

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ**

**PROJEKTOVÁNÍ VÝROBY NÁBYTKU**  
**VÝROBA DUBOVÝCH SUDŮ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Studijní program:

Dřevařské inženýrství

Pracoviště (katedra/ústav):

Katedra základního zpracování dřeva

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Praha 2017

**Bc. Vojtěch Pechar**

Zadání závěrečné práce

## ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vojtěch Pechar

Dřevařské inženýrství

Název práce

Projektování výroby nábytku

Název anglicky

Designing of furniture manufacturing

---

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

Klíčová slova

projekt výroby, pružnost, výrobní tok

---

Doporučené zdroje informací

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

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

---

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra základního zpracování dřeva

---

Elektronicky schváleno dne 20. 11. 2017

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 03. 04. 2018

---

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma výroby nábytku vypracoval samostatně pod vedením Ing. Milana Gaffa, Ph.D. a použil jsem jen prameny uvedené v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V.....

dne.....

Podpis

### Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat doc. Ing. Milanovi Gaffovi, PhD. za vedení mé práce, pomoc, rady a poskytnuté materiály. Dále bych chtěl poděkovat panu Andreji Holcovi z firmy LEDINEK (<http://www.ledinek.com>) za poskytnuté materiály ke strojům.

### Abstrakt ve státním jazyce

Tato práce se zabývá návrhem výrobního systému na výrobu masivních dubových sudů a následně jeho od simulování. Práce začíná literární rešerší, kde je teoretický podklad pro metodickou a praktickou část, zejména z oblasti navrhování výrobních systémů, zákonitostí a postupů, dále je popsána metoda simulace a popsán simulační program, který je využit i v praktické části. V metodické části jsou popsány postupy výpočtů a postupy vytvoření výkresové dokumentace tak, aby bylo možné postup opakovat. Jsou uvedeny pouze výpočty a postupy. V praktické části je vyrobena dokumentace k výrobku, navržen výrobní systém, vybrány strojní zařízení, vyhodnoceny pracovní postupy a strojní zařízení z hlediska vytiženosti a produktivity a následně je výrobní systém od simulován.

Klíčová slova: výrobní systém, simulace, sudy

### Abstrakt v cizím jazyce

This thesis is focused on designing manufacturing model of production of solid-wood oak barrels and afterwards simulated. Thesis starts with theory of designing of production systems where most of problematic is described and which is base for methodical and practical part of thesis. Theory is based on manners with desingning production systems, laws and procedures, simulation method is described and also simulation software used is described. In methodical part of thesis there are calculation and procedures leading to creation of same production system as a one in this thesis. Only calculation and procedures are shown. In practical part documentation is created, production system designed, chosen machines, evaluated working process based of productivity and workload and after that production system is simulated in simulation software.

Key words: production system, simulation, barrels

# Obsah

<b>Obsah</b> .....	<b>7</b>
<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>9</b>
<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Cíle práce</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>13</b>
3.1 Projekční činnost .....	13
3.2 Projekt.....	14
3.3 Projektové řízení .....	15
3.4 Předvýrobní etapy výroby.....	18
3.5 Projektování výrobních systémů .....	21
3.6 Způsoby projektování výrobních systémů.....	23
3.7 Detailní projektování výrobního systému.....	25
3.8 Výrobní systém v nábytkářském závodu.....	28
3.9 Kapacitní výpočty.....	34
3.10 Vzájemné vazby .....	35
3.11 Výběr strojních zařízení.....	36
3.12 Rozmíst'ování pracovišť .....	36
3.13 Rozmíst'ování strojů .....	38
3.14 Simulační metody.....	40
3.15 Digital Factory .....	42
3.16 Siemens PLM Software Tecnomatix Plant Simulation .....	43
<b>4 Metodika</b> .....	<b>44</b>
4.1 Metodika experimentálních prací.....	44
4.2 Souhrnná technická zpráva .....	45
4.3 Technická část.....	50
4.4 Simulace.....	51
<b>5 Praktická část</b> .....	<b>54</b>
5.1 Průvodní zpráva.....	54
5.2 Souhrnná technická zpráva .....	65
5.3 Technologická část.....	69
5.4 Simulace.....	86



<b>6 Závěr .....</b>	<b>90</b>
<b>7 Seznam použité literatury.....</b>	<b>91</b>
Internetové zdroje.....	93
<b>8 Přílohy .....</b>	<b>96</b>
8.1 Seznam příloh: .....	96
Příloha 1. Normy času na 100 litrový sud .....	97
Příloha 2. Normy času na 200 litrový sud .....	98
Příloha 3. Normy času na 500 litrový sud .....	99

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1. Životní cyklus projektu [2] .....	16
Obrázek 2. Rámcové začlenění technické přípravy výroby do cyklu věda-výroba [7] ..	20
Obrázek 3. Přístup shora dolů [1] .....	23
Obrázek 4. Fázový přístup [1] .....	24
Obrázek 5. Všeobecný cyklus řešení [1] .....	24
Obrázek 6. Princip postupného modelování výrobních systémů [7] .....	27
Obrázek 7. Model procesu jako černá skříňka [1] .....	30
Obrázek 8. Schéma struktury toků a prvků výrobního systému [12].....	31
Obrázek 9. Stupně výrobního procesu [1] .....	32
Obrázek 10. Vazby ve výrobním systému [4] .....	35
Obrázek 11. Schéma způsobů uspořádání pracovišť [7] .....	38
Obrázek 12. Způsoby zkoumání systému [14] .....	40
Obrázek 13. Nastavení "Failure" scénáře u strojů .....	52
Obrázek 14. Nastavení "Failure" událost-čas na opravu .....	53
Obrázek 15. Nastavení energetických parametrů .....	53
Obrázek 16. Blokové schéma výroby sudu .....	69
Obrázek 17. Topologie výrobního systému.....	70
Obrázek 18. Výstup ze simulačního programu - 2D .....	86
Obrázek 19. Výstup ze simulačního programu - 3D .....	86
Obrázek 20. Výstup ze simulačního programu - čas a průchody.....	86
Obrázek 21. Výstup ze simulačního programu – energie.....	87
Obrázek 22. Výstup ze simulačního programu, vytíženost .....	87
Obrázek 23. Výstup ze simulačního programu – bottleneck .....	88
Obrázek 24. Výstup ze simulačního programu - produktivita číselně .....	89

## Seznam tabulek

Tabulka 1. Kusovník pro 100 litrový sud .....	54
Tabulka 2. Kusovník pro 200 litrový sud .....	54
Tabulka 3. kusovník pro 500 litrový sud.....	55
Tabulka 4. Efektivní časový fond pracovníka .....	65
Tabulka 5. Celková měsíční spotřeba všech materiálů pro 100 litrový sud.....	65
Tabulka 6. Celková měsíční spotřeba všech materiálů pro 200 litrový sud.....	65
Tabulka 7. celková měsíční spotřeba všech materiálů pro 500 litrový sud.....	66

---

---

Tabulka 8. Tří měsíční spotřeba materiálu pro 100 litrový sud.....	66
Tabulka 9. Tří měsíční spotřeba materiálu pro 200 litrový sud.....	66
Tabulka 10. Tří měsíční spotřeba materiálu pro 1000 litrový sud.....	67
Tabulka 11. Sumární produkce odpadů.....	67
Tabulka 12. Potřeba energií pro technologické účely .....	67
Tabulka 13. Potřeba odsávání .....	68
Tabulka 14. Rozhodovací tabulka, tloušťková egalizace dužin [23, 24] .....	71
Tabulka 15. Rozhodovací tabulka, kolíkovačka [25, 26, 27] .....	72
Tabulka 16. Rozhodovací tabulka - lis na spárovku [23, 28, 29] .....	73
Tabulka 17. Rozhodovací tabulka - stroj na profilování dužin [23, 27, 30, 31].....	74
Tabulka 18. Rozhodovací tabulka - montážní pracoviště [23] .....	75
Tabulka 19. Rozhodovací tabulka - lis na obruče [23].....	76
Tabulka 20. Rozhodovací tabulka - crozing machine [23].....	76
Tabulka 21. Rozhodovací tabulka – pásová bruska [23, 32].....	77
Tabulka 22. Rozhodovací tabulka – pásová pila.....	78
Tabulka 23. Rozhodovací tabulka – stroj na obruče [23].....	79
Tabulka 24. Rozhodovací tabulka – profilování hlav .....	79
Tabulka 25. Rozhodovací tabulka – odsávací systém [33, 34, 35] .....	80
Tabulka 26. Rozhodovací tabulka – plynové hořáky [36, 37].....	81
Tabulka 27. Rozhodovací tabulka – ventilátory [38, 39] .....	82
Tabulka 28. Rozhodovací tabulka – CNC pásové pily [40, 41] .....	83
Tabulka 29. Produktivní čas pracovišť za měsíc .....	84
Tabulka 30. Vytíženost částí výrobního systému .....	85
Tabulka 31. Normy času na 100 litrový sud.....	97
Tabulka 32. Normy času na 100 litrový sud (část 2) .....	97
Tabulka 33. Normy času na 200 litrový sud.....	98
Tabulka 34. Normy času na 200 litrový sud (část 2) .....	98
Tabulka 35. Normy času na 500 litrový sud.....	99
Tabulka 36. Normy času na 500 litrový sud (část 2) .....	99

---

---

# 1 Úvod

V dnešní době konkurenčně schopný výrobce musí zákazníky zaujmout buď nízkou cenou nebo vysokou přidanou hodnotou. Nízká cena se zaručí snížením výrobních nákladů. Naopak vysokou případnou hodnotu lze zajistit výběrem vhodné, progresivní nebo nové technologie. Tyto dva problémy, snížení výrobních nákladů a přidání vysoké přidané hodnoty lze vyřešit projektováním výrobního systému. Vhodně a správně projektovaný výrobní systém umožňuje výrobu realizovat při co nejmenších nákladech na jednotku výroby s co největší možnou přidanou hodnotou, kterou ve výsledku zaplatí zákazník.

Progresivní technologie a její implementace do stávající výrobní linky je problematická a bez zkušeného projektanta takřka nemožná. V době, kdy každý rok technologie přijde s něčím novým je práce projektanta výrobních systémů důležitá.

Další možností zjištění možných scénářů po implementaci nové technologie do stávající linky bez vysokého rizika nefunkčnosti nové technologie je simulace. Simulace je nízko rizikovou metodou zjištění chování výrobního systému, pokud je podstoupen událostí, ať už příznivou nebo negativní. V rámci simulace není potřeba fyzicky novou technologii mít „na skladě“, stačí mít o ni pouze vědomí a základní informace, simulační program se o vše postará sám.

Vzhledem ke zvyšujícím osobním nákladům na zaměstnance první cíl, snížení nákladů na jednotku výroby, je těžko dosažitelný. Proto se v dnešní době upřednostňují roboti a robotické paže oproti klasickým zaměstnancům.

Práce se zabývá tvorbou výrobního systému na výrobu masivních dubových sudů s maximálním využití automatizace a robotizace. Konstrukce výrobku je složitá a pro konkurenčně schopnou výrobu je potřeba velké množství specializovaných strojů, které není možné využít na výrobu jiného výrobku.

---

## 2 Cíle práce

Cílem diplomové práce je navrhnout připravovanou výrobu dle podmínek zadaných zadavatelem. Výrobní systém by měl být pružný a schopný rychlé inovace. Výroba je vedena sériově s možným rozšířením portfolia o sudy rozličných kapacit. Vzhledem ke koncovým zákazníkům, palírny, destilérie a vinice, je nutné dodržovat všechny výrobní postupy související s výrobou sudu včetně vypálení a absence jakýchkoliv spojovacích prostředků. Projekt by měl obsahovat řešení materiálového toku, výběr vhodných strojních zařízení, vše podložené výpočty a následně výrobní systém od simulovat v simulačním programu a výsledky porovnat.

---

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Projekční činnost

Projekční činnost nebo jinými slovy procesní inženýrství, je v praxi v současné době jedním ze základních a nejdůležitějších pilířů kvalitní výroby. Subjekty v soukromém sektoru tomuto pilíři přikládají velký důraz s ohledem na to, že kvalitně vypracovaná procesní studie nám zajistí nepřetržitou výrobu s minimálními prostoji a s optimálním využitím našich peněžních prostředků s ohledem na životní prostředí.

Nejdůležitější aspekt, který se zohledňuje při tvorbě projekční studie, je použitá technologie a její vazba na využití finančních, časových a lidských zdrojů. Proto je důležité technologii důkladně poznat a umět ji modifikovat v závislosti na prostředí a zdrojích. Samozřejmostí je využívání praxí ověřených pracovních postupů. Je zásadní, aby projektant znal všechny kroky, postupy a materiálové vstupy a jejich závislost a vliv na okolní prostředí.

#### 3.1.1 Části projektové činnosti

Člení se na tři základní části lišící se cílem a činností, dle [1]:

##### 3.1.1.1 Přípravná etapa

V přípravné etapě řešíme cíle projektu a shromáždíme potřebné informace. Projekt musí vést k našemu určenému cíli a sběr informací je nutný pro stanovení největšího množství scénářů, které projekt ovlivní a které budou ovlivňovat projekt.

##### 3.1.1.2 Řešení a realizace projektu

Ve fázi řešení využívá projektant různé nástroje k dosažení cíle projektu, například: kapacitní výpočty, simulace a následné rozbory, analýzy a ekonomické a technologické ukazatele.

##### 3.1.1.3 Realizace

Cílem realizace je projekt uskutečnit a v případě správné implementace – tj. dosažení cíle s využitím plánované spotřeby prostředků, jeho kontrola. V případě jiné implementace, než správné se projekt a jeho dopady analyzují – ve formě měření časů na výrobní jednotce, kontrola postupu aj. a projekt se dále upravuje.

---

Dle [9] se projektování dělí dle způsobů informačního zpracování a dle určení zpracování informací a vazeb na okolí.

### 3.2 Projekt

**Projekt** je řada posloupná řada aktivit zaměřené na dosažení jistého cíle v rámci daného rozpočtu a časovém rozvrhu.

Výstup projekční činnosti, projektování, je projekt. Ve většině případů se projekt vytváří při přípravné fázi výroby v časovém předstihu. Výjimku tvoří rekonstrukce, kdy upravujeme již existující projekt například přidáváním, změnou nebo ubíráním výrobních jednotek. Je samozřejmé, že výrobní projekt ovlivňuje okolí mnoha způsoby. Proto při vytváření projektu musíme znát, jakým způsobem ovlivňuje, a jestli vůbec, technologii, naši ekonomickou stránku, zaměstnance, naše finance a environment okolo nás. Dle výše uvedeného vyplývá, že projekt je několika stupňový proces, který je ovlivňován a ovlivňuje velké množství faktorů [1].

V případě tvorby projektu v přípravné fázi, při extenzivním rozvoji výrobní základny, se projekt tvoří jako součást investičního plánu v časovém předstihu od plánované výstavby výroby a projektant není omezován stávajícím stavem výroby a jejím omezením, nejčastěji s omezením z hlediska stavební výměry a může se zabývat ideálním rozmístění výroby [4].

Extenzivní rozvoj je v praxi zastoupen minimálně. V současné době se přešlo k vypracování racionalizačních projektů, které modifikují současné výroby a uzpůsobují je tak, aby byly optimálně využity výrobní faktory a zároveň eliminují parametry, které vznikají déle trvající výrobou beze změny – ztrátové časy, prostoje, hluchá místa a samozřejmě modernizace stávající výroby [4, 5].

Projekt musíme charakterizovat tak, aby vytvoření projektu bylo reálné a přípustné z různých příčin. Lze vymyslet projekt, který z hlediska technologického bude na vysoké úrovni, ale jeho realizace v konkrétním prostředí bude vyžadovat velké množství finančních a lidských prostředků. Z tohoto důvodu musí projekt mít, dle [1]:

- Pevný začátek a konec – myšleno časově a zdrojově, musíme projekt vymýšlet tak, aby jeho realizace bylo možná v přípustném časovém termínu s využitím přijatelného množství zdrojů,

- 
- Systematický plán – musíme znát jeho posloupnost, to znamená znát kroky mezi začátkem a koncem a tyto kroky musí mít logickou posloupnost, nikoliv chaotickou,
  - Samostatné prostředky – realizace projektu by neměla vyžadovat množství prostředků, které jsou nad hranicí daného podnikatelského subjektu. Ať už finančních, lidských, časových nebo technologických,
  - Týmová práce – Je vhodné, aby s projektem byly seznámeny všechny stupně vedení, nejlépe i dělnické profese a tento projekt akceptovaly a následně společně realizovaly,
  - Určené cíle – Tento charakteristický bod vyplývá z pevného konce. Projekt a jeho důsledky se projevují ve kvalitě výroby a výkonu. A ty musí být v souladu s určenými cíli, které jsou stanoveny pro všechny účastníky spolupracující na projektu.

### 3.3 Projektové řízení

Projektové řízení, anglicky project management, lze definovat z definice projektu jako kontrola nad plánovaným procesem působící vnější změnu [2]. Dle [20] je projektové řízení *umění řídit a koordinovat lidské a materiální zdroje během životnosti projektu za použití moderních technik k dosažení předem daného cíle očekávané kvality, ceny a spokojenosti zákazníka*

Projektové řízení je běžně chápáno jako „řízení změn“, které jsou generovány mimo současný systém, ale jsou plánovány, tudíž nevznikají náhodně a ve výsledků způsobují, že změna vede k jedinečnému fungování systému. Tudíž projektové řízení řídí všechny prvky, které jsou nezbytné k dosažení cíle a také prvky, které mohou zabránit vývoji systému.

Projektové řízení musí předpokládat sled událostí a sledovat riziko a potřeby, plánovat a utvářet priority, předpokládat možné problémy. Potřeba projektového řízení záleží na velikosti, komplexnosti daného problému.

Každý projekt má začátek a konec a meziobdobí lze popsat jako „životní cyklus“. V každé části životního cyklu se děje něco jiného a každá část má svůj typický charakter. Časové období jednotlivých cyklů se liší projekt od projektu a může se lišit i posloupnost jednotlivých částí cyklu. Ovšem neměla by se lišit návaznost na jednotlivé části kvůli



dosažení cíle, protože se může stát, že další část cyklu potřebuje výstup části předchozí a když je sekvence jiná, výsledku se nedočká.

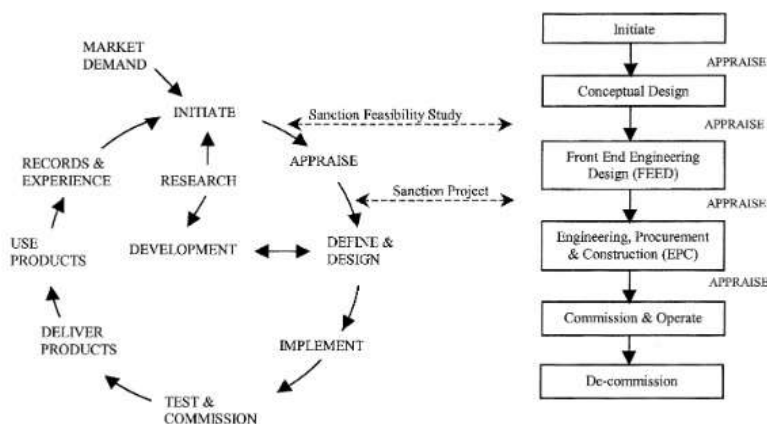


Figure 1.1 Project life cycle.

Obrázek 1. Životní cyklus projektu [2]

Projektové řízení je důležité už při sestavování projektu, aby veškeré složky, které projekt připravují, byly časově sladěny a projekt se stihl dodělat včas. Jeho důležitost se zvyšuje s časovou hladinou životního cyklu projektu, kdy například v době realizace vstupuje do projektu více externích subjektů [1, 2].

Příprava projektu začíná v okamžiku, kdy obchodní zástupce daného subjektu zjistí, že je spotřební trh nenasycen a že je poptávka po jistém druhu zboží nebo služby. Projektanti v předvýrobní etapě výroby zjistí a aplikují nové poznatky z oblasti vědy a výzkumu a tyto poznatky využijí k naplánování nových možností. V tomto okamžiku se cesta k danému výrobku nebo službě rozděluje a je na obchodním zástupci, kterou cestu se projekt vydá. Například vybere potřebný materiál v závislosti na poptávce, způsob opracování. Nejčastěji se přihlíží ke „studii proveditelnosti“, kterou si v první řadě nechá obchodní zástupce, případně širší vedení, vytvořit. V naléhavých případech, například při časové nebo materiálové tísní, se ke studii proveditelnosti nepřihlíží, případně přihlíží, ale pouze v omezeném měřítku [1, 2].

Když příprava projektu je hotova, začíná část výzkumu a implementace. Výsledný výrobek nebo služba určují směr projektu. Rozhodnutí přijaté ve stádiu tvorby projektu rapidním způsobem ovlivňují celkové náklady na realizaci projektu a jeho následnou kvalitu. Výzkum zahrnuje experimentální i analytickou činnost v závislosti na cíli a jeho dosažení. Výzkum a vývoj mají společný cíl, myšlenku zrealizovat [1, 2].

---

Po předvýrobní fázi projektu začíná implementace. To zahrnuje obrovské množství lidské práce, zejména stavební a výrobní. Většina subjektů tyto činnosti out-sourcinguje zejména kvůli tomu, že ve výsledku sníží náklady na realizaci a kvalita bude podstatně vyšší. Některé části implementace vzhledem ke své povaze mají rozdílné časové horizonty, proto je na místě tyto časové horizonty znát předem a naplánovat implementaci a realizaci tak, aby všechny činnosti skončily v předem daném čase. Je v zásadě jasné, že zřídka kdy jeden projekt nebude ovlivňovat projekt jiný, ať už stejného subjektu nebo jiného. Dle obrázku 1 je patrné, že různé části projektu jsou provázány mezi sebou, ať už informačně nebo zdrojově. Z toho vychází, že při implementaci jednoho projektu pracuje více na sobě nezávislých subjektů [1, 2].

Projekty jsou investice materiálu, financí a času s výskytem přírůstků v horizontu od plánování po implementaci projektu. To se projevuje zejména na zvýšení investičních nákladů. A toto riziko zvýšení investičních nákladů se zvyšuje se složitostí projektu a s životním cyklem projektu. Není jistota, že i přes to, že projekt zrealizujeme, budeme v černých číslech. Je velice možné, že projekt ztratí v průběhu své implementace význam a veškeré investiční náklady nám propadnou do spotřeby nebo že jeho dokončení se prodlouží vlivem vnějších vlivů, od politické situace až po nečekané katastrofy. Také se může stát, že výnos z implementace projektu bude naopak větší, než se očekávalo. Tyto situace bohužel není možné jakýmkoliv způsobem jasně predikovat [1, 2].

---

### 3.4 Předvýrobní etapy výroby

Základní stavební jednotkou projektu je výrobní, případně nevýrobní, proces, který lze popsat jako *souhrn technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností, jejichž účelem je měnit tvar, rozměry, složení a jakost vstupních materiálů a polovýrobků z hlediska požadovaných technicko-ekonomických podmínek* [7, 9].

Při vymýšlení technologického procesu musíme mít na paměti, že je ho účelem je ze vstupního materiálu tento materiál zpracovat a vyrobit z něj polotovary nebo finální výrobek s přidanou hodnotou. Při tvorbě se uplatňuje cyklus „3V“ – výzkum, vývoj, výroba, který se člení na části, které na sebe časově navazují [1].

Během období cyklu „VVV“, které může trvat i několik let, vznikají vazby, které je vhodné synchronizovat a harmonizovat. Proto technolog nebo projektant už v raných fázích návrhu projektu by měl sbírat informace o cyklu s ohledem na výsledný projekt dle zadaných parametrů – zadané výrobky, stroje, a tyto informace využívat.

Tyto vazby se promítají i při změně prvku v technické přípravě výroby. Při výměně či modernizaci stávající technologie se vazba technologie na organizaci výroby rapidním způsobem změní [7].

#### 3.4.1 Základní výzkum

V zásadě jde o využití nových poznatků, které nemusí s naší technologií souviset přímo, ale při troše implementace a úprav je lze aplikovat do technologie. Jde o nové znalosti z oblasti vědy a výzkumu, vzniku nových patentů, výrobních postupů, objevů a vynálezů [1, 9].

#### 3.4.2 Aplikovaný výzkum

Zde poznatky ze základního výzkumu aplikujeme a modifikujeme tak, aby bylo možné je využít – nové druhy výrobků a postupů, výpočty a experimentální práce [1, 9].

#### 3.4.3 Vývojové práce

Po získání veškerých podkladů a informací z aplikovaného výzkumu probíhá zdokonalování těchto poznatků a vědomostí, příprava výrobní dokumentace a výroba prototypů a jejich testování. V případě neúspěšného testování a implementace nastává opět krok předchozí a jeho optimalizace [1, 9].

---

Vývojové práce jsou jednou z nejdůležitějších částí cyklu z důvodu přinášení nových, případně modifikovaných materiálů, výrobků a procesů. Vývojové práce reflektují současné poznatky z oblasti vědy, výzkumu a z oblasti současných projektových řešeních [3].

#### **3.4.4 Projektová činnost**

Konkrétní realizace poznatků a projektování nových výrob – sestavení plánovací, konstrukční a technologické dokumentace potřebné k sestavení nových výrobních jednotek [1, 9].

#### **3.4.5 Výstavba**

Realizace projektu v praxi se skládá z výstavby nových provozů, případně dílen a včasné uvedení výrobních kapacit do stavu, kdy je možné s nimi operovat. Konkrétněji jde o stavební práce a montáž strojně-technických zařízení [1, 9].

#### **3.4.6 Osvojení nových výrob**

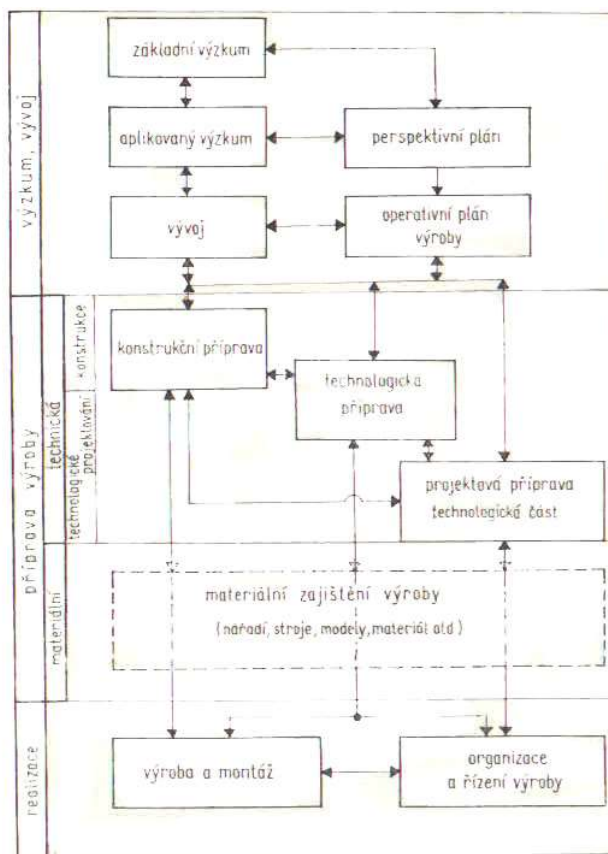
Může se stát, že nalezeme v této fázi lepší způsob řešení konkrétního problému, než je uvedeno v projektu. V tomto případě tedy výrobu, na kterou pohlížíme jako na práci, konkretizujeme a zlepšujeme [1, 9].

#### **3.4.7 Výroba**

Finální krok, ve kterém vyrábíme dle vytvořeného projektu v navrženém objemu a sortimentu – *práce v podmínkách zaběhnuté výroby* [1, 9].

Ve výše zmíněných procesech předvýrobní etapy se formují základní informace a podklady, které jsou využívány, upravovány a konkretizovány v dalších částech technologické přípravy výroby [4].

### 3.4.8 Technická příprava výroby



Obrázek 2. Rámcové zařazení technické přípravy výroby do cyklu věda-výroba [7]

Z obrázku 2 vyplývá, že technická příprava výroby tvoří cyklus rozdělený na čtyři části, které mají jednoznačně danou časovou návaznost.

Konstrukční příprava výroby je výčet všech činností související s výrobou výrobku (polotovaru), které v podniku se již vyrábí nebo se jejich výroba modernizuje z pohledu funkčnosti nového výrobku, patentové nezávadnosti, jednoduchosti v konstrukci. Při návrhu konstrukčního řešení výrobku jsou celkové výrobní náklady ovlivnitelné právě výběrem vhodné konstrukce daného výrobku a tím se projevují ve výrobním systému rozhodnutím o vstupním materiálu výrobku, tvaru, rozměrech výrobku, efektivnosti výrobního procesu [7].

Technologická příprava výroby lze vyjádřit jako souhrn technicko-organizačních činností a opatření zaměřených na zpracování výrobní dokumentace a podkladů pro materiální vybavení výrobního procesu nářadím a přípravky. Součástí dokumentace je výčet závazných informací z oblasti technologie, organizace a ekonomiky, které jsou důležité k racionálnímu zajištění výroby [7].

---

Projektová příprava výroby se zabývá časové a prostorové náležitosti výroby z pohledu zabezpečení požadovaných cílů projektu, tj. zajištění vztahů mezi všemi prvky výrobního systému z hlediska časových, technických, technologických, manipulačních, kontrolních a ostatních činností, které jsou potřeba k zabezpečení výroby [7].

### **3.5 Projektování výrobních systémů**

U výrobního systému jakožto posloupnosti technologických procesů, je na místě přistupovat při jeho tvorbě používat metodu postupného modelování, jinými slovy – tvorbě variant a tyto varianty hodnotit z hlediska ekonomického a technologicky-technického a v případě komplikovaného výrobního systému využívat nástroje sofistikovanější jako je například simulační program, který nám přesně definuje výrobní systém a jeho vazby k okolnímu prostředí a jak toto prostředí ovlivňuje systém [1].

Při projektování výrobního systému zohledňujeme zejména míru ziskovosti, kterou nám systém přinese. Vyšší zisk generujeme tehdy, pokud spotřebiteli nabídneme služby s kvalitou vyšší než konkurenční a se servisem důmyslnějším než konkurenční. Zisk generujeme i tehdy, pokud systematicky snižujeme náklady a zkracujeme cyklus výrobku. Snižování nákladů je vhodné řešit v rovině plýtvání a eliminaci prostojů a procesů, které nepřidávají přidanou hodnotu na výrobku. Hromadné propouštění není řešení.

#### **3.5.1 Etapy navrhování výrobních systémů**

K přihlédnutím k obecným zásadám plánování výrobních systémů se rozděluje do dvou časově návazných, ale obsahově rozličných etap [1, 3, 7].

- Etapa předprojektová – v této fázi určuje povahu projektu a stanovení cíle a předpokladů, které k cíli povedou se zaměřením na koncepci celého výrobního systému. Rozvoj v oblasti celého výrobního systému je zabezpečen tím, že v této oblasti se zabýváme konstrukčně technologickým provedením výrobku s ohledem na snižování zdrojů, ať už materiálových, lidských, peněžních nebo i energetických. Výstupem v této etapě je jednoznačně zformulované řešení výroby a stanovení způsobů dosažení výroby požadovaných kusů, ve správně kvalitě a ve správný a rozumný čas.
- Etapa realizační a projektová – konkretizuje etapu předprojektovou a v ní se vypracovává technická a projektová dokumentace a jejím výstupem je

---

technická, projektová a realizační dokumentace jak pro stavbu, ve které bude výroba probíhat, tak i pro výrobu samotnou. Probíhá ve dvou stupních v závislosti na míře konkretizace. V prvním stupni se vypracovává dokumentace k výrobnímu systému způsobem variant vhodného uspořádání technologicky-organizačního výrobních a nevýrobních systémů vzhledem k ekonomické výnosnosti. Druhý stupeň konkretizuje stupeň první a výsledkem tohoto stupně je implementace stupně prvního v praxi.

### **3.5.2 Automatizace projektové přípravy**

Projektování výrobních systému, ať už ve strojírenství, ve zpracovatelském průmyslu nebo ve farmacii je mnoha oborový, mnoha krokový a složitý úkol. Úkol je to komplikovaný kvůli jeho rozsahu, složitosti a hlavně různorodosti. V současné době není vyřešeno, jak lze využít výpočetní techniku k tomu, aby v plném rozsahu bylo využíváno automatizace při projektování výrobních systémů [7].

Při rozboru činností, které projektování výrobního systému obsahuje a které se uplatňují v konstrukční, technologické a projekční fázi vyplývá, že přibližně 1-5 % je činnost intuitivní, 25-50 % činnost intuitivní a formálně logická a 45-75 % čistě rutinní činnost. Zastoupení rutinní činnosti v takovém rozsahu ukazuje na možnost využití výpočetní techniky v nemalé míře, například při výpočtu aritmetických operací nebo při rozhodování v oblasti logické [7].

Není sice možné plně automatizovat projektování výrobních systémů, ale je možné, vzhledem k vývoji softwaru a hardwaru, využívat výpočetní techniku k vypracování projektu k výrobnímu systému pomocí „výpočetních podsystemů“ – zejména CAD, CAM, CAPE, které jsou popsány v následujících kapitolách.

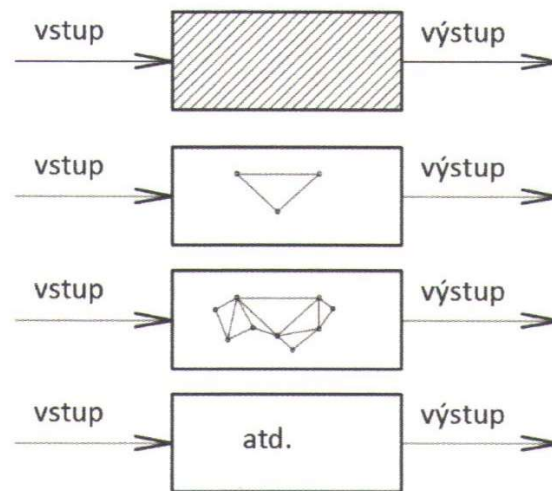
Vzhledem k modernizaci výroby, zejména budoucího nástupu „Průmyslu 4.0“, se začíná uvažovat o výrobě řízené počítači, tak zvanou „Digital Factory“ [8].

---

## 3.6 Způsoby projektování výrobních systémů

### 3.6.1 Top-down přístup

Projekt se řeší jako posloupnost konkretizujících úloh, kdy nejprve se řeší úkol globální, který se dále upřesňuje, až v konečném kroku máme konkrétní řešení jedné části projektu. Jedno z rizik je, že k detailnímu řešení problému se nepřístupuje v souladu s globálním problémem, a tudíž detailní řešení je vytvořeno pracně, i když myšlenka detailního řešení byla zvolena chybně [1, 10].



Obrázek 3. Přístup shora dolů [1]

### 3.6.2 Variantní přístup

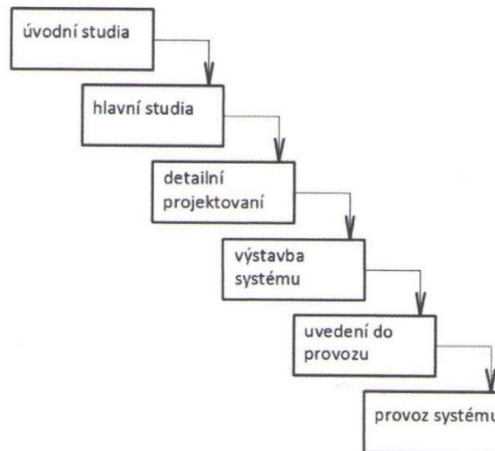
Tento způsob je v praxi nejvíce využíváný s ohledem na to, že spokojit se pouze s jednou variantou, která se jeví jako nejvíce vhodná, nemusí být správně a nikdy není pouze jedna varianta správná. Princip je ve vytvoření více variant, které mohou být i kombinací variant předchozích [1, 10].



---

### 3.6.3 Makro logika

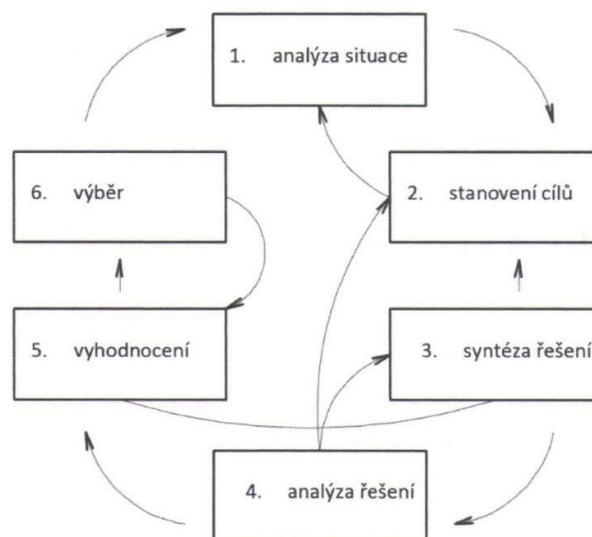
Fáze projektu jsou logicky i časově odděleny a časově na sobě závislé. Kombinuje způsoby předchozích dvou metod. Každý stupeň konkretizuje stupeň předchozí a v každém stupni je více variant. Počet fází v této metodě se odvíjí od komplexnosti projektu [1, 10].



Obrázek 4. Fázový přístup [1]

### 3.6.4 Všeobecný cyklus řešení problému

Prvotním impulsem této metody je analýza situace, ve které řešíme několik otázek. Charakteristické pro tuto metodu je provázanost a ovlivňování jednotlivých částí cyklu mezi sebou a tato metoda jako jediná z výše uvedených sekvenční [1, 10].



Obrázek 5. Všeobecný cyklus řešení [1]

---

### 3.7 Detailní projektování výrobního systému

Technologické projektování je *system opatření, které souvisí s rozbohem, plánováním, navrhováním a znázorňováním budovaných, rozšiřovaných nebo inovovaných, či racionalizovaných závodů nebo jeho částí* [1].

Výsledek technologického projektování, technologický projekt, konkrétně definuje pracovní náplň, výrobní postup, kooperaci pracovníků a technické parametry strojního zařízení, které vedou k danému postupu, který nám zaručí opracování dílců [1, 4, 7].

Technologický postup je *souhrn činností spojených se změnou tvaru nebo fyzikálních vlastností dílců a součástek* [1].

Pracovní postup je *část výrobního postupu, která představuje souhrn činností pracovníka pro zabezpečení technologické operace* [1, 7].

Projektovaný technologický proces jednoznačně definuje materiálové, technické a ekonomické vstupy a na základě toho dokážeme určit, jakým způsobem se ekonomicky promítne výsledek. Technologický proces vytváříme pomocí variantního přístupu, kdy jednotlivé varianty se skládají z rozložení strojů, jejich návaznosti a v popisu práce pracovníka s důrazem na snížení fyzické náročnosti práce a jednoduše, na zvýšení bezpečnosti práce a vytváření pracovně přívetivého prostředí. Několika variantní výsledek, který nám dává hrubou představu o technologickém procesu se nazývá hrubé technologické řešení [1]. V hrubém technologickém řešení nalezneme charakteristiku strojů a zařízení potřebné k vykonání daného procesu a jejich sled [4, 7].

Na velikosti konkretizace projektu nejvíce závisí účel, ke kterému bude projekt použit. Dle [4] se technologický projekt dá použít k:

- 1 Rozhodnutí o výběru varianty – projekt se nevytváří do hloubky, pouze se berou v potaz údaje potřebné k rozhodnutí mezi několika variantami.
- 2 Obstarání technologických a manipulačních zařízení – v tomto případě jde hlavně o čas. V praxi je běžné, že dodací lhůty strojních zařízení je v řádů let, ne-li více v případě na zakázku vyrobených strojů, ať už specifické pro jeden typ činnosti nebo modifikované sériově dodávané stroje. Proto je důležité v projektu velice detailně zpracovat kapacitní přepočty, rozbor technologických, manipulačních a mechanických zařízení a vyhodnocení z hlediska ekonomiky. Pokud nám jde o výběr strojů například, není nutné znát jejich přesné rozestavení ve výrobě/lince.

- 
- 3 Zpracování profesních projektů při realizaci – projekt musí být velice do hloubky, musí pokrýt každý aspekt, který se týká nejen výroby, ale i vztahu k okolnímu prostředí.

Jelikož popsání projektu slovy je nejednoznačné a těžko se představuje, projekt se graficky zobrazí v několika variantách a do grafického zobrazení se doplní číselné kapacitní údaje o strojích a zařízeních pro jednodušší selekci neoptimálnější varianty. Jako grafické zobrazení se používá výkres, maketa nebo model v měřítku [1]. Nejrozšířenější metodou grafického zobrazení je výkres, vytisknutý barevně [4].

Úkony probíhající v rámci výrobního procesu, případně výrobního systému, se dějí v určitém čase, na určitém místě, kde zabírají určitý prostor. Jelikož zodpovědět tyto otázky je složité, musí se k vytváření výrobního systému přistupovat metodicky, postupně a systematicky, tj. rozdělit velký problém na řadu menších a lépe řešitelných problémů. Z výše uvedeného vyplývá, že při sestavování výrobního systému je vhodné se zaměřit na následující oblasti dle [7]:

- Výrobní specializaci a koncentraci,

Daná problematika se neřeší pouze v hladině daného výrobního systému (pracovní místo, středisko). Řeší se rozbor výrobního programu, kde kromě otázky technologické je důležitá otázka prosperity a stability výrobního systému a analýza součástkové základny z několika hledisek, tvaru výrobku, použitého materiálu, použité technologie, opakovatelnosti, sériovosti aj.

- Zvýšení konstrukčně technologické úrovně výrobků,

Toto se děje v procesu inovace výrobku a je nutná spolupráce technologa a konstruktéra daného výrobku při snižování energetické náročnosti výroby, materiálové náročnosti, případně zlepšování pracovního prostředí daného střediska.

- Zvyšování technicko-organizační úrovně výroby,

Zde se provádí rozbor jednotlivých prvků výrobního systému a jejich vazeb vzájemných a rozbor časové a prostorové struktury výroby. Výsledkem je jednoznačná identifikace vztahů mezi výrobním programem a profilem, vhodné rozmístění strojních zařízení a jeho obsluhy vzhledem k přepravě informací a materiálu.

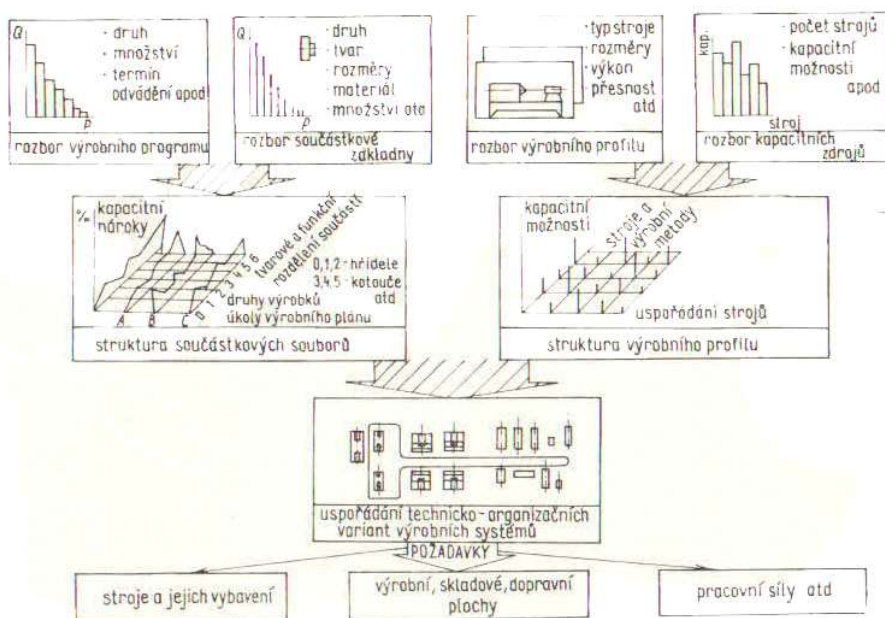
- Zpracování návrhu racionálních variant technologie výroby a montáže,

Varianty se vymýšlejí a realizují v závislosti na nejvýhodnější skladbě strojů a zařízení a jejich vybavenosti a možnosti automatizace, v závislosti na časovém a

výkonovém využití strojů tak, aby ztrátové časy byly co nejmenší a z hlediska uspořádání s vědomím, že výrobní systém obsahuje jak technologické prvky, tak i správné a manipulační.

- Zpracování návrhu racionálních variant uspořádání výrobního systému.

Výrobní systém, jak je uvedeno výše, zaujímá určitý prostor v určitém čase. Součástí výrobního systému jsou prvky mající mezi sebou materiálové vazby, informační vazby. Při vymýšlení variant jsou tyto vazby důležité s přihlédnutím na tok materiálů, vztahů a činností a řízení, spotřebu energií, k ochraně životního prostředí a ekonomické efektivity.



Obrázek 6. Princip postupného modelování výrobních systémů [7]

Dle [13] je projekt výrobního systému model, který vyjadřuje technologicko-organizační podstatu výrobního procesu prostřednictvím výrobní struktury a zobrazuje ji prostorovým a časovým uspořádáním prvků tohoto procesu. Projektování výrobního systému se dělí na dvě části:

- Makro projektování,

Řeší funkční a strukturální uspořádání skladby výrobního systému.

- Mikro projektování.

Řeší projektování konkrétních pracovišť, linek, výrobních a jejich uspořádání a umístění do prostoru, přičemž výroba se skládá z pracovišť výroby, skladů a pracovišť obsluhy.

---

### 3.8 Výrobní systém v nábytkářském závodě

Výrobní systém je charakterizován jako *technologicky, časově, prostorově a organizačně jednotné uskupení hmotných zdrojů (materiálů, energií, výrobních a pracovních prostředků) a pracovních sil určených na výrobu vybraného sortimentu výrobků* [1].

Základní vlastností výrobního systému je transformace vstupů (materiál, energie a informace) na výstup ve formě primárního výstupu – výrobku, sekundárního – zbytkový a odpadní materiál, energie a informace, přičemž odpadový materiál a informace z výstupu se používají ve větší míře zpět na vstupu, protože informace o tom, jakým způsobem se výrobek vyrobil nám poslouží k optimalizace našeho výrobního systému, případně jeho změny nebo jako prvotní impulz k vytvoření nového výrobního systému. Odpadní materiál z výstupu se ve většině případů používá ke generování energie na vstupu.

Atributy výrobních systémů, jejich struktura, stupeň mechanizace, automatizace, případně robotizace jsou v závislosti na působení faktoru v celkovém měřítku. Jedni z nejdůležitějších faktorů jsou:

- Výrobek a jeho konstrukce, předpokládané vyrobené množství a postup technologie (povrchová úprava, typy spojů, náročnost na montáž), vstupní materiál a přítomnost polotovarů a možnost opakovatelnosti výroby,
- Výrobní jednotky – stroje, dopravní zařízení, pracovníci a jejich kvalifikace, pravomoc, vzdělání, výrobní prostředí a jeho ovlivňování pracovníků,
- Energie a její generování, spotřeba a množství,
- Organizace výroby (časová nebo prostorová struktura).

Jedním z atributů ovlivňující velkou mírou výrobní systém je použitá technologie, která je definována jako: *“soubor metod, způsobů a postupů působících prostřednictvím pracovních prostředků na pracovní předmět za účelem jeho přeměny na vyžadovaný produkt – výrobek“*. Z výše uvedeného lze rozdělit i procesy na technologické, které určitou měrou pracovní předmět mění, uzpůsobují ho, tvarově, mění jeho stav nebo rozměrově. Naproti tomu netechnologický proces definujeme jako proces, kde nepřidáváme hodnotu pracovnímu předmětu, nijak ho neupravujeme – logistika, skladování [1].

---

Při navrhování optimálního technologického procesu je nutné brát na zřetel, že je to činnost nepřetržitá tvůrčí s vazbou na vědu a výzkum, díky kterému splníme požadavky na technicko-technologické, provozní a ekonomické [3].

Další atribut ovlivňující výrobní systém je předpokládané vyrobené množství výrobků a jeho opakovatelnost výroby. Z tohoto hlediska lze výrobu rozdělit na:

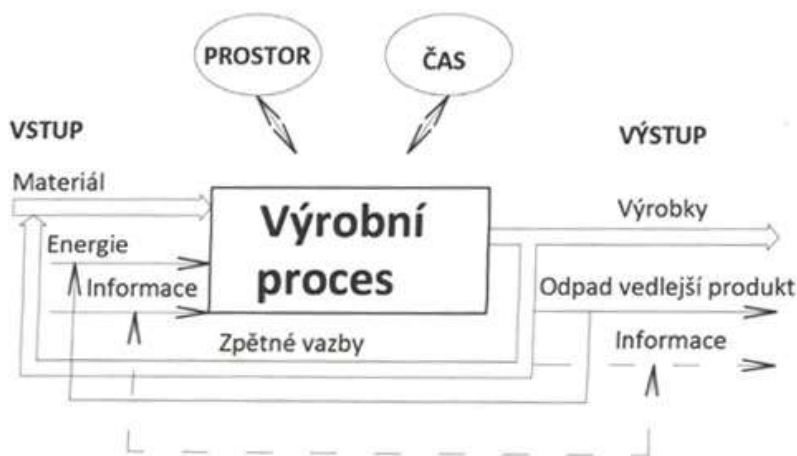
- Kusová výroba – označuje se velkou škálou vyráběných typů výrobku ve velice malém počtu, obvykle vyrobeny pouze jednou, s malou možností opakovatelnosti vyrobené universálním nářadím. Velkou mírou výsledný výrobek ovlivňuje přání zákazníka, tudíž se dá hovořit o zakázkové výrobě. Samozřejmě, když každý zákazník má individuální preference je tendenční, že na výrobu je potřeba vyčlenit vyšší výrobní náklady na vyrobenou jednotku, je velký důraz na kvalifikaci pracovníků (dělnické profese) a využití strojů je malé [1, 5],
- Sériová výroba – Typické pro sériovou výrobu je výroba v „dávkách“, kdy jednotlivé dílce výrobku jsou vyráběny ve větším množství. Ve výsledku je charakterizována vyšším množstvím vyrobených výrobků s relativně velkým sortimentem, ovšem nesrovnatelným s kusovou výrobou. Z hlediska využití strojů je možné stroje řadit do linek a jsou zde v technologickém postupu zastoupeny i stroje specializované. Z výše uvedeného vyplývá, že produktivita práce v porovnání s kusovou výrobou je vyšší. Sériová výroba je v současnosti v našich podmínkách dominantní [1, 5],
- Hromadná výroba – Označuje se výrobou enormního počtu výroby jednoho sortimentu, ať už dílu nebo výrobku. V době, kdy se zákazník dostává zpět ke slovu ve výrobě nábytku, je tento styl výroby uplatňován spíše v masivní výrobě polotovarů nebo dílců ve formě dodavatelské činnosti pro další stranu než pro výrobu nábytku. Uzpůsobení strojů je v drtivém množství v linkách a stroje jsou specializovány na jednu činnost, která nemůže být vzhledem k charakteru linky, komplikovaná [1, 5].

Dle výše uvedeného vyplývá, že návaznost jednotlivých procesů ve výrobním systému nemusí být vždy nepřerušovaná. Například v sériové výrobě neběží všechny technologické procesy paralelně tak, aby ve stejný čas v jednom okamžiku byly přítomny všechny dílce na montáž. Proto členíme výrobní procesy na přerušované – *nespojité* a nepřerušované – *spojité*. Vzhledem k charakteru nábytkářské výroby je výroba nábytku nespojitém procesem, jelikož technologické procesy jsou časově odlišné, materiálně

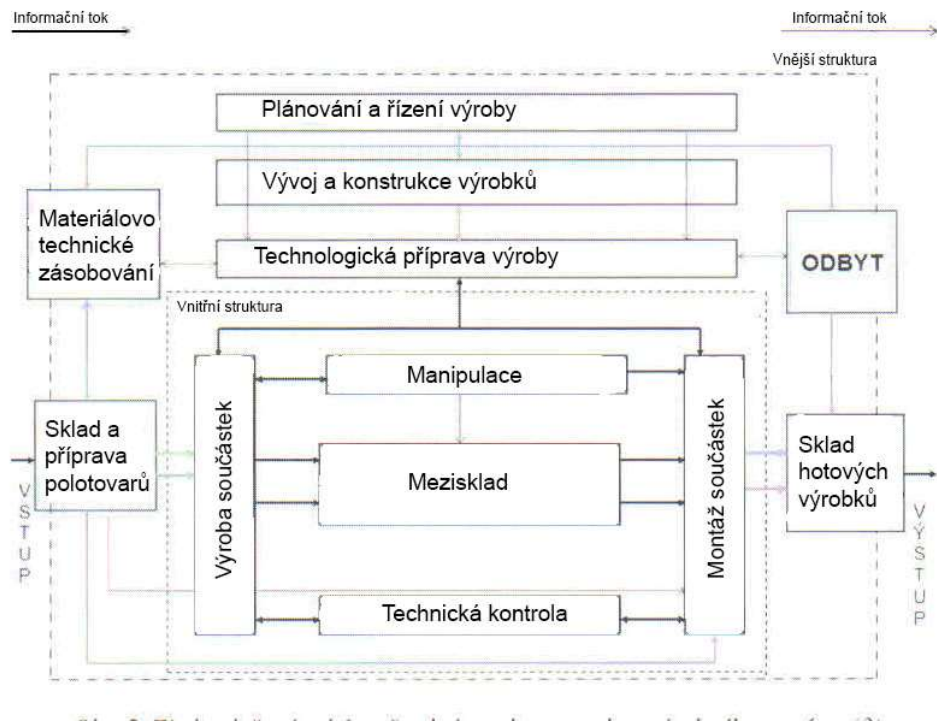
odlišné a při nedostatečném počtu strojního zařízení je třeba stroj přenastavit pro opracování jiného dílce, čím vzniká prostoj = ztráta. Dále není možné zabezpečit plynulý chod strojů s důvody únav materiálu nebo z důvodu charakteru materiálu – přenastavení nástroje u odlišných materiálů.

### 3.8.1 Strukturně-technologický organizační model výroby

Jasně definování systému a charakteru prvků obsažených v systému jsou nejdůležitější úlohou při plánování výrobních procesů. Při správném navržení systému a prvků v něm docílíme navazující a minimálně nespojité výroby se spotřebou optimálního množství finančních, materiálních a lidských zdrojů. Model výrobního procesu se zobrazuje do symbolu „černé skříňky“, jak je vidět na obrázku 1. Model zobrazuje obecné pojetí výrobního systému jako transformaci vstupního materiálu, ať ve formě materiálové nebo ve formě polotovarů, na výstupní výrobky s požadovanými aspekty a vlastnostmi a tato transformace se řídí dle přesných a jasných pravidel, které jsou nadefinovány uvnitř procesu a jsou ovlivněny spotřebou vstupní energie a informacemi na vstupu a vzájemnou vazbou z výstupu. Tento model ovšem nedává celkový obraz, jak na proces působí vnější prostředí a jak probíhají vzájemné vazby výrobních procesů s okolím systému. Rozdělení výrobních procesů je nejčastěji dle použitých výrobních nebo strojních zařízení, případně náradí a používání těchto nástrojů člověkem na opracovávaném výrobku [1].



Obrázek 7. Model procesu jako černá skříňka [1]



Obrázek 8. Schéma struktury toků a prvků výrobního systému [12]

Dle [12] se výrobní proces dělí v závislosti na umístění ve struktuře ve výrobním systému na:

- Vnější okruh

Vnější okruh obsahuje procesy a činnosti technické přípravy výroby, přípravy materiálu, přípravy výroby, přípravy výrobních pomůcek aj.

- Vnitřní okruh

Vnitřní okruh je uspořádání procesů související přímo s výrobou daného výrobku, kontrolou kvality, dopravou a manipulací všech materiálů potřebné k výrobě, s řízením výroby, údržby a výkonu.

### 3.8.2 Stupně výrobního procesu

Stupeň má charakter technologického a organizačního úseku daného výrobního procesu, které jsou definovány technologickou změnou na daném obráběném předmětu a jeho výsledný stav je hlavním znakem pro členění procesu. Dle výše uvedeného vyplývá, že vzhledem k výslednému stavu výrobku/obrobku lze být výroba nábytku



rozčleněna do devíti stupňů, které se liší od sebe výstupním stavem výrobku a časovou posloupností, kdy obrobek do daného stupně vstupuje [1].



Obrázek 9. Stupně výrobního procesu [1]

Dle obrázku 2, na kterém je zobrazen základní technologický model výroby nábytku vyplývá, že v reálném světě tento model je modifikován a jeho posloupnost je upravena v závislosti na typu použité materiálu, dle typu výroby z hlediska opakovatelnosti a vyrobeného množství výrobků, na výsledné podobě výstupního výrobku a na použité technologii. Základní model (obr. 10) je šablonou pro další modely, které se mohou lišit pořadím stupňů, případně absencí některých stupňů [1].

Je samozřejmé, že výsledný model výroby se liší v závislosti na množství vyprodukovaných výrobků. Model se drasticky mění v sériové výrobě, kdy vyrábíme po dávkách jednotlivé dílce, mění se v kusové výrobě, kdy vyrábíme celý výrobek najednou a mění v případě hromadné výroby, kdy vyrábíme jeden nebo menší portfolio dílců v enormním množství. Dle typu výroby se liší také mezifáze, „mezisklad“, kdy v kusové výrobě slouží zejména k inventarizaci a kompletizaci dílců, které mají stejné další úseky, například mají stejnou povrchovou úpravu [1, 7].

Vstupní materiály velkou měrou ovlivňují výsledný model výroby. Jinou posloupnost a jiné úseky mají výrobky, které jsou vyráběny z laminované dřevotřískové desky, kde není potřeba je žádným dalším způsobem povrchově upravovat nebo

---

opracovávat a jiný model výroby budou mít výrobky vyrobené z rostlého masivního dřeva [1, 7].

Použitá technologie v závislosti na konečném výrobku má nesmírný vliv na model výroby. Kombinuje předchozí dva aspekty uvedené výše, protože technologie je soubor metod a postupů, které se odvíjejí od vstupního materiálu a charakteru výsledného výrobku. Jiným způsobem budeme přistupovat k výrobě skříně z laminovaných dřevotřískových desek olepených hranami a jinak budeme přistupovat k výrobě postele z rostlého dubového dřeva. Jiný charakter výrobku vyžaduje jinou technologii, což se odráží v použitých strojích a výrobních postupech. Jiná technologie výroby zpravidla znamená i jiný způsob montáže. Některé výrobky se řadí do podsestav, které se montují ve výrobní hale a u odběratele se smontují do formy sestav. Jiné výrobky se montují už do formy sestav a jsou odběrateli dovezeny už ve složeném stavu. Někdy se vyrobí pouze dílce a do podsestav a sestav se montuje až na konečném místě, kde výrobek bude setrvávat [1, 7].

Z uvedených aspektů vyplývá, že výroba nábytku je složitý mnohastupňový proces, který není univerzální na veškerý nábytkový sortiment a nelze ho aplikovat ve stejné formě za každých okolností. Proto projektant při projektování musí dopodrobna výrobní technologii znát a musí znát i veškeré navazující a předcházející kroky, které technologii doplňují. Musí mít na paměti to, že proces výroby nábytku, by měl být plynulý v co největší míře, co jeho plynulost ovlivňuje a jak plynulost zabezpečit. Například uzpůsobení strojů za sebe dle technologie z odstranění proustků vlivem přesunu materiálu či polotovaru. V případě neúspěchu a špatného projektového návrhu dojde k tomu, že výroba je přerušována více než je nutné, trvá delší dobu a vzniká velké množství meziskladů před jednotlivými stroji [1].

---

### **3.9 Kapacitní výpočty**

Kapacitní výpočty slouží k zabezpečení budoucí výroby materiálem, lidmi, energiemi, ploch a pracovníků. Výsledek kapacitního výpočtu dává prvotní signál mezi požadavky plánované výroby a současnými možnostmi. Další funkce kapacitních výpočtů je jednoznačná identifikace nevyužitých, případně využitých málo, strojů a zařízení [3, 4].

Dle [4] se kapacitní výpočty dělí na:

- Orientační,
- Podrobné.

#### **3.9.1 Orientační kapacitní výpočty**

Tyto výpočty projektant používá tehdy, kdy dostane prvotní impulz od investora/vedoucího na projektování nové výroby a potřebuje vědět, kolik investičních nákladů (přibližně) bude potřeba. Investiční náklady určí z předběžného výpočtu dle [4]:

- Ploch,
- Pracovníků,
- Informativní počet strojů,
- Orientační potřeba energií.

##### **3.9.1.1 Efektivní časový fond**

Efektivní časový fond je výrobní možnost pracovníka nebo stroje z hlediska času. Tyto časové fondy nejsou dány legislativou ani nejsou unifikovány, každý výrobce má jiný efektivní časový fond [4, 7].

---

### 3.10 Vzájemné vazby

Před vlastním rozmístování pracovišť a strojů je nutné v rámci nákupu surovin a polotovarů, ve výrobním procese a v prodeji hotových výrobků jasně stanovit a identifikovat vzájemné vazby mezi prvky výrobního systému. Slouží k odůvodnění a zabezpečení správného rozmístění strojů ve výrobě. Vyhodnocují se z kvalitativního a kvantitativního hlediska v oblastech materiálového toku, příbuznosti technologických procesů, vztahů v manipulaci, aj [3, 4].

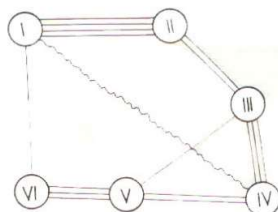
Dle [4] se k vyjádření vzájemných vazeb využívá stupnice „nevyhnutelnosti blízkosti“ a její barevné zvýraznění v grafickém zobrazení:

- A – absolutně nevyhnutelná (červená)
- E – eminentně nevyhnutelná (žlutá)
- I – důležitá (zelená)
- O – obvyklá (modrá)
- U – nedůležitá (bez barvy)
- X – nežádoucí (hnědá)

Při schématickém zobrazení vazeb se využívají různé typy čar pro různý typ vazby.

Dle [4] se používají následující:

- A – ≡
- E - ≡
- I - =
- O - —
- U – bez čáry
- X - ~



Obrázek 10. Vazby ve výrobním systému [4]

---

### 3.11 Výběr strojních zařízení

Výběr strojních zařízení vychází z intuice projektanta, beroucí v potaz blokové schéma výroby, a z „výběrových tabulek“. Parametry stroje a z toho plynoucí důsledky, přístavba haly, změna voltáže elektrické sítě, změna frekvence elektrické sítě, napojení na vzduchovou ventilaci aj., mají vliv na technologické a hospodárné požadavky výrobního systému a výroby obecně [1].

### 3.12 Rozmíst'ování pracovišť

Mezi nejdůležitější práci projektanta je nejvhodnější a racionální rozmístění pracovišť, strojů a zařízení v rámci projektu. Uspořádání musí reflektovat efektivnost výroby, jednoduchou obsluhu a řízení, minimalizovat přepravní vzdálenosti mezi stroji, dodržovat bezpečnostní předpisy z oblasti bezpečnosti práce aj. Optimální řešení rozmístění strojů záleží na mnoha faktorech v technické přípravě výroby [4].

V současné době známe pět schémat uspořádání výroby, dle [4]:

- Volné uspořádání

V tomto případě stroje a zařízení jsou náhodně umístěny v objektu výroby. Toto uspořádání se používá v dílnách a výrobcích, kde předem není znám materiálový tok, návaznost operací a hierarchii řízení. Nejčastěji je používáno ve výrobcích s kusovou výrobou, kde každý výrobek je unikátní. Velká nevýhoda je složitá přeprava vyráběného výrobku/polotovaru mezi výrobními zařízeními, protože mezi stroji nejsou žádné vazby. V současné době se používá minimálně [4, 5].

- Technologické uspořádání

Charakteristické je umístění strojů stejného nebo podobného druhu vykonávající stejnou technologickou činnost bez přihlídnutí k vzájemným vazbám strojů a zařízení a materiálovému toku. Toto uspořádání využívají dílny s kusovou nebo malosériovou výrobou, kde se výrobek mění (například rozměrově), ale základní rysy se nemění. Nevýhoda je komplikovaný materiálový tok a z toho vycházející komplikovanost mezioperační přepravy materiálu nebo zboží [4, 5].

- Předmětné uspořádání

Hlavním rysem je sledování výrobního a materiálového toku, kdy jsou stroje seřazeny „za sebou“ v posloupnosti výroby. Využívá se ve výrobcích se sériovou nebo hromadnou výrobou, protože uspořádání strojů odpovídá výrobě jednoho typu výrobku.

---

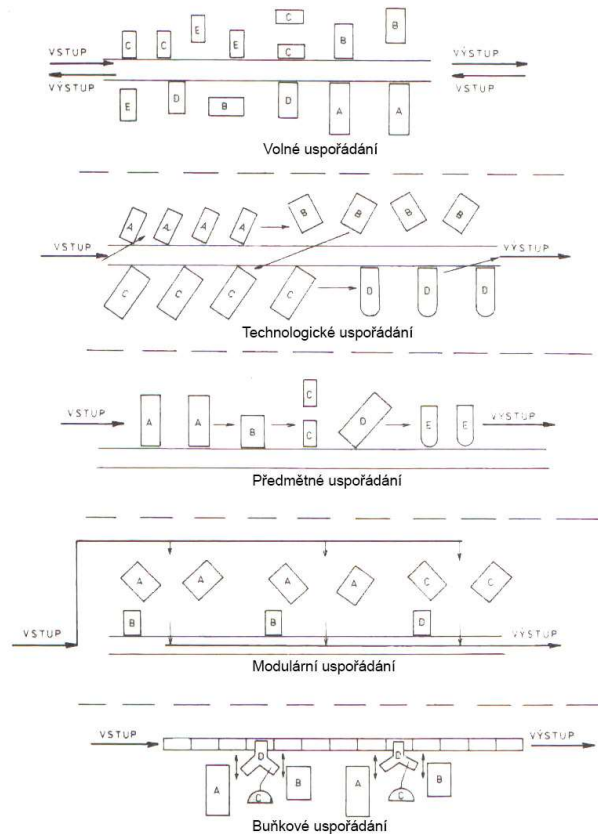
Stroje a zařízení je možné uzpůsobit do linek. Při výrobě více druhů výrobku s rozličnou technologickou posloupností jsou vysoké nároky na přepravní kapacity a manipulaci. Výhody jsou minimální časy na mezioperační přepravu, minimální až žádné sklady vlivem proudivosti výroby a minimální rozpracovanosti výroby [4, 5].

- Modulární uspořádání

Při modulárním uspořádání jsou stroje a zařízení spojeny do technologických bloků, které plní více technologických funkcí. K optimálnímu využívání modulárních uspořádání je uzpůsoben zbytek výroby tak, aby pracovní vytížení těchto bloků bylo co nejvyšší. Příkladem je usazení CNC stroje do výroby tak, aby byl co nejvíce vytížen s minimálními prostoji [4, 5].

- Buňkové uspořádání

Buňkové uspořádání je charakteristické maximálním využitím „buňky“, což je v praxi seskupení více strojů využívající skupinové technologické postupy. Příkladem jsou plně automatizovaná pracoviště v automobilovém průmyslu s více než jedním výrobním zařízením, dokonale vymyšlenou mezioperační přepravou a s vlastním řídicím systémem [4, 5].



Obrázek 11. Schéma způsobů uspořádání pracovišť [7]

### 3.13 Rozmíst'ování strojů

Rozmíst'ování strojů neboli výkres detailních dispozic je poslední krok v tvorbě technologického projektu. Dává jednoznačné určení lokace rozmístění strojů, zařízení a pracovišť ve výrobě. Výkres detailních dispozic je statický model, nemění se v čase. K jeho vytvoření se využívá následujících metod dle [4]:

- Metoda CRAFT,

Podstatou metody CRAFT je nalezení takovou polohu prvků, při které mají jednotlivé prvky výrobního systému jsou ekonomicky nejefektivnější, to znamená minimální přepravní vzdálenost. Využívá se matematicky řešení minima funkce, kdy se náklady na rozmístění vloží do matice a hledá se nejvhodnější uspořádání. Aby byla metoda CRAFT efektivní, je nutné po výpočtu jiného než současného rozmístění, aby nové rozmístění vyústit v efekt, kdy nové rozmístění zvýší výnosy.

- 
- Metoda těžiště,

Využívá se způsobu nalezení těžiště v mechanice. Využívá se tabulek, kde do řádků se zapíše operace nutné k vyrobení daného výrobku a údaje o hmotnosti a do sloupců pracoviště.

- Trojúhelníková metoda,

Bez početní metoda, kdy projektant bere v potaz vazby mezi jednotlivými prvky a jejich pevnost, která je dána hmotnosti přepravovaných jednotek mezi pracovišti nebo celkovým počtem kusů přepravovaných jednotek anebo počtem následujících po sobě jdoucích operacích. Základem této metody je fakt, že dva prvky ve výrobním systému mají mezi sebou jednu vzdálenost, která je nejkratší a která je zobrazena jako přímka. V případě tří prvků je tato vzdálenost zobrazena jako trojúhelník, kde vrcholy jsou prvky. Další prvky se umísťují tak, aby následující prvek měl co nejkratší vzdálenost mezi dvěma prvky a aby po jeho umístění vznikl trojúhelník [4, 10].

- Kruhová metoda,

Princip je podobný jako u trojúhelníkové metody, kdy se využívá znalosti o nejkratší přepravované vzdálenosti mezi prvky a její náklady, které závisí od dopravovaného množství a vzdálenosti. V praxi se využívá průhledných folií a nakreslenými kružnicemi a ty skládají tak, aby vzájemně překrývaly a vzdálenost byla co nejmenší. Předpokládá se, že plocha pro prvky má tvar kruhu s poloměrem  $r_i$ , kde  $i$  je počet objektů a vzdálenosti  $s$  a hledá se minimum z funkce:

$$s_{ij}^2 = (x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2$$

- Metoda souřadnic,

Základem je prvek H, který má ve výrobním systému dominantní vztah k více ostatním prvkům (silné vazby). Využívá se Kartézského souřadného systému, kde do prvního kvadrantu, kde osa X a Y jsou délky v metrech. Zakreslí se „bod“ H a ostatní prvky a vzdálenost od počátku O vymezuje i jejich vzájemné rozložení a hledá se optimální rozmístění, které může být definováno různě, nejkratší manipulační přeprava, vazby mezi prvky nebo nejefektivnější z hlediska nákladů na rozmístění

- Experimentální metoda (pokus).

Tato metoda je metoda „pokus-omyl“, kdy se prvky náhodně nebo na základě empirických poznatků rozmísťují a zkoumá se, jak toto rozmístění ovlivňuje výrobu.



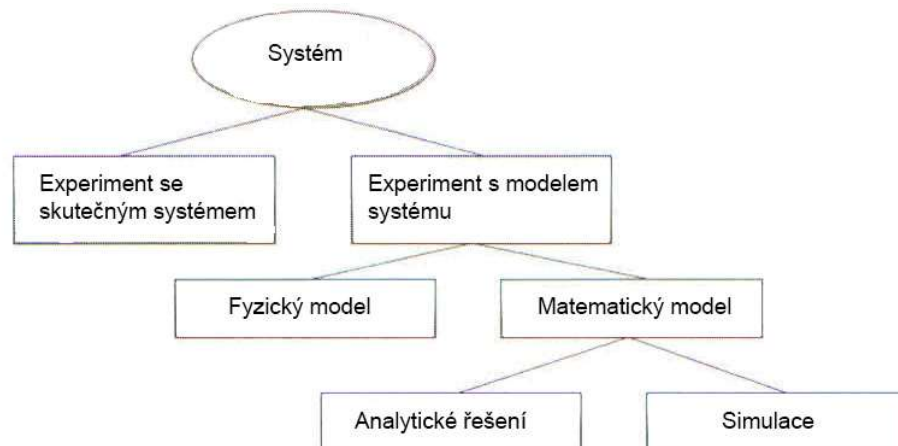
---

Používá se, když není možné matematicky závislost vzdálenosti vyjádřit z důvodů nedostatku údajů nebo když se nedá vůbec matematicky vyjádřit.

### 3.14 Simulační metody

Prvotní impuls pro navrhování výroby je impuls od zákazníka poptávající nový na modifikovaný stávající výrobek. V případě pružného výrobního systému lze na zákazníkovo přání účinně reagovat v poměrně krátkém čase. V případě modifikace stávajícího výrobního systému se využije analýz návrhů sloužící k inovační změně, která se projeví změnou výrobního procesu. Tyto inovační změny lze realizovat v reálné výrobě anebo prostřednictvím simulace stávajícího výrobního systému různými simulačními metodami [9].

Díky simulacím lze stávající výrobní systém podstoupit řadou scénářů ovlivňující výrobní systém a následně vyhodnotit výsledek těchto scénářů a navrhnout vhodné změny. Simulací lze vyhodnotit, jak se výrobní systém bude chovat v případě změny. Nelze pomoci ji vytvořit jedinečné a neoptimálnější řešení. Při simulování reálného výrobního systému nelze zabezpečit, že výrobní systém se bude v simulaci chovat tak, jak by se choval v reálném prostředí, tudíž je nutné brát v potaz odchylky [9].



Obrázek 12. Způsoby zkoumání systému [14]

#### 3.14.1 Počítačová simulace

Simulace je virtuální imitace výrobního systému a jeho dynamických vztahů pomocí ní lze simulovat a experimentovat s událostmi tak, abychom získali informace, které vedou ke změně reálné výrobní linky. Základem simulace je způsobovat určité stavy

---

a situace ve výrobě, které vedou k omezení, změně nebo úplné inovaci výrobního procesu. Výhoda je, že tyto události a stavy lze v simulaci řídit a upravovat tak, aby svým chováním odpovídaly událostem, kterým by musel výrobní proces čelit v reálném prostředí. Správně zvolený a vytvořený simulační model poskytuje informace dovolující opravit případné chyby ve výrobním plánování. V současné době existuje řada programů, které simulování výrobního systému umožňují, patří mezi ně například WITNESS, SIEMENS Plant Simulation aj. [19].

Počítačové simulace získávají na popularitě a mají využití v mnoha vědeckých oblastech. Využívání výpočetní techniky v projekčním inženýrství snižuje náklady v důsledku eliminace nesprávných rozhodnutí během plánování a modernizování výroby a ve snižování času potřebného k vytvoření projektu pro výrobu nového produktu. To je důležité z důvodu snižování velikosti skladového hospodářství za současného nepřerušování nebo změny výroby [18].

Bez ohledu na vybraný typ analýzy zkoumání změny chování výrobního systému, je bez ohledu nutné použít pro verifikaci simulaci. Zkoumá se, zda výrobní systém v modelu/simulaci odpovídá svým chováním systému v reálném prostředí. Vytvořením analýzy mohou vzniknout anomálie, které se v reálném systému nevyskytují a které je možné minimalizovat, případně eliminovat modifikací vstupních parametrů ve zkoumaném modelu [15].

Jakožto jediná spolehlivá metoda pro kontrolu správnosti rozmístění pracovišť, správnosti činnosti manipulačního a skladovacího systému, informačního a materiálového toku, je tvorba počítačové simulace velice důležitá [16].

Když nejsou známi konkrétní požadavky, které má výroba splňovat, z hlediska časové náročnosti výroby, případně finanční náročnosti nebo v absenci moderních projekčních nástrojů, je složitá dosáhnout optimalizaci výrobního systému. Použití simulace se tyto nedostatky eliminují nebo minimálně konkretizují a vyčísľují a lze počítačovou simulací eliminovat nedostatky, které vzniknout použitím jiných, analytických nebo matematických, metod [9].

Výroba počítačové simulace je velice náročná na čas, protože je potřeba sestavit a testovat modelovou situaci, plánování a vykonání experimentů ve smyslu dopadových situací. Využívá se v případě, kdy není možné pomocí jiných metod výrobní systém modifikovat nebo predikovat jeho chování po změně [9].

---

### 3.15 Digital Factory

Koncept Digitální továrny („Digital Factory“ – DI) nabízí sjednocený přístup vedoucí ke zlepšení výrobních a výrobních inženýrských procesů s využitím výpočetní techniky. Simulace je základním stavebním prvkem tohoto přístupu. Různé druhy simulací mohou být použity pro virtuální model na různých úrovních řízení vedoucí k vylepšení výrobního a procesního plánování ve výrobě. Základním stavebním kamenem tohoto principu je začlenění řady plánovacích a simulačních procesů. V další fázi implementace konceptu DI je vylepšování operativního výrobního plánování a kontroly jako integrovaný proces, který je součástí procesu řídicího [17].

Jeden z nástrojů DI je PLM („Product Lifecycle Management“), což je integrovaný přístup založený na přístupu k informacím o výrobku ve všech jeho fázích života, od designu, přes výrobu, servis až po jeho likvidaci [17].

#### 3.15.1 Design a optimalizace výroby

Další nástroj DI je design a optimalizace výroby, který se zaměřuje na optimalizaci materiálového toku, optimalizaci zdrojů a logistiky pro všechny úrovně výroby od lokální výroby až po celosvětovou výrobu a distribuci [17].

##### 3.15.1.1 Simulace procesu, továrny a linky

Simulace procesu, továrny nebo linky mohou být provedeny formou simulací disktrétních událostí, které jsou nástrojem daného softwaru pro simulaci. Tyto nástroje umožňují analyzovat systém a proces v návaznosti na optimalizaci materiálového toku, informačního toku a dalších. Dle [5, 17, 19] simulace disktrétních událostí umožňuje:

- Minimalizaci investičních nákladů na výrobní linky s ohledem na požadované výrobní kapacity,
- Detekci a eliminaci problémů způsobující zvýšení nákladů na opravu či modifikaci výrobní linky,
- Zvýšení produkčního výkonu stávající výrobní linky implementováním opatření, které byly odzkoušeny v simulaci a které v simulaci způsobily zvýšení výkonu.

---

### **3.16 Siemens PLM Software Tecnomatix Plant Simulation**

Plant Simulation je modul portfolia Tecnomatix od společnosti Siemens zabývající se tvorbou dynamické simulace [22].

Tecnomatix Plant Simulation umožňuje vytvořit simulaci, vizualizaci, analýzu a optimalizaci výrobního systému a logistických procesů pomocí kontroly materiálového toku, optimalizace surovin a zkrácení logistických operací. Součástí jsou nástroje pro analýzu a statistiku, které formou tabulek, grafů a obrázků předávají informace uživateli a uživatel na základě těchto výstupů je schopen určit problém, případně rychle určit chování výrobního systému při různých událostech, ať už v podniku nebo na trhu, a na toto chování promptně reagovat. Umožňuje vytvořit výrobní systém tak, jak je strukturován, formou linky, haly nebo výrobního místa díky objektově orientovanému programování a modelování. [21].

Samozřejmostí je uživatelské prostředí dle Windows standartu, které je pro uživatele intuitivní a snadno pochopitelné. Je k dispozici knihovna vzorků, ve které jsou rozdělené procesy/prvky dle daného odvětví průmyslu, ve kterém se simulace vytváří [21].

---

## 4 Metodika

Výrobní systém je navrhován tak, aby splnil následující požadavky zadavatele:

- 200 dubových sudů s kapacitou 200 litrů měsíčně,
- 200 dubových sudů s kapacitou 100 litrů měsíčně,
- 50 dubových sudů s kapacitou 500 litrů měsíčně,
- Využit v co největší míře specializované stroje,
- Výrobu maximálně zaměřit na digitalizaci a automatizaci (využití CNC strojů, využití strojů podporující zapojení do ETHERNET sítě).

Projekt má tři části:

- Průvodní zpráva,
- Souhrnná technická zpráva,
- Technologická část.

### 4.1 Metodika experimentálních prací

#### 4.1.1 Průvodní zpráva

V prvním kroku byla vyrobena výrobní dokumentace skládající se z technických podmínek, typovníkových listů, kusovníků a výkresové dokumentace.

##### 4.1.1.1 Technická podmínka

Technické podmínka je dokument, ve kterém je zevrubně popsán výrobek, zejména základní rozměry, materiál a další parametry, a které slouží k prezentaci výrobku okolí podniku, zejména možným zákazníkům, investorům a jiným subjektům, kteří mají zájem o výrobek.

. Skládá se z několika částí:

- Obecné informace – v této části se popisuje co je technická podmínka, jaké má části, pro jaký výrobek je platná a případně jaké zákony/normy výrobek má splňovat,
- Základní údaje – součástí tohoto bodu je název výrobku (případně obchodní název), tvar a rozměry, použití výrobku po výrobě a výroba samotná, uvádí se typ výroby, který je uveden výše,

- 
- Technické požadavky a parametry – zde je uvedena základní specifikace technických požadavků na výrobek, zejména pokud je atypický, popisuje se tvar a rozměry finálního výrobku, materiál a povrchová úprava, počet vyhotovení a v případě „sestavy“ jsou zde uvedeny i podsestavy, a informace o balení a dopravě, přebírání výrobku kupujícím, doporučené podmínky pro skladování a záruční doba, případně podmínky, které by záruku rušily.

#### **4.1.1.2 Typovníkový list**

Typovníkový list je dokument velice podobný technické podmínce lišící se v množství udávaných údajů. Tvoří se za předpokladu, že jeden daný výrobek popsáný v technické podmínce se vyrábí se více variantách, ať už z hlediska materiálu, barvy výrobku nebo velikosti

#### **4.1.1.3 Materiálové kusovníky**

Kusovník je ucelený seznam použitých strategických, pomocných a spojovacích materiálů ve výrobě za časovou jednotku, v našem případě za měsíc a za tři měsíce. V tomto konkrétním případě je počet dílců zprůměrován, protože na každý sud je potřeba jiné množství dužin tak, aby byl každý sud unikátní počtem dužin.

Zpracovává se pro každý výrobek zvlášť a následně se matematicky určí několika měsíční spotřeba, a to ve formě tabulek.

#### **4.1.1.4 Výkresová dokumentace**

Výkresová dokumentace obsahuje výkres výrobku důležitý pro výrobu a pro výběr vhodné technologie. Součástí výkresu je řez výrobku a detaily, které jsou důležité zejména pro výběr spojovacího materiálu, pokud je potřeba, a pro výběr vhodného nástroje pro spoj.

## **4.2 Souhrnná technická zpráva**

### **4.2.1 Efektivní časové fondy**

Efektivní časový fond pracovníka za směnu je důležitý údaj vzhledem k omezeném času určeného pro daný pracovní proces právě pracovníkem.

Výpočet vychází z počtu dní v roce, od kterých jsou odečteny soboty a neděle, počet státních svátků. Výsledek je interpretován jako: “nominální časový fond“.

---

Nominální časový fond je pokrácen následně o počet dní celostátní dovolené, individuální dovolené pracovníka, případně dalších dnů, které jsou většinou formou benefitů pro pracovníka (např. sick-days).

Dále se výpočet násobí počtem hodin ve směně/směnách za jeden pracovní den. Výsledek je efektivní časový fond pracovníka v hodinách.

Efektivní časový fond stroje je totožný s efektivním časovým fondem pracovníka, protože se předpokládá, že stroj obsluhuje pracovník nebo stroj nepracuje v době absenci pracovníků. Od efektivního časového fondu pracovníka se odečte dle [5] 12 dní z důvodu plánované údržby a plánovaných oprav a 3 dny z důvodu neplánovaných oprav. Dohromady tento součet činí cca 6% z efektivního časového fondu pracovníka, což se dá vyjádřit jako:

$$E_s = E_R - (0,06\%) * E_R$$

Kde  $E_s$  je efektivní časový fond stroje,

$E_R$  je efektivní časový fond pracovníka.,

#### **4.2.2 Normy času**

Normy času je definován jako vyjádření času potřebného pro vytvoření výrobku. Zjišťuje se několika způsoby, v této práci je zjišťován rozborovou metodou. Základem této metody je rozdělení výroby celého výrobku na jednotlivé technologické a netechnologické operace a tyto operace se pečlivě sledují a časy zaznamenávají. Výsledné časy jednotlivých operací jsou zaznamenány v tabulce, kde nejdůležitější výstup je sumární hodnota technologických a netechnologických operací, které v součtu dají celkový potřebný čas na výrobu daného výrobku.

#### **4.2.3 Výpočet spotřeby materiálu**

Při výpočtu spotřeby materiálu vycházíme z rozměrů dílců, dužin, které jsou dány výkresovou dokumentací a postupně přidáváme nadmíry. Veškeré výpočty jsou prováděny programem Microsoft Excel a výsledná forma je prezentována do formy tabulky [5].

První nadmíra je nadmíra na sesychání z důvodů zejména heterogenity a anizotropie dřeva a při výpočtu vycházíme z normy ČSN 49 1209, respektive z STN 49 1209, kde pro výpočet nadmíry na sesychání u listnatého dřeva je použit následující vzorec pro tangenciální směr pro dub:

---

$$S = 0,0025 * A * (W_p - W_k)$$

kde

S – přídavek na sesychání

A – tloušťka nebo šířka suchého řeziva [mm]

$W_p$  – počáteční vlhkost řeziva [%]

$W_k$  – konečná vlhkost řeziva [%]

A dále je použit vzorec pro radiální směr pro dub:

$$S = 0,0013 * A * (W_p - W_k)$$

Druhá nadmíra je nadmíra na opracování. Vychází z použité technologie na vstupu (použitý typ pily) a na výstupu v procesu dělení (frézování). V našem případě na vstupu máme kotoučovou pilu v kombinaci s pásovou pilou a na výstupu frézujeme „do čista“, při  $R_{max}$  do 0,05 mm. Tato nadmíra se přidává na každou opracovanou stranu dílce-přířezu. Dále se bere v potaz délka dílce-přířezu [5].

Řezání polo-čisté – stupeň opracování 2

Frézování čisté – stupeň opracování 6

Délka dílce - <750 mm

Přídavek na opracování pro konečnou jakost opracovaného povrchu: 2 mm na každé straně.

Další přídavek je přídavek na délku přířezu, dává se 50 mm u jehličnatého řeziva k délce dílce.

$$L_p = L_D + 50 [mm]$$

Při výpočtu výsledného řeziva se počítá s nadmírou na zarovnání, zpravidla se používá 10 mm k šířce přířezu.

Při výpočtu výsledné šířky řeziva použijeme vztah:

$$\check{S}_r = n * \check{S}_p + (n + 1) * \check{S}_{rs} + 10 [mm]$$

kde

n – počet kusů

$\check{S}_r$  – šířka řeziva výsledná

$\check{S}_p$  – šířka přířezu

$\check{S}_{rs}$  – šířka řezné spáry



---

Šířka řezné spáry se pohybuje od 3-5 mm v závislosti na použité technologii dělení a na použitém typu pily. Výsledná šířka se zaokrouhluje na celé desítky nahoru. Opět se přidá 10 mm jako nadmíra za zarovnání celkové šířky řeziva.

Na výpočet výsledné délky řeziva je použit následující vzorec:

$$L_{\bar{r}} = n * L_p + (n + 1) * \check{S}_{\bar{r}s} + 200 [mm]$$

kde

n – počet kusů

$L_{\bar{r}}$  – délka řeziva výsledná

$L_p$  – délka přířezu

$\check{S}_{\bar{r}s}$  – šířka řezné spáry

Výpočet je velice podobný jako výpočet celkové šířky řeziva, jenom s rozdílem výpočtu s délkami. Šířka řezné spáry 3-5 mm v závislosti na typu použité pily.

Při výběru řeziva je nutné brát v potaz odchylky určené normou ČSN 49 1012, respektive STN 49 1012.

Po výběru vhodného řeziva na výrobu přířezů je nutné vypočítat procentuální objemovou výtěž, zda není ve výpočtu chyba nebo jsme použili malý počet přířezů v řezivu. Zpravidla u masivního řeziva se výtěž pohybuje v rozptylu od 30-60 %.

$$V_{\bar{r}} = \frac{n * V_p}{V_{\bar{r}e}} [\%]$$

Kde

$V_{\bar{r}}$  – objemová výtěž

n – počet kusů přířezů v normovaném řezivu

$V_p$  – objem přířezu

$V_{\bar{r}e}$  – objem celkového řeziva

Dle požadovaného množství dílců, které je uvedeno v kusovníku, budeme potřebovat konkrétní množství normovaného řeziva a jeho ekvivalent pro měsíční spotřebu a navazující tři měsíční čistou spotřebu materiálu. Jelikož nevíme, jak bude budoucí výroba probíhat, tři měsíční spotřeba materiálu je pouze vynásobením měsíční spotřeby [5].

---

#### **4.2.4 Pevný odpad**

Při výrobě zpracováním materiálu vzniká odpad ve formě pilin, odřezků, který je potřeba odstranit z pracoviště a dopravit do zásobníků, které se vysypají na skládky, topí se s nimi nebo se prodávají dalším subjektům na trhu. Při výpočtu množství řeziva se vypočítává výtěž masivního řeziva a celkové množství potřebného řeziva pro vyrobení daných výrobků. Z toho se vychází při výpočtu množství vyprodukovaného odpadu. Potřebné celkové množství řeziva se vydělí výtěží, a to celé se odečte od celkového množství řeziva.

#### **4.2.5 Potřeba elektrických energií na technologické účely**

Vychází se z výběrů strojů ze sekce 3 – Technická část, kdy jsou stroje vybrány a jsou známy výkony jejich motorů, pokud motor stroj obsahuje a výkony přídavných zařízení jako jsou podavače, přídržovací válce aj. Tyto výkony všech strojů se sečtou a vyjde celková potřeba elektrických energií na technologické účely. Energie pro netechnologické účely nejsou součástí této práce, protože zadavatel nespecifikovat vybavení a zařízení sociálních oblastí výroby.

#### **4.2.6 Potřeba odsávání**

Odsávání se využívá na odsání pevného odpadu vzniklého při výrobě ve formě pilin a odřezků z výrobního zařízení k zabezpečení výroby a zajištění bezpečnosti na pracovišti. Potřebu odsávání, odsávací rychlost, uvádí výrobce strojních zařízení a při výběru strojů jsou tato data známa. Je na potřebu mít na paměti, že poblíž stroje vyžadující odsávání musí být buď přívod do odsávací jednotky nebo odsávací jednotka samotná.

---

## 4.3 Technická část

### 4.3.1 Blokové schéma

K zachycení posloupnosti výrobních operací slouží blokové schéma. Vytváří se pro každý výrobek zvlášť. Popisují se v něm výrobní postupy, jejich návaznost a provázanost a také závislost. Vychází z použité technologie a spolupráce mezi technologem, projektantem a konstruktérem. Má formu několika stupňového diagramu, kde nejvýše se nachází příjem materiálu a nejnižší expedice. Platí, že i přes komplikovanost výrobního procesu a následné větvení, všechny větve na konci se musí sejít.

### 4.3.2 Topologie výroby

Topologie výroby jednoznačně ukazuje výrobní postup a průchod materiálu. Také udává rozmístění strojů v rámci procesu a přibližnou sekvenci využití strojů. Začíná příjmem materiálu, který je znázorněn obecně stejný pro všechny druhy vstupních materiálů. Dále se topologie větví v závislosti na výrobních úkonech zapříčiňující vyrobení výrobku. Končí expedicí. Mělo by vyjít, že všechny výrobní procesy, díky kterým se vyrobí dílec nebo podsestava, se v určité chvíli „napojí“ zpátky do jedné linie. Zpracovává se graficky formou několika stupňového diagramu. V případě, že v rámci výrobního programu se vyrábí více výrobků, topologie se musí zpracovat tak, aby šla aplikovat pro výrobu všech výrobků v rámci daného výrobního programu.

### 4.3.3 Strojní zařízení

Výběr vhodných strojních zařízení byl popsán v literární rešerši. V této práci je řešen jako úloha pro váhové vícekritériální rozhodování ve formě tabulky. Pro každý stroj je důležitý jiný parametr. Tato vědomost je známa z použité technologie a po poradě všech zúčastněných stran. Po sběru dat a nalezení vhodných kandidátů se kandidáti vloží do tabulky, zapíše se jejich parametry. V druhé fázi se jednotlivým parametrům přiřadí váhy v závislosti na důležitosti daného parametru. Poté se subjektivně určí „výsledné skóre“ daného parametru v rámci každého stroje a toto skóre se vynásobí vahou parametru. Výsledkem této metody je jeden stroj, který získal nejvíce bodů tak, že součet všech skóre je nejvyšší. Po výběru stroje následuje krátký komentář, proč dostal daný kandidát nejvíce bodů. V případě, že výběr kandidáta znamená rekonfiguraci výrobního systému jakýmkoliv způsobem, navrhne se řešení. Tento postup se opakuje pro všechny strojní zařízení v daném systému. Výjimku tvoří strojní zařízení, u kterých se

---

předpokládá, že jejich výroba bude celá na zakázku, případně jsou to tak nesignifikantní stroje, že mohou být vybrány specializovaným odhadem.

#### **4.3.4 Produktivní čas za měsíc**

Produktivní čas za měsíc udává, kolik minut za měsíc dané pracoviště vykonává svou technologickou činnost v čistém čase. Vypočítá se jako nominální čas za směnu v minutách, odečtou se nutné přestávky, všeobecné dané zákoníkem práce a podmíněčně nutné přestávky dané přestavbou stroje a údržbou a odečte se rezerva ve velikosti 10 procent. Výsledek se vynásobí počtem dní v měsíci z efektivního časového fondu.

#### **4.3.5 Vytíženost výrobního systému**

Vytíženost definuje na kolik procent dané pracoviště vykonává svou činnost v rámci norem času. Vypočítá se jako produktivní čas za měsíc podělený o normy času za všechny výrobky v rámci jedné technologické operace. Vzhledem k velikosti a rozsahu informací je nutné data interpretovat do tabulky

#### **4.3.6 Výkres technologického projektu**

Výkres technologického projektu udává rozmístění strojních zařízení, netechnologických zařízení, inženýrských sítí, sociálního vybavení provozu, dopravních cest a další. Zpravidla se využívá měřítko 1:50, 1:100 nebo 1:150 v závislosti na velikosti objektu, kde se výroba uskutečňuje, protože výkres zachycuje veškeré aspekty výroby.

Technologické strojní zařízení se označují číslem, pracovní plochy popisem nebo názvem. Čísla jsou dále vysvětlena v legendě, která je součástí výkresu. Součástí výkresu jsou základní kóty objektu, ve kterém se výroba nachází, jiné kóty nejsou obsaženy vzhledem ke komplikovanosti výkresu.

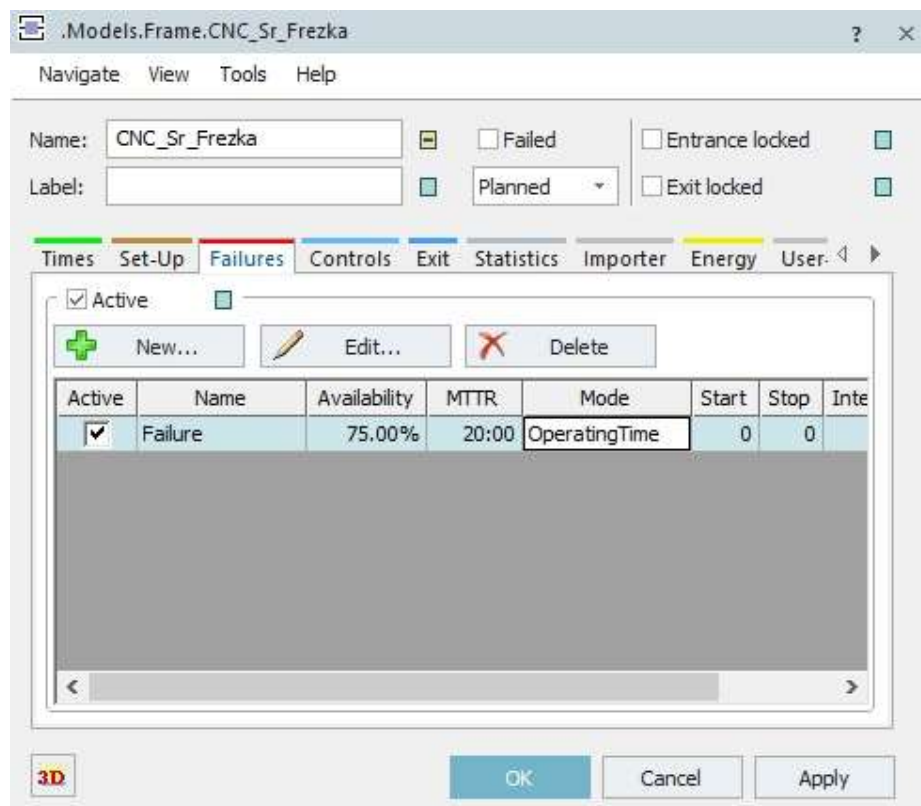
Výběr značek a způsobů označení používající ve výkresu vychází z platných norem a standardů používající projektové organizace ČR citované v [5, 11].

### **4.4 Simulace**

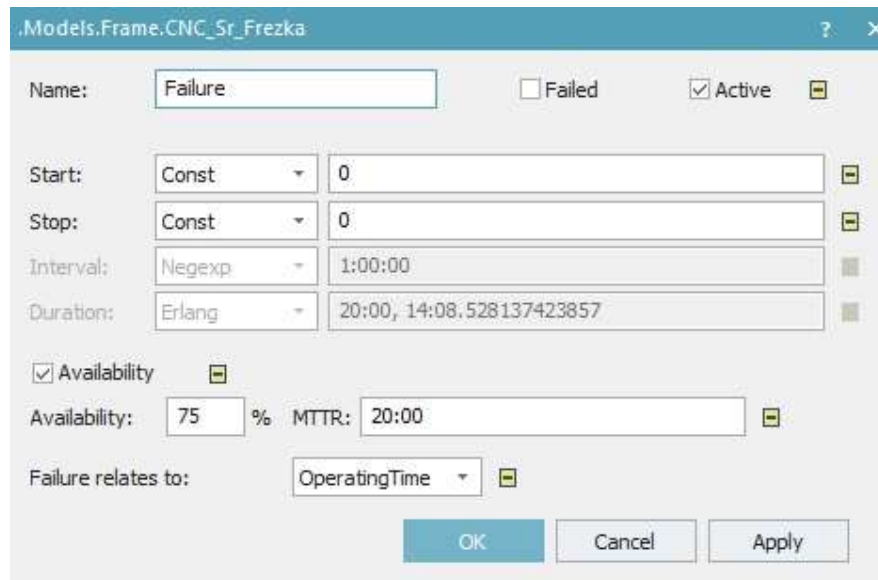
Všechny dosavadní výsledky jsou od simulovány v programu Tecnomatix Plant Simulation od společnosti SIEMENS. Využité moduly v programu jsou Energy Analyzer pro určení spotřeby energie během provozu a funkce „Chart“ generující graf dle zadaných parametrů, v tomto případě produktivita a modul BottleneckAnalyzer zobrazující materiálový tok ve výrobě.

Simulace je vedena formou obecných vazeb, nejsou přítomni pracovníci ani dopravní pásy. Všechny prvky simulace jsou spojeny „connectorem“ zastupující obecnou vazbu a provázanost. V simulaci nejsou žádné ručně psané metody. Všechny prvky mají stejné nastavení energií kromě situace, kdy vykonávají práci a kdy do pracovní pozice vstupují. V případě neúspěšných situací je nastaveno, že z času operativního stroj běží na 75 % vzhledem k výpočtům výše s tím, že čas na opravu je dvacet minut. Program automaticky dopočítá vzhledem k charakteru práce a spotřebě času na technologický proces výsledný čas na opravu. Všechny příklady nastavení jsou přiloženy.

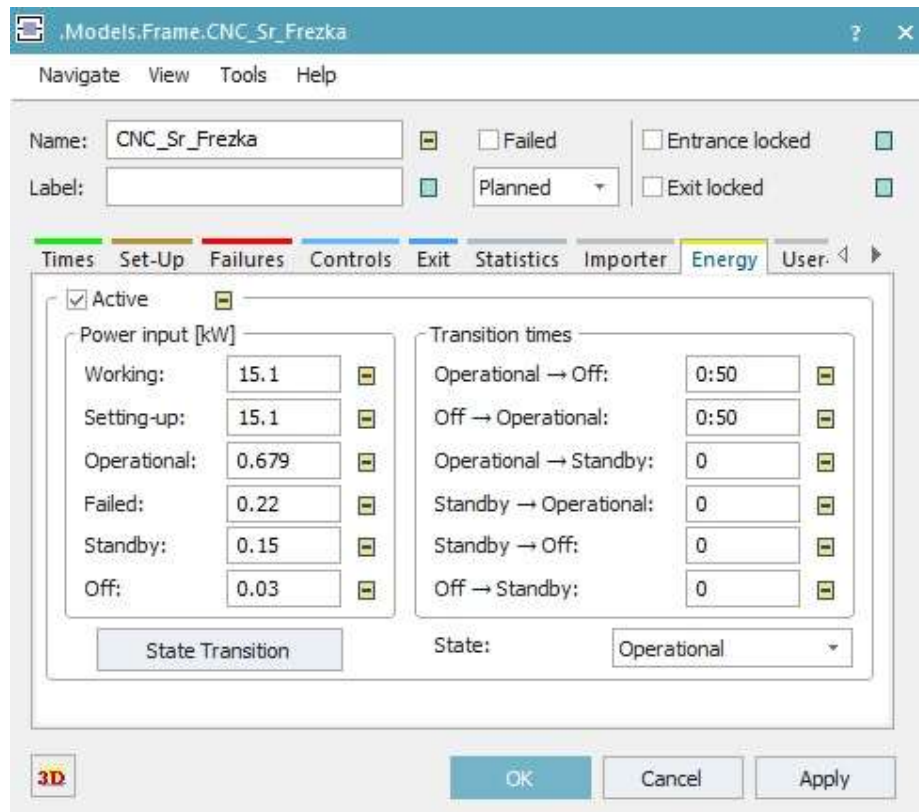
Nastavení prvků v simulaci:



Obrázek 13. Nastavení "Failure" scénáře u strojů



Obrázek 14. Nastavení "Failure" událost-čas na opravu



Obrázek 15. Nastavení energetických parametrů

---

## 5 Praktická část

Součástí praktické části je projektování výrobního systému s požadavkem na uspokojení požadavků zadavatele uvedené v metodice. Každý uskutečněný krok je v metodice podrobně popsán tak, aby bylo možné kontrolovat výrobní systém a jeho výstup.

V praktické části jsou uvedeny pouze výsledky formou tabulek nebo výkresů vypracovaných dle postupů uvedené v metodice.

### 5.1 Průvodní zpráva

#### 5.1.1 Kusovníky

Tabulka 1. Kusovník pro 100 litrový sud

P.Č.	Název prvku	Materiál	Šířka [mm]		Diametr [mm]	Délka [mm]	Tloušťka [mm]	Množství [ks/l]
1	Dužiny	DB	75			730	40	30
2	Obruče	Ocel			470-600		4	4
3	Zátka	DB	50	80		120		1
4	Kolíky	OR			6	50		20
5	Včelí vosk							0,4

Tabulka 2. Kusovník pro 200 litrový sud

P.Č.	Název prvku	Materiál	Šířka [mm]		Diametr [mm]	Délka [mm]	Tloušťka [mm]	Množství [ks/l]
1	Dužiny	DB	82			930	40	30
2	Obruče	Ocel			530-660		4	6
3	Zátka	DB	50	80		120		1
4	Kolíky	OR			6	50		26
5	Včelí vosk							0,5

**Tabulka 3. kusovník pro 500 litrový sud**

P.Č.	Název prvku	Materiál	Šířka [mm]		Diametr [mm]	Délka [mm]	Tloušťka [mm]	Množství [ks/l]
1	Dužiny	DB	120			1310	45	40
2	Obruče	Ocel			470-600		6	6
3	Zátka	DB	50	80		120		1
4	Kolíky	OR			6	50		44
5	Včelí vosk							0,85



### 5.1.2 Technické podmínky

<b>ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE</b> <b>FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 –</b> <b>Suchdol</b> <b>Katedra základního zpracování dřeva</b>		<b>ČÁST 1/2</b>
<b>Č. TP.: 100/001/2017</b>	<b>TECHNICKÁ PODMÍNKA</b>	<b>DUBOVÝ SUD – 100 l</b>
<p>Tato technická podmínka je platná pro výrobek „dubový sud na skladování lihovin“. Její neoddělitelnou součástí je typovníkový list, konstrukční výkresy a kusovník výrobku a jsou uvedeny technické požadavky na konstrukční materiály a na konstrukci kávového stolku.</p> <p>Při návrhu a výrobě dubového sudu jsou zohledněné požadavky na funkční rozměr a bezpečnost výrobku dle platných evropských norem.</p> <p><b>1 Základní údaje:</b></p> <p><b>a) Název výrobku:</b> Dubový sud na skladování lihovin s kapacitou 100 litrů</p> <p><b>b) Použití:</b> Výrobek se používá na skladování lihovin, jejich zrání a manipulaci</p> <p><b>c) Výroba:</b> Výrobek se vyrábí v hromadné výrobě.</p> <p><b>2 Technické požadavky a parametry:</b></p> <p>Dubový sud musí být konstruován tak, aby byl schopen snést napětí vyvolané skladovanou tekutinou, být dostatečně odolný, aby bylo možné s ním manipulovat bez dalších ochranných prostředků, a jeho konstrukce musí být navržena tak, aby nebylo nutné použít na tělo sudu žádné další spojovací prostředky</p> <p><b>a) Tvar a rozměry výrobku:</b> Dubový sud má klasický „vajíčkovitý“ tvar, charakteristický pro sudy. Výška 720 mm, průměr sudu v oblasti víka 600 mm a v oblasti „pupku“ 470 mm. Hmotnost 30 kg.</p> <p><b>b) Materiál a povrchová úprava:</b> Sud je vyroben z dubového řeziva, které bylo po dobu jednoho roku přírodně sušeno v exteriéru. „Sudového“ tvaru je dosaženo použitím 4 ks galvanizovaných obručí. Povrchová úprava je realizována pomocí pásové brusky.</p> <p><b>c) Vyhotovení:</b> Sud je vyhotoven v množství jednoho kusu včetně vík a dubové zátky.</p> <p><b>e) Balení a doprava:</b> Výrobek se vyrábí ve firmě sídlící nedaleko Prahy. Doprava je realizována vlastní nákladní silniční dopravou. Převážní podmínky jsou INCOTERMS 2011 DAP.</p>		

---

**f) Přebírání:** Přebírání se realizuje za účasti odběratele a kvalifikované dodavatelské osoby v místě, které určí odběratel.

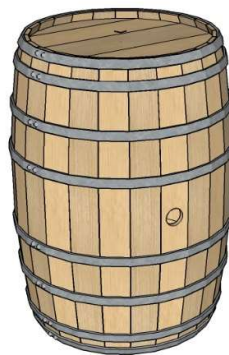
**g) Skladování:** Skladování sudů je doporučeno pouze krátkodobé (do jednoho měsíce) z důvodu sesychání dřeva v nevětraném suchém skladě s konstantní teplotou.

**h) Záruční doba:** Záruční doba jsou 2 roky za předpokladu neporušení podmínek definovaných smlouvou.

Č. TP.: 100/001/2017

TYPOVNÍKOVÝ  
LIST

DUBOVÝ SUD –  
100 l



**Rozměry sudu:**

Výška 584 mm,

průměr sudu v oblasti víka 194 mm,

průměr sudu v oblasti „pupku“ 248 mm,

hmotnost 12 kg.

**Materiál stoličky:**

Dubový masiv

<b>ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE</b> <b>FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 –</b> <b>Suchdol</b> <b>Katedra základního zpracování dřeva</b>		<b>ČÁST 1/2</b>
<b>Č. TP.: 200/001/2017</b>	<b>TECHNICKÁ PODMÍNKA</b>	<b>DUBOVÝ SUD – 200 l</b>
<p>Tato technická podmínka je platná pro výrobek „dubový sud na skladování lihovin“. Její neoddelitelnou součástí je typovníkový list, konstrukční výkresy a kusovník výrobku a jsou uvedeny technické požadavky na konstrukční materiály a na konstrukci kávového stolku.</p> <p>Při návrhu a výrobě dubového sudu jsou zohledněné požadavky na funkční rozměr a bezpečnost výrobku dle platných evropských norem.</p> <p><b>1 Základní údaje:</b></p> <p><b>a) Název výrobku:</b> Dubový sud na skladování lihovin s kapacitou 200 litrů</p> <p><b>b) Použití:</b> Výrobek se používá na skladování lihovin, jejich zrání a manipulaci</p> <p><b>c) Výroba:</b> Výrobek se vyrábí v hromadné výrobě.</p> <p><b>2 Technické požadavky a parametry:</b></p> <p>Dubový sud musí být konstruován tak, aby byl schopen snést napětí vyvolané skladovanou tekutinou, být dostatečně odolný, aby bylo možné s ním manipulovat bez dalších ochranných prostředků, a jeho konstrukce musí být navržena tak, aby nebylo nutné použít na tělo sudu žádné další spojovací prostředky</p> <p><b>a) Tvar a rozměry výrobku:</b> Dubový sud má klasický „vajčkovitý“ tvar, charakteristický pro sudy. Výška 920 mm, průměr sudu v oblasti víka 530 mm a v oblasti „pupku“ 660 mm. Hmotnost 42 kg.</p> <p><b>b) Materiál a povrchová úprava:</b> Sud je vyroben z dubového řeziva, které bylo po dobu jednoho roku přírodně sušeno v exteriéru. „Sudového“ tvaru je dosaženo použitím 6 ks galvanizovaných obručí. Povrchová úprava je realizována pomocí pásové brusky.</p> <p><b>c) Vyhotovení:</b> Sud je vyhotoven v množství jednoho kusu včetně vík a dubové zátky.</p> <p><b>e) Balení a doprava:</b> Výrobek se vyrábí ve firmě sídlící nedaleko Prahy. Doprava je realizována vlastní nákladní silniční dopravou. Převážní podmínky jsou INCOTERMS 2011 DAP.</p>		

---

**f) Přebírání:** Přebírání se realizuje za účasti odběratele a kvalifikované dodavatelské osoby v místě, které určí odběratel.

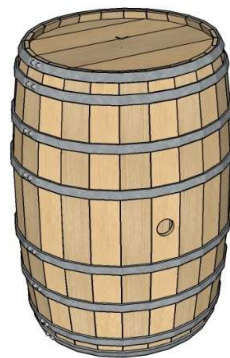
**g) Skladování:** Skladování sudů je doporučeno pouze krátkodobé (do jednoho měsíce) z důvodu sesychání dřeva v nevětraném suchém skladě s konstantní teplotou obaleném v plastové folii a zakryté plátnem nebo látkou s ochranou proti UV.

**h) Záruční doba:** Záruční doba jsou 2 roky za předpokladu neporušení podmínek definovaných smlouvou.

Č. TP.: 200/001/2017

TYPOVNÍKOVÝ  
LIST

DUBOVÝ SUD –  
200 l



**Rozměry sudu:**

Výška 737 mm,

průměr sudu v oblasti víka 246 mm,

průměr sudu oblasti „pupku“ 312 mm,

hmotnost 28,5 kg.

**Materiál stoličky:**

Dubový masiv

<b>ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE</b> <b>FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 –</b> <b>Suchdol</b> <b>Katedra základního zpracování dřeva</b>		<b>ČÁST 1/2</b>
<b>Č. TP.: 1000/001/2017</b>	<b>TECHNICKÁ PODMÍNKA</b>	<b>DUBOVÝ SUD – 10001</b>
<p>Tato technická podmínka je platná pro výrobek „dubový sud na skladování lihovin“. Její neoddělitelnou součástí je typovníkový list, konstrukční výkresy a kusovník výrobku a jsou uvedeny technické požadavky na konstrukční materiály a na konstrukci kávového stolku.</p> <p>Při návrhu a výrobě dubového sudu jsou zohledněné požadavky na funkční rozměr a bezpečnost výrobku dle platných evropských norem.</p> <p><b>1 Základní údaje:</b></p> <p><b>a) Název výrobku:</b> Dubový sud na skladování lihovin s kapacitou 1000 litrů</p> <p><b>b) Použití:</b> Výrobek se používá na skladování lihovin, jejich zrání a manipulaci</p> <p><b>c) Výroba:</b> Výrobek se vyrábí v hromadné výrobě.</p> <p><b>2 Technické požadavky a parametry:</b></p> <p>Dubový sud musí být konstruován tak, aby byl schopen snést napětí vyvolané skladovanou tekutinou, být dostatečně odolný, aby bylo možné s ním manipulovat bez dalších ochranných prostředků, a jeho konstrukce musí být navržena tak, aby nebylo nutné použít na tělo sudu žádné další spojovací prostředky</p> <p><b>a) Tvar a rozměry výrobku:</b> Dubový sud má klasický „vajíčkovitý“ tvar, charakteristický pro sudy. Výška 1300 mm, průměr sudu v oblasti víka 1050 mm a v oblasti „pupku“ 1450 mm. Hmotnost 160 kg.</p> <p><b>b) Materiál a povrchová úprava:</b> Sud je vyroben z dubového řeziva, které bylo po dobu jednoho roku přírodně sušeno v exteriéru. „Sudového“ tvaru je dosaženo použitím 6 ks galvanizovaných obručí. Povrchová úprava je realizována pomocí pásové brusky.</p> <p><b>c) Vyhotovení:</b> Sud je vyhotoven v množství jednoho kusu včetně vík a dubové zátky.</p> <p><b>e) Balení a doprava:</b> Výrobek se vyrábí ve firmě sídlící nedaleko Prahy. Doprava je realizována vlastní nákladní silniční dopravou. Převážní podmínky jsou INCOTERMS 2011 DAP.</p>		

---

**f) Přebírání:** Přebírání se realizuje za účasti odběratele a kvalifikované dodavatelské osoby v místě, které určí odběratel.

**g) Skladování:** Skladování sudů je doporučeno pouze krátkodobé (do jednoho měsíce) z důvodu sesychání dřeva v nevětraném suchém skladě s konstantní teplotou obaleném v plastové folii a zakryté plátnem nebo látkou s ochranou proti UV.

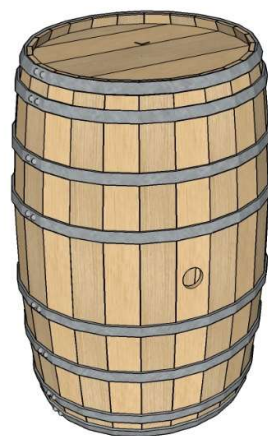
**h) Záruční doba:** Záruční doba jsou 2 roky za předpokladu neporušení podmínek definovaných smlouvou.



Č. TP.: 1000/001/2017

TYPOVNÍKOVÝ  
LIST

DUBOVÝ SUD



**Rozměry sudu:**

Výška 998 mm,

průměr sudu v oblasti víka 332 mm,

průměr sudu v oblasti „pupku“ 423 mm,

hmotnost 34 kg.

**Materiál stoličky:**

Dubový masiv

## 5.2 Souhrnná technická zpráva

### 5.2.1 Efektivní časový fond

Tabulka 4. Efektivní časový fond pracovníka, vlastní

Výpočet efektivního časového fondu za rok 2018	
Počet dní v roce	365
Počet sobot	52
Počet nedělí	50
Počet státních svátků (dne klidu)	11
<b>Nominální časový fond</b>	<b>252</b>
Celostátní dovolená	15
Individuální dovolená	20
sick days	3
<b>Efektivní časový fond</b>	<b>214</b>

### 5.2.2 Celková měsíční spotřeba všech materiálů

Tabulka 5. Celková měsíční spotřeba všech materiálů pro 100 litrový sud

P.Č.	Název prvku	Materiál	Objem 1 ks [m3]	Kusů na sud	Objem na kus sudu [m3]	Objem na všechny kusy [m3/měsíc]	Množství na všechny kusy [ks/měsíc]
1	Dužiny	DB	0,00219	30	0,0657	13,14	6000
2	Obruče	Ocel		5			800
3	Zátka	DB	0,001621062	1	0,001621062	0,324212362	200
4	Kolíky	OR		20			4000
5	Včelí vosk						80

Tabulka 6. Celková měsíční spotřeba všech materiálů pro 200 litrový sud

P.Č.	Název prvku	Materiál	Objem 1 ks [m3]	Kusů na sud	Objem na kus sudu [m3]	Objem na všechny kusy [m3/měsíc]	Množství na všechny kusy [ks/měsíc]
1	Dužiny	DB	0,0030504	30	0,091512	18,3024	6000
2	Obruče	Ocel		6			1200
3	Zátka	DB	0,001621062	1	0,001621062	0,324212362	200
4	Kolíky	OR		26			5200
5	Včelí vosk						100

**Tabulka 7. celková měsíční spotřeba všech materiálů pro 500 litrový sud**

P.č.	Název prvku	Materiál	Objem 1 ks [m3]	Kusů na sud	Objem na kus sudu [m3]	Objem na všechny kusy [m3/měsíc]	Množství na všechny kusy [ks/měsíc]
1	Dužiny	DB	0,007074	40	0,28296	14,148	2000
2	Obruče	Ocel		6			300
3	Zátka	DB	0,001621062	1	0,001621062	0,08105309	50
4	Kolíky	OR		44			2200
5	Včelí vosk						42,5

### 5.2.3 Celková tří měsíční spotřeba všech materiálů

**Tabulka 8. Tří měsíční spotřeba materiálu pro 100 litrový sud**

	1 měsíc		3 měsíce	
	Objem na všechny kusy [m3/l/měsíc]	Množství na všechny kusy [ks/měsíc]	Objem na všechny kusy [m3/3 měsíce]	Množství na všechny kusy [ks/3 měsíce]
Dužiny	13,14	6000	39,42	18000
Obruče		800		2400
Zátka	0,324212362	200	0,972637086	600
Kolíky		4000		12000
Včelí vosk	80		240	

**Tabulka 9. Tří měsíční spotřeba materiálu pro 200 litrový sud**

	1 měsíc		3 měsíce	
	Objem na všechny kusy [m3/l/měsíc]	Množství na všechny kusy [ks/měsíc]	Objem na všechny kusy [m3/3 měsíce]	Množství na všechny kusy [ks/3 měsíce]
Dužiny	18,3024	6000	54,9072	18000
Obruče		800		2400
Zátka	0,324212362	200	0,972637086	600
Kolíky		4000		12000
Včelí vosk	80		240	

**Tabulka 10. Tří měsíční spotřeba materiálu pro 1000 litrový sud**

	1 měsíc		3 měsíce	
	Objem na všechny kusy [m3/l/měsíc]	Množství na všechny kusy [ks/měsíc]	Objem na všechny kusy [m3/3 měsíce]	Množství na všechny kusy [ks/3 měsíce]
Dužiny	14,148	2000	42,444	6000
Obruče		300		900
Zátka	0,08105309	50	0,08105309	150
Kolíky		2200		6600
Včelí vosk	42,5		127,5	

## 5.2.4 Sumarizace produkce odpadu

**Tabulka 11. Sumární produkce odpadů**

materiál	100 litrový sud			200 litrový sud			1000 litrový sud		
	objem za měsíc	výtěž	odpad	objem za měsíc	výtěž	odpad	objem za měsíc	výtěž	odpad
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>
dřevo	13,14	58,40%	5,46624	18,3024	60,11%	7,301486	14,148	62,64%	5,285873

Tabulka 11 zobrazuje produkci pevných odpadů za jeden měsíc výroby.

## 5.2.5 Potřeba energií pro technologické účely

**Tabulka 12. Potřeba energií pro technologické účely**

typ zařízení	název a výrobce	množství	výkon motoru [kW]
Kolíkovačka	BORING 23 (MAGGI)	1	1,5
CNC srovnávací frézka	GO Automatic stave planer (LEDINEK)	1	15,1
Lis na spárovku	GO Press for heads (LEDINEK)	1	6,7
CNC frézka	GO CNC stave jointing machine (LEDINEK)	1	7,2
Lis na obruče	GO Hoop driver (LEDINEK)	1	11
CNC frézka	GO Automatic barrel crozing machine (LEDINEK)	1	10
Pásová bruska	GO Barrel sanding machine (LEDINEK)	1	6,7
Pásová pila	Scheppach HBS 20 (Scheppach)	1	0,35
děrovač, ohýbač, nýtovač obručí	GO Cuter, hole puncher and riveter	1	9,2
CNC frézka	GO Automatic head profiling machine	1	6
Odsávací systém	FT 504 SF (Bernardo)	9	5,25
Plynový hořák	GS10/M 1/230/50 (RIELLO)	10	0,13
Ventilátor	GlobalIndustrial CD Industrial Internal Orbital Floor Fan (GI)	2	13,3
Robotická ruka	KR 210 R2700 extra (KUKA)	10	7,3
CNC pásová pila	MZ CNC UNIVERSAL MZ PROJECT	1	8,9
celkem potřeba energií [kW]			230,8
celkem potřeba energií + 10% rezerva [kW]			253,88

Tabulka 12 indikuje, kolik elektrické okamžité energie musíme být schopni dodat do sítě k zabezpečení plynulé výroby. Udává se rezerva 10 % kvůli přetížení případně jako rezerva pro rázové namáhání sítě.

---

## 5.2.6 Potřeba odsávání

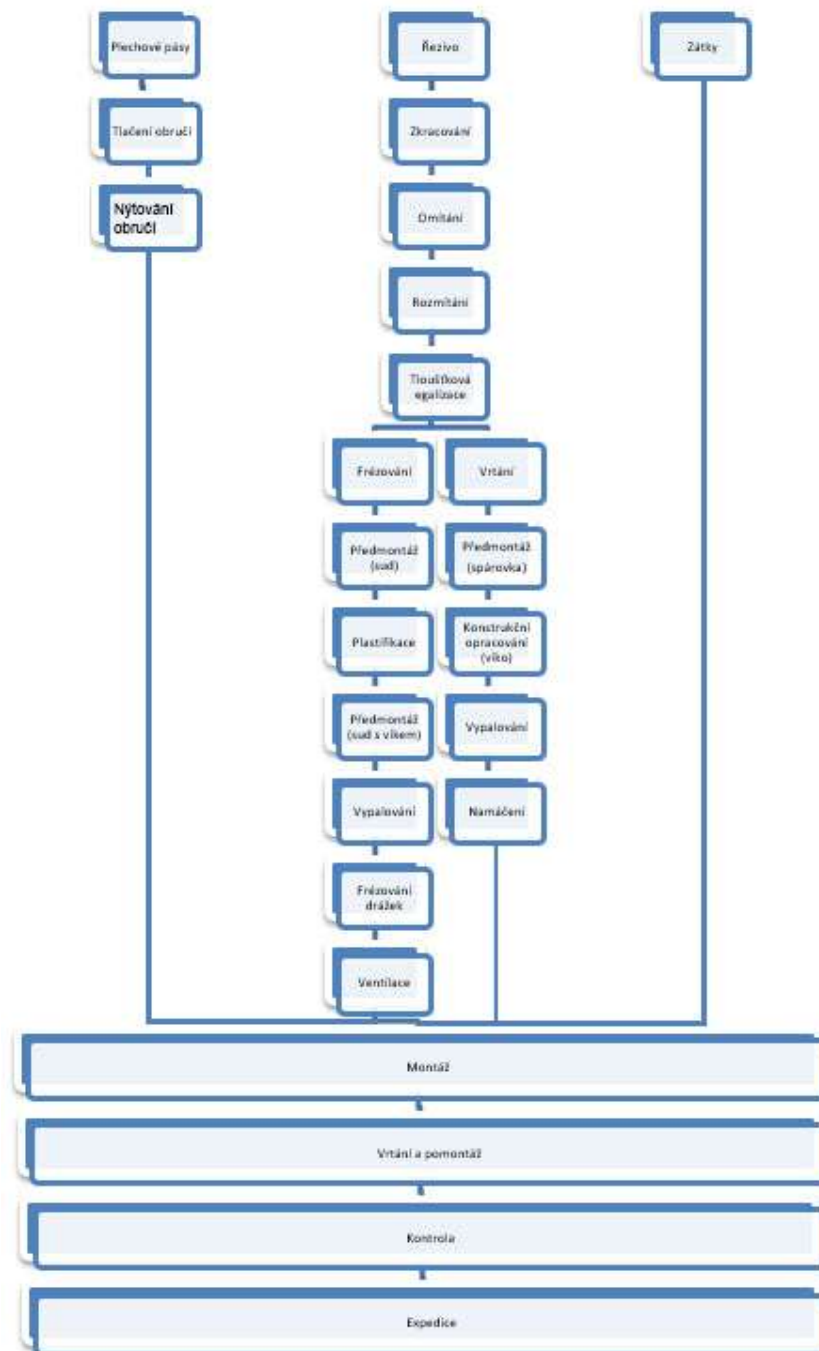
Tabulka 13. Potřeba odsávání

typ zařízení	název a výrobce	Rychlost odsávání [m/sec]
CNC srovnávací frézka	GO Automatic stave planer (LEDINEK)	35
CNC frézka	GO CNC stave jointing machine (LEDINEK)	35
CNC frézka	GO Automatic barrel crozing machine (LEDINEK)	30
Pásová bruska	GO Barrel sanding machine (LEDINEK)	35
CNC frézka	GO Automatic head profiling machine	30
CNC pásová pila	MZ CNC UNIVERSAL MZ PROJECT	35

Tabulka 13 udává rychlost odsávání, která je potřeba zabezpečit pro správné fungování strojních zařízení.

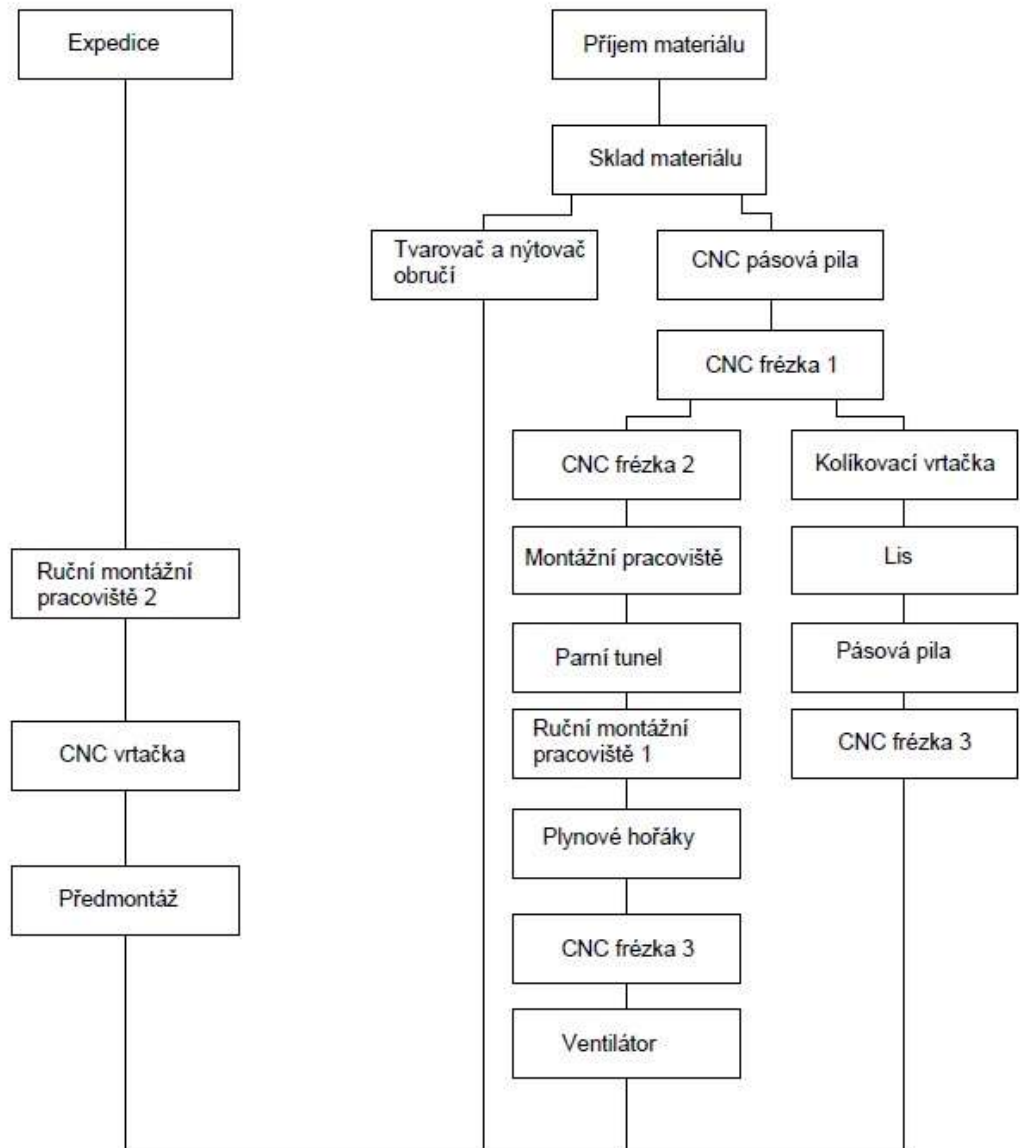
## 5.3 Technologická část

### 5.3.1 Blokové schéma



Obrázek 16. Blokové schéma výroby sudu

### 5.3.2 Topologie výrobního systému



Obrázek 17. Topologie výrobního systému

### 5.3.3 Strojní zařízení

#### 5.3.3.1 Tloušťková egalizace dužin

Tabulka 14. Rozhodovací tabulka, tloušťková egalizace dužin [23, 24]

Dvoustranná frézka	rozmery stroje			max.šířka obrobku	rýchlost posuvu	nožový hřídel	váha	výkon motoru	cena	Specializovaný stroj
	mm					otáčky				
	šířka	výška	délka	mm	m/min	ot./min	kg	kW	KČ	
GO Automatic stave planer	1200	1250	3600	140	Neuvedeno	5000	1350	15,1	Neuvedeno	ANO
TOS FWH 650.2	2500	1600	1800	650	5až25	4500	3980	26	350 000	NE
<b>10</b>	<b>3</b>			<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
GO Automatic stave planer	6			6	0	5	8	3	0	10
TOS FWH 650.2	7			5	5	5	2	8	4	0
										<b>váha</b>
										184
										158

Tabulka 15 popisuje výběr stroje na tloušťkovou egalizaci. Dle uvedeného dosaženého výsledku vyšel vítěz GO Automatic stave planner od firmy LEDINEK. Rozdíl je patrný i přes to, že není uvedena rychlost posuvu a cena z důvodu nedostatku informací. Proto není možné jakýmkoliv způsobem tento stroj z tohoto hlediska hodnotit. V tomto momentě jsme uspěli s požadavkem zadavatele o specializovaný a automatizovaný stroj.



### 5.3.3.2 Kolíkovačka

Tabulka 15. Rozhodovací tabulka, kolíkovačka [25, 26, 27]

Kolíkovačka	rozměry			hmotnost	pracovní tlak	výkon motoru	cena	váha
	výška	šířka	délka					
	mm	mm	mm	kg	bar	kW	Kč	
BORING 23	1200	1000	820	320	6 až 8	1,5	0,00	
SCM STARTECH 29	1250	1632	1230	480	6 až 8	2,2	0,00	
SCM MINIMAX ADVANCE 21	1300	1100	780	320	6 až 8	1,5	0,00	
10	6			4	3	5	0	
BORING 23	6			5	7	7	0	112
SCM STARTECH 29	3			4	7	3	0	70
SCM MINIMAX ADVANCE 21	5			5	7	7	0	106

V oblasti kolíkování nejvíce bodů získala vícevřetenová kolíkovačka BORING 23 od firmy MAGGI. Rozdíl za druhým místem není markantní. Zvítězila jen díky svým menším rozměrům, jinak je parametrově totožná s kolíkovačkou SCM MINIMAX ADVANCE 21 od firmy SCM.

### 5.3.3.3 Lis na spárovku (hlava sudu)

Tabulka 16. Rozhodovací tabulka - lis na spárovku [23, 28, 29]

lis na spárovku	rozměry			rozměry stolu		vyvozování tlaku	lisovací jednotky		Síla tlaku	Specializovaný stroj	cena	
	mm			mm			vert.	horiz.				
	šířka	délka	výška	délka	výška		ks	ks	t	Kč		
LHV	1100	7000	2300	6000	1300	elektrohydraulický agregát	0	6	0,2	NE	130 000 Kč	
STROMAB ST 3500	4350	2000	2300	3500	1200	pneumatika	0	6	0,8	NE	90 000 Kč	
GO Press for heads	1300	1300	2590	Neuvedeno		pneumatika	Neuvedeno		1,6	ANO	Neuvedeno	
BTOZ	1400	4800	2400	3000	2310	hydraulický	2	7	1	NE	54 000 Kč	
10	1			2		3	6		7	10	4	váha
LHV	2			8		5	5		2	0	4	93
GO Press for heads	5			0		5	0		8	10	0	176
STROMAB ST 3500	4			5		5	5		5	0	6	118
BTOZ	7			7		5	8		6	0	9	162

Vítězem v oblasti lisování spárovek u hlav sudů je GO Press for heads od firmy LEDINEK, který vyhrál hlavně díky tomu, že je to specializovaný stroj a navzdory tomu, že ve dvou kategoriích nebyl vůbec hodnocen. V oblastech, kde hodnocen byl, měl výrazně lepší parametry.

### 5.3.3.4 Profilování dužin

Tabulka 17. Rozhodovací tabulka - stroj na profilování dužin [23, 27, 30, 31]

profilování dužin	typ stroje	rozměry			max brusná výška mm	brusný taliř mm	rychlost otáček ot/min	nastavitelnost (dolů/nahoru)	výkon motoru/ ú kW	váha kg	Specializovaný	Teleservis	cena Kč	
		výška	šířka	délka										
		mm	mm	mm										
PROXXON TSG 250/E	kotoučová bruska	330	280	230	135	250	750	45/15	1	28	NE	NE	6 250	
TS 305 Holzmann	kotoučová bruska	Neuvedeno	Neuvedeno	Neuvedeno	175	305	750	45/0	1,1	24	NE	NE	6 090	
GO CNC stave jointing machine	CNC frézka	2250	2450	3700	-	-	9000	-	7,2	3500	ANO	ANO	Neuvedeno	
MINIMAX DG 60	kotoučová bruska	Neuvedeno	700	350	150	600	900	45/0	2,2	200	NE	NE	45 800	
	7	2			4	7	8	6	7	5	10	9	4	váha
PROXXON TSG 250/E	6	5			3	3	7	8	3	2	0	0	9	214
GO CNC stave jointing machine	8	1			0	0	10	0	10	2	10	10	0	352
TS 305 Holzmann	6	2			7	5	7	6	5	2	0	0	9	240
MINIMAX DG 60	6	4			5	9	9	6	8	9	0	0	1	304

Rozhodovací tabulka na stroj na profilování dužin (tvar a průřez) je atypická tím, že se porovnávají stroje různé kategorie. Přehledným vítězem se stal GO CNC stave jointing machine, CNC frézka, od společnosti LEDINEK zejména díky jeho specializaci a napojení na systém „teleservis“, což je software umožňující z centrálního místa tento stroj ovládat a splněním této podmínky jsme splnili požadavek zadavatele na automatizovaný a specializovaný stroj.

### 5.3.3.5 Montážní pracoviště

Tabulka 18. Rozhodovací tabulka - montážní pracoviště [23]

montážní středisko	rozměry			styl práce	specializovaný	výkon	Universální (whisky/víno)	cena	
	mm								
	šířka	délka	výška						
GO Barrel-mantle assembler	1200	550	1500	Manual	ANO	150 (800l)	ANO	Neuvedeno	
GO Automatic barrel-mantle press	2100	2700	3450	Automat	ANO	Neuvedeno	NE	Neuvedeno	
		2		7	9	8	10	5	váha
GO Barrel-mantle assembler		8		2	10	5	10	5	285
GO Automatic barrel-mantle press		5		7	10	0	10	5	274

Obrázek 19 zobrazuje rozhodovací tabulku pro montážní (sestavení) pracoviště pro prvotní sesazení sudu. Na výběr byly dvě možnosti od firmy LEDINEK. Vyhrála alternativa manuálního pracoviště, ale pouze z důvodu neuvedení výkonu za směnu.

### 5.3.3.6 Lis na obruče

Tabulka 19. Rozhodovací tabulka - lis na obruče [23]

lis na obruče	rozměry			maximální rozměry barelu			Síla tlaku	výkon motoru/ů	Specializovaný	Automatizovaný
	mm			mm			t	kW		
	šířka	délka	výška	průměr		výška				
GO Hoop driver	2100	2700	3450	310 (hlavy)	1100 (pupku)	do 1100	15,5	11	ANO	ANO

Rozhodovací tabulka na výběr stroje k lisování a manipulaci s obručemi na barelu je velice atypická tím, že v podmínkách umístění výroby není žádný další výrobce schopný dodat alternativu ke stroji od firmy LEDINEK, Go hoop driver. V tomto případě je malá vypovídající hodnota.

### 5.3.3.7 Barrel crozing machine

Tabulka 20. Rozhodovací tabulka - crozing machine [23]

frézování drážky na víko	rozměry			maximální rozměry barelu			výkon motoru/ů	Specializovaný	
	mm			mm			kW		
	šířka	délka	výška	průměr		výška			
GO Automatic barrel crozing machine	1750	3250	3250	min. 330 (hlavy)		max. 780 (pupku)	580-1000	10	ANO

Obrázek 21 zachycující rozhodovací tabulku pro „barrel crozing machine“, který v Česku nemá ekvivalentní vyjádření, je velice vypovídající hodnotou podobná obrázku 20. Důvod je stejný, je to v takové míře specializovaný stroj, že pouze firma LEDINEK je schopna stroj dodat.

### 5.3.3.8 Opracování povrchu (pásová bruska)

Tabulka 21. Rozhodovací tabulka – pásová bruska [23, 32]

úprava povrchu	rozměry			maximální rozměry barelu		přidavná brusná jednotka	Síla tlaku	výkon motoru/ů	Specializovaný	Automatizovaný	
	mm			mm			kN	kW			
	šířka	délka	výška	délka	šířka						
GO Barrel sanding machine	1200	3670	2610	2050	120	ANO	0,5-1,1	6,7	ANO	ANO	
Proma BPK-2075/400	700	400	1130	2000	75	NE	bez tlaku	3	NE	NE	
	2			6	7	5	1	3	10	9	váha
GO Barrel-mantle assembler	2			7	8	10	10	8	10	10	376
Proma BPK-2075/400	7			6	5	0	0	3	0	0	94

Z rozhodovací tabulky týkající se opracování povrchu finálního sudu vyšla vítězně CNC pásová bruska od firmy LEDINEK zejména díky svým možnostem automatizace a používání tlaku při vlastní činnosti.

### 5.3.3.9 Pásová pila

Tabulka 22. Rozhodovací tabulka – pásová pila

pásová pila	rozmery stroje			max. řezná šířka	řezná rychlost	hmotnost	příkon	cena
	mm			mm	m/min	kg	kW	KČ
	šířka	výška	délka					
HBS 251	420	880	330	245	1490	32	0,25	6900
Scheppach HBS 20	270	710	360	200	700	20	0,35	3790
	3			4	5	1	9	8
HBS 251	6			6	9	4	5	2
Scheppach HBS 20	7			5	5	6	8	6
								váha
								152
								192

Navzdory požadavkům zadavatele o automatizované stroje součástí rozhodovací tabulky na obrázku 23 jsou pouze manuálně obsluhované stroje. Důvod je vysoká produktivita manuálních pracovišť tohoto typu, kdy u automatizovaných pracovišť vznikají černá místa vlivem složité manipulace mezioperační. Vítězem se stala pásová pila od firmy BOUKAL Scheppach HBS 20 zejména díky vysokému okamžitému příkonu a nízké ceně.

### 5.3.3.10 Stroj na obruče

Tabulka 23. Rozhodovací tabulka – stroj na obruče [23]

tvorba obručí	typ stroje	rozměry			potřebná další operace	příkon motoru	
		výška	šířka	délka			
		mm	mm	mm			
GO Hoop splaying machine	ohýbač obručí	1350	850	1300	ANO	3	
GO Riveter for hoops	nýtovač obručí	1820	1000	1820	ANO	2,2	
GO Cuter, hole puncher and riveter	děrovač, ohýbač, nýtovač obručí	1820	1400	3720	NE	9,2	
	9	2			10	7	váha
GO Hoop splaying machine	5	7			0	5	94
GO Riveter for hoops	5	4			0	3	74
GO Cuter, hole puncher and riveter	7	2			10	9	230

Co se týče stroje na tvorbu obručí rozhodovalo se mezi stroji z portfolia firmy LEDINEK. Vítězem se stal GO Cuter, hole puncher and riveter právě díky tomu, že tento stroj obsahuje všechny moduly potřebné k vyrobení obruče na sudy, řezač, děrovač a nýtovač.

Tabulka 24. Rozhodovací tabulka – profilování hlav

profilování hlav	rozměry			otáčky vřetene	průměr vřetene	výkon motoru	Specializovaný
	mm				mm	kW	
	šířka	délka	výška				
GO Automatic head profiling machine	1900	1900	2000	7800	40	6	ANO

Ohledně profilování hlav je opět problém najít soupeře ke stroji z portfolia firmy LEDINEK vzhledem ke konstrukčnímu opracování hlavy.



### 5.3.3.11 Odsávací systém

Tabulka 25. Rozhodovací tabulka – odsávací systém [33, 34, 35]

odsávací systém	rozměry			hmotnost	průměr sací trubice	sací kapacita	
	výška	šířka	délka				
	mm	mm	mm				
FT 504 SF	2700	2800	700	105	300	8900	
Laguna C Flux 3hp	2032	686	1170	169	350	4786	
TurboCone Dust Collector, PM1900TX-CK3	1143	584	1168	119	390	3028	
	2			4	7	8	váha
FT 504 SF	2			8	8	9	164
Laguna C Flux 3hp	4			5	5	7	119
TurboCone Dust Collector, PM1900TX-CK3	7			7	4	5	110

Co se týče problematiky odsávání zvítězil jednoznačně FT 504 SF od firmy BERNANDO z důvodu, že průměr sací trubice je 300 mm a tento průměr používají všechny stroje určeny pro tento výrobní systém pro odsávání odpadu.

### 5.3.3.12 Plynové hořáky

Tabulka 26. Rozhodovací tabulka – plynové hořáky [36, 37]

plynové hořáky	rozměry			napětový zdroj	nastavitelný oheň	tepelný výstup	spotřeba plynu	spotřeba el. energie	napojitelný do PC	
	výška	šířka	délka			kW	Nm <sup>3</sup> /h	kW		
	mm	mm	mm	V						
GAS 3 P/M 1/210/60	397	585	775	210	ANO	42-105	13-34	0,4	NE	
GS10/M 1/230/50	262	488	467	230	ANO	130-340	4,2-10,5	0,13	ANO	
	2			8	4	8	6	5	9	váha
GAS 3 P/M 1/210/60	5			0	10	5	4	5	0	139
GS10/M 1/230/50	5			10	10	8	7	7	10	361

Z obrázku 27 je patrné, že při vypalování vnitřku sudu se bude používat plynový hořák GS10/M 1/230/50 od firmy RIELLO BURNERS. Jeho portfoliový kolega neměl takové parametrické požadavky, které by se slučovali s požadavky zadavatele, zejména napojení do ETHERNET sítě a následná regulace plamene skrze PC.

### 5.3.3.13 Ventilátory

Tabulka 27. Rozhodovací tabulka – ventilátory [38, 39]

ventilátory	rozměry	otáčky	okamžitý příkon	napěťový zdroj	přenosný	napojitelný do PC	
	průměr						
	mm	RPM	kW	V			
AirFlo Panel Explosion 41000 CFM 3 Phase N948L-K-3-E	46	1315	8,2	120	ANO	NE	
GlobalIndustrial CD Industrial Internal Orbital Floor Fan	122	1140	13,3	230	NE	NE	
	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>váha</b>
AirFlo Panel Explosion 41000 CFM 3 Phase N948L-K-3-E	5	7	8	0	8	0	124
GlobalIndustrial CD Industrial Internal Orbital Floor Fan	5	5	4	10	0	0	140

U ventilátorů byl hlavní parametr napojení do ETHERNET sítě, který nemá ani jeden z uvedených ventilátorů a ze sběru dat vyplývá, že není žádný výrobce, tuzemský ani zahraniční, který by průmyslové automatizované ventilátory do České republiky dodával.

### 5.3.3.14 CNC pásové pily

Tabulka 28. Rozhodovací tabulka – CNC pásové pily [40, 41]

CNC pásové pily	rozměry			napětový zdroj	počet os	napojitelný do informační sítě	maximální šířka obrobku	ovládání	odvod odpadů	
	délka	šířka	výška							
	mm			V			mm			
BACCI ATLANTIS	3250	1500	2010	230	6	NE	500	semiautomatické	ručně	
MZ CNC UNIVERSAL MZ PROJECT	3650	1705	2030	230	6	ANO	1000	automatické	automatizované přes podavače	
	2			3	6	9	8	7	5	
BACCI ATLANTIS	6			10	10	0	6	5	5	
MZ CNC UNIVERSAL MZ PROJECT	4			10	10	10	9	10	10	
										váha
										210
										380

Pro pořez dříví na výrobu dužin bude využita CNC pásová pila MZ CNC UNIVERSAL od firmy MZ PROJECT, která splňuje v maximální možné míře požadavky zadavatele, což je vysoká míra automatizace.

### 5.3.4 Normy času

Normy času udávají časové vyjádření náročnosti na výrobu. Na základě rozborové metody se jednotlivé technologické procesy rozdělili na technologické a netechnologické operace, časově se vyjádřili a po sečtení jednotlivých hodnot vyjde časová náročnost na výrobu daného výrobku.

Jednotlivé normy času pro dané výrobky jsou součástí příloh.

Výsledné normy času pro jednotlivé výrobky:

- Sud 100 l–3163 sekund,
- Sud 200 l–3193 sekund,
- Sud 500 l-3228 sekund.

### 5.3.5 Produktivní čas za měsíc

Tabulka 29. Produktivní čas pracovišť za měsíc

	čas za směnu	obecně nutné přestávky	podmínečně nutné přestávky (15%)	rezerva (10%)	produktivní čas za směnu	produktivní čas za měsíc
	min	min	min	min	min	min
Krácení, omitání, rozmitání	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Tloušťková egalizace	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Vrtání	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Frézování	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Kolikování	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Lisování	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Okružování	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Vypalování vík	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Namáčení	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Předmontáž	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Plastifikace	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Předmontáž	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Vypalování sudů	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Frézování	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Ventilace	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Montáž	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Pomontáž	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Úprava povrchu	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Vrtání	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Kontrola	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25
Expedice	480	45	65,25	43,5	326,25	5807,25

Tabulka 14 ukazuje, kolik minut za měsíc jednotlivá pracoviště vykonávají svou technologickou činnost. Při výpočtu se vycházelo ze statických hodnot stejných pro všechny stroje i když při výsledné implementaci výrobního systému se mohou, zvláště podmínečně nutné přestávky, lišit.

### 5.3.6 Vytíženost výrobního systému a jeho částí

Na základě výpočtu celkového produktivního času za měsíc jednotlivých stanovišť lze vypočítat jejich vytíženost.

Tabulka 30. Vytíženost částí výrobního systému

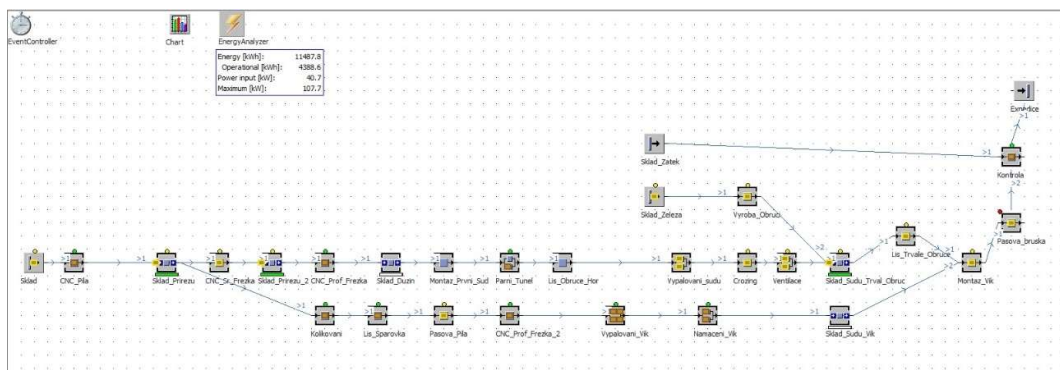
	čas na výrobu 200 sudů	čas k výrobě 200 sudů	čas k výrobě 100 sudů	čas celkem na všechny výrobky	produktivní čas za měsíc	vytíženost
	min	min	min	min	min	%
Krácení, omitání, rozmitání	120,00	126,00	65,00	311,00	5807,25	5,36%
Tloušťková egalizace	266,67	293,33	173,33	733,33	5807,25	12,63%
Vrtání	266,67	293,33	156,67	716,67	5807,25	12,34%
Frézování	1800,00	1813,33	916,67	4530,00	5807,25	78,01%
Kolikování	266,67	293,33	156,67	716,67	5807,25	12,34%
Lisování	83,33	83,33	41,67	208,33	5807,25	3,59%
Okružování	306,67	306,67	153,33	766,67	5807,25	13,20%
Vypalování vík	2000,00	2000,00	1000,00	5000,00	5807,25	86,10%
Namáčení	500,00	500,00	250,00	1250,00	5807,25	21,52%
Předmontáž	150,00	150,00	75,00	375,00	5807,25	6,46%
Plastifikace	3066,67	3066,67	1533,33	7666,67	5807,25	132,02%
Předmontáž	76,67	76,67	38,33	191,67	5807,25	3,30%
Vypalování sudů	866,67	866,67	433,33	2166,67	5807,25	37,31%
Frézování	133,33	133,33	66,67	333,33	5807,25	5,74%
Ventilace	46,67	46,67	23,33	116,67	5807,25	2,01%
Montáž	80,00	80,00	40,00	200,00	5807,25	3,44%
Pomontáž	46,67	46,67	23,33	116,67	5807,25	2,01%
Úprava povrchu	250,00	250,00	125,00	625,00	5807,25	10,76%
Vrtání	50,00	50,00	25,00	125,00	5807,25	2,15%
Kontrola	83,33	83,33	41,67	208,33	5807,25	3,59%
Expedice	83,33	83,33	41,67	208,33	5807,25	3,59%

Tabulka 30 zobrazuje vytíženost částí výrobního systému. Je vidět, že výsledky jsou alarmující. Dle [5] a [11] by měla být v intervalu od 0,7 do 1. Toto kritérium splňují dvě pracoviště z dvaceti jedné.

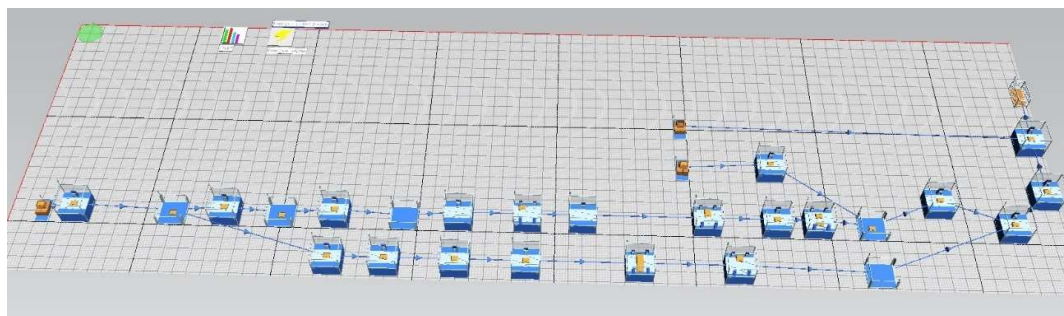
### 5.3.7 Výkres technologického projektu

Vlastní výkres je obsažen v přílohách, respektive Příloha 4.

## 5.4 Simulace



Obrázek 18. Výstup ze simulačního programu - 2D



Obrázek 19. Výstup ze simulačního programu - 3D

Na obrázcích 18 a 19 je vidět technologické schéma výroby dle postupů popsáné v metodice.

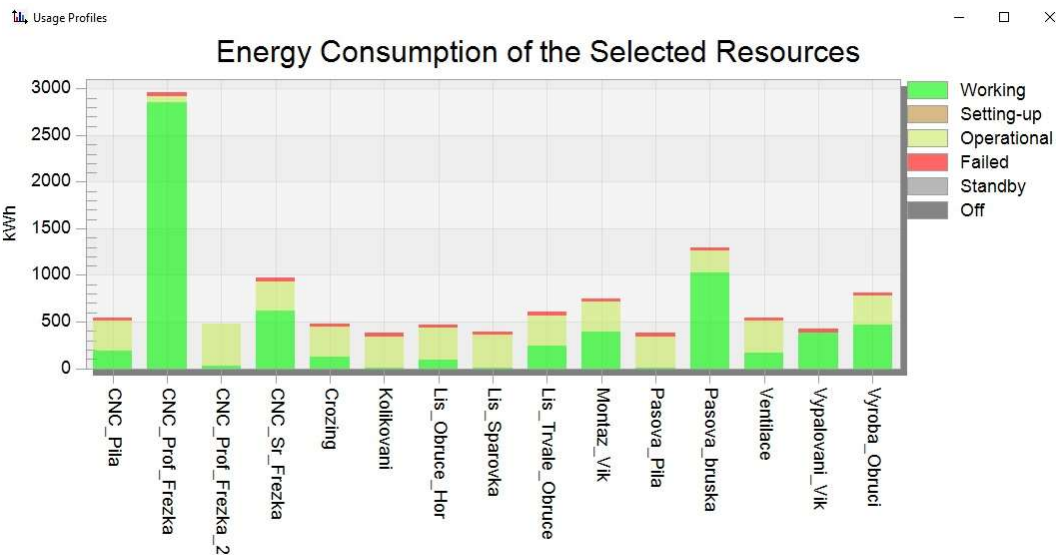
Simulation time: 19:06:57:36.0000

Cumulated Statistics of the Parts which the Drain Deleted

Object	Name	Mean Life Time	Throughput	TPH	Production	Transport	Storage	Value added	Portion
Expedice	Entity	12:27.3215	62039	134	90.08%	0.00%	9.92%	24.46%	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, red);"></div>

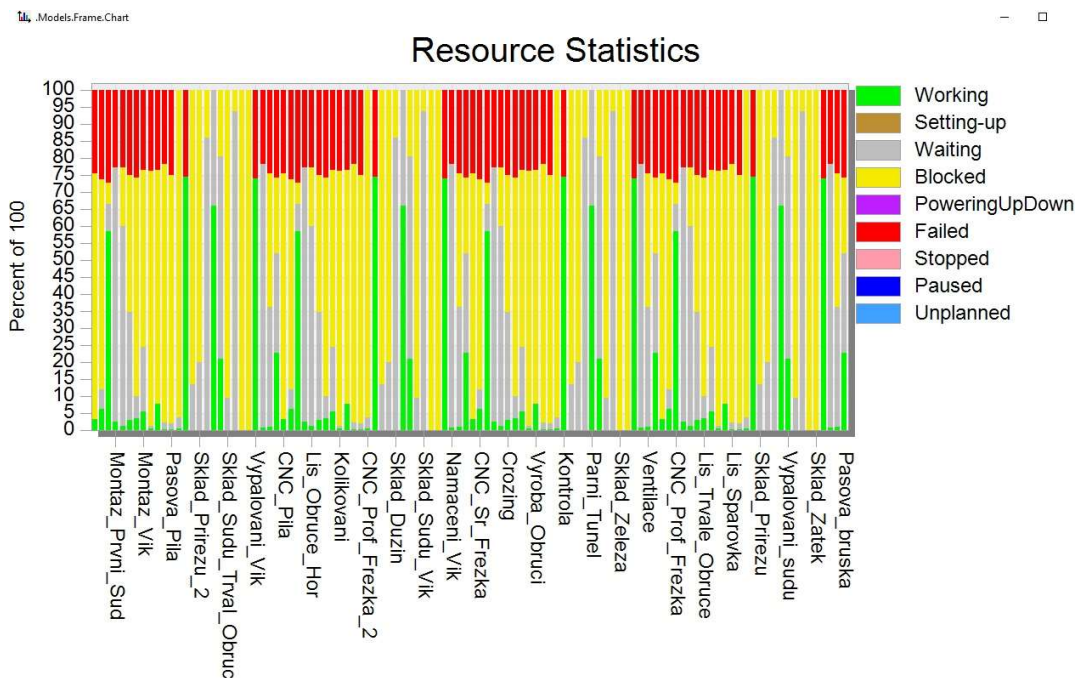
Obrázek 20. Výstup ze simulačního programu - čas a průchody

Obrázek 20 popisuje za čas simulace, tj. jeden pracovní měsíc vypočítaný dle výpočtů uvedených v metodice, ukazuje počet operací za měsíc (čtvrtý sloupec zleva – Throughput) a sloupec produkce celého výrobního systému (šestý sloupec zleva – Production). Všechny tyto informace se váží k objektu „Drain“, což je interpretace expedice.



Obrázek 21. Výstup ze simulačního programu – energie

Obrázek 21 zachycuje spotřebu energií v průběhu výroby energie. Nejvíce energie spotřebuje CNC profilovací frézka na profilování dužin (druhý sloupec zleva). Je to z důvodu vysokého výkonu motoru, vysoké produktivity a relativně vysoké poruchovosti (27 %) v rámci provedené simulace.

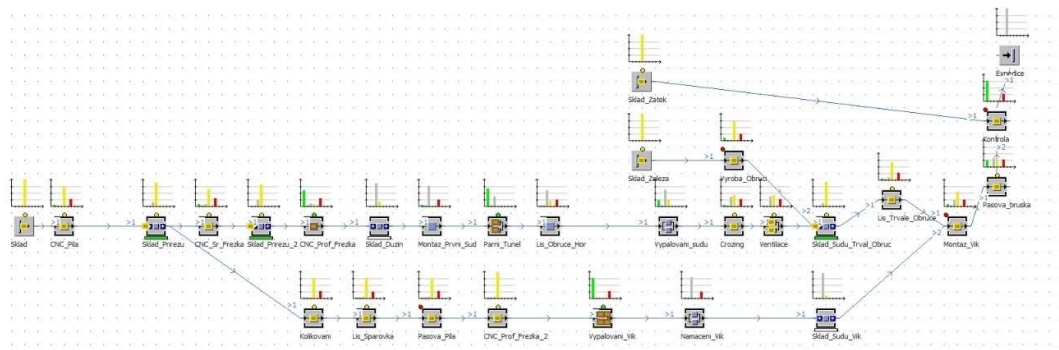


Obrázek 22. Výstup ze simulačního programu, využitost

Obrázek 22 zachycuje využitost jednotlivých částí výrobního systému. Tento graf zachycuje všechny fáze výroby daného pracoviště a rozdělil je do částí, kdy stroj pracuje



(zelená barva), připravuje se na práci (hnědá), čeká na materiál/instrukce (šedivá), je blokován z důvodu, že následující pracoviště/stroj vykonává práci nebo nemá volný vstup, fialová barva indikuje stav zapnutí a vypnutí, červená barva zobrazuje stav neúspěchu, je to typ diskrétní události, kdy strojům byla nastavena pevná hranice pro stav poruchovosti. Růžová je stav, kdy stroj je zastaven, modrá vypnut a světle modrá je, když stroj není zapojen do technologického procesu z důvodu absence vazeb.



**Obrázek 23. Výstup ze simulačního programu – bottleneck**

BottleneckAnalyzer, který je zobrazován obrázkem 23, dokáže graficky vyjádřit, jakým způsobem materiál prochází výrobním systémem. Barvy jsou obdobné, zelená značí, že materiál prochází bez problémů, červená značí, že materiál vlivem neúspěšné výroby je ztracen, žlutá znamená, že průchod materiálu je blokován a šedivá značí, že daný prvek na materiál čeká.

Sorted according to the sum of working time, set-up time, failure time and pause time

string	object 1	real 2	real 3	real 4	real 5	real 6	real 7	real 8	real 9	real 10
	resource	working	set-up	waiting	blocked	poweringUpDown	disrupted	stopped	pause	sortCriteria
1	root.Kontrola	74.45	0.00	0.00	0.00	0.00	25.55	0.00	0.00	100.00
2	root.Vypalovani_Vik	73.90	0.00	0.02	0.05	0.00	26.03	0.00	0.00	99.93
3	root.CNC_Prof_Frezka	58.31	0.00	8.09	6.13	0.00	27.47	0.00	0.00	85.79
4	root.Parni_Tunel	65.80	0.00	34.11	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	65.80
5	root.Pasova_bruska	22.62	0.00	29.14	22.41	0.00	25.83	0.00	0.00	48.45
6	root.CNC_Sr_Frezka	6.07	0.00	5.72	61.91	0.00	26.30	0.00	0.00	32.37
7	root.Vyroba_Obruci	7.53	0.00	0.00	68.92	0.00	23.55	0.00	0.00	31.08
8	root.Lis_Trvale_Obruce	3.30	0.00	6.45	64.38	0.00	25.87	0.00	0.00	29.17
9	root.Montaz_Vik	5.28	0.00	19.10	52.03	0.00	23.59	0.00	0.00	28.87
10	root.Crozing	2.91	0.00	31.82	40.18	0.00	25.09	0.00	0.00	28.00
11	root.CNC_Pila	3.06	0.00	0.00	72.39	0.00	24.55	0.00	0.00	27.61
12	root.Ventilace	0.93	0.00	35.31	39.08	0.00	24.68	0.00	0.00	25.61
13	root.Pasova_Pila	0.10	0.00	1.79	72.96	0.00	25.15	0.00	0.00	25.25
14	root.Montaz_Prvi_Sud	2.33	0.00	74.67	0.10	0.00	22.90	0.00	0.00	25.24
15	root.Kolkovani	0.46	0.00	0.66	74.92	0.00	23.96	0.00	0.00	24.43
16	root.Lis_Obruce_Hor	1.16	0.00	58.71	17.15	0.00	22.98	0.00	0.00	24.14
17	root.Namaceni_Vik	0.67	0.00	77.34	0.00	0.00	21.99	0.00	0.00	22.66
18	root.Lis_Sparovka	0.16	0.00	1.97	76.01	0.00	21.86	0.00	0.00	22.01
19	root.Vypalovani_sudu	20.75	0.00	59.50	19.74	0.00	0.00	0.00	0.00	20.76
20	root.CNC_Prof_Frezka_2	0.38	0.00	3.30	96.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38
21	root.Sklad	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	root.Sklad_Prizeu	0.00	0.00	13.41	86.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	root.Sklad_Prizeu_2	0.00	0.00	19.97	80.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	root.Sklad_Duzin	0.00	0.00	85.81	14.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	root.Sklad_Sudu_Trval_Obruc	0.00	0.00	9.42	90.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	root.Sklad_Sudu_Vik	0.00	0.00	93.51	6.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	root.Expedice	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	root.Sklad_Zeleza	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	root.Sklad_Zatek	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30										
31										
32										
33										

**Obrázek 24. Výstup ze simulačního programu - produktivita číselně**

BottleneckAnalyzer v závislosti na provedené simulaci dokáže formou tabulky zobrazit i vytížení výrobního systému, sloupec 2 – working a seřadit je.

---

## 6 Závěr

Cílem bylo navrhnout výrobu masivních dubových sudů ve třech základních velikostech v základním množství měsíčně. Jediným úskalím by byla plastifikace sudů v parním tunelu, kde jeho vytíženost byla 136 %. Řešením by bylo plastifikovat větší množství sudů najednou – rozšířit plastifikační tunel nebo vyměnit technologii plastifikace z horké páry na například mikrovlnnou. V případě ostatních částí výrobního systému je vytíženost řádově, až na dvě výjimky, pod padesát procent, což značí o nedostatečném využití jednotlivých strojních zařízení, tudíž větší množství vyrobených sudů měsíčně není překážkou.

Požadavek zadavatele o dodržení výrobní technologie z hlediska vypalování sudů byl splněn, sudy se vypalují plynovými hořáky. Z hlediska absence spojovacích prostředků je požadavek splněn, absence spojovacích prostředků je zaručena opracováním dužin do specifického tvaru.

Výběr strojních zařízení proběhl na základě poskytnutých informací výrobcem. Do rozhodovacího procesu nebyly zařazeny stroje, u kterých nebyla k dispozici žádná relevantní data nebo data nešla dohledat. Následná selekce strojů proběhla dle požadavků zadavatele o co nejspecializovanější výrobu možnou, velký důraz byl na provázanost jednotlivých strojů mezi sebou. Nepodařilo se splnit úplnou automatizaci výrobního procesu. Důvodem bylo, že nasazení robotické paže místo zaměstnance nebylo možné vlivem charakteru práce (ruční montáž), případně nasazení robotické paže by drastickým způsobem snížilo produktivitu.

Ověření pomocí simulace nebylo úspěšné. Simulace nevykazovala stejné chování jako vykazoval výrobní systém po výpočtech. Důvodem je, že jednotlivé stroje byly nastaveny sumárně v rámci diskrétní události „Neúspěch“ a nastaven velký čas oprav a následná simulace, která tuto diskrétní událost podrobuje generátoru náhodných čísel, výsledky simulace a výpočtů se liší.

V otázce řešení materiálového toku je materiálový tok načrtnut ve výkresu technologického projektu a jeho dopady jsou pomocí nástroje BottleneckAnalyzer v simulačním programu zobrazeny.

---

## 7 Seznam použité literatury

[1] GAFF, Milan, Miroslav GAŠPARÍK a Ján HAJABAČ. *Základy projektování výroby nábytku*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2577-7.

[2] SMITH, Nigel J. *Engineering project management*. 2nd ed. Ames, IA: Blackwell Science, c2002. ISBN 0-632-05737-8.

[3] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. *Projektování výrobních systémů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.

[4] MILO, Peter. *Technologické projektovanie v praxi*. 2., dopl. vyd. Bratislava: Alfa, 1990. Edícia strojárскеj literatúry (Alfa).

[5] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.

[6] GAFF, Milan, Miroslav GAŠPARÍK a Ján HAJABAČ. *Základy projektování výroby nábytku*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2578-4.

[7] VIGNER, Miloslav, Mirko KRÁL a Antonín ZELENKA. *Metodika projektování výrobních procesů*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1984.

[8] Kühn, W., 2006. "Digital Factory – Simulation Enhancing Product and Production Engineering Process", Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference, p. 1899.

[9] MATÚŠOVÁ, Miriam. *Aplikácia simulačných metód pri projektovaní výrobného systému*. V Bratislave: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2015. Edícia monografií (Slovenská technická univerzita). ISBN 978-80-227-4487-4.

[10] KOŠTURIAK, J.; GREGOR, M.; MATUSZEK, J.; MIČIETA, B. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. Storočie*. 1. Vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline v EDIS, 2000. 406 s. ISBN 80-7100-553-3.

[11] ALEXA, Bohuslav. *Projektování výrobních systémů*. 2. vyd. Brno: VUT, 1982.

[12] TOLNAY, Marián, Juraj SMRČEK a Michal BACHRATÝ. *Prevádzka výrobných systémov*. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2012. Edícia skript. ISBN 978-80-227-3709-8.

[13] KOVÁČ, Milan – KOVÁČ, Jozef: *Inovačné projektovanie výrobných procesov a systémov*. 1. vyd., Košice: TU, 2011, 320 s., ISBN 978-80-553-0805-0.

---

[14] *Výrobní systémy dnes a zítra: ročník mezinárodní konference: Liberec: sborník příspěvků.* V Liberci: Technická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7494-024-8.

[15] KUTIŠ, Vladimír. *Základy modelovania a simulácie.* V Bratislave: Slovenská technická univerzita, 2010. Edícia skript. ISBN 9788022733458.

[16] HORVÁTH, Mário. *Racionalizácia výroby plastových dielov -- optimalizácia priestorového rozmiestnenia výroby.* Bratislava, 2010. Diplomová práce. Slovenská technická univerzita v Bratislave.

[17] W. Kuhn, "Digital Factory - Simulation Enhancing the Product and Production Engineering Process," *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, Monterey, CA, 2006, pp. 1899-1906.  
doi: 10.1109/WSC.2006.322972

[18] KIKOLSKI, Mateusz. Study of Production Scenarios with the Use of Simulation Models. *Procedia Engineering*, 2017, vol. 182, s. 321-328, ISSN: 1877-7058

[19] BAKO, Bronislav.; BOŽEK Pavol. Trends in Simulation and Planning of Manufacturing Companies. *Procedia Engineering*, 2016, vol. 149, s. 571-575, ISSN: 1877-7058

---

## Internetové zdroje

[20] *Projektový management* [online]. Tursko: Komora projektových manažerů. [cit. 21.01.2018]. Dostupné z: <https://www.komorapm.cz/projektovy-management/>

[21] Siemens: *Tecnomatix Plant Simulation*. Simulate, visualize, analyze and optimize production systems and logistics processes [online]. USA. [cit. 08.04.2018]. Dostupné z: <https://www.plm.automation.siemens.com/en/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/material-flow/plant-simulation.shtml#>

[22] KLIMENT, Marek a TREBUŇA, Peter. *Prínosy softvérového portfólia tecnomatix, jeho moduly a súčasti využívané pri modelovaní a simulovaní podnikových procesov a ich optimalizácii*. Transfer inovácií [online]. Košice: Ústav technológií a manažmentu Strojníckej fakulty Technickej univerzity v Košiciach, 25/2016, 158-160 [cit. 08.04.2018]. 1337-7094. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/>

[23] Ledinek. Range GO - OVERVIEW OF MAIN EQUIPMENT [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: <https://www.ledinek.com/>

[24]. TOS Svitavy, a.s., Nový frézovací stroj FWH 650 [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: <http://www.tossvitavy.com/index.php/o-nas/8-drevoobrabeci-stroje/57-spolecnost-tos-svitavy-a-s-uvecte-na-trh-novy-frezovaci-stroj-fwh-650>

[25] Dobréstroje. KOLÍKOVAČKA MAGGI BORING 23 [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: <https://www.dobrestroje.cz/dobrestroje/eshop/0/0/5/655-KOLIKOVACKA-MAGGI-BORING-23>

[26] CARBE. Kolíkovačka SCM STARTECH 29 [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: <http://www.drevoobrabeci-stroje-carbe.cz/Truhlarske-stolarske-stroje/POUZITE-STROJE-BAZAR/Kolikovacky-Dlabacky/Kolikovacka-SCM-STARTECH-29>

[27] CARBE. Kolíkovačka SCM MINIMAX ADVANCE 21 [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: <http://www.drevoobrabeci-stroje-carbe.cz/Truhlarske-stolarske-stroje/NOVE-STROJE/Kolikovacky-Dlabacky/Kolikovacka-SCM-MINIMAX-ADVANCE-21>

---

[28] LISY-DVOŘÁK, s.r.o. LHV [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: <http://www.lisy-dvorak.cz/lhv.html>

[29] Höchsmann GmbH. STROMAB ST 3500 [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: [https://www.hoechsmann.com/en/lexikon/8690/stromab\\_st\\_3500](https://www.hoechsmann.com/en/lexikon/8690/stromab_st_3500)

[30] PROXXON. Disc sander TSG 250/E [online]. 2018. [cit. 13.3.2018]. Dostupné z WWW: <https://www.proxxon.com/en/micromot/28060.php>

[31] HOLZMANN ZIPPER.CZ. Čelní bruska Holzmann TS 305 [online]. 2018. Dostupné z WWW: <http://www.holzmann-zipper.cz/celni-bruska-holzmann-ts-305->

[32] BOUKAL. Pásová bruska na dřevo Proma BPK-2075/400 [online]. 2018. Dostupné z WWW: <https://shop.boukal.cz/drevoobrabeci-stroje/pasova-bruska-na-drevo-proma-bpk-2075-400/>

[33] Woodcraft. TurboCone Dust Collector, 3HP 3PH 230/460V, 2-Micron Canister Kit, Model PM1900TX-CK3 [online]. Dostupné z WWW: <https://www.woodcraft.com/products/powermatic-turbocone-dust-collector-3hp-3ph-230-460v-2-micron-canister-kit-model-pm1900tx-ck3?via=573621bd69702d0676000002%2C576455d369702d2f2f0013a2%2C5764562369702d3c42000be9>

[34] Rockler. Laguna C|Flux 3hp 1-Micron Cyclone Dust Collector [online]. Dostupné z WWW: <http://www.rockler.com/laguna-c-flux-3hp-1-micron-cyclone-dust-collector>

[35] Bernardo. FT 504 SF [online]. 2018. Dostupné z WWW: <http://www.bernardo.at/shop/en/ft-504-sf.html>

[36] Riello. GAS 4 P/M [online]. 2018. Dostupné z WWW: <http://www.rielloburners.co.uk/products/gas-burners/modulating/gas-pm-series/3753421>

[37] Riello. RIELLO 40 GS10M [online]. 2018. Dostupné z WWW: <http://www.rielloburners.co.uk/products/gas-burners/modulating/riello-40-gsm-series/20066426>

[38] IndustrialFansDirect.com. AirFlo Panel Explosion Proof Exhaust Fan 48 inch 41000 CFM 3 Phase N948L-K-3-E [online]. 2018. Dostupné z WWW: <https://www.industrialfansdirect.com/products/n948l-k-3-e>

---

[39] GlobalIndustrial. CD Industrial 18 Inch Internal Orbital Floor Fan 1/40HP 3,980CFM [online]. 2018. Dostupné z WWW: <https://www.globalindustrial.com/p/hvac/fans/blower/cd-industrial-18-internal-orbital-floor-fan-1-40hp-3-980cfm>

[40] BACCI. ATLANTIS [online]. 2018. Dostupné z WWW: <http://www.bacci.com/en/products/atlantis/>

[41] MZ Project. CNC UNIVERSAL – CNC band sawing centers [online]. 2018. Dostupné z WWW: <https://www.mzproject.com/index.php/prodotti/cnc-universal-seghe-a-nastro-cnc/?lang=en>



---

## 8 Přílohy

### 8.1 Seznam příloh:

1. Normy času na 100 litrový sud,
2. Normy času na 200 litrový sud,
3. Normy času na 500 litrový sud,
4. Technologický výkres
5. Videozáznam ze simulačního programu zachycující simulaci ve 2 D
6. Videozáznam ze simulačního programu zachycující simulaci ve 3 D
7. Soubor ve formátu \*.spp ze simulačního programu
8. Výkres 100 litrového sudu
9. Výkres 200 litrového sudu
10. Výkres 500 litrového sudu

## Příloha 1. Normy času na 100 litrový sud

Tabulka 31. Normy času na 100 litrový sud

Spotřeba času na jednotlivé operace					Krácení, omitání, rozmitání		Tloušťková egalizace		Vrtání		Frézování		Kolíkování		Lisování		Okružování		Vypalování vik		Namáčení		Předmontáž		Plastifikace		Předmontáž			
					Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (min)	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní	Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (min)	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní	Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (min)	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní
Součástka/dílec	Tloušťka (mm)	Šířka (mm)	Délka (mm)	Počet kusů																										
Sud				1																										
Víko	20			1											15	10	47	45	450	150	75	75			20	25	900	20	10	13
Dužina	20	71,4	596,8	20			40	40	40	40	500	40	40																	
Řezivo	20																													
Celkový produktivní čas (s)					21	15																								
Celkový neproduktivní čas (s)							40,0		40,0		500,0		40,0		15,0		47,0		450,0		75,0		20,0		900,0		10,0			
Celkový produktivní čas (s)						15,0		40,0		40,0		40,0		10,0		45,0		150,0		75,0		25,0		20,0		20,0		13,0		
Celkový produktivní čas (s)					2534,0																									
Celkový neproduktivní čas (s)					624,0																									

Tabulka 32. Normy času na 100 litrový sud (část 2)

Vypalování sudů		Frézování		Ventilace		Výroba obručí		Montáž		Pomontáž		Úprava povrchu		Vrtání		Kontrola		Expedice	
Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (min)	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní	Produktivní (s)	Neproduktivní (s)	Produktivní (min)	Neproduktivní	Produktivní (min)	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní	Produktivní	Neproduktivní
						75	50												
240	20	25	15	8	6			14	10	9	5	60	15	5	10	15	10	5	20
240,0		25,0		8,0		75,0		14,0		9,0		60,0		5,0		15,0		5,0	
	20,0		15,0		6,0		50,0		10,0		5,0		15,0		10,0		10,0		20,0

## Příloha 2. Normy času na 200 litrový sud

Tabulka 33. Normy času na 200 litrový sud

Spotřeba času na jednotlivé operace					Krácení, oмитání, rozmitání		Tloušťková egalizace		Vrtání		Frézování		Koilkování		Lisování		Okružování		Vypalování vík		Namáčení		Předmontáž		Plastifikace		Předmontáž	
					Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)
Součástka/dílec	Tloušťka (mm)	Šířka (mm)	Délka (mm)	Počet kusů																								
Sud				1																								
Víko	20			1											15	10	47	45	450	150	75	75						
Dužina	20	76,8	752,5	20			44	44	44	44	500	44	44	44														
Řezivo	20				22,8	15																						
Celkový produktivní čas (s)					22,8		44,0		44,0		500,0		44,0		15,0		47,0		450,0		75,0		20,0		900,0		10,0	
Celkový neproduktivní čas (s)						15,0		44,0		44,0		44,0		44,0		10,0		45,0		150,0		75,0		25,0		20,0		13,0
Celkový produktivní čas (s)					2547,8 sekund																							
Celkový neproduktivní čas (s)					620,0 sekund																							

Tabulka 34. Normy času na 200 litrový sud (část 2)

Vypalování sudů		Frézování		Ventilace		Výroba obručí		Montáž		Pomontáž		Úprava povrchu		Vrtání		Kontrola		Expedice	
Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)
						75	40												
240	20	25	15	8	6			14	10	9	5	60	15	5	10	15	10	5	20
240,0		25,0		8,0		75,0		14,0		9,0		60,0		5,0		15,0		5,0	
	20,0		15,0		6,0		40,0		10,0		5,0		15,0		10,0		10,0		20,0

### Příloha 3. Normy času na 500 litrový sud

Tabulka 35. Normy času na 500 litrový sud

Spotřeba času na jednotlivé operace					Krácení, omytí, rozmítání		Tloušťková egalizace		Vrtání		Frézování		Kolikování		Lisování		Okružování		Vypalování vik		Namáčení		Předmontáž		Plastifikace		Předmontáž			
					Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)
Součástka/dílec	Tloušťka (mm)	Šířka (mm)	Délka (mm)	Počet kusů																										
Sud				1																										
Víko	20			1									15	10	47	45	450	150	75	75										
Dužina	20	122	1019,8	20			52	52	44	50	500	50	44	50																
Řezivo	20				24	15																								
Celkový produktivní čas (s)					24,0		52,0		44,0		500,0		44,0		15,0		47,0		450,0		75,0				900,0		10,0			
Celkový neproduktivní čas (s)						15,0		52,0		50,0		50,0		50,0		10,0		45,0		150,0		75,0		25,0		20,0		13,0		
Celkový produktivní čas (s)					2557,0 sekund																									
Celkový neproduktivní čas (s)					646,0 sekund																									

Tabulka 36. Normy času na 500 litrový sud (část 2)

Vypalování sudů		Frézování		Ventilace		Výroba obručí		Montáž		Pomontáž		Úprava povrchu		Vrtání		Kontrola		Expedice	
Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (min)	Ne produktivní (min)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)	Produktivní (s)	Ne produktivní (s)
						75	40												
240	20	25	15	8	6			14	10	9	5	60	15	5	10	15	10	5	20
240,0		25,0		8,0		75,0		14,0		9,0		60,0		5,0		15,0		5,0	
	20,0		15,0		6,0		40,0		10,0		5,0		15,0		10,0		10,0		20,0