o přesnost, kvalitu opracování povrchu, stupeň automatizace aj. Kapacita stroje se měří množstvím zpracovaného materiálu za určitou časovou jednotku.

2.2.5.13 Dopravní a manipulační systém

Projekt výroby zahrnuje i řešení dopravních a manipulačních systémů, propojení mezi sklady, jednotlivými pracovišti navzájem. Provádí se analýzou materiálových toků, stávajících zařízení, a zpracováním variant řešení. Nejlepším projektem je takový, který obsahuje minimum skladování, přepravy a manipulace (Gaff, 2015). Proto je důležité při řešení této problematiky dbát na vhodné navržení kapacity pracovišť takovým způsobem, aby nedocházelo k hromadění zásob a potřebě skladů, z důvodu nevyváženého materiálového toku. Neméně důležitý je i správný vstup výrobních úkolů do výroby, aby např. nedocházelo k hromadění rozpracovaných dílců z důvodů nedodržení plynulosti materiálového toku. Mezi další zásady patří např. maximální využívání ploch a prostor provozu, snaha o přepravu ve větším množství, koordinace manipulace s ostatními součástmi výrobního systému.

Při výběru manipulačních a dopravních prostředků se řídíme ukazateli, jako jsou druhy přepravovaných materiálů, jejich množství nebo vzdálenosti.

3 Metodika

Na základě dílčích cílů projektu jsem pracovní postup ve své práci rozdělil na etapy podle následující metodiky:

1) Analýza stávajícího stavu výroby:

- současný výrobní program,
- stav stavebních částí výrobních prostor,
- soupis a technický stav strojů,
- rozmístění strojů.

2) Návrh výrobního programu:

- výrobní dokumentace,
- požadavky na materiálová zabezpečení,
- nároky na technologické vybavení výroby.

3) Návrh rekonstrukce prostor a technologií:

- stavební úpravy,
- vyřazení nevyhovujících a pořízení nových strojů,
- rozmístění strojů, materiálový tok.

4) Finanční rozvaha:

- cenová kalkulace na pořízení nových technologií,
- rozpočet stavebních úprav,
- kalkulace nákladů výroby z hlediska produktu,
- návrh financování projektu.

5) Organizační zajištění:

- personální nároky na zajištění výroby.

3.1 Charakteristika a popis současného stavu provozu

3.1.1 Historie školy

Vyšší odborná uměleckoprůmyslová a Střední uměleckoprůmyslová škola v Praze 3 na Žižkově byla založena 7. října 1921 jako Státní odborná škola pro zpracování dřeva. Jejím iniciátorem, zakladatelem, a prvním ředitelem byl architekt František Buben (1880-1956), žák Jana Kotěry. Obrázek 4. Arch. *František Buben*. Původně škola vzdělávala vyučené truhláře v navazujících odborných technických znalostech, sloužila jako vzdělávací ústav pro mistrovské obory především dřevozpracujících oborů, od 60. let vzdělává ve čtyřletých maturitních oborech. Během téměř stoleté tradice se žáci i učitelé účastnili mnoha výstav. K největším úspěchům patří účast na Světové výstavě dekorativních umění v Paříži v roce 1925. Škola obdržela Grand Prix za interiér ředitelny, řadu zlatých a stříbrných medailí, diplomů a dalších ocenění.

3.1.2 Současnost školy

Škola sídlí na parcelním čísle 1712/1 v Praze 3 na Žižkově náměstí v budově postavené podle návrhu architekta Františka Vahaly, a jejím posláním, po vzoru Bauhausu, bylo a stále je, vzdělávání odborníků v oblasti interiérové tvorby. Vyučuje se zde osm oborů, spojujících design a řemeslo: Design nábytku a interiéru, Tvorba nábytku a interiéru, Řezbářství a produktový design, Užitá malba, Tvorba pro děti, Scénografie, Propagační grafika a Výstavnictví a prostorový design. Kromě střední školy jsou zde ještě čtyři obory školy vyšší odborné. Právě pro tento typ výuky se zde kromě učeben teorie nachází dílny pro ruční práce i dílny vybavené klasickými dřevozpracujícími stroji ale i moderními technologiemi, jako jsou CNC frézky, 3D tiskárny nebo laserové řezačky, samozřejmě doplněné výukou odpovídajících počítačových programů. Dodnes zachované interiéry

ředitelny Obrázek 6. *Interiér ředitelny* a knihovny Obrázek 7. Interiér *knihovny* často využívají filmaři k natáčení .



Obrázek 4. Arch. František Buben



Obrázek 5. Budova školy



Obrázek 6. Interiér ředitelny



Obrázek 7. Interiér knihovny

3.1.3 Současný stav výroby

Areál je rozdělen na tři hlavní části:

hlavní budova – učebny teorie, kanceláře vedení školy, malířské ateliéry

dílenská budova – rukodílny a strojovny, sklad materiálu **Obrázek 7. *Dílenská budova***

dvůr – příjezdová komunikace, sklady řeziva a hřiště. Dílenská budova má užitnou plochu 1800 m² a je rozdělena na dvě strojovny v prvním nadzemním podlaží, a na čtyři rukodílny ve druhém a třetím nadzemním podlaží. V prvním podzemním podlaží se nachází sklad deskového materiálu, dřív a hotových výrobků. Pro manipulaci s materiálem slouží nákladní výtah. Příjezdová cesta k budově vede dvoukřídlými vraty přes mírně svažitý dvůr, mezi sklady řeziva. V současnosti je připraven projekt na rekonstrukci jednoho skladu řeziva, který by se měl částečně přeměnit na sklad deskového materiálu. Projekt rekonstrukce výroby,

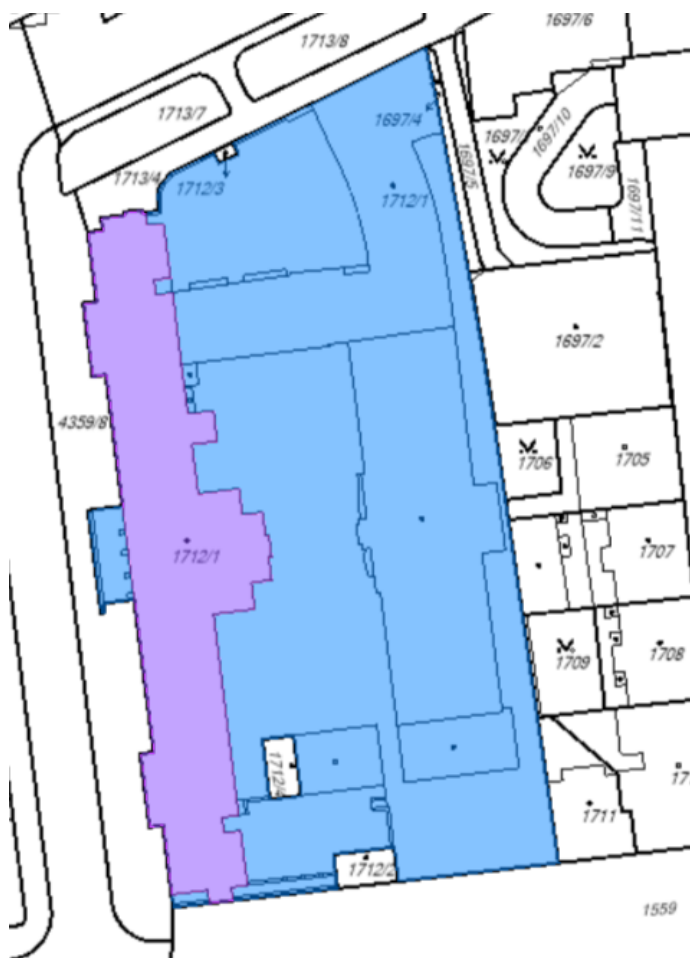
který je obsahem této závěrečné práce, se týká větší strojozny, kde se nachází veškeré strojní vybavení. Obrázek 6. *Strojovna*

Podklady od zadavatele:

- výkresová dokumentace stavu, půdorys,
- fotodokumentace stavu a strojů,
- soupis strojního vybavení.

Požadavky zadavatele:

- navrhnout řešení skladování materiálů a hotových výrobků,
- navrhnout technologické vybavení vhodné pro výrobu z deskových materiálů a masivu, od základního opracování řeziva až po finální povrchovou úpravu,
- navrhnout rozmístění strojů tak, aby plynule navazovaly jednotlivé operace, při zapojení 5-10 studentů a jednoho učitele současně při dodržení rozvrhů, tedy po max. čtyřhodinových blocích pro jednotlivé skupiny žáků,
- využít vyhovující stávající zařízení a navrhnout nové, současně zajistit volné kapacity výrobních prostředků pro další skupiny žáků, pracujících na zakázkové výrobě a výuce.



Obrázek 5. Plánek areálu

Fialová část budovy na obrázku je hlavní budova s učebnami teoretických předmětů. Modrá část je dvůr a dílenská budova. Na dvoře se nachází samostatná budova s briketovacím lisem. Odpad z dílenské budovy je dopravován odsáváním v podzemní části pod dvorem.



Obrázek 6. Strojovna



Obrázek 7. Dílenská budova

3.1.4 Popis výroby

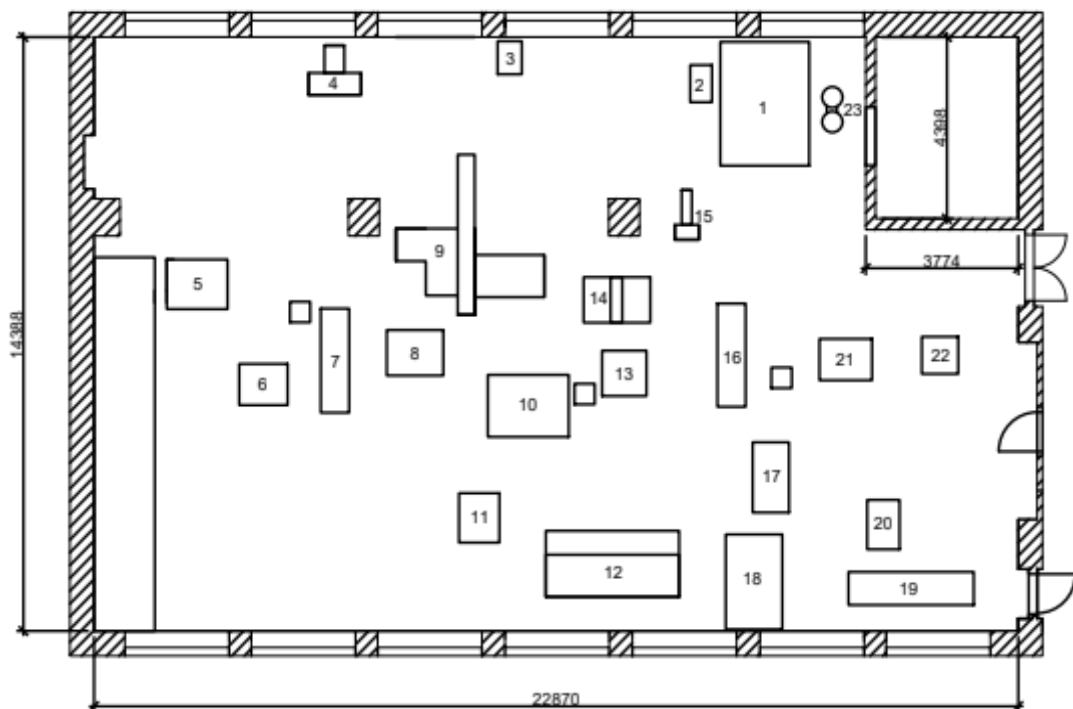
Převládajícím typem výroby je kusová. Jedná se především o sedací, stolový, úložný a doplňkový nábytek, který žáci zhotovují podle vlastních návrhů nebo již podle hotové výkresové dokumentace. V části dílen, kterou se zabývá můj projekt, tedy tzv. „strojovně,“ probíhá vždy výuka max. deseti žáků s jedním učitelem ve 4-5 hodinových blocích, tedy dvě skupiny denně. Učitel je jeden. Současně s nimi do strojovny během dne dochází další učitelé s menšími skupinami žáků dalších oborů, v nepravidelných, různě dlouhých časových úsecích, kteří zde na svých výrobcích vykonávají technologické operace vyžadující strojní opracování. Zpracovávaným materiálem jsou v převážné míře rostlé dřevo, překližky, dýhy, laťovky, biodesky a dřevovláknité desky, výjimečně laminované dřevotřískové desky. Montážní práce kmenové skupiny probíhají přímo ve strojovně, povrchová úprava se provádí v lakovně, umístěné v 1.NP dílenské budovy. Rozpracované výrobky zůstávají volně uložené v prostoru strojovny. Sklady materiálu jsou umístěné v areálu školy. Sklad deskového materiálu se nachází částečně v horní části dvora (dřevotřísky, MDF), a v 1.PP dílenské budovy (překližky, laťovky, dýhy). Řezivo je skladované v provětrávaných venkovních skladech v horní části dvora. Manipulace s řezivem a deskovým materiálem je obtížná, provádí se přes okno nebo vchodovými dveřmi a úzkou lomenou chodbou s nízkou výškou stropu. Pro přepravu materiálu a výrobků mezi poschodími slouží nákladní výtah s vhodnou orientací a v blízkosti vchodů do dílen. Součástí strojovny je i bývalá sušárna řeziva, dnes sloužící jako sklad. Nástroje, elektrické a ruční nářadí je uloženo v kabinetu učitele a částečně ve skříních v prostoru strojovny. Prostor strojovny je částečně pod úrovní terénu, obě delší strany jsou prosklené, denního světla je tedy i přesto dostatek. Odsávání je centrální, vedené v podsklepení pod strojovnou a vedené mimo prostor strojovny do samostatné budovy umístěné na dvoře u hlavní budovy. Využití dřevního odpadu je zajištěno briketovacím lisem. Stavební stav prostoru je dobrý, součástí je nerezové koryto s vodou, WC na chodbě v blízkosti dílny. Součástí strojovny je kovodílna a brusárna nástrojů.

3.2. Výrobní program

3.2.1. Stávající výroba

Vzhledem k současnému typu kusové výroby, a zvažované výroby sériové s možností změny výrobního programu, je nutné navrhnout takový modelový program, který je vhodný pro oba typy výroby. Úkolem je splnit následující výrobní požadavky:

- kusová výroba všech typů nábytku,
- příprava polotovarů pro následné opracování v samostatných dílnách ostatních oborů školy.



Obrázek 8. Půdorys strojovny

4.2.2 Technologické vybavení

Strojní zařízení jsem rozdělil do dvou skupin, z nichž v první jsou stroje a zařízení, které jsou funkční a mají uplatnění v uvažované sériové výrobě nebo ve stávajícím systému výuky, a v druhé skupině stroje nefunkční, nevyhovující požadavkům na bezpečnost nebo nepotřebné.

Stroje funkční:

1. CNC frézka - Jeřábek DELTA 210S
2. Ovládací panel CNC – Jeřábek
5. Pásová pila
6. Univerzální kotoučová pila
7. Srovnávací frézka
9. Formátovací pila - FELDER
10. Svislá frézka
11. Tloušťkovací frézka – ROJEK
12. Pásová bruska
13. Svislá frézka
14. Kotoučová bruska
15. Ramenová bruska
17. Pásová pila
19. Soustruh

20. Dlabačka

22. Stojanová vrtačka

23. Mobilní odsávání.

Tabulka 1. Seznam strojů

1	CNC frézka	13	Svislá frézka
2	Ovládací panel CNC frézky	14	Kotoučová bruska
3	Vysukovačka	15	Ramenová bruska
4	Zkracovací pila	16	Srovnávací frézka
5	Pásová pila	17	Pásová pila
6	Kotoučová univerzální pila	18	Kotoučová bruska
7	Srovnávací frézka	19	Soustruh
8	Tloušťkovací frézka	20	Dlabačka
9	Formátovací pila	21	Kotoučová univerzální pila
10	Svislá frézka	22	Stojanová vrtačka
11	Tloušťkovací frézka	23	Mobilní odsávání
12	Pásová bruska		

3.3 Technická zpráva provozu

3.3.1 Odpadové látky

Při výrobě vzniká odpad v různých formách skupenství, a je s ním nakládáno buď dalším využitím, nebo ekologickou likvidací.

3.3.1.1 Pevný odpad

Pevný odpad vzniká především třískovým obráběním ve formě prachu, pilin, třísek, hoblin a odřezků. Drobné části jsou odváděné centrálním odsáváním do budovy umístěné na dvoře, kde jsou zpracovány v briketovacím lisu do pelet. Větší odřezky jsou využity na palivo. Odřezky deskových materiálů jsou ve škole využité na výrobu modelů na všech oborech.

3.3.1.2 Plynné škodliviny

Plynné škodliviny a nezachycené prachy se v provozu nevyskytují, dochází pouze k výskytu drobných nezachycených prachových částic, u kterých nesmí koncentrace překročit hodnotu $2\text{mg}/\text{m}^3$ dle normy. V prostorách lakovny se vyšší míra škodlivin vyskytuje, výměna vzduchu je zajištěna odsáváním, v požadovaném objemu 13 m^3 na osobu.

3.3.1.3 Odpadové vody

Při výrobě žádné odpadové průmyslové vody vznikat nebudou, další odpadová voda vznikající při běžných činnostech, jako je umývání nářadí a osobní hygiena, bude upravována čističkou odpadních vod.

3.3.2 Energie

Ve výrobě jsou spotřebovávány energie pro technologické účely výroby a pomocných činností.

4.3.2.1. Elektrická energie

Potřeba elektrické energie je dána výkonem jednotlivých strojů a zařízení, a její spotřeba tvoří nejvýznamnější část součtu všech energetických nákladů. V následující tabulce je součet výkonů jednotlivých strojů.

Tabulka 2. Výkon stroj

Tabulka 2. Výkon strojů

1	CNC frézka	4,5	13	Svislá frézka	4
2	Ovládací panel CNC frézky		14	Kotoučová bruska	2
3	Vysukovačka	0,7	15	Ramenová bruska	2,4
4	Zkracovací pila	3,5	16	Srovnávací frézka	5,4
5	Pásová pila	3	17	Pásová pila	3,5
6	Kotoučová univerzální pila	4	18	Kotoučová bruska	2,8

7	Srovnávací frézka	5,5	19	Soustruh	3,5
8	Tloušťkovací frézka	6	20	Dlabačka	1,2
9	Formátovací pila	4	21	Kotoučová univerzální pila	4
10	Svislá frézka	5	22	Stojanová vrtačka	0,37
11	Tloušťkovací frézka	5,5	23	Mobilní odsávání	1,5
12	Pásová bruska	3			

3.3.2.2 Stlačený vzduch

Stlačený vzduch je v provozu používán pouze na ofukování dílců a výrobků, na stříkání nátěrových hmot v lakovně, a na aplikaci spojovacích prostředků pneumatickou sponkovací pistolí. Strojovna je vybavena jedním kompresorem, lakovna druhým.

3.3.3 Péče o životní prostředí a ochrana zdraví

Níže uvedené části projektu, týkající se péče o životní prostředí a ochrany zdraví při práci řeší detailně odborníci v daných oborech. Škodliviny ve vodě, vzduchu a půdě, vzniklé při výrobě, nesmí překračovat maximální koncentrace, podle závazných norem a nařízení.

1. Odpadové vody – při výrobě nebudou vznikat.

2. Hluk – hodnoty hluku vznikající při práci se technologickými zařízeními překračují povolené limity hodnotami 65-85 dB, z tohoto důvodu je nutné zabezpečit ochranu pracovníků proti působení zvýšené hlukové hladiny pomocí OOP.

3. Exhaláty – při výrobě nevznikají.

4. Pevný a kusový odpad – drobný odpad je dále ekologicky zpracováván nebo jinak využitelný. Odřezky, piliny a hobliny v briketovacím lisu, větší kusy na výrobu modelů všech oborů školy.

3.3.3.1 Požadavky na bezpečnost práce

V odvětví dřevozpracujícího průmyslu obecně, jsou pracovníci vystaveni mnoha pracovním rizikům – prašnosti, hlučnosti, práci na strojích, manipulaci s břemeny. Podmínky pro práci stanoví Nařízení vlády č.361/2007 Sb. Z důvodu zajištění bezpečnosti jsou pracovníci pravidelně poučeni o předpisech a pravidlech BOZP. U studentů při vzdělávání a s ním přímo souvisejících činnostech je tato otázka navíc řešena v ustanovení § 29 odst. 2 zákona č. 561/2004 Sb., školský zákon, ve znění pozdějších předpisů, kde jsou stanovené povinnosti školy a školského zařízení. Dále školský zákon v ustanovení § 65 odst. 3 na střední vzdělávání uvádí, že na žáky při praktickém vyučování se vztahují ustanovení zákoníku práce (zákon č. 262/2006 Sb., ve znění pozdějších předpisů), která upravují pracovní dobu, bezpečnost a ochranu zdraví při práci, péči o zaměstnance a pracovní podmínky žen a mladistvých, a další předpisy k zajištění bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Z výše uvedeného tedy vyplývá, že škola má povinnost zajistit při praktickém vyučování žákům osobní ochranné pracovní prostředky, stejně jako mycí, čisticí a dezinfekční prostředky – viz ustanovení § 104 odst. 5 ZP.

3.3.3.2 Požadavky na hygienu a ochranu zdraví

Podmínky pro práci se řídí předpisy uvedenými v Nařízení vlády č.361/2007 Sb. Pro školská zařízení je to Vyhláška Ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví hygienické požadavky na prostory a provoz škol, předškolních zařízení a některých školských zařízení (108/2001 Sb.)

3.3.3.3 Vytápění, mikroklimatické podmínky, osvětlení a zásobování vodou

Výše uvedené dokumenty určují další podmínky, které je nutné na pracovištích dodržovat.

Vytápění pracoviště

Stanovuje minimální a maximální teplotu vzduchu v místnosti a určuje postup při jejich nesplnění.

Větrání pracoviště

Určuje hodnoty dostatečného přívodu venkovního přívodu vzduchu, tedy počet m³ na osobu.

Osvětlení pracoviště

Stanoví hodnoty a typ osvětlení, poměr denního, umělého a sdruženého osvětlení, intenzitu potřebnou pro konkrétní vykonávanou činnost, barevné tóny aj.

Zásobování vodou

Stanovuje množství pitné vody na jednu osobu, jako i počet sanitárního zařízení na osobu podle pohlaví.

Akustické mikroklima – je upravené vyhláškou MZ ČR č. 115/2006 S.z. Nábytkářskou výrobu zařazujeme do rizikové skupiny č. 4, kde hluk na pracovišti dosahuje až 80 dB, a je tedy nutné důsledné dodržování používání OOP, chráničů sluchu.

Mezi další požadavky na pracoviště patří výška stropu závislá na podlahové ploše, např. pro místnost větší než 100 m² je to 3m, objemový prostor na jednoho pracovníka, rozměry podlahové plochy aj.

3.3.4 Požární ochrana

Požadavky na prevenci požárního rizika ve výrobních prostorách určuje vyhláška Ministerstva vnitra ČR č. 121/2002 S.z. Vyhláška definuje jednotlivé typy prostředí a požadavky na dodržování preventivních opatření. Žáci jsou pravidelně poučováni, každoročně je prováděna revize elektrických zařízení a hasicích přístrojů.

3.4 Projekt výrobního systému

3.4.1 Sériová výroba

Součástí mé práce je i návrh sériové výroby a konkrétního typu výrobku. Navrhl jsem stolek TABLET. Při jeho výrobě studenti využijí znalosti získané v hodinách teorie (práce s programem AutoCAD) a dovednosti získané v hodinách PCV (praktická cvičení), od ručního opracování dřeva, přes práci na klasických dřevoobrábějících strojích, až po obsluhu CNC stroje. Kromě výše uvedeného získají znalosti z organizace sériové výroby, a souvisejících činností.

3.4.2 Stolek TABLET

Design výrobku a technická příprava výroby jsou součástí této práce. Výrobek jsem koncipoval tak, aby byl jednoduchý, demontovatelný a sestavitelný bez použití nářadí, nenáročný na výrobu a na skladovací prostory. Zároveň ale jeho výroba zahrnuje všechny základní technologické operace jak na klasických dřevoobráběcích strojích, tak na CNC stroji, a žáci si na jeho výrobě ověří znalosti z vyučovacích hodin teoretických předmětů. Při návrhu jsem začal nejdříve skicováním nápadů a modelováním v Auto CADU, až jsem z několika návrhů vybral ten konečný. Další fází bylo vypracování technických výkresů a kusovníku.

Obrázek 9. Stolek TABLET - *jasan*

Obrázek 10. Stolek TABLET - jasan, *bílá*

3.4.2.1. Popis konstrukce

Řezaná konstrukce obsahuje tradiční truhlářské spoje: čep a rozpor, křížové přeplátování a kolíky. Technologické operace zahrnují řezání, čepování, rovinné i tvarové frézování, broušení, vrtání, lepení, lisování a obrábění na CNC. Podnoží z jasanového masivu o průřezu 30 x 50 mm bude vytvořeno spojením dvou nohou a jednoho lubu na jednoduchý čep a rozpor, zajištěno lepením PVAC lepidlem. Konstrukce lubů je křížová, luby jsou navzájem provázané nasucho křížovým přeplátováním. Hrany frézované R5, spodní část nohou R3. Povrchová úprava tvrdvoskovým olejem. Spojení konstrukce podnoží se stolovou deskou je provedeno pomocí kolíků 12 x 50 mm. Tato jednoduchá konstrukce umožňuje díky rozměrům a relativně nízké hmotnosti snadnou přepravu a sestavení výrobku zákazníkem až

doma
, bez
použití
nářadí.



Obrázek 9. Stolek TABLET - *jasan*



Obrázek 10. Stolek TABLET - jasan, bílá

3.4.2.2. Materiál

Zvolený materiál je kombinací rostlého dřeva, v tomto případě jasanu, a deskového materiálu – překližky a HPL laminátu. Jako materiál stolové desky jsem zvolil překližku multiplex s oboustranně zalisovanou plochou HPL laminátem z důvodu zajištění kvalitního a odolného povrchu. Boky stolové desky budou přiznané, pouze napuštěné tvrdvoskovým olejem. Výrobek je možné vyrábět v různých barevných variantách, změnou dekoru nebo materiálu povrchu desky.

V technologickém projektu, jehož úkolem je návrh inovace výroby včetně výrobního postupu, navrhuji technologický a pracovní postup sériové výroby stolu TABLET.

Podkladem pro další práci bude blokové schéma výroby , které jsem vypracoval na základě technologického postupu. Blokové schéma je přehledným souhrnem jednotlivých operací, a je výchozím bodem pro získání přehledu o potřebných strojních zařízeních.

Návrh detailního projektu bude řešit následující dílčí úkoly:

- projektování pracovišť,
- projektování pracovníků,
- projektování materiálového toku,
- projektování informačního toku a systému řízení,
- projektování servisních činností pro výrobu (Gaff, 2015).

3.4.3 Výpočet rozměrů masivních přířezů pro výrobu nohy a lubu

Stanovení přídatku na opracování

Stupeň opracování:

Orientace na šířku: plochy 2 - 5 = 1,5 mm

boky 1-5 = 2 mm

Orientace na výšku: boky 2-5 = 1,5 mm

plochy 1-5 = 2 mm

Orientace výřezu v řezivu na šířku a na výšku. Obrázek 11. Orientace přířezu v **řezivu**

Stanovení rozměru přířezu nohy a řeziva

Čistý rozměr dílce 30 x 50 x 437 mm

Orientace na šířku

Tloušťka: $H_d + P_z + (2 * P_o) = 30 + 0,7 + (2 * 2) = 34,7$ mm

Šířka: $\check{S}_d + P_z + (2 * P_o) = 50 + 1,4 + (1,5 * 2) = 54,4$ mm

Délka: $D_d + P_o = 437 + 30 = 467$ mm

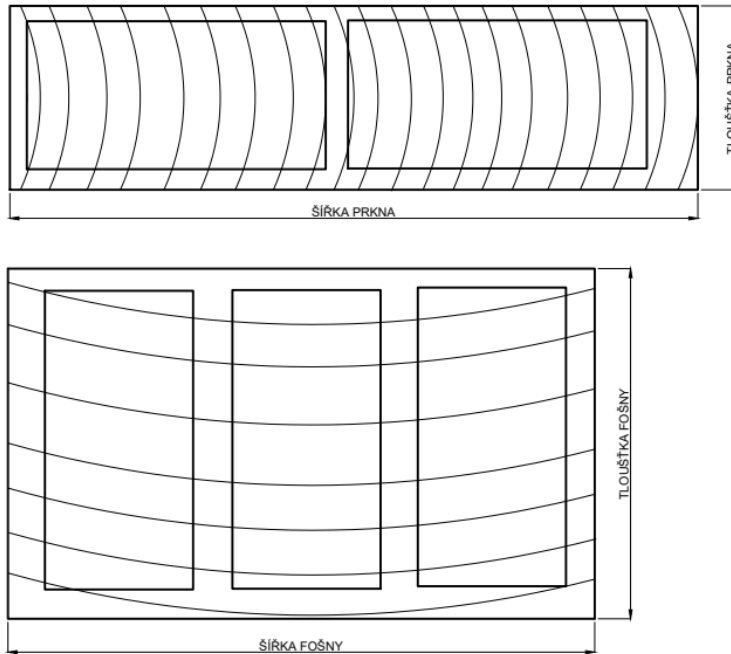
\check{S}_d – šířka dílce

P_z – přídavek na sesychání

P_o – přídavek na opracování

H_d – tloušťka dílce

D_d – délka dílce



Obrázek 11. Orientace přřezu v řezivu

Orientace na výšku

Tloušťka: $H_d + P_z + (2 * P_o) = 50 + 1,4 + (2 * 2) = 55,4$ mm

Šířka: $\check{S}_d + P_z + (2 * P_o) = 30 + 0,7 + (1,5 * 2) = 33,7$ mm

Délka: $D_d + P_o = 437 + 30 = 467$ mm

\check{S}_d – šířka dílce

P_z – přídavek na sesychání

P_o – přídavek na opracování

H_d – tloušťka dílce

Stanovení rozměrů řeziva

Orientace na šířku

Tloušťka řeziva:

$$h_r = h_p = 34,7 \rightarrow 40 \text{ mm}$$

Šířka řeziva:

$$\check{S}_r = \check{S}_p * n_p + n_{rs} * \check{S}_{rs} + P_{on} = 54,4 * 2 + 3 * 5 + 10 = 133,8 \rightarrow 140 \text{ mm}$$

Délka řeziva:

$$d_r = d_p * n_p + n_{rs} * \check{S}_{rs} + P_{on} = 437 * 6 + 7 * 5 + 10 = 2667 \rightarrow 2800 \text{ mm}$$

Orientace na výšku

Tloušťka řeziva:

$$h_r = h_p = 55,4 \rightarrow 60 \text{ mm}$$

Šířka řeziva:

$$\check{S}_r = \check{S}_p * n_p + n_{rs} * \check{S}_{rs} + P_{on} = 33,7 * 3 + 4 * 5 + 10 = 131,1 \rightarrow 140 \text{ mm}$$

Délka řeziva:

$$d_r = d_p * n_p + n_{rs} * \check{S}_{rs} + P_{on} = 437 * 6 + 7 * 5 + 10 = 2667 \rightarrow 2800 \text{ mm}$$

d_r – délka řeziva

d_p – délka přířezu

n_p – počet přířezů

n_{rs} – počet řezných spár

\check{S}_{rs} – šířka řezné spáry

\check{S}_r – šířka řeziva

\check{S}_p – šířka přířezu

h_r – tloušťka řeziva

h_p – tloušťka přířezu

P_{on} – přídavek na opracování

Výpočet teoretické výtěže z řeziva

Orientace na šířku

Objem dílce:

$$V_d = h_d * \check{S}_d * l_d = 0,030 * 0,05 * 0,437 = 0,00065 \text{ m}^3$$

Objem řeziva:

$$V_r = h_r * \check{S}_r * l_r = 0,040 * 0,140 * 2,8 = 0,0157 \text{ m}^3$$

$$V_v = V_d * n / V_r * 100 = 0,00065 * 12 / 0,0157 * 100 = 49,7 \%$$

Orientace na výšku

Objem dílce:

$$V_d = h_d * \check{S}_d * l_d = 0,030 * 0,05 * 0,437 = 0,00065 \text{ m}^3$$

Objem řeziva:

$$V_r = h_r * \check{S}_r * l_r = 0,06 * 0,14 * 2,80 = 0,023 \text{ m}^3$$

$$V_v = V_d * n / V_r * 100 = 0,00065 * 15 / 0,023 * 100 = 42,4 \%$$

h_d – tloušťka dílce

\check{S}_d – šířka dílce

l_d – délka dílce

h_r – tloušťka řeziva

\check{S}_r – šířka řeziva

l_r – délka řeziva

n – počet přířezů

V_v – teoretická výtěž z řeziva

U lubů předpokládám a zvažuji stejnou výtěžnost jako u nohou, tedy cca 45%.

3.4.4 Výpočet spotřeby deskových materiálů

Pro zjištění spotřeby deskových materiálů jsem vypracoval na základě výkresové dokumentace nářezové plány. Vzhledem k jednoduchosti výrobku jsem nepoužil software na tvorbu nářezových plánů, ale využil jsem svoje zkušenosti. Už při návrhu designu výrobku jsem zvažoval rozměry formátů obou navržených materiálů – překližky i HPL laminátu. Z důvodu lisování HPL laminátů a následného opracování na CNC stroji bylo nutné počítat s větší řeznou spárkou než u klasického dělení na kotoučových pilách, tedy s dostatečnou nadmírou jak pro lisování, tak pro následné opracování. Pro efektivní výrobu je vhodný formát překližky MULTI BR 1250 x 2500 z nabídky firmy DÉMOS, a HPL laminát EGGER W 1001 formátu 1310 x 2800. Orientaci let nebylo nutné zvažovat z důvodu zvoleného UNI dekoru bílá. Minimální počet kusů výrobku pro maximální výtěžnost z formátu desek je 6. Pro tento počet je potřeba 1ks desky PDP a 2ks formátu HPL laminátu. Plošná výtěž deskových materiálů se zjišťuje podle vzorce

$$V_p = S_d * n / S_f * 100 [\%]$$

V_p – teoretická plošná výtěž

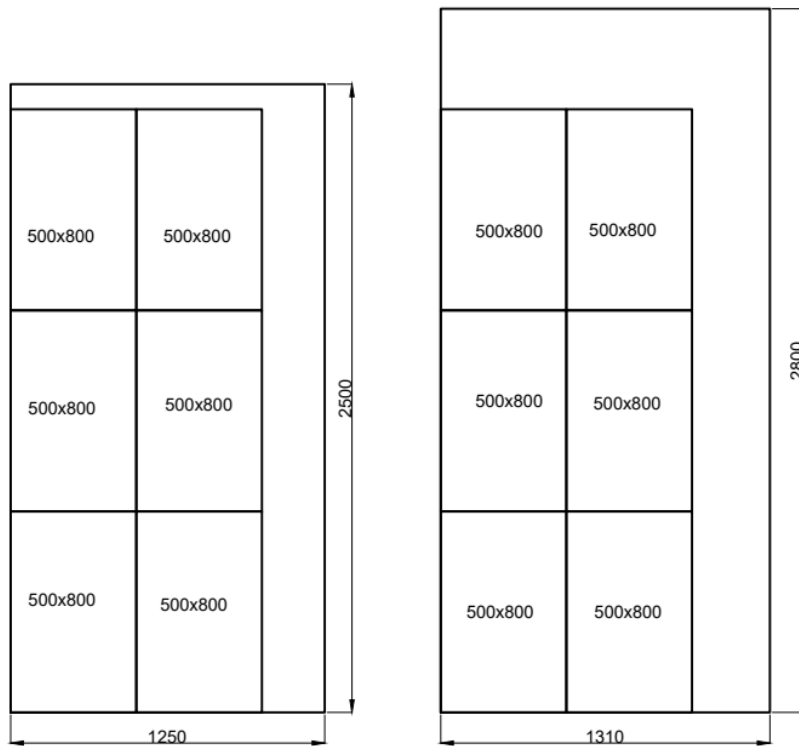
S_d – plocha dílce

S_f – plocha formátu (desky)

n – počet dílců ve formátu.

U překližky jsem podle tohoto vzorce vypočítal výtěžnost 77%, u laminátu 65%. Odpad vzniklý při výrobě je dále využitelný ve škole na výrobu modelů v rámci výuky na všech oborech.

Obrázek 12. Nářezové plány PDP a **HPL**. Pro zjištění výtěžnosti jsem porovnával více formátů, výše uvedené jsou nejoptimálnější.



Obrázek 12. Nářezové plány PDP a HPL

3.4.5 Kusovník

Na základě rozměrů jednotlivých dílců jsem sestavil kusovník, doplněný o potřebný materiál povrchové úpravy a spojovací prostředky.

Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.

NÁZEV DÍLCE	MATERIÁL	POČET	TL.	Š.	D.	ČISTÁ SPOTŘEBA	HRUBÁ SPOTŘEBA
DESKA							
nosič	PDP	1	24	500	800	0,4 m ²	0,52 m ²
povrch	HPL	2	0.8	500	800	0.8 m ²	1,22 m ²
NOHA	JS	4	30	50	437	0,0026 m ³	0,0057 m ³
LUB	JS	2	30	50	770	0,0023 m ³	0,0051 m ³
KOLÍK	BK	12	12		50	12 ks	
PÚ	OLEJ					0,1 l	
KUSOVNÍK	STOLEK TABLET					Vypracoval: Pavel Strnad	

3.4.6 Technologický postup výroby

Stolek se skládá ze dvou základních částí – podnoží a desky. Podnoží je složeno ze dvou částí, z nichž každou tvoří dvě nohy a jeden lub. Obě části jsou k sobě spojené křížovým přeplátováním. Deska je s podnožím spojena kolíky.

3.4.7 Výroba podnoží

Výroba podnoží začíná přípravou jejich jednotlivých částí. Jasanové řezivo požadované vlhkosti a kvality se na zkracovací pile nakrátí na sdružené přířezy v délkách cca 940 mm, tedy s potřebnými nadmírami, a podélně rozřežou na polovinu šířky, cca 70 mm.

Plochy přířezů se na srovnávací frézce ohoblují a zúhluje se vždy jeden bok. Následně se přířezy egalizují na tloušťkovací frézce na požadovanou šířku a tloušťku. Na formátovací kotoučové pile se přířezy zakrátí pod úhlem 81°. Na svislé frézce se přířezy konstrukčně opracují frézováním rozporu, a tvarovým frézováním R5 zaoblí vnější podélné hrany, a frézou R3 čelní hrany na spodní části nohy. Obdobným postupem se připraví luby, na kterých se navíc po přesném zkrácení vytvoří pod úhlem 64° výřezy do hloubky 25 mm, vždy jeden do horní a jeden do spodní části lubu, pro konstrukční spoj přeplátování. Na horní části lubů se pomocí šablony rozměří a narýsují středy otvorů pro kolíky. Na dlabačce se do vrchní části lubů vyvrtají otvory o průměru 12 mm, do hloubky 35 mm. Na svislé frézce se na obou koncích lubů provede konstrukční opracování, frézování čepů. Lepením PVAC lepidlem se spojí jednotlivé části podnoží, vždy dvě nohy a jeden lub, střídavě s výřezem pro přeplátování nahoře nebo dole. Po vytvrzení lepidla se dílce očistí od případných zbytků lepidla, a na svislé frézce se pomocí kopírovacího kroužku provede tvarové frézování – zaoblení R5 na vnitřních hranách nohou a spodní části lubů. Plochy dílců se obrousí na pásové brusce, zrnitostí 80, 120 a 150. Boky dílců se obrousí na ramenové brusce, čela nohou na kotoučové brusce. Zaoblené hrany se obrousí ručně. Následuje přeprava do lakovny, kde bude provedeno nanášení povrchové úpravy válečkem, podle postupu uvedeném v technickém listě výrobce. Po zaschnutí první vrstvy se dílce obrousí elektrickou ruční excentrickou brusku zrnitostí 320 s odsáváním a po očištění se nanese druhá vrstva povrchové úpravy. Po vytvrzení nátěrové hmoty jsou dílce připravené na balení.

3.4.8 Výroba desky

Výroba stolové desky začíná formátováním sdružených přířezů s potřebnými nadmírami z překližky a HPL laminátu. Provádí se na formátovací kotoučové pile. Soubor přířezů složený z jednoho formátu překližky a dvou z HPL laminátu se zalisuje pomocí PVAC lepidla v ručním lisu. Po vytvrzení lepidla se přířez na CNC stroji naformátuje, vyvrtají se otvory o průměru 12 mm a hloubce 17 mm, a zaoblí hrany R3. Následně se otočí a zaoblí se hrana na horní ploše stolové desky. Dílce jsou přepravené do lakovny na nanášení povrchové úpravy a k balení.

3.4.9 Blokové schéma výroby

Na základě technologického postupu výroby a soupisu jednotlivých operací, jsem vypracoval blokové schéma výroby.

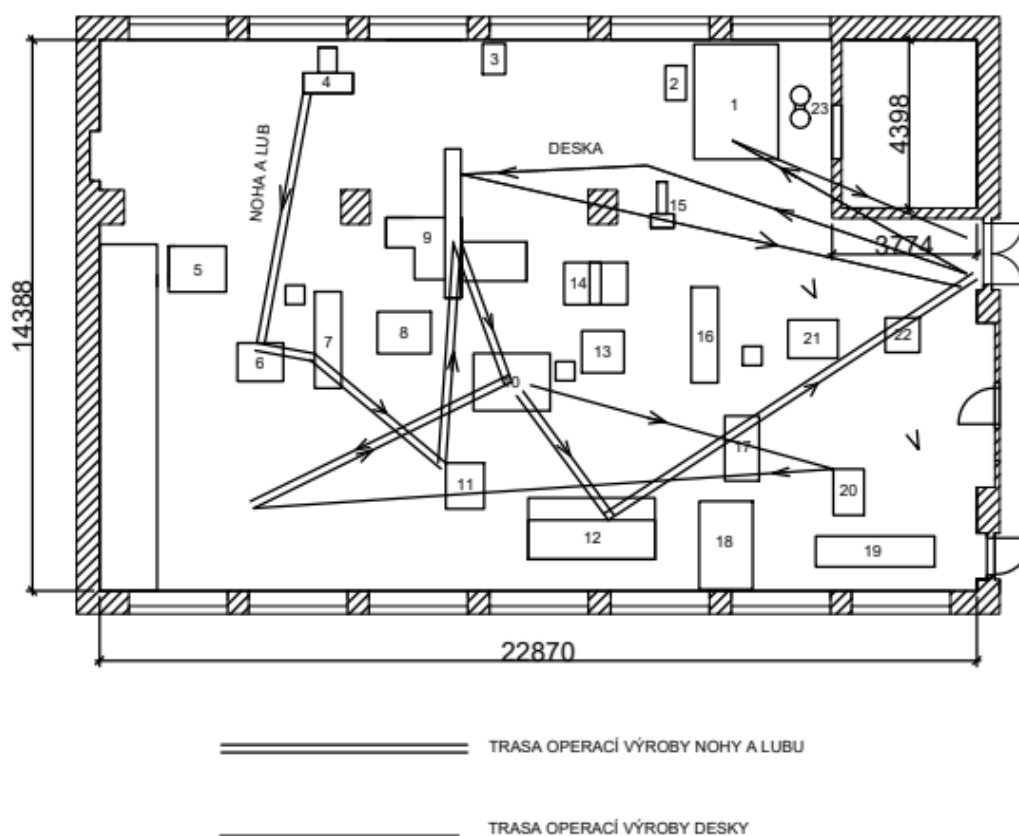
Tabulka 3. Blokové schéma výroby

Tabulka 3. Blokové schéma výroby

STOLOVÁ DESKA	NOHA	LUB
DĚLENÍ NA SDRUŽENÉ PŘÍŘEZY	PŘÍČNÉ DĚLENÍ NA SDRUŽENÉ PŘÍŘEZY	PŘÍČNÉ DĚLENÍ NA SDRUŽENÉ PŘÍŘEZY
LISOVÁNÍ	PODÉLNÉ DĚLENÍ	PODÉLNÉ DĚLENÍ
FORMÁTOVÁNÍ	SROVNÁVÁNÍ	SROVNÁVÁNÍ
VRTÁNÍ	TLOUŠŤKOVÁ EGALIZACE	TLOUŠŤKOVÁ EGALIZACE
FRÉZOVÁNÍ	ZKRACOVÁNÍ	ZKRACOVÁNÍ
BROUŠENÍ BOKŮ	FRÉZOVÁNÍ	FRÉZOVÁNÍ
		VRTÁNÍ
	MONTÁŽ	
	FRÉZOVÁNÍ	
	BROUŠENÍ	
MEZISKLAD		
POVRCHOVÁ ÚPRAVA		
BALENÍ		
EXPEDICE		

3.5 Technologie výroby – pracovní postup

Na základě blokového schématu jsem vypracoval grafické znázornění technologického postupu výroby Obrázek 13. Postup výroby - materiálový *toka* materiálových toků. Z hlediska obsluhy strojů se jedná o necyklickou strojovou obsluhu. Návrh je aplikovaný na současný stav výroby.



Obrázek 13. Postup výroby - materiálový tok

3.5.1 Zhodnocení návrhu technologie výroby

Návrh technologie byl zpracován na základě blokového schématu a půdorysu strojovny se stávajícím rozmístěním strojů. Z grafického znázornění je zřejmé, že současné rozmístění strojů a komunikačních kanálů je nevyhovující, zejména prostorové a časové vazby ve výrobním procesu by nespĺňovaly potřeby efektivní výroby. Konkrétně je to z následujících důvodů:

1. přísun řeziva z venkovního skladu přes okno nebo členitou chodbou,
2. přesun výrobních předmětů mezi pracovišti probíhá na relativně velké vzdálenosti,
3. materiálový tok mezi jednotlivými operacemi není plynulý,
4. lakovna je umístěná ve druhém nadzemním podlaží,
5. lis je umístěn ve druhém nadzemním podlaží,
6. ve výrobě je umístěna pouze jedna formátovací pila, a jako nejvytíženější stroj je často obsazená žáky dalších skupin. Nebylo by tedy možné ji mít stále k dispozici, zejména při úhlovém řezání je operace včetně přestavování časově náročná,
7. brusky jsou rozmístěné ve velkých vzdálenostech od sebe,
8. nedostatek úložných prostor pro ukládání materiálu a rozpracovaných dílců,
9. dílna není vybavena dostatečným množstvím vhodné manipulační techniky,
10. některé stroje jsou z bezpečnostního hlediska nevyhovující.

3.5.2 Vyjádření k nedostatkům

1. Přesun řeziva z venkovního skladu oknem nebo členitou chodbou je nevyhovující z bezpečnostních důvodů – při transportu je nutné překonat část trasy otevřeným prostorem po svažitém dvoře, při nepříznivém počasí je povrch řeziva i povrch nádvoří komunikace kluzký, při přesunu oknem je překonáván výškový rozdíl tří metrů, řezivo je podáváno žáky ručně. Tento způsob transportu řeziva je i poměrně časově náročný, nevyužívá se žádná

manipulační technika. Vzhledem k faktu, že venkovní sklad řeziva těsně sousedí ze strojovnou, jako nejjednodušší řešení se jeví probourání otvoru mezi skladem a strojovnou a osazení uzamykatelnými protipožárními dveřmi. Výškový rozdíl mezi oběma prostory je 2900 mm, řešil by se sníženou rampou nebo nákladním výtahem. V současné době se řezivo v dílně ukládá právě v tomto prostoru, který je blízko zkracovací pily, řešení je tedy ideální.

Body 2. 3. 4. 6. 7. 10. Materiálový tok překonává poměrně velké vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti, a u některých operací se materiál vrací zpět, to prodlužuje celkový čas výroby a zvyšuje riziko úrazu, kvůli zvýšenému pohybu osob v prostorách provozu. Řešením je změna rozmístění strojů a zkrácení vzdáleností mezi nimi tak, aby výroba probíhala plynule a efektivně.

Při využití stávajícího rozmístění strojů a pracovišť jsem výpočtovou metodou zjistil, že materiálový tok výroby stolové desky je 110 běžných metrů, výroby nohou 60 běžných metrů a lubů 77 běžných metrů. Ve výpočtu jsou zahrnuté i cesty do lakovny a lisovny, které jsou umístěné ve druhém nadzemním podlaží budovy.

Změny v umístění navrhuji u následujících strojů. Zároveň s tím uvádím stroje, které navrhuji vyřadit, případně vyřadit a nahradit novými.

3.6 Návrh upravené technologie výroby

Z důvodu nesplnění podmínek efektivní výroby jsem v další fázi projektu navrhl stavební úpravy a rozmístění některých strojů a pracovišť. Úprava technologie by měla zkrátit čas při manipulaci s materiálem, a minimalizovat potřebu přesunu materiálu mezi jednotlivými pracovišti. To by mělo kromě časové úspory snížit pohyb pracovníků v prostorách provozu a usnadnit jim manipulaci s materiálem, především s těžšími břemeny. To je žádoucí z hlediska BOZP. Snahou bylo dodržet zásady ergonomie, v tomto případě jsem věnoval pozornost především funkčním plochám. Vzhledem k charakteru výroby, kdy je provoz využíván různými skupinami žáků a učitelů, s různými stupni rozpracovanosti výrobních předmětů a časové nepravidelnosti, bylo nutné do projektu zařadit dostatečné množství mobilních odkládacích ploch pro materiál. S přihlédnutím k typu výroby, kdy není zpracováváno velké množství dílců, jsou vhodné zvýšené plochy o výšce 850 mm – pojízdné stoly. U nízkých vozíků je manipulace s materiálem pro obsluhu náročnější, musí vykonávat namáhavé pohyby – ohýbání se a zdvihání břemen.

3.6.1 Návrh jednotlivých pracovišť

Zkracovací pila

Navrhuji vyřazení zkracovací pily (4) a její nahrazení novou. Stroj je nevyhovující požadavkům BOZP, hlučnost přesahuje předepsanou mez, pilový kotouč nemá kryt, obsluha je fyzicky náročná, nástroj je do řezu veden ručně. Podpora řeziva při řezu je prováděna ručně nebo jednoduchou podpěrou. Doporučuji např. zkracovací pilu PWK 40, výrobce TOS Svitavy.

Pracoviště navrhuji umístit do skladu řeziva, blízko vchodu do strojovny. Výhodou je úspora prostoru ve strojovně a manipulace s lehčími břemeny. Výškový rozdíl mezi skladem a strojovnou by mohl být prováděn např. elektrickou zdvihací plošinou nebo vybudovaným nákladním výtahem. Tuto cestu by bylo možné využít i na transport jiných břemen – materiálů, kusového odpadu ze strojovny, hotových výrobků apod.



Obrázek 14. Pracoviště se zkracovací pilou

Univerzální kotoučová pila

Pracoviště s univerzální kotoučovou pilou (6) sloužící k rozmítání a omítání řeziva zůstane na stejném místě, stroj pouze by se pouze přemístil do vzdálenosti 2000 mm od srovnávací frézky. Dnes je to pouze 850 mm, tedy z bezpečnostního hlediska nevyhovující.

Obrázek 15. Srovnávací frézka a kotoučová *pila*

Srovnávací frézka

Srovnávací frézka (7) navazuje na kotoučovou pilu, její umístění je vyhovující. Slouží k rovinnému frézování, úpravě plochy a úhlování boku. Kvalita opracování materiálu je na tomto stroji výborná, je vybaven krytem nožové hřídele, umožňuje úhlové naklápění pravítka.



Obrázek 15. Srovnávací frézka a kotoučová pila

Tloušťkovací frézka

Provoz je vybaven dvěma tloušťkovacími frézkami, z nichž jedna je nefunkční, bude tedy vyřazena. Několikaletá praxe ve výrobě ukázala, že jedna tloušťkovací frézka dostačuje.

Operační časy jsou poměrně krátké, ani plánovaná sériová výroba provoz na ní nijak nezatíží. Tloušťkovací frézka (11) se přesune mezi srovnávací frézku a nově umístěnou kotoučovou pilu (21).



Obrázek 16. Tloušťkovací frézka

Formátovací pila

Provoz je vybaven formátovací pilou (9), která je zde nejvíce používaným strojem. Používá se na formátování deskových materiálů, ale i pro podélné a příčné dělení masivu, úhlové řezání, kapování, čepování apod. Obrázek 17. Formátovací *pila* Tyto operace jsou časově náročné, zejména při nastavování úhlového pravítka a naklápění kotouče při úhlovém řezání. Z těchto důvodů často vznikají prostoje, stroj potřebuje více skupin současně a výroba je velice neefektivní. Jeho umístění je optimální, pro změnu pracoviště není důvod. Navrhuji ale provoz doplnit o druhou formátovací pilu, určenou primárně pro sériovou výrobu, s



dostač
ující
řeznou
délkou
2000
mm.
Pila by
byla k

Obrázek 17. Formátovací pila

dispozici i pro ostatní skupiny.

Svislá frézka

Ve výrobě se v současné době používají dvě svislé spodní frézky (10 a 13), jejich výměnu ani vyřazení neuvažují. Počet dvou strojů je optimální, v případě kdy je na jednom nastaveno pravítko a nástroj, je druhý k dispozici pro jinou operaci. Pracoviště se bude i nadále nacházet v podstatě v současném prostoru, pouze dojde k přemístění a změně orientace jedné z frézek, z důvodu zvětšení operačního prostoru pro obsluhu. Obrázek 18. Svislé *frézky*



Obrázek 18. Svislé frézky

Dlabačka

Horizontální dlabačka (20) je nyní umístěna v prostoru budoucího pracoviště pro montážní a ruční práce. V navrhovaném výrobním modelu je na opačném konci provozu, prodlužovaly by se tak mezioperační časy a cesta materiálového toku. Navrhují její přemístění ke zděnému sloupu do blízkosti spodních frézek a pracoviště, na kterém bude probíhat montáž lubů a nohou. Tento prostor se nachází ve volném prostoru v rohu strojovny a je i dnes využíván k lepení. V jeho blízkosti je kompresor se stlačeným vzduchem.

Pásová bruska

Umístění pásové brusky (12) i její technický stav jsou vyhovující, nachází se v blízkosti montážního pracoviště, a navíc je dobře osvětlena denním světlem z prosklené stěny v její těsné blízkosti. Obrázek 19. Pásová *bruska* Do blízkosti pásové brusky by se přemístily kotoučová a ramenová bruska, které svým současným umístěním překáží v prostoru manipulace s deskovým materiálem při transportu k formátovací pile.



Obrázek 19. Pásová bruska

CNC frézka

Pracoviště s CNC frézku se nachází v blízkosti vchodu do strojovny a formátovací pily, není důvod ho měnit. Na stroji se provádí tři operace na jedno upnutí přířezu, mezioperační časy jsou tedy téměř nulové. Jeho pracovní plocha je 1500 x 1500 mm.

Stroj je vybavený mobilním odsáváním.

Etážový lis

Pracoviště s ručním lisem je umístěné ve druhém nadzemním podlaží dílenské budovy, spojení je možné nákladním výtahem. Nanášení lepidla je ručním způsobem. Cesta od výtahu k lisu vede přes ruční dílnu, není přímá, manipulace s přířezy na plochu je prakticky nemožná. Pro transport dílců je nutné používat vozíky s vertikálním uložením materiálu. Umístění lisu přímo ve strojovně nebo alespoň v prvním nadzemním podlaží bohužel není z prostorových důvodů možné.

Lakovna

Ke značnému zkrácení časů by došlo umístěním druhé lakovny do prostoru bývalé sušárny řeziva o výměře 15 m² přístupné přímo ze strojovny. Prostor by bylo nutné vybavit odsáváním a regály na uložení dílců s nanesenou PÚ.

Stojanová vrtačka

Vrtačka je dnes umístěná v blízkosti vstupu do strojovny, a při vrtání zejména dlouhých dílců je zapotřebí větší operační prostor, který zasahuje do komunikačních cest. Navrhují

přemístě
ní k
volnému
zděném
u
sloupu.



Obrázek 20. Mobilní odsávání

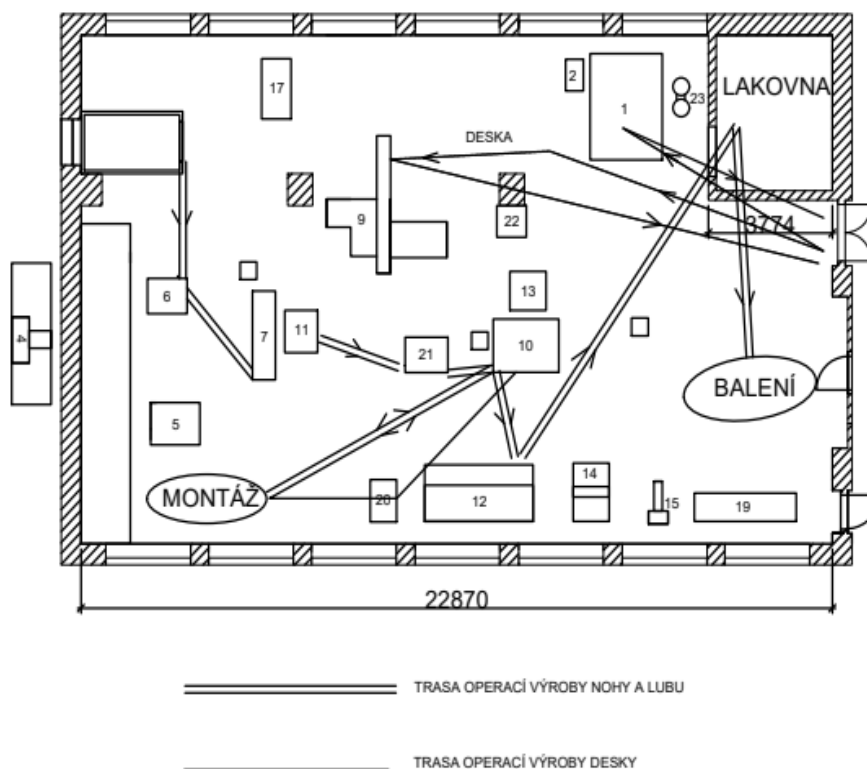
Ruční nářadí

Ruční nástroje a elektrické ruční nářadí bude uloženo v kabinetu učitele, z bezpečnostních důvodů. Nástroje ke strojům budou uskladněny ze stejných důvodů v kabinetu učitele v uzamykatelné skříni. Přístup k nim, stejně jako jejich výměnu má povoleno provádět pouze pověřená osoba, v tomto případě učitel.

Úložné prostory

Více prostoru vhodného k ukládání materiálu a rozpracovaných dílců by vzniklo pod okny, díky vyřazení vysukovačky a přemístění zkracovací pily. Nadále budou využívané skříně umístěné podél kratší strany strojovny. Přemístěním a vyřazením strojů z prostoru u vchodu a kabinetu by zároveň vznikl volný prostor o výměře cca 25 m² vhodný pro montážní a jiné práce, a pro výuku žáků, kteří využívají strojovnu jako kmenovou dílnu.

Pro snadnější přepravu dílců by bylo vhodné provést vybavit pojízdnými stoly v dostatečném počtu. V současné době se rozpracovaný materiál ukládá na stacionárních dřevěných kozách, to ztěžuje pohyb v prostoru provozu a prodlužuje operační časy.



Obrázek 21. Upravený návrh technologie

3.6.2 Zhodnocení upraveného návrhu

Ve druhém návrhu jsem se zaměřil na rozmístění pracovišť tak, aby se zkrátil čas materiálového toku mezi jednotlivými operacemi. Technologický postup výroby zůstal zachován podle původní verze. Po těchto úpravách se zkrátila trasa materiálového toku následovně.

Tabulka 4. Délky tras materiálového toku

dílec	deska	noha	lub	celkem
návrh I	110	60	77	247
návrh II	80	48	50	178

Jedná se o direktivní systém, kdy se materiál pohybuje nejkratší trasou (Gaff, 2015). Z hlediska rozmístění strojně-technologických zařízení se jedná se o kombinaci lineárního a trojúhelníkového uspořádání. Upravený návrh tedy výrazně zkrátí celkovou délku materiálového toku, konkrétně o 28%. Zároveň se díky novému rozmístění strojů, a přemístění lakovny do prostoru strojovny zkrátily časy mezi operacemi, a to nejen díky zkrácení tras, ale i díky eliminaci prostojů, které dnes vznikají kvůli čekání na výtah nebo uvolnění lakovny, které jsou využívány všemi skupinami žáků.

Výsledkem nového návrhu je zefektivnění výroby a zkvalitnění pracovních podmínek pro pracovníky.

3.6.3 Popis technologicko – strojních zařízení

Jedním z cílů bylo zachování původních strojů, proto v projektu navrhuji pouze dva nové stroje. Několik strojů, nefunkčních nebo nepoužívaných se z provozu vyřadí. V následující tabulce je soupis všech strojů, kterými by strojovna měla být vybavena.

Tabulka 5. Soupis strojů

STROJ	TYP	STAV
CNC FRÉZKA	DELTA 200	STÁVAJÍCÍ
ZKRACOVACÍ PILA	JAVES	NOVÁ
PÁSOVÁ PILA		STÁVAJÍCÍ
UNIVERZÁLNÍ KOTOUČOVÁ PILA		STÁVAJÍCÍ
SROVNÁVACÍ FRÉZKA		STÁVAJÍCÍ
TLOUŠŤKOVACÍ FRÉZKA	ROJEK	STÁVAJÍCÍ
FORMÁTOVACÍ PILA	FELDER	STÁVAJÍCÍ
SVISLÁ FRÉZKA		STÁVAJÍCÍ
SVISLÁ FRÉZKA		STÁVAJÍCÍ
PÁSOVÁ BRUSKA		STÁVAJÍCÍ
RAMENOVÁ BRUSKA		STÁVAJÍCÍ
KOTOUČOVÁ BRUSKA		STÁVAJÍCÍ
SOUSTRUH		STÁVAJÍCÍ

DLABAČKA		STÁVAJÍCÍ
FORMÁTOVACÍ PILA	HOLZSTAR	NOVÁ
STOJANOVÁ VRTAČKA		STÁVAJÍCÍ
PÁSOVÁ PILA		STÁVAJÍCÍ

3.6.4 Výběr nově plánovaných strojů – zkracovací pila

Výběr zkracovací pily jsem prováděl na základě porovnání různých typů a výrobců, jako dvě hlavní podmínky jsem si určil rozměr zpracovávaného materiálu a bezpečnostní kryt. Dalším nepodstatným měřítkem je cena.

3.6.4.1 Zkracovací pila PWK 40 TOS Svitavy

Stroj je určený k příčnému dělení měkkého i tvrdého řeziva. Je vybaven „dvouručním“ bezpečnostním spouštěním, délkovými zarážkami a válečkovým posuvným stolem.



Obrázek 22. Zkracovací pila PWK 40

3.6.4.2 Zkracovací pila JAVES Šimek

Stroj určený k příčnému dělení měkkého i tvrdého řeziva. Je vybaven bezpečnostním krytem, spouštění do řezu manuální. Délkové zarážky a válečkový stůl jsou součástí.



Obrázek 23. Zkracovací pila JAVES

Tabulka 6. Porovnání zkracovacích pil

TYP	PWK 40 TOS	JAVES ŠIMEK
PRŮMĚR KOTOUČE	400 mm	400 mm
ROZMĚR MATERIÁLU	325 x 20	130 x 290
VÝKON MOTORU	4 kW	2,2 kW
ROZMĚRY STOLU	2000-1500	2000 - 2000

CENA	266.400,-	43.439,-
------	-----------	----------

3.6.5 Výběr nově plánovaných strojů – formátovací pila

Tento stroj by byl využíván především k příčnému dělení masivního materiálu v plánované sériové výrobě. Stanovené podmínky výběru jsou menší rozměry, naklápění kotouče a možnost úhlového řezání.

3.6.5.1 Formátovací pila KDR 103 N ROJEK

Stroj je určen k podélnému i příčnému dělení deskového a masivního materiálu.

Hlavní kotouč je doplněn předřezávacím kotoučem, výškovým nastavováním a naklápěním.



Obrázek 24. Formátovací pila KDR

3.6.5.2 Formátovací pila HOLZSTAR FKS

Stroj určený k formátování deskového i masivního materiálu, není vybavený předřezávacím kotoučem. Naklápění a výškové nastavení kotouče je součástí.



Obrázek 25. Formátovací pila HOLZSTAR FKS

Tabulka 7. Porovnání parametrů formátovacích pil

TYP	ROJEK KDR	HOLZSTAR FKS
PRŮMĚR KOTOUČE	315 mm	254 mm
VÝŠKA PROŘEZU 90°/45°	100/80	80/54
VÝKON MOTORU	4 kW	1,5 kW
DĚLKA ŘEZU	2000 mm	1250 mm
CENA	56.700,-	43.548,-

3.6.6 Manipulační technika

Pro přepravu a uložení materiálu a rozpracovaných dílců navrhuji pořízení 10 ks pojízdných dílenských stolů. Stoly jsou kovové konstrukce s bukovou masivní deskou, a jednou výškově stavitelnou policí. Pohon i zdvih materiálu je ruční.



Obrázek 26. Pojízdný stůl

3.6.7 Odsávání lakovny - stolová odsávací kabina ST 1112 P

Pro zajištění odvodu a výměny vzduchu v prostoru nové lakovny navrhuji lakovnu vybavit stolovou odsávací kabinou ST 1112 P od firmy Eko – lak. Kabina je vybavena třístupňovým filtračním systémem, neodsává od podlahy, ale až od výšky stolu 650 mm.



Obrázek 27. Odsávací stůl

3.6.8 výtah

Nákladní

Nákladní výtah

Pro vertikální přesun materiálu mezi venkovním skladem žeziva a strojovnou navrhuji řešit výškový rozdíl vybudováním oboustranného nákladního výtahu. Vnitřní rozměry kabiny by měly být 1300 x 2500 x 3000 mm. Kromě přířezů žeziva by pak bylo možné výtahem přepravovat i deskový materiál běžného formátu 2070 x 2800 mm.

3.7 Stavební úpravy

Pro zbudování přístupu z venkovního skladu bude nutné vybourat stavební otvor a připravit výtahovou šachtu. Cena za tyto práce včetně materiálu je vypočítána na 50.000,- bez DPH. Instalaci výtahu provede jeho dodavatelská firma. Další stavební úpravou bude vybourání stávajících dveří včetně likvidace, a instalace nových protipožárních, dále zbourání příčky, úprava podlahy a stěn, a příprava pro vedení vzduchotechniky. Zednické práce stavební firma odhaduje na 54.000,- bez DPH. Cena protipožárních dveří EW 30, včetně protipožární zárubně, kování a montáže je 18.600,-.

Náklady spojené s přemístěním strojů, včetně úpravy podlahy a elektroinstalace jsou vyčísleny na 16.000,- bez DPH. Všechny práce zahrnují odvoz sutě a dalšího odpadu.

Tabulka 8. Náklady stavebních úprav

STAVEBNÍ ÚPRAVA	CENA
PŘÍPRAVA PRO VÝTAH	50.000,-
ÚPRAVY LAKOVNY	54.000,-
DVEŘE DO LAKOVNY	18.600,-
PŘEMÍSTĚNÍ STROJŮ	12.600,-
ELEKTROINSTALACE	3.400,-
CELKEM	138.600,-

3.8 Finanční rozvaha

Do této kapitoly jsem zahrnul náklady na výrobu jednoho kusu stolu z plánované výroby a celkové náklady na rekonstrukci.

3.8.1 Náklady na výrobu stolku TABLET

Kalkulaci nákladů na výrobu můžeme provést např. pomocí univerzálního kalkulačního vzorce, který zahrnuje následující položky:

- Přímý materiál,
- Přímé mzdy,
- Ostatní přímé náklady,
- Výrobní režie,
- Správní režie,
- Odbytové náklady,
- Zisk (ztráta).

Tento výpočet se ale týká výrobních podniků, kde je výroba jejich hlavním příjmem.

V našem případě je výrobek vlastně jen vedlejším produktem, protože škola je financovaná z veřejného rozpočtu, a její hlavní činností je výchova a vzdělávání. Jedinými položkami zohledněnými v následné tvorbě ceny by byly přímé náklady na materiál, a výrobní režie.

Ostatní náklady jsou hrazené bez ohledu na produkci. Cena za výrobek by byla tedy

nákladově orientovaná, zahrnovala by přímé náklady a výrobní režii, případný zisk by byl

horší než u výrobek, kde celkové náklady na výrobu jsou nižší, a zisk by byl větší. Ceny zahrnují i nadmíry.

Tabulka 9. Náklady na výrobek - materiál/1ks výrobku

NÁZEV DÍLCE	MATERIÁL	CENA ZA MJ	CENA CELKEM
DESKA			
nosič	PDP BR MULTI	640/m ²	333,-
povrch	HPL W1001	580/m ²	354,-
NOHA	JS	18000/m ³	94,-
LUB	JS	18000/m ³	83,-
KOLÍKY	BK	0,7 ks	9,-
PÚ	REMMERS	450/l	45,-
CENA CELKEM			918,-

3.8.2 Náklady na rekonstrukci

Celkové náklady na rekonstrukci výroby se vypočítají jako součet nákladů na pořízení nových strojů, technologií a manipulační techniky, nákladů na stavební úpravy a přemístění strojů včetně elektroinstalace.

Tabulka 10. Náklady rekonstrukce

POLOŽKA	CENA
Zkracovací pila JAVES	43.439,-
Formátovací pila HOLZSTAR	43.548,-
Manipulační vozík - 10 ks	70.990,-
Odsávací kabina ST 1112	64.200,-
Nákladní výtah	350.000,-
Stavební práce	138.600,-
CELKEM bez DPH	710.777,-

Škola, jako státní příspěvková organizace, je financovaná státem z veřejného rozpočtu a finanční prostředky rozděljuje zřizovatel, v tomto případě Magistrát Hl. m. Prahy. Prostředky se dělí na neinvestiční a investiční. Z investičních prostředků by škola žádala o dotace na rekonstrukci provozu.

3.9 Organizace a personální zajištění

Personální zajištění pro sériovou výrobu by organizoval vedoucí oboru a rozdělil mezi jednotlivé učitele a skupiny. Na výrobě by se přímo podíleli žáci třetího ročníku oboru Tvorba nábytku, kteří již mají osvojené pracovní návyky a mají určité zkušenosti s prací na strojích, a obsah jejich výuky obsahuje informace týkající se výroby nábytku. Ve třetím ročníku je celkem 20 žáků, kteří jsou rozděleni na dvě skupiny. Výroba by byla organizovaná tak, aby každá skupina pracovala na jedné výrobní dávce, od začátku do konce tak sledovala celý výrobní proces, a podílela se na něm přímo nebo pracovala na více výrobních dávkách současně. Jedna výrobní dávka by obsahovala 6 kusů výrobku. Tento počet vychází z formátu plošných materiálů i řeziva.

Tabulka 11. Počet formátů na výrobní dávku 6ks

NÁZEV DÍLCE	MATERIÁL	POČET DÍLCŮ VE FORMÁTU	POČET FORMÁTŮ
DESKA			na 6 ks výrobku
nosič	PDP BR MULTI	6	1
povrch	HPL W1001	6	2
NOHA	JS	12	2
LUB	JS	6	2

Výuka probíhá v 6 hodinových blocích týdně. Žáci by pracovali po dvojicích, každá dvojice by obsluhovala jedno pracoviště. Teoreticky by na celé výrobě mohlo pracovat všech 20 žáků z obou skupin najednou, vzhledem k různě dlouhým operačním časům by se některé operace sloučily. Obsazení jednotlivých pracovišť by se střídalo tak, aby každý žák strávil na každém pracovišti stejnou dobu.

4 Výsledky

V plnění jednotlivých cílů jsem postupoval po dílčích etapách uvedených v kapitole Metodika, které na sebe navazovaly a postupně mne vedly k závěru. Potvrdilo se mi správně a logicky zvolené pořadí úkolů, díky kterému jsem při plnění každého z nich získával přehled o dané problematice a dokázal všechna zjištění využít při dalších navazujících činnostech v rámci vypracování tohoto projektu. Analýza stavu provozu tak byla správným výchozím bodem pro následný návrh výroby, pro poznání technologických možností, pro návrh modelu výroby, ověření jeho správnosti a návrhu upraveného návrhu a opravení nedostatků v něm.

4.1 Sériová výroba

Jedním z cílů této práce bylo navržení takového modelu sériové výroby, který by splňoval podmínky pružné a efektivní výroby, a zároveň vyhovoval potřebám modelu současného, tedy kusové výrobě. Součástí zadání byl konkrétní výrobek. Na základě studia teorie výroby nábytku a provedení analýzy současného stavu výroby jsem došel k následujícím zjištěním.

4.1.1 Návrh sériové výroby

4.1.1.1 Stolek TABLET

Samotný výrobek podle mého subjektivního názoru splnil zadání. Jedná se o jednoduchý typ stolového nábytku, na kterém by žáci aplikovali znalosti získané v hodinách technologie a konstrukce, a dovednosti získané v hodinách PCV. Konstrukce stolku je jednoduchá, obsahuje tři základní konstrukční spoje, není náročná na přesnost zpracování, zahrnuje všechny základní běžné operace ze všech stupňů nábytkářské výroby, obsahuje i programování a obsluhu moderní technologie (CNC frézka). Povrchová úprava je nenáročná, nanášení se provádí ručně, zároveň je ale dodržena kvalita povrchu. Stolek by se dodával demontovaný, a díky jednoduché konstrukci by se konečná montáž prováděla bez použití nářadí. Tento prvek jsem při návrhu designu výrobku neplánoval, vyplynul až při zpracování blokového schématu. Zpracování výrobní dokumentace je součástí této práce, ale mohlo by být i součástí zadání pro žáky, jako cvičení v hodinách teorie.

4.1.1.2 Zavedení sériové výroby

Zavedení tohoto typu výroby ve stávajícím provozu, za současného stavu by bylo sice technicky možné, ale neefektivní. Jedním z důvodů je fakt, že rozmístění strojů ve výrobě a umístění skladů a jednotlivých pracovišť není pro tento typ výroby optimální. Další podstatný problém je ten, že provoz by nebyl určený pouze potřebám navrhované sériové výroby, ale musí i nadále sloužit potřebám všech učitelů a žáků školy v rámci jejich výuky. Navrhl jsem tedy několik změn, které by tyto nedostatky eliminovali. Týkají se technologických zařízení a změn jejich umístění. Podrobněji v kapitole 6.1.2. Návrh sériové výroby. I po úpravách, kterými se ve výrobě potlačí její nedostatky a problémy, je zde ale zásadní otázka odbytu výrobků. Na první pohled se zdá, že výrobní kapacita je celkem velká, a při relativně velkém počtu pracovníků by byla její kapacita vysoká, ale jak uvádím v kapitole

3.9 Organizace a personální zajištění, výuka žáků třetího ročníku probíhá v 6 hodinových blocích týdně, soustředěného do jednoho dne. Když přihlédneme k faktu, že školní rok má 10 měsíců, odečteme dny volna, exkurze, školení BOZP a další aktivity, problém s odbytem tak nevidím. Mohla by se zařadit mezi tradiční výrobky, které žáci v každém ročníku vyrábí. Dnes je to ve třetím ročníku řezaná židle, to je poctivá řemeslná práce, ale vzhledem k tomu, že obor vychovává budoucí odborníky na moderní výrobu, byl by tento model výroby pro žáky jistě přínosem. Navržený model výroby je koncipovaný tak, aby umožnil snadnou

změnu výrobního programu. Na jeho designu už by se mohli podílet sami žáci v rámci své výuky.

4.1.1.3 Výrobní postup

Na základě studia literatury a vlastních zkušeností ve výrobě nábytku jsem navrhl výrobní postup a zpracoval blokové schéma výroby. Postup výroby stolku má celkem jasně dané postupy, zde není důvod ke změnám. Osvědčilo se vytvoření blokového schématu a zakreslení mezioperačních tras, na kterém se jasně ukázalo nevyhovující rozmístění strojů. Obrázek 13. Postup výroby - materiálový *tok*.

4.1.2 Návrh rekonstrukce

Na základě výše uvedených zjištění o nedostatcích návrhu výroby ve stávajícím provozu jsem navrhl následující změny. Přemístěním některých pracovišť by se zkrátila délka cest potřebných pro přesun materiálu mezi jednotlivými pracovišti téměř o třetinu, zároveň by se snížil pohyb pracovníků v provozu a v některých případech by se dokonce výrazně snížilo riziko úrazu.

4.1.2.1 Strojní zařízení

Část strojního vybavení nevyhovuje současným požadavkům na bezpečnost práce, proto je nutné je z provozu vyřadit. Jedná se především o stávající zkracovací pilu, která není vybavená žádným bezpečnostním prvkem. K zajištění plynulé výroby i pro ostatní skupiny žáků je řešením doplnění provozu a druhou formátovací pilu. Při výběru zkracovací pily jsem stanovil hlavní podmínky výběru – bezpečnostní prvky a rozměry řezaného materiálu. Pila

PWK TOS Svitavy je z hlediska bezpečnosti práce lépe vybavená, pro spuštění stroje je nutné použít obě ruce na dvě vzdálená tlačítka, pak se teprve stroj přitlačí k materiálu a spustí. U pily JAVES Šimek je spuštění přitlaku manuální, ale i zde je při spuštění stroje celá oblast řezu zakrytá. Cenový rozdíl je výrazný, je to více než 200.000 Kč. Konečné rozhodnutí o výběr stroje by tedy měl v pravomoci ekonomický úsek školy. Stávající stroje jsem už na začátku projektu rozdělil do dvou skupin – vhodné k dalšímu využití a určené k vyřazení.

4.1.2.2 Rozmístění strojů

Otázku rozmístění strojů jsem považoval za nejzásadnější v celém projektu. Nejprve jsem se snažil stroje pomocí modelování v AutoCADu rozmisťovat tak, aby se co nejvíce zkrátily cesty mezi nimi, samozřejmě při dodržení potřebných a předepsaných prostorů pro obsluhu a manipulaci s materiálem. Při dalším studiu odborné literatury a vlastního uvážení jsem se začal zaměřovat i na další aspekty, jako je bezpečnost a ukládání rozpracovaných dílců a materiálů. Neustále jsem musel mít na paměti i ten fakt, že provoz bude i nadále sloužit potřebám ostatních skupin žáků. Snažil jsem se tedy i o to, aby stroje pro sériovou výrobu byly umístěny tak, aby se nekřížily trasy s ostatními žáky. To se z větší části podařilo, ale vzhledem k omezenému prostoru jsou některá řešení kompromisem. Některá umístění strojů od stěny jsem ještě upravoval, mnou navržené vzdálenosti byly u některých strojů nedostatečná, někde předimenzované.

K výrazné časové úspoře by došlo vybudováním nové lakovny v prostoru strojovny, v bývalé sušárně řeziva. Současná lakovna je ve druhém nadzemním podlaží, přesun dílců je tedy zdlouhavý a pro rozpracované dílce nešetrný. Lakovna je také často obsazená, díky tomu vznikají značné prostoje už dnes. Dalším velkým přínosem by bylo umístění druhé formátovací pily do provozu, jak jsem již zmiňoval v předchozích kapitolách.

4.1.2.3 Další technika

Pro zefektivnění výroby by přispělo i doplnění provozu pojízdnými stoly, které by sloužily k přepravě dílců, ale i k jejich uložení v čase, kdy výuka neprobíhá. Snadno se tak rozpracované dílce přesunou mimo prostor, kde právě překáží. Dnes jsou uloženy na stacionárních podpěrách, a to výrobu omezuje.

Jedním z podstatných problémů současného provozu je manipulace s řezivem, které se provádí manuálně, podává se oknem nebo úzkou chodbou. Přitom sklad sousedí se strojovnou společnou stěnou. Původně mezi oběma prostory průchod byl a sloužil k navážení řeziva do sušárny. Obnovení průchodu by přispělo k bezpečnosti žáků a ke zkrácení časů na přepravu materiálu. V projektu navrhuji vybudování nákladního výtahu, který by mohl sloužit i k přepravě výrobků nebo odpadu ze strojovny ven.

4.1.2.4 Stavební úpravy

Pro vybudování lakovny a nákladního výtahu jsou nezbytné stavební úpravy, stejně tak pro přemístění strojů. U nich se jedná o vybudování betonových základů a doplnění dřevěné podlahy po stávajících strojích, včetně přívodu elektroinstalace a odsávání. Provádění stavebních úprav není možné provádět během školního roku, práce tohoto typu se provádějí během letních prázdnin, časově je reálné je zvládnout.

4.1.3 Finanční rozvaha

Celková rekonstrukce včetně pořízení nových strojů by se vešla do 1 milionu korun, není tedy nereálná. I v případě, že by nebylo možné náklady rekonstrukci pokrýt najednou, je možné ji provádět postupně, po částech.

5 Diskuze

Výsledky a zjištění ve své práci jsem porovnával s dostupnou literaturou a jinými závěrečnými pracemi zabývajícími se tematikou projektování výroby. Nejvíce informací do

této kapitoly jsem ale získal přímo od kolegů, kteří ve školních dílnách vyučují, a mají s fungováním tohoto konkrétního provozu dlouholeté zkušenosti.

5.1 Sériová výroba

V porovnání s projekty (Pechar, 2018), kde autor zvažuje sériovou výrobu sudů, v měsíční produkci 200 ks měsíčně, předpokládám produkci podstatně nižší. Vzhledem k typu provozu, kde je hlavním cílem vzdělávání žáků, je velikost produkce marginální.

5.1.1 Stolek TABLET

Design výrobku není cílem práce, ale i při jeho návrhu jsem se snažil o jednoduchý tvar bez výrazných prvků, který by byl vhodný do bytových nebo i veřejných interiérů, a byl tedy univerzální, zároveň estetický a praktický. Na rozdíl od většiny obdobných výrobků, kde je materiálem laminovaná nebo dýhovaná DTD, případně masiv, jsem zvolil odolný povrch HPL, který v kombinaci s masivním podnožím působí elegantně. Při výběru formátu PDP a HPL desek jsem vybíral formáty s maximální výtěžností, podle výpočtového vzorce, jak uvádí Gaff, 2015, ale pro výběr by měla být rozhodující i cena. Z vlastních zkušeností vím, že i formát z hlediska výtěžnosti výhodný, může být díky vyšší pořizovací ceně nakonec nákladnější. Je tedy potřeba zvažovat i hledisko nákladů.

5.1.2 Zavedení sériové výroby

Otázku možnosti zavedení sériové výroby v naší škole jsem osobně konzultoval s vedoucím oboru Tvorba nábytku, pro který je koncept sériové výroby navržen. Jako modelová ukázka pro potřebu výuky se mu jeví reálný a vhodný, ale na trvalé zavedení tohoto typu výroby ve škole nejsou podmínky. Důvodem je relativně malá hodinová týdenní dotace a nepravidelnosti ve výuce.

5.2 Návrh rekonstrukce

5.2.1 Návrh strojního vybavení

Stejně jako otázku zavedení sériové výroby, konzultoval jsem i otázku rekonstrukce provozu včetně strojního vybavení s vedoucím oboru a vedoucím dílny, i ostatními kolegy, vyučujícími v dílně praktická cvičení. V řešení tohoto problému se všichni víceméně shodli, že současný stav strojního vybavení není uspokojivý a má určité nedostatky. Bohužel řešení výrobních technologií probíhá nekoncepčně, při plánování pořízení nového stroje se neplánuje jeho umístění podle zásad řešení pracovišť, které uvádím v teoretické části této práce, ale pouze se hledá volný prostor odpovídajícího rozměru. Této skutečnosti jsou si všichni vědomi, a proto uvítali téma mojí práce, jejíž výsledky se budou reálně aplikovat.

Výběr strojního zařízení jsem prováděl na základě podmínek, které by měly stroje splňovat pro splnění pružné výroby, stejně jako v závěrečné práci (Hajabač, 2011). Jedná se především o flexibilitu, která umožňuje zpracovávat dílce různých rozměrů a materiálů.

Rozdíl je v navrženém typu zkracovací pily, kde autor zvolil průměr kotouče 500 mm, důvodem je jeho zaměření na pilařskou výrobu. Pro můj projekt dostačuje navržený průměr 400 mm. Rozhodující je bezpečnost a dostačující prořez. Bezpečnostní prvky Hajabač neuvádí.

5.2.2 Rozmístění strojů

Návrh rozmístění strojů jsem provedl na základě vlastních zkušeností, a následně porovnal s doporučenými hodnotami (Gaff, 2015). Jak jsem uvedl v předchozí kapitole, návrh jsem podle uvedených předepsaných hodnot upravoval. Jako výchozí zdroj informací mi sloužilo blokové schéma výroby, stejně jako ve své práci uvádí autor (Hajabač, 2011).

Obsahem jeho projektu je sice výroba především masivních dílců, ale obecně platí stejně.

Pro návrh rozmístění jsem vytvořil návrh v AutoCADu, kde jsem do zaměřeného půdorysu zakreslil jednotlivé stroje, výstup ve 2D. Názornější způsob je 3D modelování v simulačním programu, které vypracoval autor ve své závěrečné práci (Pechar, 2018). Alternativou by mohl být 3D model např. v grafickém programu Sketchup.

6 Závěr

- Cílem této práce byl návrh rekonstrukce školní dílny na SUPŠ v Praze 3 dle požadavků zadavatele a návrh na zavedení sériové výroby včetně konkrétního výrobního programu. Pro splnění cíle bylo nejprve nutné provést analýzu současného stavu a složení technologických zařízení, dispozic a stavu prostor, současný výrobní program a model výroby. Další součástí práce byl návrh sériové výroby obsahující i návrh konkrétního výrobku, včetně výrobní dokumentace a technologického postupu. Navržený model výroby musel být pružný, a současně vyhovující pro stávající model kusové výroby, ve výsledku se tedy jedná o kombinaci dvou typů výroby v jednom provozu.
- Všechny dílčí cíle práce jsem vypracovával postupně, podle bodů uvedených na začátku kapitoly Metodika. Při analýze stavebního stavu jsem nezjistil žádné podstatné nedostatky, v projektu jsem navrhl dvě změny týkající se vybudování nové lakovny a nákladního výtahu. Obě tyto navržené změny by přinesly výrazné zkrácení časů při manipulaci s materiálem a podstatně by zvýšily bezpečnost pracovníků. Tato skutečnost je o to významnější, že se jedná o střední školu, věkové složení pracovníků je tedy 15-18 let, a většinu tvoří dívky. Ze stejného důvodu je nutné některé nevyhovující stroje z výroby vyřadit a nahradit novými. Po návrhu technologického postupu jsem dospěl k zjištění, že současné rozmístění strojů nejen že nevyhovuje plánované sériové výrobě, ale ani současné výrobě kusové. Stroje nejsou umístěné optimálně, materiálový tok překonává zbytečně velké vzdálenosti, počet některých strojů je nedostatečný, část z nich se nevyužívá, je zastaralá nebo nefunkční.

V návrhu nového projektu jsem na základě blokového schématu pro sériovou výrobu vypracoval nové složení a rozmístění pracovišť, které současně vyhovuje i stávajícímu modelu výroby. Pružnosti výroby jsem docílil navržením takových strojů, které umožňují zpracovávání různých materiálů a rozměrů dílců. Navržený projekt vyhovuje i požadavkům na současný výrobní model, kusovou výrobu.

Posledním dílčím cílem bylo navržení výrobku pro sériovou výrobu. Navrhl jsem odkládací stolek jednoduché konstrukce, obsahující téměř všechny technologické operace používané při výrobě nábytku. Zvolený materiál je odolný a

umožňuje snadnou změnu materiálových a barevných variant, především u stolové desky.

- Význam mojí závěrečné práce vidím v přínosu pro budoucnost ve vzdělávání odborníků pro nábytkářský průmysl, ve kterém je už v současnosti nedostatek kvalifikovaných pracovníků, a tento stav se momentálně nijak nezlepšuje. Žáci mají možnost si sami prakticky vyzkoušet znalosti o pracovních postupech a technologických operacích nabyté v hodinách teorie, což má podle pedagogických principů větší smysl než pouhá teorie. Škola by tak kromě dnes již používaných moderních technologií, jako je CNC, 3D tiskárny i laser umožnila žákům účastnit se přímo modelu sériové výroby. Konkrétně CNC frézka, která je dnes využívána při výuce nepovinného předmětu nebo při dílčím opracování materiálů pro závěrečné maturitní práce, by získala většího uplatnění.

Závěrem bych dodal, že poznatky a návrhy z mé závěrečné práce budou skutečně uplatněny v plánované rekonstrukci školní dílny, a moje snaha tedy měla smysl.

Literatura

- BRUNECKÝ, Petr. *Dějiny a bydlení*. 2., přeprac. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. 264 s. ISBN 978-80-7375-354-2.
- BUBEN, František a KOUŘIL, Jan. *Konstrukce nábytku: schváleno ... jakožto učebnice na odborných a mistrovských školách pro zpracování dřeva. A, Text*. Praha: Ústav pro učebné pomůcky průmyslových a odborných škol, 1940. 73, [IV] s.
- DOSEDĚL, Antonín et al. *Čítanka stavebních výkresů: pomocná kniha pro 2. a 3. roč. stavebních učeb. oborů*. 5., nezm. vyd. Praha: SNTL, 1981. 118, [1] s.
- DRÁPELA, Jindřich et al. *Výroba nábytku: technologie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1980. 484, [2] s.
- GAFF, Milan, GAŠPARÍK, Miroslav a HAJABAČ, Ján. *Základy projektování výroby nábytku*. Vydání první. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. 2 svazky. ISBN 978-80-213-2577-7.
- GAŠPARÍK, Miroslav a GAFF, Milan. *Manipulační a dopravní technika I*. Vydání první. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2016. 112 stran. ISBN 978-80-213-2619-
- HAJABAČ, Ján. *Návrh na rozšírenie a rekonštrukciu drevárskej a nábytkárskej výroby*. Diplomová práce. Technická univerzita vo Zvolene.
- HALABALA, Jindřich. *Výroba nábytku: tvorba a konstrukce*. 3., nezm. vyd. Praha: SNTL, 1982. 316 s.
- HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Vyd. 4. Brno: PC-DIR Real, 2000. 164 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-1698-X.
- HOLOUŠ, Zdeněk, MÁCHOVÁ, Eliška a KOTÁSKOVÁ, Pavla. *Odborné kreslení pro učební obor Truhlář*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2008. 105 s. ISBN 978-80-7333-069-9.
- KOVÁČ, Milan, BUDA, Ján a ŠIMŠÍK, Dušan. *Projektovanie výrobných systémov*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1991. 255 s. Edícia strojárskkej literatúry.

MILO, Peter. *Technologické projektovanie v praxi*. 2., dopl. vyd. Bratislava: Alfa, 1990. 399 s. Edícia strojárскеj literatúry. ISBN 80-05-00103-7.

NEMEC, Ľubomír, ŠULÁN, Elemír a ZEMIAR, Ján. *Technológia výroby nábytku*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1985. 514 s. Edícia drevárskej celuloárskej a papiernickej literatúry.

PECHAR, Vojtěch. *Projektování výroby nábytku*. Praha, 2017. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

SKOUPÝ, Alois, GAFF, Milan a GAŠPARÍK, Miroslav. *Technické zobrazování*. Vydání první. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. 174 stran. ISBN 978-80-213-2562-3.

ŠPALEK, Jan. *Zpracování recyklovaných skateboardových desek*. Praha, 2017. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

TOGNER, Milan. *Historický nábytek: Terminologický slovník historického nábytku od gotiky po počátek 20. století: Materiálová skladba - technologie - typologie a slohové projevy*. 1. upravené vyd. Brno: Datel, 1993. 134 s., 19 s. barev. obr.

TRÁVNÍK, Arnošt a SVOBODA, Jaroslav. *Organizace a řízení výrobního provozu*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 165 s. ISBN 978-80-7375-190-6.

TRÁVNÍK, Arnošt a SVOBODA, Jaroslav. *Technologické procesy výroby nábytku*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. 222 s. ISBN 978-80-7375-056-5

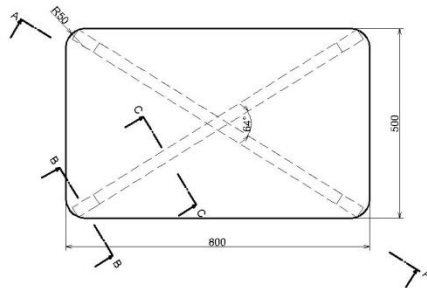
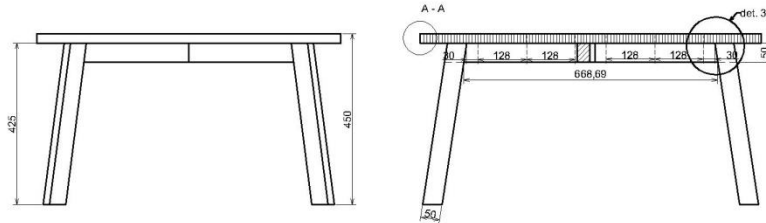
UHLÍŘ, Alois a VLASÁK, Jiří. *Technologie výroby nábytku III: Pro 4. roč. stud. oboru nábytkářství*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 1993. 239 s. ISBN 80-85427-33-8.

UHER, Tomáš. *Projektování výroby nábytku*. Praha, 2017. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.

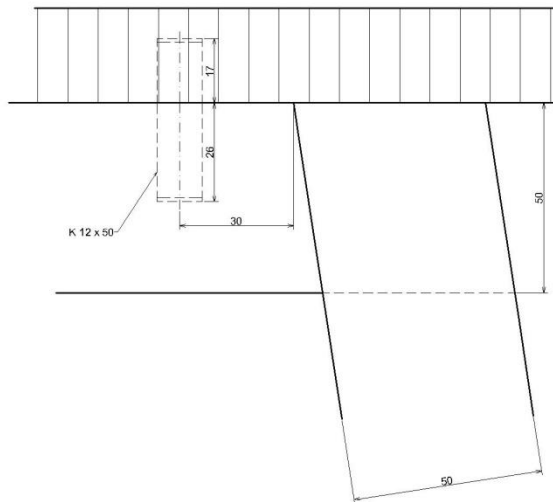
8 Seznam použitých zkratek a symbolů

CNC	počítačem řízený stroj
TPV	technická příprava výroby
TOF	technicko-organizační fáze
3D	trojrozměrný pohled
SUPŠ	Střední umělecko-průmyslová škola
m ²	plošná jednotka (metr čtvereční)
m ³	objemová jednotka (metr krychlový)
NP	nadzemní podlaží
MDF	dřevovláknitá deska
AutoCAD	grafický software
PCV	praktická cvičení
PVAC	polyvinylacetát
R 5	poloměr 5 mm
mm	délková jednotka
HPL	vysokotlaký laminát
OOP	osobní ochranné pomůcky
dB	decibel, jednotka intenzity zvuku
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
Sb.	sbírky
§	paragraf
MZČR	ministerstvo zdravotnictví České republiky
MŠMT	ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy
DPH	daň z přidané hodnoty
BR	bříza
°	jednotka úhlu, stupeň
PDP	překližka
PÚ	povrchová úprava
%	procento, setina celku
∅	průměr
ks	kusů

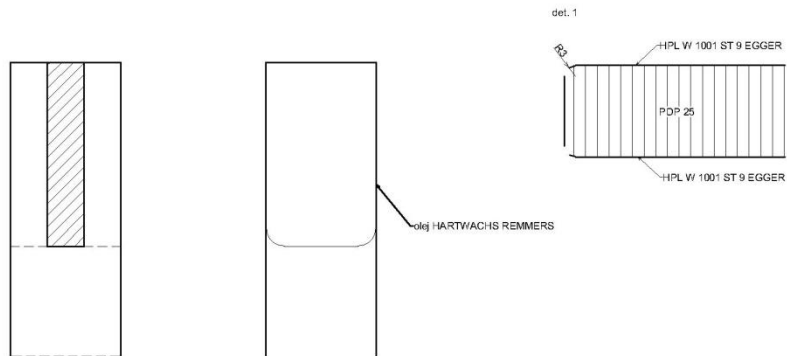
Samostatné přílohy



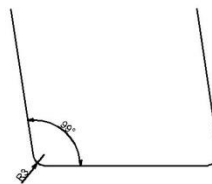
det. 3



ČZU FLD	název výrobku: odkládací stolek TABLET	kreslil: Bc. Pavel Strnad
M 1:10, 1:1	obsah výkresu: POHLEDY, DETAIL	č. výkresu 1



det. 2



ČZU FLD	název výrobku: odkládací stolek TABLET	kreslí: Bc. Pavel Strnad
M 1:10, 1:1	obsah výkresu: DETAILY	č. výkresu: 2

