

# Proces výroby gumárenského lisu

Bc. Ondřej Škrabal

---

Diplomová práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej Škrabal**  
Osobní číslo: **T18601**  
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Proces výroby gumárenského lisu**

### Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární studii na dané téma.
2. Provedte průzkum trhu s ohledem na požadavky konstrukce lisu.
3. Vypracujte výrobní dokumentaci k navržené konstrukci lisu.
4. Naplánujte proces výroby zařízení s ohledem na výrobní náklady.
5. Vypracujte kalkulaci výrobních nákladů.

Forma zpracování diplomové práce: **Tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

DVOŘÁK, Zdeněk a Jakub JAVOŘÍK. Elastomerní konstrukční materiály. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárneská skupina Zlín, 2009, 93 s. ISBN 978-80-02-02155-1.

MAŇAS, Miroslav, František TOMIS a Josef HELŠTÝN. Výrobní stroje a zařízení: gumárenské a plastikářské stroje. Díl 2. Brno: VUT, 1990, 199 s. ISBN 802140213X

ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. ISBN 80-214-2219-X.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Adam Škrobák, PhD.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.**  
ředitel ústavu

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá procesem výroby gumárenského lisu pro výrobu podlahových desek z recyklované pryžové drti. Teoretická část je věnována technické přípravě výroby, výrobním procesům strojírenských podniků, recyklaci pryže, využití recyklátu a gumárenským lisům. Praktická část se zabývá průzkumem trhu, technickou přípravou výroby vyráběného lisu, problematice spojené se zaváděním do výroby a cenovou kalkulací vyráběného lisu.

Klíčová slova: výrobní proces, konstrukce, technická příprava výroby, výrobní náklady, pryž, recyklát, gumárenský lis

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with the production process of the rubber press for making tiles flooring from recycled rubber. The theoretical part deals with the production preparation process, production processes of engineering companies, rubber recycling, use of rubber recycle and rubber presses. The practical part deals with the market research, production preparation process of the produced press and the issues relating to the introduction into production, and calculations of the production costs.

Keywords: production proces, construction, production preparation process, production costs, rubber, recycled rubber, rubber press

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Adamu Škrobákovi, Ph.D. za odborné vedení, spolupráci a cenné rady a připomínky během vypracování diplomové práce.

Mé poděkování patří také firmám Frema a.s., Gelpo s.r.o. a Regutec a.s., které mi poskytly potřebné informace a nabídly spolupráci při psaní této diplomové práce.

Rovněž děkuji své rodině a přátelům za podporu během celého vysokoškolského studia.

„Pokora dělá mistra.“

Ondřej Škrabal

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

ÚVOD .....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 VÝROBNÍ PROCES .....</b>	<b>11</b>
1.1 VÝROBNÍ PROCES VÝROBKU .....	11
1.1.1 Hledisko vstupních prvků .....	11
1.1.2 Hledisko charakteru výroby .....	13
1.1.3 Hledisko plynulosti výrobního procesu .....	13
1.1.4 Hledisko postavení pracovníka ve výrobě .....	14
1.1.5 Hledisko opakovatelnosti výroby .....	15
1.2 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY .....	16
1.2.1 Výrobní možnosti .....	16
1.2.2 Konstrukční příprava výroby .....	17
1.2.3 Technologická příprava výroby .....	18
1.2.4 Výrobní časy .....	19
1.2.5 Výrobní náklady .....	20
1.2.6 Materiálová příprava výroby (zásobování) .....	23
1.2.7 Organizační příprava výroby .....	23
1.3 MATERIÁLOVÝ TOK A USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ .....	24
1.4 VÝROBA .....	26
1.4.1 Výrobní stroje .....	26
1.4.2 Konvenční stroje .....	26
1.4.3 Nekonvenční stroje .....	30
1.4.4 Obráběcí nástroje .....	31
1.4.5 Ruční nářadí .....	35
1.4.6 Svařování a svařovací stroje .....	35
1.4.7 Stroje pro dělení materiálů .....	38
1.4.8 Stroje pro výrobu plechových dílů .....	39
1.4.9 Kontrola a měření .....	39
1.4.10 Tepelné zpracování .....	43
1.4.11 Povrchová úprava .....	45
1.4.12 Montáž .....	46
1.5 SKLADOVÁNÍ .....	48
1.6 DOPRAVA .....	49
<b>2 RECYKLACE PRYŽE .....</b>	<b>51</b>
2.1 ZPŮSOBY RECYKLACE PRYŽE .....	51
2.2 VÝROBA DRTI .....	52
2.3 VÝROBA VÝROBKŮ Z RECYKLOVANÉ PRYŽE .....	53
2.4 POUŽITÍ VÝROBKŮ Z RECYKLOVANÉ PRYŽE .....	55
<b>3 GUMÁRENSKÉ LISY .....</b>	<b>57</b>

3.1	POPIS LISU.....	57
3.2	TYPY STROJŮ .....	57
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>60</b>
<b>4</b>	<b>STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b>POŽADAVKY NA KONSTRUKCI LISU .....</b>	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>PRŮZKUM TRHU A SROVNÁNÍ LISŮ.....</b>	<b>64</b>
6.1	LIS FREMA .....	64
6.2	LISY SALVADORI (ITÁLIE) .....	66
6.3	LIS PRICIS .....	68
6.4	LISY SUMAC AUTO RECYCLING EQUIPMENT (ČÍNA) .....	69
<b>7</b>	<b>PROCES VÝROBY LISU .....</b>	<b>71</b>
7.1	KONCEPCE LISU.....	71
7.2	PŘEDCHOZÍ VARIANTY LISU .....	73
7.3	KONSTRUKČNÍ PŘÍPRAVA.....	76
7.4	TECHNOLOGICKÁ PŘÍPRAVA .....	85
7.5	VÝROBA DÍLŮ .....	85
7.6	KOOPERACE.....	88
7.7	MONTÁŽ .....	92
<b>8</b>	<b>KALKULACE NÁKLADŮ .....</b>	<b>94</b>
8.1	MATERIÁLOVÉ NÁKLADY .....	94
8.2	VÝROBNÍ NÁKLADY.....	94
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>96</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>97</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>101</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>103</b>



## ÚVOD

Podíváme-li se kolem nás, můžeme vidět nepřeberné množství předmětů, věcí, strojů a zařízení a každé z nich musel někdo někde vyrobit. Uvažujeme-li dále, uvědomujeme si, že každý výrobek je jedinečný a je výsledkem odlišného sledu výrobních operací, jejichž pořadí a volba se odvíjela od funkčních, výrobních, cenových a dalších požadavků.

Struktura výrobních podniků je velmi variabilní a odvíjí se především od zaměření výroby. Problematika výroby a výrobních procesů je velmi obšírná a zasahuje do mnoha oblastí (technologie výroby a obrábění, konstrukce, řízení procesů, logistika, ekonomie), z nichž o každé by bylo možno napsat rozsáhlou publikaci.

Cílem této práce je ukázat kompletní proces výroby gumárenského lisu od návrhu, přes technickou přípravu výroby až po závěrečnou montáž. V práci jsou rovněž zahrnuta řešení výrobních problémů, které vznikly chybou konstrukce nebo v průběhu samotné výroby a montáže, a také vzešlé inovační návrhy pro příští výrobu lisu.

Práce ukazuje, co všechno je nutné dodržet a v jakém sledu, s ohledem na strojní uspořádání a výrobní kapacitu podniku, aby výsledný výrobek (v tomto případě lis) nebyl pro podnik ztrátovou zakázkou. Klade si také za cíl seznámit čtenáře, co vše je třeba při takto komplexní výrobě řešit a čeho se vyvarovat.

Rešeršní část této práce je pojata především jako ucelený přehled o činnostech spojených s výrobou výrobků ve strojírenských podnicích a věnuje se základním rozdělením a výrobním možnostem podniků, s užším zaměřením na činnosti uplatňované v části praktické.

Rešerše byla dále doplněna kapitolou o recyklaci pryžových materiálů a kapitolou o gumárenských lisech, aby byly čtenáři poskytnuty alespoň základní informace o smyslu použití a určení gumárenského lisu, jenž je předmětem části praktické.

Praktická část práce tedy řeší samotný proces výroby lisu pro zpracování pryžového recyklátu, a to především z hlediska technické přípravy výroby. Není vynechán ani průzkum trhu s porovnáním podobných lisů a kalkulace výrobních nákladů. Se svolením firmy Frema a.s. je v příloze této práce přiložena také část výrobní dokumentace.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBNÍ PROCES

Výrobní proces je činnost, jejímž účelem je vytvářet statky materiálního nebo nemateriálního charakteru – výrobky nebo služby. Cílem výrobní činnosti je uspokojení trhu - potřeb zákazníka. Výrobou je proces, při kterém jsou materiály, suroviny, energie a informace transformovány do podoby výrobku nebo služeb.

Výrobní proces začíná zavedením vstupních surovin do procesu zpracování a končí zhotovením výrobku, připravenému k dodání zákazníkovi. Výrobní proces lze dělit podle několika hledisek. [1]

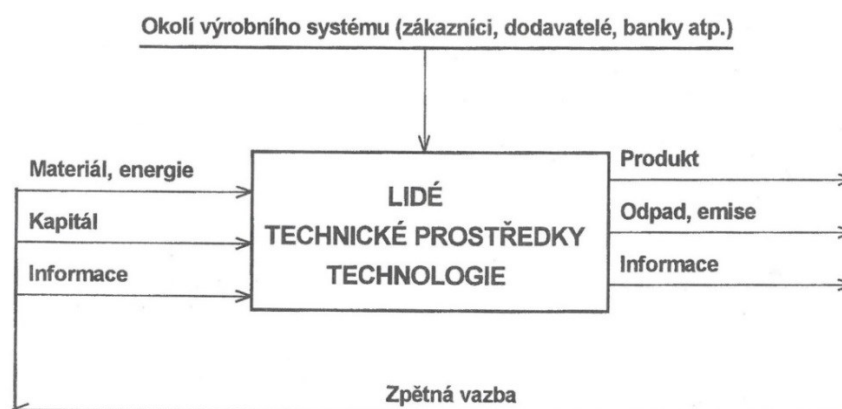
### 1.1 Výrobní proces výrobku

Výrobní proces mění mechanické, chemické, fyzikální nebo jiné vlastnosti výrobku, dochází ke změně tvaru, složení a kvality výrobku. Patří zde automatické procesy (např. samostatně pracující stroje) a přírodní procesy (zrání, kvašení). Automatické a přírodní procesy jsou procesy nepracovními, probíhají samostatně bez přímého působení pracovníka.

Z technického hlediska jsou dále rozlišovány procesy technologické, při nichž dochází k tvarovým, strukturálním a chemickým přeměnám vstupních surovin v konečný výrobek a procesy netechnologické, které netransformují vstupní suroviny, zabezpečují průběh technologických procesů (např. výstupní kontrola kvality, měření rozměrů, manipulace). [1]

#### 1.1.1 Hledisko vstupních prvků

Pro plynulý průběh výrobního procesu je třeba zajištění nezbytných předpokladů. Hlavními faktory ovlivňujícími kvalitu výroby a výsledky výrobního procesu jsou vstupy surovin, informace, technologie, technické prostředky sociální subsystém a okolí výrobního závodu.



Obr. 1 Vstupní prvky [5]

**Surovinové vstupy** – jsou jedním ze základních faktorů ovlivňujících jakost výrobků. Je v zájmu výrobce, aby pro uspokojení zákazníka používal surovin, strojů a technologií odpovídající úrovně, což je předpoklad pro výrobu bezvadných výrobků.

Suroviny vstupující do výrobního procesu dělíme na základní, z nichž bude zhotoven samotný výrobek, pomocné, které sice nejsou součástí výsledného produktu, ale jejichž přítomnost je nezbytná pro správný průběh technologických procesů, a energetické suroviny potřebné pro provedení technologických přeměn. [1]

**Informace a technologie** – znalosti a dovednosti jsou především v současnosti velmi důležitým vstupem výroby. Lidé a znalosti jsou nejvýznamnějším tvůrčím prvkem ovlivňujícím vývoj a expanzi podniku. Tvořivá činnost pracovní síly je prvkem, který umožňuje reagovat na neustále se měnící tržní prostředí.

Technologickým vstupem se rozumí znalosti, dovednosti a praktické zkušenosti týkající se podmínek, použitých operací a technických prostředků používaných při zpracování výchozí suroviny na konečný výrobek a jak dosáhnout požadovaných výsledků. Druh použité technologie ovlivňuje požadované profese a kvalifikaci pracovníků, volbu technických prostředků, materiálové vstupy i způsob dělby práce a organizace. Při volbě a hodnocení použité technologie je posuzována např. rychlost výrobního procesu, bezpečnost, dosahovaná přesnost, pracnost výroby a ekonomické parametry. Používané technologie jsou také ukazatelem úrovně technologické vyspělosti podniku. [1]

**Technické prostředky** – Výrobní zaměření podniku je předurčeno použitým výrobním zařízením a dispozicí prostor, které jsou zvoleny podle podnikatelského záměru a určení firmy. Použité technické prostředky jsou poměrně neměnným základem, který zásadně ovlivňuje rozsah, strukturu i dosahované výsledky výrobního procesu. Obvykle je u nich posuzována výkonnost, spolehlivost, životnost, provozní omezení a náročnost obsluhy a údržby. [1]

**Sociální subsystém** – Lidská pracovní síla je vstupním prvkem, který působí na technické prostředky, uvádí je v pohyb a vlastní činností vyrábí produkt. Pracovník má výrobní jednotkou zajištěnu práci a tedy i mzdu, jsou pro něj vytvořeny také určité sociální jistoty. Lidská pracovní síla je hodnocena podle hlediska časového využití, podle kvalifikace a dále podle hledisek fyziologických, sociologických, psychologických apod. [1]

**Okolí výrobního systému** - Každý podnik provádějící výrobní činnost je ovlivněn prostředím, ve kterém působí. Vnější vlivy, které musí respektovat a přizpůsobovat jim svou výrobní činnost jsou označovány jako okolí podniku a jsou to zejména následující:

- přírodní zdroje ovlivňující produkční možnosti (dostupnost surovin, dopravní spojení, dostupnost energií, přírodní podmínky)
- úroveň rozvoje techniky a technologie, inovace
- finanční a právní okolí (podmínky úvěrů, kapitálový trh, právní a legislativní normy státu v působnosti firmy a ve státu, kde je prodáván produkt)
- dosažená životní úroveň a životní styl v oblasti působení, ekologie, politické podmínky
- tržní prostředí a jeho podmínky, konkurence [1]

### 1.1.2 Hledisko charakteru výroby

Výrobní proces je zpravidla uskutečňován ve více etapách, které na sebe vzájemně navazují a skládají se z množství jednodušších činností. Rozlišujeme tři základní etapy výroby:

**Předvýrobní etapa** – patří zde především činnost spojená s technickou přípravou výroby (návrh výrobku, tvorba 3D modelů, výkresové dokumentace, kusovníků a šablon, příprava obráběcích programů pro CNC stroje, příprava technologických postupů, zajištění materiálů a subdodávek apod.)

**Výrobní etapa** – je hlavní část výroby, při níž je prostřednictvím strojů, zařízení a nástrojů působeno na vstupní suroviny a během níž dojde k přeměně vstupních surovin na výrobek.

Výrobní etapa se dále dělí na fázi předzhotovující, při níž jsou připraveny nebo zpracovány vstupní suroviny (odlévání, kování, žihání, dělení materiálů), zhotovující fázi, představující samotný výrobní proces, kdy výrobek získává výslednou podobu (výroba součástí a montáž jednotlivých dílů) a dohotovující fázi, během níž je dokončena výroba samotného výrobku (finální montáž celků, nátěr, konzervace, kompletace)

**Povýrobní etapa** – obvykle zahrnuje balení, nakládku a dopravu k zákazníkovi, předání výrobku a seznámení s jeho obsluhou. Součástí předání může být také zaškolení obsluhy nebo zajištění servisu. [1, 2]

### 1.1.3 Hledisko plynulosti výrobního procesu

**Plynulá výroba (kontinuální)** – výrobní proces není přerušován ani ve dnech pracovního klidu a zpravidla je velmi dobře automatizován. Jedním z důvodů pro nepřetržitou výrobu

bývá obtížné a nákladné zastavení a opětovný rozběh výroby. Zpravidla jsou prováděny pouze plánované servisní odstávky (např. hutní, sklářská, chemická a energetická výroba).

**Přerušovaná výroba** – výrobní proces je opakovaně přerušován netechnologickými procesy, např. upínáním a přepravou výrobku, výměnou nástroje, přesunem mezi pracovišti apod., které tvoří významnou část průběžné doby výroby. Zastavení a opětovné spuštění výroby není příliš nákladné. Řízení diskrétní výroby je z hlediska organizace složitější než plynulá výroba, především kvůli rozmanitosti prováděných operací a množství současně vyráběných produktů (např. strojírenství, stavebnictví, elektrotechnika). [5, 7]

Podle zastoupení procesů na výrobě produktu se výroba dále dělí:

**Hlavní výrobní procesy** – hlavní technologické činnosti zprostředkovávající výrobu výrobků a jejich částí, mění tvar, jakost apod. (výroba dílů, tepelné zpracování, montáž).

**Pomocné výrobní procesy** – zajišťují vytvoření podmínek pro hlavní výrobní procesy, jejich produkty nejsou součástí výrobku. (výroba přípravků, nástrojů, modelů). V případě sníženého využití hlavního výrobního procesu slouží k využití volných výrobních kapacit.

**Obslužné procesy** – nepodílí se přímo na výrobě produktu, slouží k napomáhání v průběhu základních procesů a zajištění potřeb jednotlivých úseků. Patří zde údržba, energetika a logistika. [1, 2]

#### 1.1.4 Hledisko postavení pracovníka ve výrobě

Podle toho, zda je při výrobním procesu použito lidské pracovní síly, jsou rozlišovány procesy s přímou a nepřímou účastí člověka:

**Výrobní proces s přímou účastí** – rozlišujeme ruční, kdy pracovník působí na materiál nástroji prostřednictvím vlastní síly, a mechanizovaný, při němž je výrobní proces uskutečňován strojem s menší nebo větší účastí pracovníka.

**Výrobní proces s nepřímou účastí** – člověk se bezprostředně neúčastní výrobního procesu. Patří zde automatizované procesy, prováděné stroji a přístroji, kde člověk zastupuje funkci v obslužném procesu. [1]

### 1.1.5 Hledisko opakovatelnosti výroby

Podle množství a počtu druhů vyráběných výrobků rozlišujeme typy výroby:

**Kusová výroba (zakázková)** – je typická výrobou velkého množství druhů výrobků vyráběných v malém počtu, mnohdy jen jednoho či několika kusů. Spektrum výrobků je velmi rozmanité a variabilní dle požadavků zákazníka, změna výrobního programu je z hlediska technologického vybavení velmi jednoduchá, náklady na výrobu však s rostoucím objemem výroby velmi výrazně rostou.

Tab. 1. Charakteristika jednotlivých typů výroby [1]

Ukazatel	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Množství výrobků jednoho typu za rok	Malé (desítky)	Velké (sta až tisíce)	Značně velké (desetitísíce)
Počet druhů výrobků	Velký (stovky)	Menší (desítky)	Malý
Počet typů výrobků	Velký (desítky)	Menší (3 až 10)	Velmi malý (1 až 3)
Opakování výroby výrobku téhož typu	Nepravidelné, příp. žádné	Pravidelné (např. měsíční)	Nepřetržitá výroba
Uspořádání dílen	Technologické, vyjím. předmětné	Předmětné, někdy technologické	Předmětné
Výrobní a dopravní zařízení	Univerzální, unikátní	Univerzální, některé součásti na linkách	Specializované, jednoúčelové linky
Kvalifikace dělníků	Multikvalifikovanost	Dobrá	Nízká, jen zaučení
Průběžná doba výroby	Dlouhá (měsíc až rok)	Kratší (týdny měsíce)	Krátká (dny, týdny)
Special. pracovišť	Malá	Částečná	Úplná
Možnost změny výrobního programu	Snadná	Obtížná	Velmi obtížná
Plánování a řízení	Náročné	Středně obtížné	Snadné
Využití vyr. zařízení	Nízké	Dobré	Vysoké

**Sériová výroba** – vyrábí výrobky jednoho druhu v sériích, které se opakují. Výrobní proces je u sériové výroby méně proměnlivý než u kusové výroby. Rozlišujeme výrobu malosériovou, středněsériovou a velkosériovou.

**Hromadná výroba** – vyrábí velké množství jednoho nebo několika málo druhů výrobků, vykazuje vysokou míru opakovatelnosti (např. výroba matic, hřebíků, žárovek). Změna

výrobního programu je technicky i organizačně velmi nákladná a složitá, výhodou jsou velmi nízké náklady při zvyšování objemu výroby.

Typ výroby ovlivňuje požadavky na stroje, nástroje a vybavení pracovišť, kvalifikaci pracovníků, možnosti stupně automatizace, řízení a organizaci výrobního procesu. [1, 7, 26]

## 1.2 Technická příprava výroby

Technická příprava výroby (TPV) je složena z přípravy konstrukční, technologické a projektové. Úkolem TPV je zajištění veškerých podkladů souvisejících s přípravou výroby výrobku. Patří zde návrh a tvorba modelů, šablon, výkresové dokumentace, volba materiálů a jejich polotovarů, subdodávek, rozdělení práce na jednotlivá pracoviště, časové rozvržení výrobních činností, příprava výroby speciálního nářadí, sestavení výrobních postupů, odhad výrobních časů a kalkulace nákladů, příprava obráběcích programů atd. Vzájemná spolupráce všech oddělení je klíčová pro vytvoření předpokladů přípravy úspěšného výrobního procesu, umožňuje přípravu funkčně, ekonomicky i výrobně nejvhodnějšího způsobu řešení, pomáhá odstranit případné nesrovnalosti ještě před zahájením samotné výroby a předávat zpětnou vazbu, která může být podnětem pro zefektivnění výrobního procesu.

Kvalita, úplnost a rychlost přípravy konstrukčních, technologických a projektových podkladů je ovlivněna především typem výroby (hromadná, sériová, kusová), podmínkami časové a obsahové struktury činností TPV, vlastnostmi a složitostí produkováných výrobků, stupněm automatizace a mechanizace výroby, úrovni technického vybavení TPV a kvalitou a množstvím potřebných dat. [2, 3]

### 1.2.1 Výrobní možnosti

Výrobní možnosti podniku jsou určeny mnoha faktory (typ a velikost výrobních prostor, strojové vybavení, kvalifikace zaměstnanců) a zpravidla vycházejí již z prvotního záměru zřizovatele, kterým je určena oblast podnikání a okruh zákazníků.

Pracovníci technické přípravy výroby musí při plánování a přípravě výroby z těchto možností vycházet a dbát toho, aby činnosti potřebné pro výrobu výrobku byly v daném provozu realizovatelné a rentabilní. Volí nejvhodnější řešení zohledňující funkční, materiálové, technologické, výrobní i ekonomické aspekty výroby výrobku. Nevhodná volba výrobního procesu může mít za následek výrazné prodloužení doby výroby nebo montáže, zvýšení výrobních nákladů nebo dokonce nemožnost splnění zakázky navrženým způsobem.



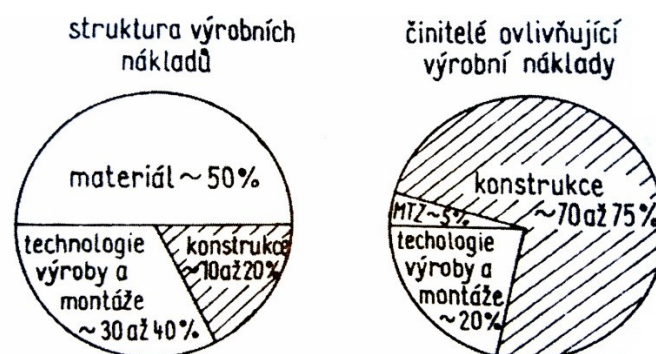
V případech, kdy je užití jiných technologií nebo způsobů výroby nevyhnutelné nebo ekonomicky výhodnější, se volí kooperace s jinými podniky. [2, 26]

### 1.2.2 Konstrukční příprava výroby

Úkolem konstrukční přípravy výroby je zpracování koncepčního návrhu, který je zhotoven podle přání zákazníka nebo podle marketingového záměru podniku. Návrh je na základě konzultací schválen, doplněn nebo přepracován a je pak hlavním podkladem pro následnou konstrukci výrobku.

V současnosti je konstrukce výrobků prováděna ve 3D modelovacích softwarech (např. Catia, NX, Creo, SolidWorks, Inventor, ProEngineer) jejichž součástí bývají také rozšiřující doplňkové moduly umožňující pevnostní analýzy, výpočty objemů, hmotnosti, těžiště apod. Jejich velkou výhodou je možnost tvorby výkresové dokumentace, která je vázaná na 3D model a umožňuje tak při konstrukčních změnách modelu její úpravu jednoduchou aktualizací. Méně často je možno se setkat ještě s tvorbou výrobní dokumentace ve 2D software (předchůdce 3D aplikací), který je sice levnější alternativou, ale je použitelný spíše pro tvorbu jednodušších výkresů, bez možnosti úprav jednoduchým způsobem.

Výstupem práce konstrukčního oddělení je výkresová dokumentace součástí, podsestav a sestav včetně kusovníků, montážních postupů, schémat, rozpisek materiálu a podkladů pro výpalky (např. ve formátu DXF), výpočtová zpráva, popis technických podmínek zařízení, tvorba návodu k obsluze a údržbě vyráběného zařízení, katalog náhradních dílů, schvalovací protokol, případně patenty apod. Data 3D modelu mohou být dále použita k tvorbě obráběcích programů pro CNC stroje. [2]



Obr. 2. Znázornění nákladů z ceny výrobku [2]

Konstrukce má zásadní vliv na náklady spojené s nákupem materiálu a výrobou součástí, a rovněž značně ovlivňuje složitost a časovou náročnost montáže. Je vhodné v co největší

míře používat normalizovaných dílů, součástí a polotovarů, jejichž ceny jsou nižší a navrhovat součásti s ohledem na technologičnost konstrukce, tedy na jejich co nejjednodušší vyrobiteľnost a snadnou dosažitelnost tolerancí funkčních rozměrů. V malosériové výrobě tvoří náklady na konstruování přibližně 20 až 25 % výrobních nákladů, samotná konstrukce výrobku má však vliv až na 70 % nákladů výroby a montáže. [2]

Velmi důležitá je také kontrola případných chyb v konstrukci a ve výkresové dokumentaci, odhalení a odstranění nesrovnalostí v konstrukční fázi výroby má nejmenší finanční dopad. Proto je v současnosti stále více kladen důraz na zdokonalování výroby právě v předvýrobních stádiích výroby.

Práce konstrukčního oddělení je úzce spojena s oddělením technologie a s výrobou. V průběhu přípravy výroby je důležitá komunikace s technologickým oddělením, kdy jsou voleny vhodné polotovary a přídavky pro obrábění, konzultovány možná řešení výrobku z pohledu technologie výroby, například vhodnost zvoleného materiálu z hlediska obrobitelnosti, jeho chování při obrábění, tepelném zpracování a materiálové vlastnosti.

Součástí konstruktérské práce bývá komunikace se zákazníkem, konzultace případných změn a jejich schvalování. Konstruktor se zpravidla účastní také zavádění výrobku do výroby, montáže nebo odzkoušení výrobku, kdy jsou mu podávány informace o průběhu výroby, podílí se na řešení případných výrobních nebo konstrukčních nedostatků a vyhodnocuje možnosti inovace z hlediska návrhu konstrukce i samotného procesu výroby pro příští konstrukční činnost na stejném nebo jiném výrobku. [1, 2, 4]

### 1.2.3 Technologická příprava výroby

Technologická příprava výroby pracuje především na základě rozboru podkladů dodaných z konstrukce (výkresy, kusovníky, rozpisky materiálu). Vypracovává technologické postupy pro výrobu, podle charakteru součásti volí potřebné stroje a pracoviště, k polotovarům určuje přídavky na obrábění, určuje spotřebu materiálu, stanovuje orientační výrobní časy i výrobní a materiálové náklady. V případě potřeby zadává požadavek na výrobu speciálních pomůcek a přípravků nebo zajišťuje kooperaci dílů s jinými výrobními podniky.

Technologický postup zpravidla obsahuje označení pracoviště, popis jednotlivých výrobních operací v technologickém sledu, čas kusový a čas přípravy (může stanovit normovač), použité nástroje, rozměr polotovaru, obráběný rozměr, přídavky apod. V kusové výrobě bývají technologické postupy značně zjednodušené a spíše informativního charakteru, ob-

sluha pracovišť má vysokou kvalifikaci a dovede zvolit vhodný pracovní postup i samostatně (technologická příprava je časově náročná, významně zvyšuje časovou a finanční náročnost). [2, 3, 6]

V hromadné a sériové výrobě připravuje technolog návodky obsahující číslo, označení pracoviště, podrobný popis operací, použité nástroje a nářadí, předepsané polotovary i informační údaj o času potřebném pro konkrétní prováděnou činnost, součástí může být také pomocný výkres s označením obráběných ploch nebo způsob upnutí apod.

Dále bývají vypracovávány technicko-hospodářské normy, které jsou předávány řízení výroby. Jedná se o spotřebu materiálu a času, nástrojů a pomocného materiálu, průběžnou dobu výroby, výrobní takt, velikost výrobních dávek, využití kapacit strojů apod. [2, 3 6]

#### 1.2.4 Výrobní časy

Průběžná doba výrobku je tvořena průběžnou dobou přípravy výrobku (součet časů od zahájení přípravy zakázky až po zahájení výroby), průběžnou dobou výroby (výrobní cyklus výrobku) a expedicí. Čas samotného výrobního cyklu výrobku je tvořen časy technologickými, netechnologickými a časy přerušení. Snahou je minimalizovat veškeré výrobní časy, především však časy netechnologické a časy přerušení, při nichž není vytvářena na výrobcích užitná hodnota.

**Technologické časy** – jsou označovány jako čas kusový nebo operační, patří zde ruční, strojní a ručně-strojní operace, automatické nebo přírodní operace.

**Netechnologické časy** – jsou označovány jako čas přípravy a zakončení nebo čas dopravy či kontroly, jsou tvořeny časy pro přípravu pracoviště, seřízení strojů, přepravu a skladování materiálu, časem pro technologickou manipulaci, technickou kontrolu jakosti.

**Časy přerušení** – jsou způsobeny organizací práce, (např. režim dne, kompletace, dávky materiálu, synchronizace) a technickými nebo organizačními nedostatky (poruchy strojů, údržba, špatné zásobování materiálem, nedostatečná technologická synchronizace, chyby způsobené lidským faktorem, opravy zmetků).

Pro zajištění produktivity, zjišťování efektivity výrobního procesu a odměňování pracovníků je používáno měřítko spotřeby času. Předmětem měření může být výrobní zařízení, výrobek nebo pracovník. Měřen může být jeden pracovník (obsluha jednoho stroje) nebo pracovní četa či skupina strojů (vícestrojová obsluha, skupinová obsluha). [7, 25]

Z hlediska spotřeby času jsou rozlišovány časy nutné a zbytečné. Časům nutným, souvisejícím s vykonáváním práce při dokonalém využití výrobní kapacity stroje a nutnými přestávkami, odpovídá normovatelný čas. Ostatní časy jsou zbytečné (ztrátové), např. prostoj, pozdní příchody, opravy špatně provedené práce, ztráty vyšší mocí. K určení norem spotřeby času je používáno rozborových a sumární metod.

**Rozborové metody** – jsou založeny na analýze pracovních operací a pracovních podmínek na pracovišti včetně nutných přestávek. Patří zde:

metoda rozborově výpočtová – výpočet norem času je prováděn na základě normativů časů jednotlivých prvků operace.

metoda rozborově chronometráží – využívá výsledky získané chronometrážním snímkováním práce, je vhodná pro výrobu s velkou opakovatelností.

metoda rozborově porovnávací – využívá porovnání s dříve stanovenými normativy tvarově podobných součástí, je vhodná pro výrobu s malou opakovatelností.

**Sumární metody** – norma času je stanovována jako celkový čas potřebný pro danou operaci, neprovádí se analýza pracovních operací ani pracovních podmínek. Patří zde:

metoda sumárních empirických vzorců – hledá funkční závislost jednotkového času na faktorech, které ovlivňují čas potřebný pro vykonání operace.

metoda sumárně porovnávací – využívá k určení normy porovnání s dříve určenou normou pro operaci na podobné součásti, metoda je vhodná pro výrobu s malou opakovatelností.

statistická metoda – norma je určena na základě údajů z evidence dosahovaných výkonů, je používána ve výrobě s velkou opakovatelností pro operace s krátkým časovým cyklem.

sumární odhad – normu času stanovuje pracovník s využitím vlastních zkušeností [7, 25]

### 1.2.5 Výrobní náklady

Výrobní náklady potřebné k výrobě výrobku jsou jedním z ukazatelů efektivnosti výrobního procesu podniku. Celkové náklady jsou tvořeny náklady samotného výrobního procesu a náklady ostatních procesů v podniku. Způsoby kalkulace nákladů nejsou závazně stanoveny, každý podnik si vytváří vlastní způsoby kalkulací podle charakteru výrobků.

**Přímé náklady (jednicové)** – náklady spojené s výrobou jednice (součásti, dávky), jsou přiřazovány ke konkrétní kalkulační jednici (materiálové, mzdové a ostatní přímé náklady).

**Nepřímé náklady (režijní)** – náklady společné pro více druhů jednic, jsou rozpočítávány do jednotlivých kalkulací, patří zde nepřímé materiálové, mzdové a ostatní nepřímé náklady, správní a odbytové režie.

Jednotlivé složky nákladů jsou stanovovány na kalkulační jednici a tvoří kalkulační položky, které jsou následně sčítány. Příklad kalkulačního vzorce obsahujícího doporučené kalkulační položky je uveden na obr. 3. [25]

<b>přímý materiál</b>
+ <b>přímé mzdy</b>
+ <b>ostatní přímé náklady</b>
+ <b>výrobní režie</b>
= <b>vlastní náklady výroby</b>
+ <b>správní režie</b>
= <b>vlastní náklady výkonu</b>
+ <b>odbytová režie</b>
= <b>úplné vlastní náklady</b>

Obr. 3. Kalkulační vzorec [25]

**Techniky kalkulace** – jsou používány k rozpočítání nepřímých nákladů na kalkulační jednici. Způsob kalkulace se volí podle typu výroby a charakteru výrobku.

#### **Kalkulace dělením:**

**prostá** – je vhodná pro hromadnou výrobu, náklady jsou děleny počtem kalkulačních jednic

**stupňovitá** – je používána ve stupňovité výrobě. Náklady jsou rozpočítávány dělením pro každý stupeň zvlášť. Materiálové náklady jsou započítávány jen v prvním stupni.

**s poměrovými čísly** – je používána pro výrobky, které se liší jen charakteristickým parametrem (např. velikost, hmotnost, jakost). Výrobcům je přiřazeno poměrové číslo, kterým jsou přepočítány náklady na základní výrobek, a následně je provedeno dělení.

#### **Přirážková kalkulace:**

– je používána při výrobě různých výrobků. Přímé náklady jsou vyjádřeny na jednici, nepřímé jsou rozčítány přirážkou:

**úhrnná** – všechny společné náklady jsou rozečteny na jednici dohromady. Metoda není příliš přesná, je používána spíše pro informativní určení nákladů, nebo ve výrobě, kde se společné náklady na přímých nákladech příliš nepodílí.

**diferencovaná** – využívá více režijních přírážek, pro každou část režijních nákladů zvlášť podle kalkulačního vzorce. Používá se kalkulace s procentní přírážkovou sazbou nebo se strojními hodinovými sazbami.

### **Kalkulace ve sdružené výrobě:**

– je používána ve výrobě, kde je během jednoho technologického postupu vyráběno několik druhů výrobků současně. Společné náklady se pak následně musí rozdělit na konkrétní výrobky:

**zůstatková** – je vhodná pro výrobu, kde jeden z výrobků je možno považovat za hlavní a ostatní za vedlejší (např. podle množství, ceny nebo významu). Při výpočtu jsou od celkových nákladů odečteny ceny vedlejších výrobků, zbylá část nákladů je přiřazena hlavnímu výrobku. Výpočet lze provést jen přibližně pro náklady na hlavní výrobek.

**rozečítací** – je používána pro vzájemně rovnocenné výrobky, náklady jsou rozpočítávány obdobně jako kalkulace dělením poměrovými čísly pomocí jednic přepočítaných poměrovými čísly (např. podle ceny výrobků, množství vstupních surovin apod.). Metoda výpočtu není příliš přesná. [25]

**Vlastní náklady výroby** – jsou hlavním vodítkem pro hodnocení hospodárnosti výroby a důležitým údajem pro dosažení ekonomicky správně fungující výroby. Snahou řízení nákladů je dosažení potřebného výkonu k dodržení kvality a termínu požadovaného zákazníkem při minimálních výrobních nákladech. Řízení nákladů je prováděno na základě analýzy výrobního procesu. Vlastní výrobní náklady jsou tvořeny součtem přímého materiálu, přímé mzdy a výrobních režii.

**Přímý materiál** – je tvořen náklady na suroviny, polotovary, subdodávky apod., které byly použity k výrobě konkrétní kalkulační jednice. Určuje se z norem spotřeby materiálu.

**Přímé mzdy** – vyjadřují základní mzdu dělníků připadající na kalkulační jednici vypočtenou podle norem času.

**Výrobní režie** – zahrnují náklady spojené s řízením a obsluhou. Patří zde strojní náklady podle strojních hodinových sazeb a zbytková výrobní režie, tvořená režijním materiálem

(řezné kapaliny, plyny, kancelářské potřeby), logistickými náklady (skladování, manipulace) a ostatními náklady (energie, nevýrobní prostory, nevýrobní pracovníci). [25]

### 1.2.6 Materiálová příprava výroby (zásobování)

Oddělení zásobování je dalším subjektem podílejícím se na přípravě výroby. Požadavek na objednávku materiálu se specifikací druhu a množství bývá zadáván z konstrukčního nebo technologického oddělení. Z hlediska zásobování je možno objednávky materiálu rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou objednávky přímo související s výrobou výrobku, patří zde objednávky materiálů, polotvarů, spojovacího materiálu, součástí, subdodávek dílů nebo celků vyráběných v kooperaci apod. Do druhé skupiny objednávek je možné zařadit objednávky spojené se zajištěním materiálů potřebných pro průběh výroby, často tyto objednávky obsahují také položky spadající do režijních nákladů. (svařovací dráty, balicí materiály, čisticí prostředky, materiál na výrobu přípravků a pomůcek). [1]

Úkolem zásobovacího oddělení je včasné zajištění dodávek materiálu, důraz je kladen na cenu materiálu, je-li více dodavatelů, důležitými faktory jsou také dostupnost a náklady na dopravu, doba dodání, schopnost dodávat v požadovaném množství. Ohled je brán také na předchozí zkušenost s dodavatelem a na jakost dodávaného materiálu. [1]

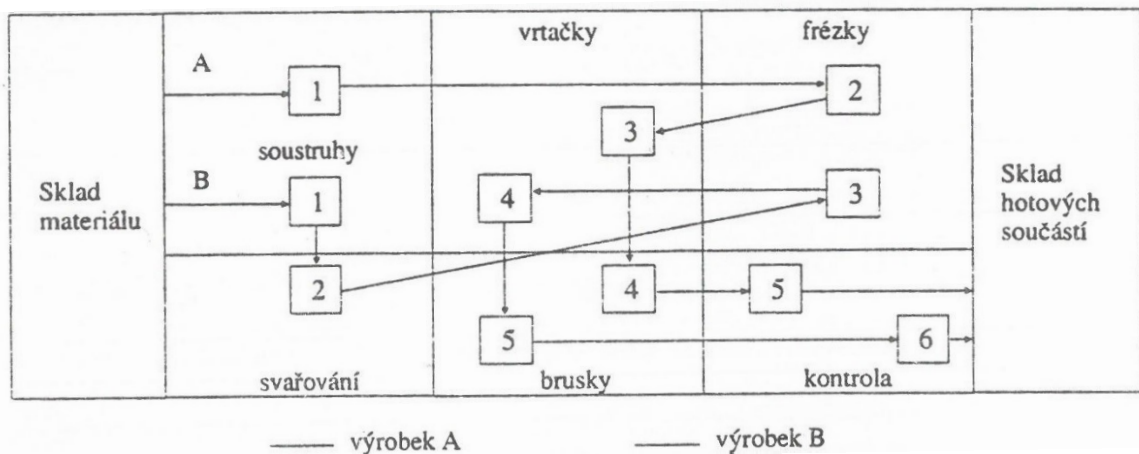
### 1.2.7 Organizační příprava výroby

Jejím úkolem je sladění předchozích etap, aby byla zajištěna plynulá a efektivní produkce výrobku. Řeší časové rozvržení výroby, určení termínů zahájení a ukončení, délku jednotlivých etap přípravy výroby – tzv. lhůtové plánování, dále množství potřebných finančních prostředků, stanovuje intenzitu a rychlost materiálového toku podle požadovaného množství součástí, určuje množství a kvalifikaci pracovníků, uspořádání pracovišť, množství, počet a uspořádání strojů, pomocných a dopravních zařízení – plánování zdrojů. V kusové a malosériové výrobě není zpracování přípravy tak podrobné a rovněž nejsou prováděny prostorové a organizační změny ve výrobě. [3, 5]

Metod plánování a rozvržení je několik, nejjednodušší a nejméně přesné se spoléhají na zkušenosti a odhad odborníků na základě jednoduchých výpočtů a grafických metod, další využívají matematicko-statistických metod nebo síťové analýzy a jsou vyhodnocovány výpočetní technikou. Plány mohou být zpracovány graficky nebo ve formě tabulek. [3, 5]

### 1.3 Materiálový tok a uspořádání pracovišť

Během výrobního procesu dochází k organizovanému netechnologickému pohybu materiálu mezi jednotlivými pracovišti, nazývanému materiálový tok, který je charakterizován směrem toku, množstvím materiálu za jednotku času, frekvencí a rychlostí pohybu. Materiálový tok je nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím prostorové uspořádání výrobních prostor. Cílem je uspořádat pracoviště v takovém sledu, aby přepravní cesty byly co nejkratší, nejjednodušší a materiálový tok plynulý. [5]



Obr. 4. Technologické uspořádání pracoviště [6]

**Technologické uspořádání** – výrobní stroje a zařízení jsou uspořádány podle technologické příbuznosti do jednotlivých skupin. Technologické uspořádání je používáno především v kusové a malosériové výrobě, kde se směry materiálových často toků mění v závislosti na vyráběném výrobku a nelze tedy zcela vyhovět požadavku krátkých přepravních cest s minimálním křížováním. Technologické uspořádání bývá provedeno buď bez meziskladu, kdy je materiál přepravován postupně po ukončení činnosti na jednom pracovišti na pracoviště další, nebo s centrálním meziskladem, odkud je výrobek vždy přesouván na požadované pracoviště. Výhodou použití centrálního meziskladu jsou menší nároky na velikost výrobní plochy a větší přehlednost výroby, za cenu větších manipulačních nároků. [5, 6, 7]

Výhodou technologického uspořádání jsou:

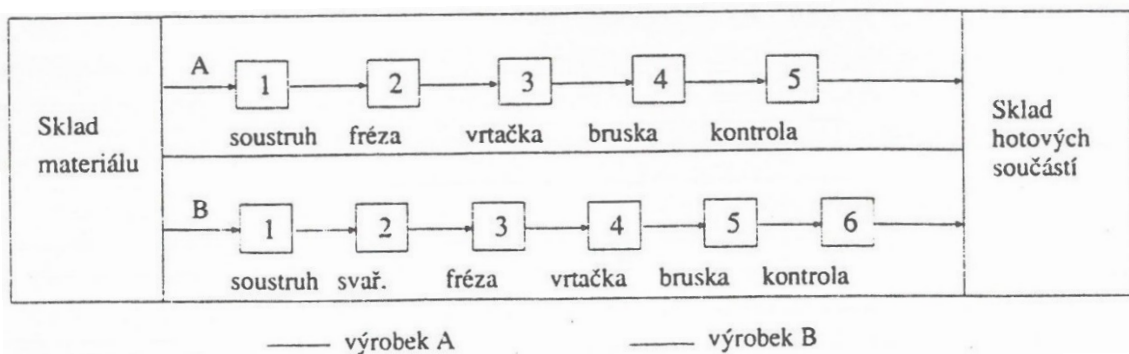
- zaměnitelnost strojů a zařízení, a tedy vyšší odolnost vůči poruchám
- pružnost výroby, snadné přizpůsobení se úpravám výrobních procesů
- snadné provádění údržby strojů bez dopadu na výrobní proces
- snadnější organizace a lepší operativnost řízení



Nevýhodou jsou:

- delší výrobní časy v souvislosti s delšími a složitějšími materiálovými toky a tím i vyšší výrobní náklady
- větší nároky na manipulaci s materiálem, potřeba větších skladovacích ploch a pracovníků zajišťujících tuto činnost, vyšší požadovaná kvalifikace pracovníků
- obtížnější zavádění nových progresivních technologií a nových způsobů řízení [5, 6, 7]

**Předmětné uspořádání** – pracoviště a stroje jsou uspořádány v takovém sledu, v jakém jsou prováděny jednotlivé pracovní operace. Tím jsou minimalizovány přepravní cesty mezi pracovišti, což má pozitivní vliv na snížení ztrátových netechnologických operací. Podmínkou realizovatelnosti tohoto uspořádání je výroba podobných výrobků nebo podobnost sledu technologických operací při procesu jejich výroby. Předmětné uspořádání rozlišujeme hnízdomé nebo linkové. [5, 6, 7]



Obr. 5. Předmětné uspořádání pracoviště [6]

Výhodou předmětného uspořádání jsou:

- kratší doba výroby, zkrácení délky materiálového toku, snížení počtu pracovníků
- nižší náklady na manipulaci, menší potřeba meziskladů

Nevýhodou jsou:

- vysoké nároky na přípravu výroby, změny výrobních programů jsou více limitovány
- zvýšené nároky na kvalitu údržby strojů, porucha stroje způsobí zastavení dodávky výrobků ke strojům na navazujících pracovištích [5, 6, 7]

## 1.4 Výroba

Výroba je stěžejním úsekem výrobního podniku, jejímž prostřednictvím jsou vykonávány činnosti spojené s produkcí výrobků. Na výrobě se podílí především výrobní stroje a zařízení a také dělníci. K práci je rovněž používáno potřebných pomůcek a nástrojů.

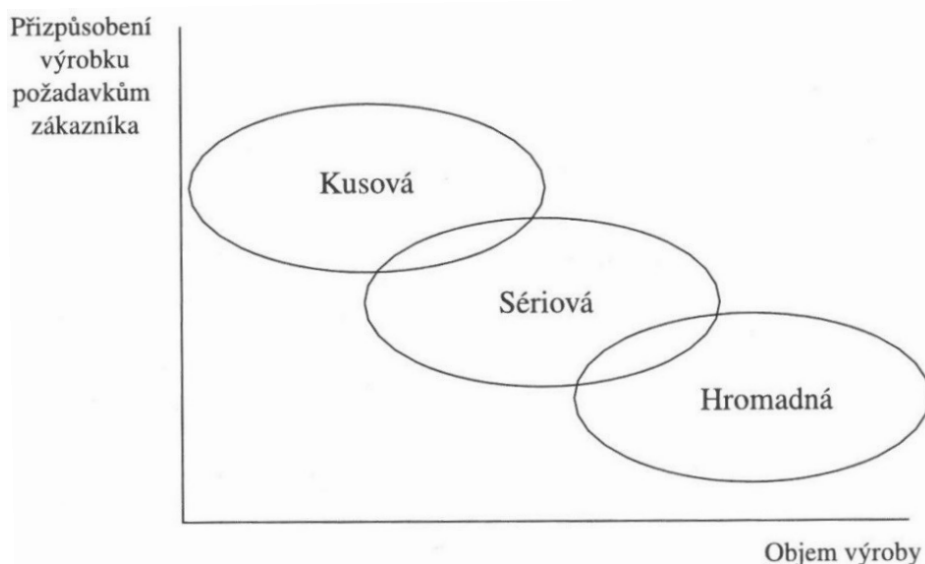
### 1.4.1 Výrobní stroje

Podle charakteru výrobků a opakovatelnosti výroby (kusová, sériová, hromadná) jsou jednotlivá pracoviště vybavena potřebnými stroji. Přizpůsobivost výroby je značně ovlivněna typem výroby, a tedy použitými stroji a potřebnou kvalifikací pracovníků. [2, 18]

**univerzální** – patří zde např. horizontální vyvrtávačky, soustruhy, frézky. Jsou to stroje, které umožňují výrobu výrobků různých druhů a velikostí několika operacemi.

**speciální** – jsou určené k provádění jednoho druhu výrobní operace na výrobcích různých velikostí, např. stroje na výrobu ozubených kol, obrážky, protahovačky.

**jednoučelové** – jsou používané především ve velkosériové výrobě, jedná se o stroje vyráběné zakázkově pro konkrétní výrobní činnost, např. stroje na vyvrtávání hlavní apod.



Obr. 6. Přizpůsobivost výroby [26]

### 1.4.2 Konvenční stroje

Konvenční metody obrábění jsou nejstarším a rozšířenějším způsobem obrábění. Pro jejich všestrannost, jednoduchost a přizpůsobivost nacházejí široké uplatnění i v dnešních výrobních podnicích. [27]

**soustruhy** – jsou používány především k výrobě rotačních součástí. Soustružnickými noži je možno vyrábět vnitřní nebo vnější válcové a kuželové plochy, zaoblovat a srážet hrany, zarovnávat čela, vyrábět osazení, zápichy, závity apod. S použitím dalšího příslušenství je možno provádět také vrtání a vystružování děr, řezání vnitřních a vnějších závitů, válečkování nebo vroubkování. [18]

Nejpoužívanějšími polotovary pro soustružení jsou kruhové tyče a trubky, nicméně ve specifických případech se používá i čtyřhranných a šestihranných tyčí. Obrobky bývají upínány do sklíčidla, kleštin, na lícní desku, mezi hroty nebo na trny. [18]

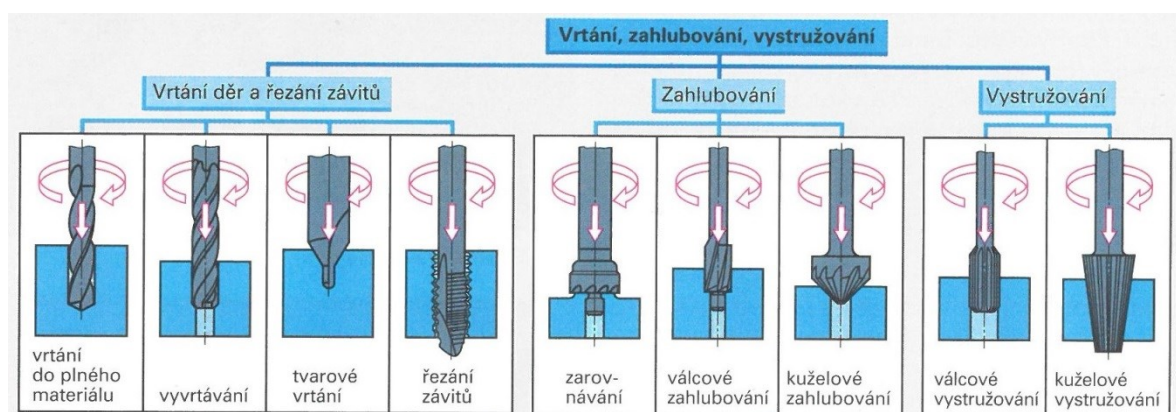
Nejrozšířenější jsou soustruhy hrotové, dále jsou používány také revolverové, karuselové a čelní soustruhy, které nacházejí uplatnění při specifických požadavcích vyplývajících z charakteru vyráběných součástí. [18]

**frézky** – jsou používány k obrábění rovinných a tvarových ploch, frézování drážek, srážení hran, vystružování děr apod. Při použití dalšího příslušenství (např. dělicí hlavy) umožňují také výrobu ozubených kol, drážkovaných hřídelů nebo šroubovitých drážek. [18]

Podle polohy vřetene jsou frézky označovány jako horizontální a vertikální, podle konstrukce rámu jsou rozlišovány frézky konzolové, stolové, portálové nebo speciální. [18]

**vrtáčky a vyvrtávačky** – jsou používány k výrobě válcových kuželových nebo osazených děr, srážení hran, vystružování nebo řezání závitů apod. Vrtání je prováděno do plných materiálů, vyvrtávání do předvrtaných nebo předlitých otvorů. [18]

Podle konstrukce jsou rozlišovány vrtáčky stolní, sloupové, stojanové nebo otočné (radiální). Dále je používáno také speciálních vrtáček např. revolverových, umožňujících upnutí více nástrojů, čímž odpadají časy potřebné pro výměnu nástroje. [18]



Obr. 7. Příklady použití vrtání [18]

Na horizontálních vyvrtávačkách je možné provádět vrtání, vyvrtávání, vystružování i frézování, mají široké použití, které je dáno především možnostmi použití přídatných zařízení a speciálních přípravků. Bývají v provedení jako stolové nebo deskové. [18]

**brusky** – jsou používány k jemnému opracování obrobků, cílem je získání přesného a hladkého povrchu. Broušení je možno rovinné, válcové, kuželové i tvarové plochy. Broušení rovinných ploch lze provádět čelem nebo obvodem kotouče. Broušení čelem je výkonnější a vhodné pro rozměrné plochy, broušení obvodem s přímočarým pohybem stolu je však přesnější. K broušení vnějších válcových ploch je používáno hrotových brusek a brusek s vodícím pravítkem., proces lze snadno automatizovat. Broušení vnitřních ploch rozměrných a nepravidelných součástí je prováděno planetovým způsobem, na speciálních bruskách je prováděno broušení ozubených kol, šneků, vaček nebo nástrojů. [18]

Broušení může být prováděno bez chladicího média, což však neumožňuje velké výkony a způsobuje prašnost na pracovišti, nebo s chladicím médiem (řezná kapalina), které má mnohem lepší chladicí účinek než vzduch a zajišťuje tak dobrou rozměrovou stabilitu obrobku i ochranu před nežádoucím tepelným ovlivněním povrchu. [18]

**další obráběcí stroje** – ve strojírenské výrobě je možno se setkat s množstvím dalších obráběcích strojů, např. s hoblovacími stroji, používanými k opracování rozměrných rovinných ploch, obrážecími stroji, určenými k výrobě drážek nebo ozubení, protahovacími a protlačovacími stroji pro výrobu drážek a úpravu otvorů nebo honovacími a lapovacími stroji pro dokončování povrchů. [18]

**CNC stroje** – jsou to stroje, jejichž řízení je zajištěno počítačem., byly vyvinuty z NC strojů. Pracují podle programů vytvořených programátorem na počítači s využitím specializovaného CAD/CAM softwaru (nepřímé programování) nebo přímo na stroji prostřednictvím panelu obsluhy (přímé programování). Vytvořený program je zpracován řídicím systémem stroje, který podle něj řídí pohon včetně i jednotlivých os.

V současnosti jsou CNC obráběcí stroje velmi rozšířené a nacházejí uplatnění v mnoha strojírenských oborech. Použití CNC strojů je velmi výhodné pro velkosériovou výrobu, při níž se projeví značné úspory času pro nájezdy a přejezdy, odpadá také přímá účast pracovníka, pro něhož by byla monotónní práce zatěžující. Další uplatnění nacházejí CNC stroje také v kusové a malosériové výrobě, a to především tam, kde je zapotřebí vyrobit složité tvarové plochy, které by běžnými obráběcími stroji nebylo možno vyrobit. Jedná se

například o výrobu složitých tvarových dutin tvářecích, lisovacích a vstřikovacích forem, zápusťek, turbín apod. [18]

Hlavní předností CNC strojů je vysoká produktivita, přesnost a reprodukovatelnost výroby, snadná automatizace a robotizace vkládání a vyjímání obrobků, výhodou jsou také nižší požadavky na kvalifikaci obsluhy stroje. Stroje mají krytý pracovní prostor a umožňují tak použití maximálních posuvů a vysokých řezných rychlostí bez rizika odlétávání třísek a rozstříkávání řezné kapaliny na pracovišti.

Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady, drahé příslušenství, náhradní díly i servisní údržba a také potřeba pracovníka pro tvorbu programů. [18]

***dlohotočné automaty*** – jsou to soustruhy určené k výrobě dlouhých součástí malého průměru, kde průhybu součásti nezabrání ani podpurný hrot. Tyčový polotovar je podáván vřeteníkem s kleštinou, který je pohyblivý a umožňuje průběžné posouvání obrobku. Obráběcí nástroj je hned za vodícím pouzdrem, díky čemuž je průhyb obrobku minimální a lze použít větších hloubek záběru. Kromě soustružnických nožů mohou být stroje vybaveny protivřetenem nebo poháněnými nástroji pro vrtání a frézování. Výhodou těchto strojů je velmi dobrá rozměrová přesnost i kvalita povrchu a vysoká produktivita. [29]

***vícevřetenové automaty*** – jsou to speciální stroje používané pro hromadnou a velkosériovou výrobu malých výrobků složitých tvarů, které umožňují provádět několik soustružnických, frézovacích a vrtacích operací současně a minimalizují tak počet upínání i průběžný čas výroby. Automaty mají otočný vřetenový buben se 4 až 8 nezávisle poháněnými vřeteny. V každém z nich je upnut obrobek, na kterém jsou prováděny odlišné výrobní operace, po jejich provedení se buben otočí o jeden krok a obrobek je dále opracováván. Stroje jsou vybaveny soustružnickými noži a vřeteny s frézami a vrtáky. Výhodou je velmi vysoká produktivita a malá zástavbová plocha stroje. Omezením je velikost výrobků a poměr výrobních časů operací prováděných na jednotlivých vřetenech. [29]

***obráběcí centra*** – jsou to univerzální obráběcí stroje, které umožňují provádění veškerých obráběcích operací (frézování, soustružení, vrtání, obrážení), čímž je možno výrobek vyrobit prakticky na jedno upnutí. Obrobky mohou být rozměrné a velmi těžké (turbíny, oběžná kola). Obráběcí centra jsou vyráběny jako horizontální, vertikální nebo portálová a kromě pohybu ve třech lineárních osách umožňují natáčení kolem jednotlivých os (vyklonění vřetene, naklápění stolu). Součástí obráběcích center jsou zásobníky nástrojů. [18, 29]

### 1.4.3 Nekonvenční stroje

Nekonvenční (progresivní) technologie jsou technologiemi poměrně novými, které jsou ve specifických případech produktivnější nebo které umožňují obrábění materiálů konvenčními metodami obtížně obrobitelných nebo zcela neobrobitelných.

**elektroerozivní obrábění** – metoda je založena na úběru materiálu elektroerozí. K úběru materiálu dochází natavením a vypařením vlivem tepla od jiskry, která vzniká při průrazu dielektrika. Materiál elektrod musí být odolný vůči elektroerozi, nejčastěji je používán grafit, měď nebo slitina mědi a wolframu. Použití nachází např. při výrobě dutin forem, kdy je zapotřebí vyrobit ostré vnitřní rohy, což běžným obráběním není možné. Elektroerozivní obrábění lze rozdělit podle způsobu použití na následující:

hloubení/děrování – je používáno k výrobě dutin, je prováděno postupným vnořením elektrody do materiálu nebo pohybem elektrody ve všech osách pro výrobu složitých tvarů.

drátové řezání – je používáno k dělení materiálů, řez může být rovný nebo šikmý. Elektrodou je drát tloušťky 0,1 až 0,3 mm, který je veden místem řezu (počátek řezu je od okraje obrobku nebo je drát provlečen počátečním otvorem). Metoda je používána například pro dělení kalených materiálů nebo pro výrobu složitých profilů.

Výhodou elektroerozivního obrábění je dobrá přesnost rozměrů a kvalita povrchu, možnost výroby složitých tvarů a obrábění tvrdých materiálů. Nevýhodou je pomalý úběr materiálu, možnost obrábění jen vodivých materiálů a náklady spojené s výrobou elektrod. [18, 22]

**obrábění ultrazvukem** – principem je úběr materiálu nástrojem kmitajícím frekvencí ultrazvuku s abrazivními zrnky v kapalině. Obrábění ultrazvukem je vhodné pro obrábění tvrdých, křehkých a běžnými způsoby těžko obrobitelných materiálů. Může být také vhodnou náhradou elektroerozivního obrábění v případě elektricky nevodivých materiálů. Výhodou je také povrch bez tepelného ovlivnění materiálu. Nevýhodou je pomalé odebírání materiálu a velké opotřebení nástroje. [18, 22]

**obrábění laserovým paprskem** – je založeno na využití tepla laserového paprsku, kterým je materiál taven a vypařován. Laserový paprsek je v současnosti ve strojírenství stále více využíván především pro vyřezávání plechových dílů (stroje s pohybem ve dvou osách) a dělení materiálů (možné jsou také tvarové řezy ve 3D vykloněním řezací hlavy). Používán je však také pro svařování, tepelné zpracování materiálů nebo popisování dílů. Laserem je možné řezat oceli, těžkoobrobitelné materiály, plasty i dřevo a papír. Řezaný materiál by

měl mít dobrou tepelnou vodivost a pohltivost a nízkou odrazivost, např. hliník, měď a mosaz jsou pro vysokou odrazivost a nízkou pohltivost prakticky neobrobitelné.

Výhodou laseru je tichý a čistý provoz, malá tepelně ovlivněná oblast, přesnost a kvalita řezu a také snadná automatizace a robotizace procesu. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady, nutná bezpečnostní opatření a potřeba kvalifikované obsluhy. [22]

**řezání vodním paprskem** – je prováděno vodním paprskem s velkou kinetickou energií, zpravidla s využitím abraziva pro zvýšení řezného účinku. Zařízení se skládá z vysokotlakého čerpadla, multiplikátoru a řezací hlavy. Řezat se začíná z okraje materiálu nebo z počátečního otvoru. Řezat je možné oceli i neželezné kovy, plasty i keramiku.

Výhodou je možnost řezání všech materiálů, nedochází k tepelnému ovlivnění řezu, bezprašnost procesu. Nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady a hlučnost řezání. [18, 22]

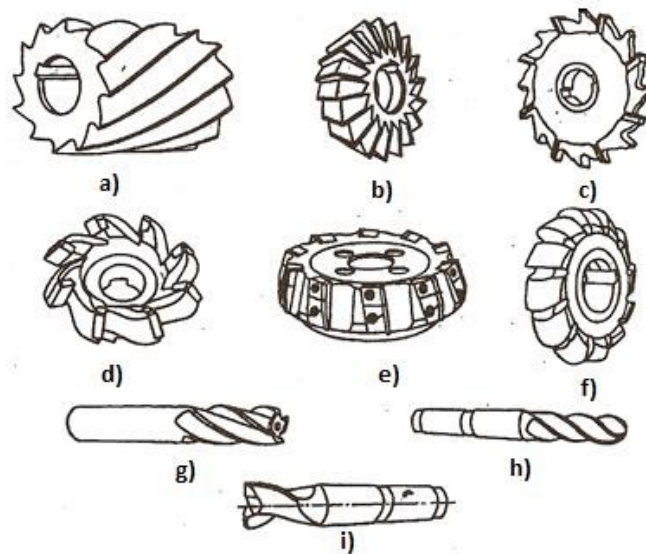
**řezání plasmou** – plasma, ionizovaný plyn vzniklý prvotním zapálením oblouku je udržováno průchodem řezacího plynu v elektrickém oblouku. Materiál se z místa řezu odpařuje.

Výhodou vysoká rychlost řezu při dobré kvalitě. Řezat je možné všechny kovové materiály. Nevýhodou je hlučnost procesu (může být zmírněno proudem vody), nutností je ochrana pracoviště před UV zářením a odsávání vznikajících plynů. [18, 23]

#### 1.4.4 Obráběcí nástroje

Základní parametry pro volbu konkrétních nástrojů vycházejí z vlastností obráběného materiálu (tvrdost, obrobitelnost), geometrie obráběné plochy (tvar, velikost obráběné plochy), požadované kvality obrobeneho povrchu, druhu obrábění, sériovosti výroby apod. Podle materiálu nástroje a jeho geometrie jsou výrobcem doporučeny řezné podmínky (otáčky, řezná rychlost, posuv, hloubka záběru), použitelnost a případně také vhodná chladicí média. Nástroje pro třískové obrábění jsou nejčastěji vyráběny jako monolitické nebo s výměnnými břitovými destičkami. [18]

**frézy** – jsou vyráběny v různém provedení - stopkové, válcové, nástrčné, kotoučové, tvarové a frézovací hlavy. Jsou používány pro obrábění rovinných a tvarových ploch, drážek, kapes, ozubení apod. Vyráběny jsou jako monolitní ze slinutých karbidů nebo rychlořezných ocelí nebo s výměnnými břitovými destičkami, které po otupení stačí otočit nebo vyměnit a je možné jimi dále obrábět. Upínací část fréz bývá válcová nebo kuželová, nástroje jsou upínány do pouzder, kleštin, tepelným upínačem, systémy HSK, Weldon, Coromant Capto a jinými, kotoučové frézy jsou upínány na frézovací trn. [18]



Obr. 8. Přehled typů fréz [31]

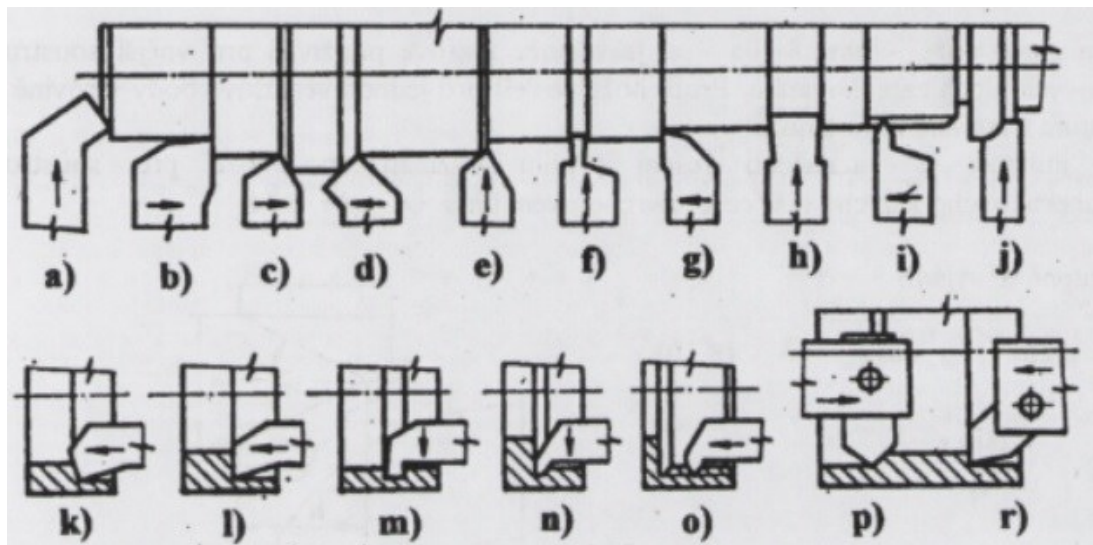
a – válcová fréza, b – úhlová fréza, c – kotoučová fréza, d – čelní fréza, e – frézovací hlava  
f – tvarová fréza, g – čelní válcová fréza, h – kopírovací fréza, i – drážkovací fréza

**soustružnické nože** – jsou vyráběny s pájenými nebo výměnnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů, případně monolitní z rychlořezných ocelí. Tvary nožů jsou vyráběny podle druhu operací a tvarů ploch, k jejichž obrábění jsou určeny. Rozlišujeme nože ubírací, kopírovací, hladící, nabírací, zapichovací, upichovací, rádiusové, rohové, závitové, tvarové a jiné. Nože jsou vyráběny jako hrubovací nebo dokončovací, podle směru obrábění dále rozlišujeme nože na pravé, levé nebo oboustranné. Pro obrábění vnitřních tvarů je používáno nožů vnitřních. [18]

Geometrie břitu nože má velmi významný vliv na proces řezání. Lze jí ovlivnit kvalitu obrobeného povrchu, velikost a směr působení řezných sil i velikost tření. Proto je používáno jiných úhlů břitu pro hrubování a jiných pro dokončování, současně je geometrie volena podle vlastností obráběného materiálu. [31]

Vzhledem k charakteru soustružení, při němž je břit nástroje trvale v záběru, může docházet ke vzniku dlouhých třísek, které mohou poškozovat obrobený povrch, překážet obráběcímu nástroji a v případě nekrytých dílenských soustruhů představovat bezpečnostní riziko pro obsluhu. Proto bývá součástí nožů nebo výměnných břitových destiček utvařecí třísky, který napomáhá vzniku drobných třísek a jejich lepšímu odvodu z místa řezu. [31]





Obr. 9. Přehled typů soustružnických nožů [31]

a – uběrací nůž čelní; b – rohový nůž; c – uběrací nůž přímý; d – uběrací nůž ohnutý; e – hladicí nůž; f – zapichovací nůž; g – uběrací nůž stranový; h – naběrací nůž; i – závitový nůž; j – radiusový nůž; k – vnitřní uběrací nůž; l – vnitřní nůž rohový; m, n – vnitřní nože zapichovací; o – vnitřní nůž závitový; p, r – vyvrtávací nůž kolmý, šikmý

**pilové listy, pásy a kotouče** – pilové listy jsou používány pro ruční i strojní pily, jsou vyráběny z kalených nástrojových a rychlořezných ocelí. Pro řezání pásovými pilami je používáno nekonečných pásů. K dělení materiálů kotoučovými pilami je používáno pilových kotoučů na kov, které mohou být osazeny zuby ze slinutých karbidů. Rozteč a geometrie zubů těchto nástrojů je volena podle druhu řezaného materiálu, tvrdosti a tloušťky. [18]

**vrtáky** – jsou používány k vrtání děr pro šrouby nebo závity, k zahlubování, přípravě otvorů pro vnitřní soustružení apod. Nejčastěji používanými vrtáky jsou vrtáky šroubovitě, používané při vrtání ručním i na vrtačkách a soustruzích. Geometrie břitu a stoupání šroubovice se liší podle určení vrtáků, nejčastěji používaný vrcholový úhel šroubových vrtáků však bývá  $118^\circ$ . Upínací část bývá válcová nebo kuželová. Materiálem pro vrtáky je nejčastěji rychlořezná ocel nebo slinuté karbidy. [18]

Dalšími typy vrtáků jsou vrtáky středící, sloužící k navrtávání středících důlků, dělové, používané k výrobě hlubokých děr nebo korunkové, určené pro vrtání krátkých průchozích děr velkých průměrů. Zvláštními vrtáky jsou vrtáky závitové, kombinující vrták a závitník, nebo stupňovité pro výrobu několika průměrů najednou. K opracování vnitřních válcových a kuželových ploch velkých průměrů je používáno vyvrtávacích hlav a vrtacích tyčí. [18]

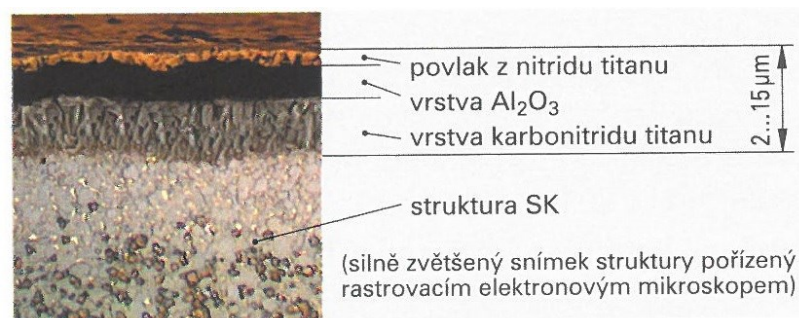
**závitníky** – podle provedení dělíme na vnější (závitová očka a závitořezné hlavy) a vnitřní (ruční a strojní). Vnitřní ruční závitníky bývají vyráběny jako trojdílná sada. Materiálem pro závitníky bývá rychlořezná ocel nebo slinuté karbidy. [18]

**záhlubníky** – jsou používány pro výrobu válcových nebo kuželových zahloubení (např. pro hlavy šroubů), odstranění otřepů nebo se jimi zarovnávají čela děr. [18]

**výstružníky** – jsou používány k výrobě kalibrických otvorů v toleranci až IT5, například pro kolíky nebo čepy. Vystružováním je upravován tvar a rozměr předvrtaných děr, úběr třísky je malý, přídavek na vystružování je volen mezi 0,1 až 0,8 mm. Vystružovat je možné ručně nebo strojně na soustruzích a frézkách. [18]

**brusné nástroje** – jsou tvořeny brusnými zrny a pojivem. Brusná zrna bývají z korundu, karbidu křemíku, nitridu boru nebo diamantu. Pojivem bývá keramika, kov nebo umělá pryskyřice. Brusné kotouče mají nejčastěji tvar disku, misky, talíře nebo válce, používány jsou však také kotouče tvarové nebo segmentové. Diskové kotouče mají otvor pro upínání na trn, menší válcové mají upínací válcovou část. Konkrétní typ kotouče je volen podle rozměrů, tvaru a tvrdosti obráběného materiálu. [18]

**povrchová úprava nástrojů** – pro zvýšení trvanlivosti nástrojů je v současnosti stále častěji prováděno povlakování nástrojů. Přestože se jedná o poměrně drahý proces, je použití povlakovaných nástrojů v sériové výrobě velmi výhodné. Povlaky slouží ke zvýšení tvrdosti a otěruvzdornosti, často jsou nanášeny ve více vrstvách. [18]



Obr. 10. Vícevrstvý povlak obráběcího nástroje [18]

## Řezné kapaliny

Během obráběcích procesů je velmi často používáno řezných kapalin. Jejich účelem je odvod tepla z místa řezu, mazání nástroje a obrobku, vyplavování třísky a průběžná ochrana před korozi. Při broušení kapalina zachycuje také vznikající jemný prach. Použití řezných kapalin prodlužuje trvanlivost nástrojů, snižuje tření a zlepšuje kvalitu obrobku.

povrchu. Chladicí účinek kapaliny rovněž napomáhá dosažení lepší rozměrové přesnosti (tepelná dilatace nástroje a obrobku). Někdy je používáno také mazání olejovou mlhou rozprašovanou stlačeným vzduchem, které šetří náklady, je šetrnější k životnímu prostředí a obrobek i třísky zůstávají suché. [18]

Řeznou kapalinou bývají minerální oleje s přísadami (např. mýdla) nebo emulze olejů ve vodě s přídavkem emulgátorů a konzervačních látek. Přívod řezných kapalin do místa řezu je prováděn hadičkami nebo tryskami a stále častěji také kanály v těle nástrojů, což je z hlediska efektivity mnohem vhodnější. [18]

#### 1.4.5 Ruční nářadí

Výrobní a montážní pracoviště bývají vybaveny ručním nářadím, které bývá poháněno lidskou silou nebo elektrickým, pneumatickým či jiným pohonem.

Základními požadavky pro snadnou a produktivní práci s ručním nářadím jsou nízká hmotnost, ergonomie úchopu a použitelnost ve vhodné pracovní poloze, bezpečnost a jednoduchost obsluhy a údržby.

Pro ruční práce ve výrobě jsou používány pilníky, sekáče, kladiva, brusné papíry, kartáče, nůžky, kleště. Z elektrického a pneumatického ručního nářadí je možno zmínit například úhlové brusky, brusky s ohebným hřídelem, pneumatické leštící a pilovací nářadí, páječky nebo stříkací pistole.

Na montážních pracovištích jsou nejpoužívanějším ručním nářadím montážní klíče - očkované, imbusové, ploché, trubkové, pro úsporu času je vhodné použití sad Gola s ráčnami. K utahování spojů s předepsaným předpětím je používáno momentových klíčů. Dále je používáno plochých a křížových šroubováků a šroubováků s výměnnými bity. Především na montážních pracovištích v sériové výrobě je pro zkrácení montážních časů a snížení fyzické námahy pracovníků vhodné použití elektrických nebo pneumatických šroubováků. K usazování vnitřních a vnějších pojistných kroužků je používáno kleští s hroty, pro nýtování nýtů je používáno nýtovacích kleští nebo a pneumatického nýtovacího kladiva. [18]

#### 1.4.6 Svařování a svařovací stroje

„Svařování je proces zhotovování nerozebíratelných spojů dosažením meziatomových vazeb mezi spojovanými díly při jejich ohřevu nebo plastické deformaci, případně při společném působení ohřevu a plastické deformace.“ [18, str. 5]

Svařování je důležitou technologií ve strojírenství používanou ke spojování profilů, dílů a součástí ve větší celky, pro výrobu rámců a konstrukcí, a také k opravám zařízení, zavařování poškozených částí forem apod.

Výhodami svařovaných rámců jsou vyšší pevnost konstrukce, menší hmotnost, menší přídatky na opracování (v porovnání s odlévanými rámy) a těsnost spoje. Nevýhodou jsou zbytková pnutí, deformace svařence, tepelné ovlivnění svařované oblasti a menší tlumící účinek. [19]

Rozlišujeme dva druhy svařování:

**tavné** – při němž dochází k místnímu natavení spojovaných materiálů bez použití tlaku (obloukové, plamenem, laserové, elektronové, aluminostruskové)

**s použitím tlaku** – k dokonalému svaření je třeba tlaku na díly (odporové, třecí, tlakové, kovářské, ultrazvukové)

Svařování lze dále rozdělit dle úrovně mechanizace:

**ruční** – je prováděno ručně pomocí elektrody připojené ke svařovacímu zdroji

**mechanizované** – je prováděno s pomocí mechanismů a strojů řízených člověkem

**automatizované** – zapálení oblouku, podávání elektrody, přemísťování svařence je zajištěno pomocnými mechanismy bez přímého působení člověka

**automatické** – všechny operace potřebné k provádění svařování jsou vykonávány zařízením podle programu (automatické svařovací linky automobilek)

Svarové spoje můžeme rozdělit podle polohy svařovaných dílů na:

**spoje tupé** – svařované díly jsou k sobě přiloženy čelními plochami

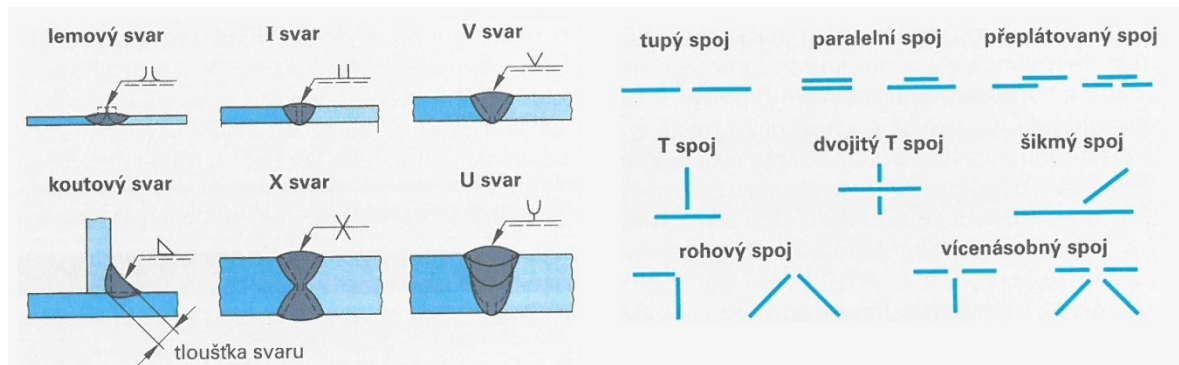
**rohové spoje** – svařované díly jsou vůči sobě pod určitým úhlem a jsou spojeny na okraji

**překlátované spoje** – svařované díly jsou položeny tak, že se částečně překrývají

**spoje T** – čelo svařovaného dílu je přivařeno na povrch druhého dílu, nejčastěji kolmo

Plochy svařovaných dílů musí být ke svařování připraveny (odmaštění, odstranění barvy a případných nečistot apod.) a upraveny zkosením nebo zbroušením (svary V, U, W, Y).

Po svařování bývá někdy prováděno žihání ke snížení pnutí, které odstraní vnitřní pnutí ve svaru vzniklé nerovnoměrným ohřevem a ochlazením nebo vlivem následné deformace svařence. [19]



Obr. 11. Typy svarů a spojů [18]

### Svařovací metody

**svařování elektrickým obloukem** – využívá k natavení materiálu teplo vzniklé elektrickým obloukem vytvořeným mezi elektrodou a svařovaným materiálem. Velikost proudu a průměr elektrody jsou voleny podle tloušťky svařovaného materiálu. Zdrojem proudu jsou svařovací zdroje (transformátory, dynama, usměrňovače, měniče). Svařování elektrickým obloukem rozlišujeme podle způsobu ochrany místa svaru před okolní atmosférou na:

- ruční svařování obalenou elektrodou – svařovací elektroda je tvořena svařovacím drátem a obalem, který při tavení uvolňuje ochranné plyny bránící přístupu vzduchu a stabilizuje oblouk, a který vytváří na povrchu svaru ochrannou strusku napomáhající pomalejšímu chladnutí. Svařovací soupravy pro svařování obalenou elektrodou jsou nejméně nákladné a v opravárenství a kusové výrobě dobře použitelné pro svařování běžných konstrukcí. [19]

- svařování v ochranné atmosféře – pro ochranu taveniny před reakcí s okolním prostředím je používáno inertních plynů (argon, helium, vodík, oxid uhličitý a jejich směsi) přiváděných do místa svaru. Při svařování MIG/MAG je používáno svařovacího drátu (elektrody) podávaného svařovacím hořákem, kterým je současně ovládán přívod ochranného plynu a spínání elektrického proudu. Svařování MIG/MAG je v kusové výrobě v porovnání se svařováním obalenou elektrodou jednodušší a produktivnější. V případě svařování WIG je elektroda netavná a je tvořena wolframovou špičkou hořáku s přívodem ochranného plynu, svařovací drát je podáván do svařovaného místa ručně. Svařování WIG je vhodné především pro spoje s vysokými požadavky na kvalitu svarů, pro svařování tenkých materiálů, plechy z vysoce legovaných ocelí a hliníkové slitiny. [18, 24]

**svařování plamenem** – ke svařování je využíváno tepelné energie plamenu vzniklého hořením hořlavého plynu (acetylen, propan, propan - butan, metylacetylen) s kyslíkem. Plyny jsou skladovány v tlakových lahvích, případně přiváděny centrálními rozvody. Svarový

spoj vzniká natavením a smísením základního a přídavného materiálu (svařovací drát). Svařování plamenem je vhodné především pro svařování tenkých materiálů. V případě použití řezacího hořáku je možné využít plamenu také k dělení materiálu. [19, 24]

**odporové svařování** – je založeno na využití tlaku, teplo potřebné k vytvoření svarového spoje je vytvořeno průchodem elektrického proudu spojovanými součástmi. Teplo vzniká ohmickým odporem v místech dotyku a v místě styku spojovaných součástí. Odporové svařování bývá nejčastěji prováděno jako bodové - s tyčovými elektrodami (spojování plechů, výroba karoserií) nebo švové s kotoučovými elektrodami (nádrže, sudy, konzervy), obě metody lze poměrně snadno automatizovat. [19]

**třecí svařování** – je založeno na využití tlaku. Spojované materiály jsou k sobě přitlačovány, jeden je pevně upnut, druhý rotuje. Teplo vzniklé třením způsobí natavení v místě dotyku, po zastavení rotace dojde k trvalému spojení. Třecí svařování je vhodné pro svařování rotačních součástí (vrtáky, frézy). Výhodou je rychlost spojení, nízké teplotní ovlivnění okolní oblasti a čistota metody z hlediska hygieny práce (záření, rozstřík, kouř). [19]

Při technologii svařování je třeba dbát bezpečnosti práce a také požární ochrany, je nutné používat ochranné pomůcky (rukavice, obuv, ochranné štíty), zajistit ventilaci, v případě použití tlakových lahví zajistit jejich bezpečné uložení, provádět jejich revize apod. [19]

#### 1.4.7 Stroje pro dělení materiálů

K výrobě součástí je třeba zajistit přípravu potřebných polotovarů. Velmi často jsou polotovarem hutní materiály dodávané v metráži, z nichž jsou oddělovány kusy požadované délky. Volba použitého zařízení pro dělení materiálů se odvíjí od druhu a rozměrů polotovarů a velikosti produkce. [2]

Pro dělení hutních materiálů (tyče kruhové, čtyřhranné, ploché, pásy, trubky, jekly, profily L, U, I) je běžně používáno rámových, pásových a okružních pil, stříhacích hydraulických lisů a abrazivních děliček, řezy mohou být kolmé nebo pod úhlem. K dělení silnostěnných materiálů bývá využíváno také autogenu s řezacím hořákem. K dělení plechů je používáno nůžek (tabulových, příp. ručních). Snahou je dosahovat dobré kvality a rovinnosti řezů, aby přídavky potřebné pro zarovnání polotovaru v další výrobě byly co nejmenší. [2]

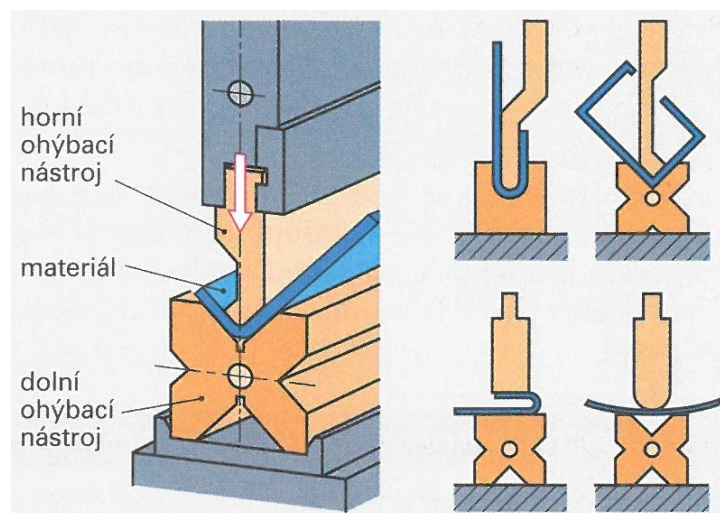
V současnosti se stále více uplatňují nové technologie pro dělení materiálů - řezání laserem, plasmou nebo vodním paprskem. Výhodou těchto technologií je vysoká produktivita,

možnost řezání dílů libovolných tvarů a při menších tloušťkách také dobrá kvalita a přesnost řezu, díky čemuž mnohdy není třeba díly dále opracovávat.

V případě nutnosti je před samotným dělením materiálu prováděno také jeho rovnání a kalibrování na válcových rovnacích strojích (nejčastěji dráty a plechové pásy dodávané ve svitcích) nebo v lisech (kusové polotovary). [18, 22]

#### 1.4.8 Stroje pro výrobu plechových dílů

Plechové díly jsou často vyráběnými součástmi. Vyráběny jsou držáky, podpěry, nádoby nebo krycí či ochranné kryty zařízení. Nejčastěji jsou z oceli, nerezů nebo hliníku. K výrobě dílů je používáno strojních nůžek, stříhacích, ohýbacích a zakružovacích strojů, lisů, ohraňovacích lisů a tvářecích strojů. Druh a velikost použitých strojů se odvíjí od rozměrů vyráběných dílů, požadavků na zpracování finálního dílu a vyráběného množství. [18]



Obr. 12. Ohraňování různými ohýbacími nástroji [18]

V případě kusové výroby je používáno univerzálních dílenských strojů, u velkosériové a hromadné produkce jsou navrhovány jednoúčelové postupové stroje a speciální nástroje určené k výrobě konkrétních dílů, které pracují jako zcela automatické výrobní linky. [18]

#### 1.4.9 Kontrola a měření

V procesu výroby výrobku je třeba provádět nutnou kontrolu a měření součástí. Prováděny jsou kontroly a měření vstupujících surovin a polotovarů, vyráběných součástí v průběhu a po dokončení výroby a také před expedicí hotových výrobků. Důvody pro měření a kontrolu bývají různé – kontrola kvality vstupních surovin, kontrola rozměrů a tvaru, shodnosti

výrobků, hodnocení kvality povrchu a vzhledu, zkoušení mechanických vlastností aj. Kontrolované výrobky mohou být měřeny všechny, vybírány náhodně nebo jinak. [20]

Kontrola a měření jsou spojeny s dalšími náklady výroby - s obsluhou, zařízeními k tomu určenými a s časem potřebným pro vykonání těchto činností. Proto je žádoucí kontrolovat jen to, co je nutné pro dodržení potřebných výrobních tolerancí (lícování funkčních částí dílů na montáži, dodržení požadovaných rozměrů výrobku) a požadovaných vlastností výrobku (pevnost, tvrdost, vzhledové vlastnosti). [20]

V automatizovaných provozech je sběr dat často prováděn samostatně pracujícími kontrolními zařízeními propojenými s datovými uložišti, odkud jsou získaná data odebírána k analýze a vyhodnocení výrobního procesu. Na základě vyhodnocených dat je možno identifikovat možné příčiny výrobních vad a odchylek a také včas odhalit skryté poruchy strojů, čímž lze eliminovat neplánované technologické odstávky. [20]

### **Měření rozměrů**

Měření rozměrů je ve strojírenské výrobě nejčastěji zjišťovaným údajem. Jsou prováděna měření v rámci výroby a také měření kontrolní. K měření rozměrů je používáno mechanických, elektrických a optických měřidel.

**měření délek** – k měření rozměrů na pracovištích je používáno ohebných a svinovacích měřítek, dále posuvných měřidel, mikrometrických měřidel a číselníkových úchylkoměrů s mechanickou nebo digitální stupnicí. Elektrická digitální měřidla vybavená výstupem je možno propojit s vyhodnocovací jednotkou a počítačem k uložení a zpracování dat. Pro kontrolu většího množství dílů je používáno mezních kalibrů – třmenových pro hřídele a desky, válečkových pro díry. [20]

Ke kontrole závitů je používáno závitových, válečkových a třmenových kalibrů nebo mezních závitových kroužků, k měření rozměrů závitu je používáno např. metody měření závitu „přes drátky“.

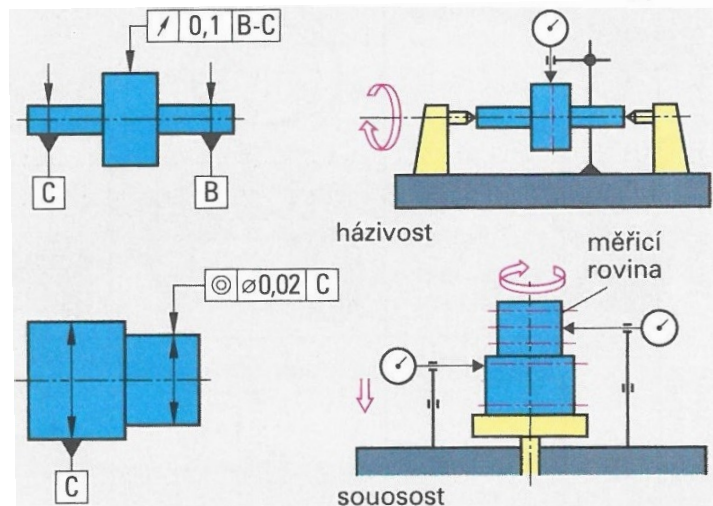
K nastavení a kontrole měřidel a kalibrů je používáno sady koncových měrek skládajících se z vysoce přesně broušených hranolů vyrobených v určitých odstupňovaných velikostech. Požadovaný rozměr se získá jejich sestavením.

Mezi novější měřicí přístroje patří laserové skenery, které mohou pracovat samostatně nebo bývají zapojeny do výrobních linek. Jejich výhodou je bezdotykové měření, rychlost, přesnost a možnost měření pohybujících se součástí. [20]



**měření úhlů** – k měření kolmosti je používáno úhelníků, k měření úhlů je používáno úhloměřů, úhlových měrek nebo sinusového pravítka. [20]

**kontrola tvaru a polohy** – kontrola geometrických tolerancí součástí (např. rovinnost, kolmost, válcovitost, sousost, házení) je zpravidla prováděna na litinových nebo granitových měřicích stolech s využitím stojánek, otočných hrotů, prizmat, nožových pravítek, číslicových úchylkoměrů a laserových interferometrů. [18, 20]



Obr. 13. Měření obvodového házení a sousosti [18]

**komplexní kontrola součástí** – pro kontrolu polohy nebo více rozměrů současně je ve velkosériové výrobě používáno speciálních přípravků, do kterých je zkoušený díl vkládán, rozměrově nevyhovující výrobky jsou rozpoznány na základě nemožnosti vložení.

Měření rozměrů je možné provádět také souřadnicovými měřicími přístroji, které umožňují kompletní měření geometrie pomocí kontaktní sondy. V prostorových souřadnicích jsou určovány měřicí body sloužící k určení geometrie. Velmi výhodné je propojení těchto přístrojů s počítačem. [18, 20]

Ke snímání celého povrchu trojrozměrných těles (prototypů, forem) je často používáno také 3D skenerů. Získaná data je pak možno pomocí speciálních softwarů analyzovat nebo převést do formátu vhodného k úpravě ve 3D modelovacích softwarech. [18, 20]

### Hodnocení jakosti povrchu

Vlivem obráběcích, tvářecích a dalších výrobních operací jsou na výrobcích přítomny nerovnosti povrchu tvořené drsností, vlnitostí a tvarem povrchu. Nerovnost povrchu má vý-

znamný vliv na funkčnost a trvanlivost strojních součástí a u pohledových dílů také vliv na prodejnost, proto je prováděna kontrola jakosti povrchů.

**drsnost** – v dílenském prostředí je pro informativní účely používána porovnávací metoda, kdy je srovnáván kontrolovaný povrch se vzorkovnicemi drsnosti. Pro stanovení drsnosti je používáno přenosných dotykových profilometrů nebo souřadnicových měřících přístrojů. K podrobné analýze povrchů ve 3D je používáno speciálních optických profilometrů a drsnoměrů využívajících interference bílého světla. Tato důkladná měření jsou však poměrně drahá, především z důvodu nákladných měřících zařízení a časové náročnosti, proto je těchto měření používáno jen v odůvodněných případech. [20]

**subjektivní kontrola pohledových vlastností** – je založena na smyslovém vnímání pracovníka, kontrolovány jsou například otřepty, hladkost povrchu, kvalita nátěru apod. [20]

### **Měření mechanických a technologických vlastností**

Tvrдость materiálu je stanovována statickými nebo dynamickými zkouškami. Statické zkoušky měření tvrdosti (podle Brinella, Vickerse, Rockwella) jsou založeny na vniku zkušebního tělíska do povrchu materiálu. Liší se stanovenými podmínkami měření a tvarem vnikajícího tělesa.

Dynamické zkoušky jsou prováděny pomocí kladívka Poldi nebo Baumannova kladívka, pro nedestruktivní měření tvrdosti je používáno Shoreho skleroskopu založeném na principu měření výšky odrazu. Jedná se o metody dobře použitelné v dílenském prostředí. [20]

V případě potřeby zjištění mechanických vlastností použitého materiálu je v laboratorních podmínkách prováděna na zkušebních tělesech statická zkouška tahem, případně jsou prováděny únavové zkoušky nebo zkoušky rázové houževnatosti. [20]

### **Kontrola vad materiálu**

Vyráběné součásti mohou obsahovat výrobní vady. Některé z nich je možno odhalit běžným způsobem prohlédnutím součásti nebo s využitím kapilárního jevu (povrchové praskliny nebo vady uvnitř průhledných výrobků), ale skryté vnitřní vady je nutné zjišťovat pomocí měřících přístrojů. Typicky se jedná například o kontrolu svarů tlakových nádob a konstrukcí s důrazem na bezpečnost (např. v letectví, jaderné energetice). [20]

Pro zjišťování vnitřních vad výrobků je používáno nedestruktivních metod, z nichž je možno zmínit například následující:

**magnetická metoda** – na povrch dílce je nanesen detekční prostředek (feromagnetický prášek nebo kapalina s práškem) a dílec je umístěn do magnetického pole. Detekční prostředek v magnetickém poli reaguje a je-li v dílci vada, projeví se to viditelně jeho zachycením na povrchu vlivem zhuštěných siločar kolem místa vady. Metoda je vhodná pro kontrolu výrobků z feromagnetických materiálů. [20]

**zkouška ultrazvukem** – využívá průchodu ultrazvukových vln materiálem. Způsob detekce vady je možný průchodovou nebo odrazovou metodou. Při průchodové metodě jsou používány dvě protilehlé sondy, jedna je vysílač, druhá přijímač ultrazvuku. Přijímač měří intenzitu ultrazvuku procházejícího materiálem, případná vada se projeví útlumem. Tato metoda je vhodná spíše pro tenké materiály a je omezena potřebou přístupnosti materiálu z obou stran a rovnoběžností povrchů. Častěji využívaná je metoda odrazová, která má snímač i přijímač jen na jedné straně. Vyslaný signál se po průchodu materiálem odráží od stěny zpět do přijímače, pokud je v materiálu vada, dojde k odrazu signálu již v tomto místě a signál se ke snímači dostane dříve. Hloubku, ve které se vada nachází, je možné určit z času mezi vysláním a příjmem signálu. [20]

**zkoušky prozařováním** – jsou založeny na průchodu krátkovlnného záření materiálem. V místě vady (dutina) je pohlcení záření menší, což se na ozářeném filmu projeví tmavším zabarvením. K prozařování se používá rentgenové nebo gama záření. [20]

#### 1.4.10 Tepelné zpracování

„Tepelným zpracováním rozumíme všechny postupy, při nichž předmět nebo materiál záměrně ohříváme a ochlazujeme určitým způsobem tak, aby získal požadované vlastnosti. V podstatě jde vždy o souhrn těchto operací: ohřev určitou rychlostí na danou teplotu, výdrž na této teplotě a ochlazování určitou rychlostí na konečnou teplotu. Někdy se tyto operace opakují vícekrát za sebou za různých podmínek.“ [17, s. 75]

Jelikož jsou procesy tepelného zpracování energeticky náročné, je třeba přistupovat k jejich volbě uvážlivě, s ohledem na poměr získaných užitečných vlastností a nákladů. V mnoha případech je však s využitím tepelného zpracování možno použít levnějších materiálů nebo získat kombinaci vlastností, které by bylo možno splnit samotnou volbou materiálu jen obtížně. Tepelným zpracováním ocelí je možné změnit především jejich tvrdost, pevnost a obrobitelnost. [17]

**cementování** - cementování je hojně používaný způsob chemicko-tepelného zpracování měkkých konstrukčních ocelí s obsahem 0,1 až 0,2 % uhlíku, při němž je povrchová vrstva sycena uhlíkem. Uplatnění nachází tam, kde je vyžadován tvrdý zakalený povrch při zachování houževnatého jádra. Používáno je často pro hřídele, čepy a ozubená kola. Po cementaci je následně prováděno kalení a popouštění, které může být provedeno přímo z cementační teploty, s podchlazením, s přichlazením nebo jiným způsobem. [17, 18]

**kalení** – je prováděno za účelem získání tvrdé struktury. Proces kalení spočívá v zahřátí dílce na kalicí teplotu, výdrži na teplotě k prohřátí jádra a následném prudkém ochlazení v lázni, čímž vznikne tvrdá struktura. Podle kaleného materiálu a požadovaných vlastností je volen druh kalicího prostředí. Nejčastěji jím bývá voda nebo olej, u legovaných ocelí také vzduch. Možné je i kalení v solných roztocích. Nejběžnější jsou kalení martenzitické a bainitické, které mohou být provedeny jako nepřetržité nebo lomené. [17]

Kalitelnost - schopnost oceli dosáhnout kalením zvýšení tvrdosti je ovlivněna především obsahem uhlíku, za dobře kalitelné nelegované oceli lze považovat oceli s obsahem uhlíku vyšším než 0,35 %. [17]

Prokalitelnost - je schopnost oceli dosáhnout zakalení v určité hloubce pod povrchem. Na prokalitelnost materiálu má vliv především obsah legujících prvků. Ke zkoušení prokalitelnosti materiálu je prováděna Jominiho zkouška. [17]

**popouštění** – je prováděno ohřevem na určitou teplotu, výdrží na této teplotě a následným pomalým ochlazením, čímž je sníženo vnitřní pnutí. Podle popouštěcích teplot je rozlišováno:

popouštění za nízkých teplot (do 350 °C) – často označované jako napouštění, používáno je především u nástrojových ocelí. Snížení tvrdosti nízkoteplotním popouštěním nebývá příliš výrazné.

popouštění za vysokých teplot (350 až 700°C) – ve spojení s kalením je označováno jako zušlechťování. Používá se ke zvýšení meze kluzu a pevnosti a k získání odolnosti proti únavě. [17]

**žihání** - je tepelné zpracování, při kterém je součást pomalu ohřáta na žihací teplotu, následuje setrvání na této teplotě (řádově v hodinách) a pomalé ochlazení. Cílem je změna struktury nebo vlastností materiálu. Rozlišujeme žihání s překrystalizací (normalizační, homogenizační) a bez překrystalizace (ke snížení pnutí, na měkko, rekrystalizační). [17]

Další způsoby tepelného zpracování:

**nitridování** – při nitridaci dochází k sycení povrchové vrstvy oceli dusíkem, čímž vzniknou nitridy přispívající ke značnému zvýšení tvrdosti povrchu. Nitridování je vhodné pouze pro legované oceli. Používáno je k vytvrzování povrchu mikrometrických šroubů, šneků, vaček a nástrojů pro zpracování plastů. [17, 23]

**nitrocementování** – nahrazuje nitridování, cementační plyn je navíc doplněn amoniakem, dochází současně k cementaci i nitridaci. Výhodou nitrocementace je nižší teplota potřebná pro difuzi a vlivem dusíku také možnost kalení uhlíkových ocelí do oleje, což napomáhá snížení pnutí. [17, 23]

**povrchové kalení** – účelem je získání tvrdého otěruvzdorného povrchu a pevného a houževnatého jádra součástí. Kalení je prováděno rychlým ohřevem povrchu na austenitizační teplotu a rychlým ochlazením, nejčastěji ve vodě. Pnutí vzniklé mezi houževnatým jádrem a zakaleným povrchem je následně snižováno nízkoteplotním popouštěním. K povrchovému kalení je používáno nelegovaných ocelí k zušlechťování i některých legovaných ocelí. Povrchové kalení nachází uplatnění např. při výrobě hřídel, čepů, ozubených kol, kluzných drah apod. [17, 23]

#### 1.4.11 Povrchová úprava

Pro ochranu výrobků vystavených při přepravě a v provozních podmínkách nejrůznějším vlivům a pro dosažení požadovaného vzhledu, mechanických a fyzikálních vlastností součástí bývají na jednotlivých dílech prováděny povrchové úpravy.

Před samotnou povrchovou úpravou je třeba provést důkladné ošetření povrchu (odmaštění, konzervace proti korozi, kartáčování, pískování, leštění), až 70 % poškození nátěrů bývá způsobeno nedostatečnou přípravou povrchu. [21]

Ochranná vrstva může být tvořena jednou nebo více vrstvami jednoho nebo více druhů povlaků. Z nejběžnějších způsobů ochrany povrchů součástí ve strojírenství lze zmínit tyto:

**organické povlaky** – jsou nejstarším, nejběžnějším a nejlevnějším způsobem ochrany povrchů, tvoří 80-90 % všech povlaků. Ochrana je prováděna natíráním nebo stříkáním laků a nátěrových hmot. Aplikace je jednoduchá, nevyžaduje složitých zařízení a není omezena velikostí a tvarovou složitostí výrobku.

**galvanické pokovování** – spočívá v nanesení tenké vrstvy ochranného kovu na součást pomocí elektrolyzy. Prováděno je např. při zinkování, niklování a kadmiování k ochraně součástí před vodou a povětrnostními vlivy nebo chromování, pro dosažení povrchů schopných získat leštěním zrcadlový lesk.

**žárové zinkování** – princip metody je založen na žárovém pokovení dílu očištěného tavidlem ponořením do roztaveného kovu. Metoda je rychlá a poměrně levná, používá se např. pro úpravu plechů, drátů, pletiv a trubek.

**černění (brynýrování)** – vytvoření ochranné vrstvy oxidů černého dekorativního vzhledu mořením v kyselinách, louhu nebo roztavených solích. Dalším způsobem černění je černění kovářské (karbonování), které je prováděno ponořením horké součásti do oleje.

**teflonování** – na povrch je nanášena tenká vrstva PTFE, je používáno ke zlepšení kluzných vlastností povrchů a snížení přilnavosti.

**nástřík plastů a kovů** – termoplast nebo ve formě prášku je acetylén-kyslíkovým plamenem stříkácí pistole nataven a unášen na povrch dílu, kde vytvoří ochrannou vrstvu. Obě metody jsou si podobné, liší se především provedením stříkácí trysky.

**ochrana oleji** – je využívána u součástí, jejichž povrch z funkčních důvodů nelze opatřit ochrannou vrstvou, a kde je třeba součásti mazat. Je prováděna nanesením olejového filmu nebo tuku, někdy bývá mazání zajištěno v rámci mazacích rozvodů zařízení. Často je využívána u hydraulických válců, čepů a pouzder, vodících šroubů, kluzných ploch apod.

V případech, kdy je třeba ponechat funkční plochy bez povrchové úpravy, je nutné tyto plochy chránit zakrytím (typicky při stříkání laků a nátěrových hmot). [18, 21]

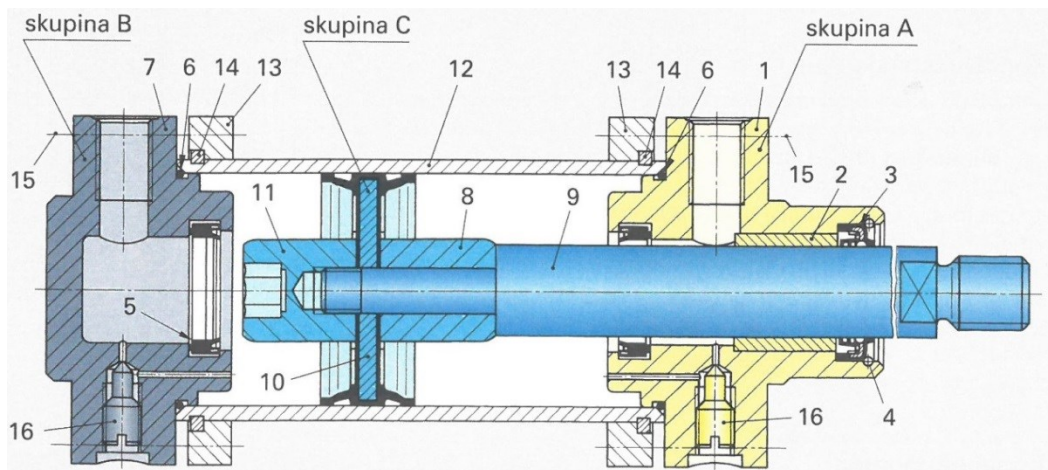
#### 1.4.12 Montáž

Montážní pracoviště jsou posledními výrobními pracovišti před přípravou výrobku k expedici. Probíhají zde dokončovací operace, jakými jsou například ojehlení dílů, lícování dosedacích ploch, řezání závitů, mazání funkčních částí, kontrola správnosti a smontovatelnosti součástí, značení, polohování, montáž dílů do funkčních celků (podsestav a sestav) a finální kompletace. Součástí montážních prací bývá velmi často také plnění provozními kapalinami, instalace elektrických rozvodů, elektroniky a řídicích systémů nebo pneumatických a hydraulických systémů, během nichž je prováděno seřizování a nastavení jednotlivých komponent. Po dokončení kompletace je pak provedeno celkové odzkoušení

funkčnosti výrobku. V případě rozměrných výrobků bývá prováděna jejich následná demontáž na menší celky pro snadnější přepravu k zákazníkovi. [18]

Nejčastějším způsobem spojování součástí je spojování pomocí šroubů a matic, kolíků, čepů a pojistných kroužků. Dále jsou součásti spojovány také nýtováním, lepením, pájením nebo svařováním, plastové součásti jsou spojovány spojením pružnými háčky. Kabely a hadice jsou svazovány do svazků a připevněny pro zamezení proti pohybu.

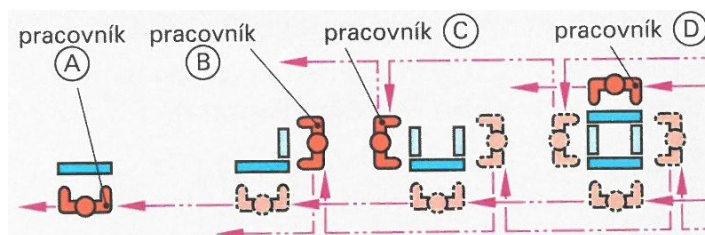
Montáž součástí je prováděna podle sestavových výkresů a kusovníků, součástí dokumentace bývá montážní postup popisující sled montáže jednotlivých dílů, popis měřících přístrojů, náradí, přípravků a pomůcek k tomu potřebných, čas pro montáž apod. Výkresová dokumentace může být pro názornost doplněna také obrázky ze 3D modelu. [2, 18]



Obr. 14. Příklad sestavy pneumatického válce [18]

Podle charakteru výrobku, jeho množství, složitosti a náročnosti kompletace bývá volena časová a prostorová struktura montáže:

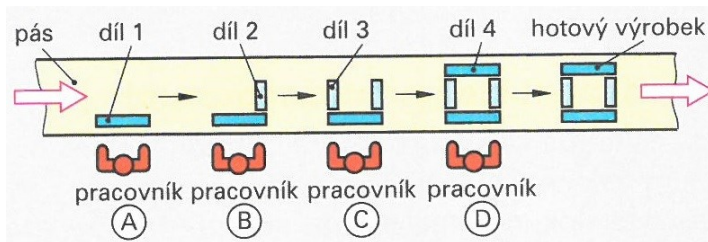
**nepohyblivá (stacionární montáž)** – probíhá zpravidla jen na jednom místě a je prováděna jedním nebo několika pracovníky. Je používána především při sestavování velkých a těžkých výrobků. Montáž může být soustředěná nebo rozčleněná, podle toho, zda je prováděna na jednom montovaném celku nebo na jeho částech.



Obr. 15. Stacionární sériová montáž [18]

Výhodou je především snadné přizpůsobení montážního pracoviště potřebám výroby různých výrobků. Nevýhodou jsou požadavky na kvalifikaci pracovníků, náročnost na plochy potřebné pro montáž a dlouhá průběžná doba výroby. [2, 18]

**pohyblivá montáž (sériová)** – je prováděna jednotlivci nebo pracovními skupinami v několika operacích současně, pracovníci nebo montované celky se pohybují podle potřeb technologického sledu montáže. Pohyblivá montáž může být předmětná řadová, linková (asynchronní) nebo proudová (synchronní).



Obr. 16. Sériová pohyblivá montáž [18]

Výhodou je rytmičnost práce, stálost pracovní náplně také a možnost vybavení pracovišť speciálními nářadím. Nevýhodou jsou vysoké nároky na technickou přípravu výroby a nutnost stálého přísunu materiálu. [2, 18]

## 1.5 Skladování

Skladování je součástí logistických procesů během výroby, kdy je zapotřebí z různých důvodů součást po nějakou dobu odložit. Pomáhá také vyrovnávat kolísání příjmu a odbytu materiálu vlivem přerušování výroby. Rozlišujeme skladování materiálu na pracovišti, v mezioperačních skladech a meziskladech a ve skladech zásobovacích a odbytových. Způsob skladování se odvíjí od charakteru skladovaného materiálu (skupenství, rozměry, hmotnost) a způsobu jeho balení (volně, v kontejnerech, v bednách, v sudech, v krabicích, ve svazcích, v pytlech, na paletách). Ve strojírenských provozech je nejhojněji rozšířeno skladování materiálu v různých typech regálů a regálových zakladačů a také na volné ploše. [1, 16]

V moderních provozech jsou uskladněné polotovary a výrobky evidovány pomocí počítačových systémů (často v kombinaci s využitím skenerů čárových kódů a QR kódů), díky čemuž je stálý přehled o jejich množství a také je mnohem snadnější jejich lokalizace. Ve velkých automatizovaných provozech je často zaváděna také robotizace skladů, která snižuje množství potřebného personálu a rovněž přispívá ke stabilitě dodávek.



V současnosti je snahou minimalizovat vytváření zásob ve skladech i na pracovištích pro zvýšení bezpečnosti a lepší využití výrobních ploch, skladování je finančně náročné (prostory, obsluha). Proto byla zavedena tzv. metoda „Just in time,“ která spočívá v dodání materiálu právě v okamžiku, kdy ho bude zapotřebí. [16]

Při skladování je důležité mít na zřeteli také bezpečnostní předpisy. Z nejdůležitějších je možno zmínit omezení a podmínky pro skladování nebezpečných a hořlavých látek, zajištění viditelnosti a přístupnosti hasicích přístrojů, hlavních uzávěrů, únikových cest a také dodržování stanovených limitů nosnosti podlah a regálů či ložné výšky. Z důvodu bezpečnosti je důležité také zachovávat průjezdnost přepravních tras značených obvykle žlutými čarami na podlaze. [16]

## 1.6 Doprava

Doprava je logistický proces, při němž jsou vstupní suroviny, odpady, pomůcky, polotovary, díly a výrobky přesouvány mezi jednotlivými pracovišti, výrobními jednotkami, sklady, dodavateli a zákazníky.

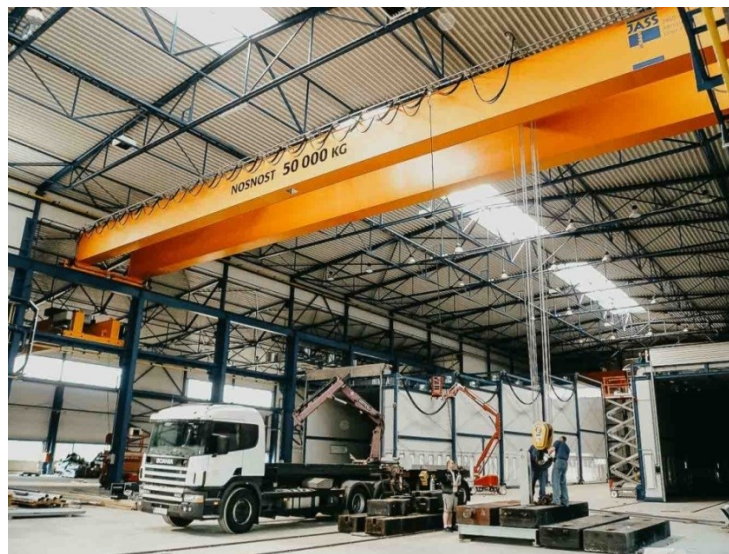
Ve strojírenské výrobě jsou k přepravě dílů mezi pracovišti obvykle používány plošinové vozíky, ruční paletové vozíky a vysokozdvizné vozíky, ke zvedání těžkých břemen jsou používány mostové (halové) jeřáby zabudované v konstrukci výrobní haly. Montážní pracoviště bývají zpravidla vybavena také sloupovými jeřáby s otočným ramenem či jinými pomocnými zvedacími zařízeními.



Obr. 17. Otočný dílenský jeřáb[32]

V případě sériové a hromadné výroby bývá používáno také různých typů dopravníků, skluzů nebo válečkových tratí, které přepravu výrobků výrazně zjednodušují. Jejich vhodným konstrukčním řešením se lze také vyhnout zbytečnému křížení pozemních dopravních cest. V provozech s rozšířenou automatizací nacházejí široké uplatnění také průmyslové roboty a manipulátory (např. pro upínání a vyjímání obrobků na CNC strojích) a centrálně řízené robotické vozíky. [1, 16]

Především při zvedání břemen a jejich přepravě je třeba dbát bezpečnosti práce, protože se jedná o činnosti se zvýšeným rizikem úrazů. Nesmí být překračována maximální nosnost



*Obr. 18. Mostový jeřáb [32]*

zařízení, břemena nesmí být vázána nevhodnými prostředky, nesmí být vstupováno pod zavěšená břemena, zařízení smí obsluhovat pouze zaškolení pracovníci apod. [16]

Pro přepravu vstupního materiálu a k expedici výrobků je používána silniční a železniční doprava. Volba dopravního prostředku se odvíjí od hmotnosti a rozměrů výrobku, jeho množství a charakteru, přepravní vzdálenosti, dopravní dostupnosti a četnosti přepravy a s tím spojenými ekonomickými faktory. Doprava vstupních surovin od dodavatelů a doprava hotových výrobků k zákazníkovi může být zajištěna vlastními podnikovými vozidly nebo vozidly dodavatele či zákazníka, další možností je také využití služeb přepravních společností. [1, 16]

Součástí činností spojených s přepravou výrobků k zákazníkovi je také příprava k expedici, kdy je výrobek zkompletován, zabalen a zabezpečen proti mechanickému poškození (bublinkové folie, kartonové a polystyrenové výplně, svázání páskami), případně ošetřen ochrannými prostředky (oleje, ochranné fólie). [1, 16]

## 2 RECYKLACE PRYŽE

S rostoucí snahami o ekologicky šetrnější hospodářství je v současnosti řešena problematika zpětného využití odpadních surovin. Vzhledem k objemu produkce pryže (především pro automobilový průmysl) je i recyklace pryžových výrobků aktuálním tématem. Jen České republice je každoročně vyprodukováno kolem 70 000 tun pneumatik.

Z ekologického hlediska je pryž problematický odpad – je objemný, běžným spalováním se z něj uvolňují toxické zplodiny a na skládkách u něj biologická degradace prakticky neprobíhá. Proto jsou pryžové odpady stále častěji využívány jako druhotná surovina především ve stavebním průmyslu a dopravním stavebnictví, kde je těchto materiálů možno zpracovat velká množství. Recyklovaná pryž může být použita k výrobě výrobků, kde jsou její charakteristické vlastnosti jako útlum hluku nebo vibrací výhodou. [8, 13, 15]

### 2.1 Způsoby recyklace pryže

#### **Protektorování**

Protektorování je způsob recyklace pneumatik, při kterém je opotřebovaná část pneumatiky – běhoun, nahrazena novou. Z hlediska ekologie se jedná o velmi dobrý způsob recyklace, bohužel je limitován životností původního těla pneumatiky. Vlivem samovolné degradace nelze po 6 až 7 letech pneumatiku k protektorování znova použít. Nejčastěji jsou protektorovány pneumatiky pro nákladní automobily, jejichž opotřebení je při pravidelném provozu rychlejší a nejsou tedy tolik poškozeny degradací. [8]

#### **Využití jako palivo**

Vzhledem k velké výhřevnosti lze použité pneumatiky využít jako přídavné palivo (např. v cementárenských pecích). Vyvíjeny jsou také metody výroby plynu z odpadů využívající principu pyrolýzy, při níž jsou odpadové materiály vystaveny teplotám 700 až 800 °C bez přítomnosti kyslíku. Z hlediska využití surovin i energií se však nejedná o vhodná řešení, výroba pneumatik je energeticky náročná a jejich spálení není dobrým využitím suroviny a vložené energie. [8]

#### **Chemické zpracování**

Princip pyrolýzy lze využít také k výrobě uhlovodíků a sazí. Pro výrobu nasycených uhlovodíků je využíváno pyrolýzy s hydrogenací. Novým způsobem chemického zpracování je

působení roztoku hydroxidu sodného při teplotě 400 °C a tlaku 4 MPa, při kterém dochází k rozpuštění pryže na olejovitou směs uhlovodíků s dlouhými řetězci.

Zkoumány jsou také biotechnologické způsoby zpracování využívající mikroorganismy k narušení C-S vazeb. [8, 11]

### **Mechanické zpracování**

Při mechanickém zpracování jsou z pneumatik nejdříve pomocí hydraulického zařízení vytržena patní lana a následně je pneumatika mechanickými způsoby rozstřihána a roze-mleta na požadovanou velikost granulátu. Drobná kovová lanka jsou separována magnetickými třidiči. Pryžový granulát je pak vstupní surovinou pro nové výrobky. [7]



*Obr. 19. Zařízení na vytrhávání patních lan Hercules 45 firmy Salvadori [36]*

## **2.2 Výroba drti**

Výrobu drti z pryžových odpadů je možno provádět dvojím způsobem. Buďto vícenásobným mletím za normální teploty nebo kryogenní metodou.

**vícenásobné mletí za normální teploty** – pneumatika bez patních lan je nejdříve rozsekána na hrubé kusy o velikosti kolem 100 mm, obsahující vlákna i kovové drátky, označované obvykle jako chipsy nebo řízky.

Dalším zpracováním jsou chipsy rozemlety na floky (50 až 100) mm a noky (10 až 50 mm), obsahující menší množství drátků i textilu. K drcení rozsekaných pryžových pneumatik bývá používán drtič, na který navazuje magnetický odlučovač kovových částí. Dále je dalším mletím na mlýnech pryž zpracována na pryžový granulát o přibližné velikosti zrn 5 mm s minimálním obsahem textilních vláken.

Mletí velmi jemné drti o velikosti 0,5 mm i menší, použitelné jako příměs do gumárenských směsí, je prováděno na hladkých nebo rýhovaných dvouválcích, ale z důvodu vysoké energetické náročnosti není tak časté. Gumu z běhounů pneumatik je možné také získat drásáním na drásacích strojích, získaná drť pak má podobu drobných jehliček. [13, 15]



Obr. 20. Pryžová drť – floky, noky, granulát, jemná drť [13]

**kryogenní metoda** – pneumatika je ochlazená tekutým dusíkem pod teplotu skelného přechodu, při níž se stává pryž křehkou a lze ji snadno rozdrtit. Nevýhodou této metody je značná spotřeba dusíku a tedy i vyšší cena a také výrazná změna vlastností pryže. [8]

### 2.3 Výroba výrobků z recyklované pryže

#### Výroba směsi

Směs na výrobu výrobku je připravována v míchačkách, svou konzistencí připomíná kaši. Skládá se z recyklované pryžové drti a polymerního pojiva (zpravidla polyuretan), případně vulkanizačních přísad a barviv. Typ použité drti je volen podle požadavků kladených na

výsledný výrobek. Jednotlivé směsi se liší nejen velikostí frakce, ale také typem pryže, z níž byla drť získána. Možné je také míchání různých frakcí nebo typů pryže pro dosažení jiných mechanických nebo pohledových vlastností výrobků. [34]

### Způsoby zpracování

**litím** – připravená směs je vylita na očištěný podklad, rovnoměrně rozetřena a stažena na požadovanou tloušťku. Tímto způsobem jsou vyráběny například povrchy běžeckých drah a sportovišť. [34]

**lisováním** – směs je vylita do dutiny formy ošetřené separačním prostředkem a rovnoměrně rozhrnuta. Pokud jsou některé výrobky vyráběny z více vrstev materiálu (např. černá podkladová vrstva hrubé frakce a barvená povrchová vrstva z jemnější drti pro podlahové desky hřišť), pak je proces plnění opakován ještě s další směsí. Pak je forma uzavřena a stlačena lisem s tlačnými deskami vytápěnými přibližně na 90 až 100 °C. Lisovací síly bývají od 2000 kN do 6000 kN, podle velikosti výrobku, použitého materiálu a požadovaných vlastností výrobku. Velikost lisu je rovněž dána velikostí výrobků, rozměry desky stolu bývají od 700 x 700 mm až po 2700 x 1400 i větší, pro případné ruční formování je používáno rozměrů přibližně 300 x 300 mm. Doba potřebná pro reakci pojiva se pohybuje kolem 10 až 20 minut, záleží na objemové hmotnosti, tloušťce stěny výrobku apod. Po pro reakci pojiva je forma otevřena a výrobek vyjmut.



Obr. 21. Forma pro výrobu pryžové dlažby [37]

Mezi výrobky běžně vyráběné tímto způsobem patří desky, bloky, pásy a profily, často s tvarovaným povrchem. Výrobky vyrobené lisováním mají pro použití ve stavebním průmyslu a silničním stavebnictví dostatečnou přesnost i kvalitu povrchu. Desky a rohože vyrobené lisováním bývají používány i pro výrobky vyráběné na vysekávacích strojích

(výroba čtverců s obvodovým okrajem tvaru puzzle apod.). Vzniklý odpad je možné použít k opětovnému zpracování. [34]

Dalším způsobem použití výroby lisováním je také výroba plných válců, které jsou polotovarem pro výrobu řezaných rohoží. Ty jsou vyráběny stejným způsobem jako při loupání dřevěné dýhy. Výhodou takto vyrobených rohoží je velká přesnost tloušťky, mnohem hladší povrch a možnost výroby velkoplošných rohoží. [34]

## 2.4 Použití výrobků z recyklované pryže

### Úpravy povrchů

Recyklovaná pryž je stále častěji používána k úpravě povrchů, ať už z důvodů bezpečnostních, kdy je účelem ochránit před pádem (např. dlažba pod lezeckými stěnami a tzv. bezpečné povrchy na dětských hřištích, obrubníky, podlahy v posilovnách), nebo zdravotních, kdy je účelem snížit rázové zatížení kloubů sportovců (běžecké dráhy, umělé povrchy fotbalových hřišť, sportovišť, podlahy koňských stájí a závodíšť). [14, 15]



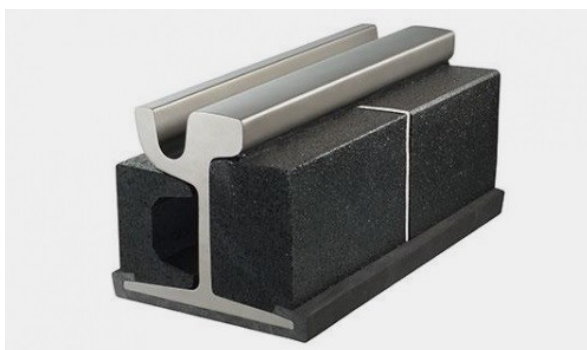
Obr. 22. Desky pro dětská hřiště [38]

Výhodou těchto pryžových výrobků je také dobrá bezpečnost vůči uklouznutí (použití na protiskluzové povrchy, rohože, zkušebně také povrchové vrstvy nástupišť) a možnost snadného barvení a tvarování směsí pro získání designově zajímavých prvků. Díky poměrně nízkému součiniteli tepelné vodivosti některých směsí jsou některé druhy používány také jako izolační podložky apod. [13]

### Antivibrační výrobky

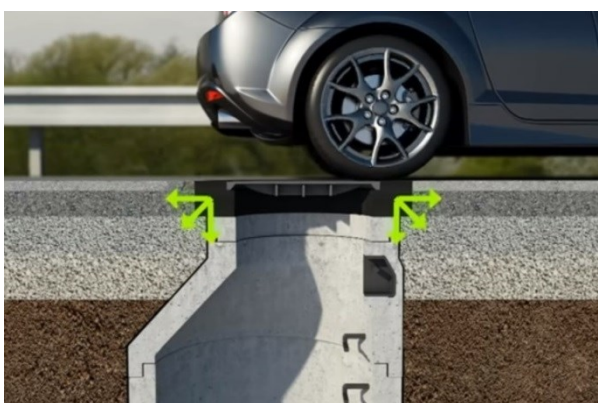
Díky dobrým útlumovým vlastnostem pryže je výhodné použití pryžového recyklátu pro výrobky určené k tlumení mechanických vibrací např. v průmyslu, stavebnictví nebo v

dopravě. Vyráběny jsou například podkladky a bokovnice kolejnic, které tlumí vibrace šířící se do podloží a vozovky a také snižují opotřebení železničního svršku. [9, 12, 13]



Obr. 23. Bokovnice a podložka kolejnice [38]

Antivibrační výrobky jsou rovněž používány do základů průmyslových strojů, jako prahy, retardéry, distanční a protiskluzové pásy nebo podložky kanálových poklopů [10, 39]



Obr. 24. Podložka kanálového poklopu [39]

### Protihlukové výrobky

Pryžová drť je používána také k výrobě protihlukových stěn v blízkosti železničních tratí a rušných komunikací. Ke zvýšení útlumového účinku jsou povrchy stěn zpravidla členité (vlny, dutiny, jehlany), aby nedocházelo k odrazu zvuku, ale k jeho pohlcení. [13]



Obr. 25. Protihluková stěna z recyklátu [38]



### 3 GUMÁRENSKÉ LISY

Gumárenské lisy jsou zařízení sloužící k formování gumárenských směsí. Používány jsou však nejen v gumárenském průmyslu při výrobě nových výrobků nebo v gumárenských laboratořích, ale také při výrobě výrobků z recyklované pryžové drti.

#### 3.1 Popis lisu

Konstrukčních variant lisů je celá řada, odvíjejí se od účelu použití, požadovaných parametrů apod., ale obecně lze říci, že se skládají z rámu, vodících ploch nebo sloupků, hydraulické jednotky, hydraulických prvků, jednoho nebo více hydraulických válců a alespoň dvou protilehlých desek, které bývají v případě vulkanizačních lisů vytápěné.

Rám lisu tvoří pevnou oporu stroje a fixuje k němu připojené funkční části. Vodící sloupky (v případě sloupových lisů) slouží k přesnému vedení tlačných desek a přenášejí zatížení vznikající v průběhu lisování do rámu stroje. Tlačné desky jsou upínací plochou pro lisovací formy. Jejich vytápění bývá zpravidla zajištěno topnými tělesy, případně tepelnou komorou, kam je přiváděno teplotně médium. Hydraulická jednotka tvořená elektromotorem, hydrogenerátorem, multiplikátorem a zásobníkem oleje zajišťuje prostřednictvím hydraulických prvků (rozvody, ventily) dodávku tlakového oleje do hydraulického válce, který vytváří potřebou lisovací sílu. Součástí lisů bývá také ochranný rám zamezující přístupu obsluhy k nebezpečným částem lisu. [18, 28]

#### 3.2 Typy strojů

Konstrukčních variant gumárenských lisů je nepřehledné množství, lisy jsou velmi často konstruovány ke konkrétnímu účelu dle požadavků zákazníka, případně bývají pro potřeby výroby modifikovány. Základními parametry pro volbu lisu bývají typicky lisovací síla, rozměry stolu, zdvih, rychlost zdvihu a vnější rozměry. Dalšími požadavky jsou snadná obsluha, údržba a bezpečnost. Orientace lisů bývá zpravidla vertikální, pohon lisů může být horní (pracovní válec je nahoře, pohybuje se horní deska) nebo dolní (pracovní válec je dole, pohybuje se spodní deska). [34]

Lisy mohou být provedeny v několika konstrukčních variantách:

**jednoetážové** – lis jednodušší konstrukce, pracovní prostor mezi tlačnými deskami umožňuje upnutí jedné formy.

**víceetážové** – mají mezi tlačnými deskami další desky, umožňující položení dalších lisovacích forem. Všechny formy jsou pak stlačeny najednou. Z důvodu většího množství lisovaných výrobků mají víceetážové lisy větší pracovní zdvih. Výhodou je úspora lisovacích strojů a prostoru.



Obr. 26. Víceetážový lis [37]

**karuselové** – má otočný stůl s více spodními deskami, umožňuje provádět v průběhu lisování současně další výrobní operace (např. plnění formy směsí, čištění), čímž jsou zkráceny výrobní časy, nevýhodou je větší zástavbová plocha

Podle konstrukce můžeme lisy rozdělit na:

**sloupové** – vodící sloupky, obvykle dva nebo čtyři, slouží k vedení příčnicku a jsou pevně spojeny se stolem lisu.



Obr. 27. Sloupový lis [28]

**rámové** – příčnick je svisle veden v drážkách na vnitřních stěnách rámu lisu. Rámové konstrukce jsou používány především u větších lisů.



Obr. 28. Rámový lis [40]

**lisy s C rámem** – jsou tvořeny svařovaným, případně odlévaným rámem ve tvaru písmene C. Jejich hlavní výhodou je přístupnost pracovního prostoru ze tří stran. Obvykle jsou menší konstrukce, otevřený rám neposkytuje ve srovnání s uzavřeným rámem takovou tuhost.



Obr. 29. Lis s C rámem [40]

**speciální** – do této kategorie patří lisy laboratorní, lisy pro výrobu automobilových plášťů a lisy vyráběné zakázkově na míru dle potřeb dané aplikace, např. také některé lisy pro výrobu výrobků z recyklované pryžové drti. [28]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

V diplomové práci byly stanoveny tyto cíle:

- vypracovat literární studii na dané téma,
- provést průzkum trhu s ohledem na požadavky konstrukce lisu,
- vypracovat výrobní dokumentaci k navržené konstrukci lisu,
- naplánovat proces výroby zařízení s ohledem na výrobní náklady,
- vypracovat kalkulaci výrobních nákladů.

Cílem praktické části práce je provést průzkum trhu a srovnání vyráběného lisu s typově podobnými lisy, vhodnými pro výrobu výrobků z pryžového recyklátu. Dalším cílem je vypracovat výrobní dokumentaci navrženého lisu a naplánovat proces výroby lisu s ohledem na výrobní náklady tak, aby byl v daném výrobním podniku realizovatelný. Součástí cílů je uvedení lisu do výroby, poskytnutí součinnosti v průběhu výrobního procesu pro jeho úspěšné vyrobení, dodatečná oprava a doplnění výrobní dokumentace a provedení kalkulace výrobních nákladů.

## 5 POŽADAVKY NA KONSTRUKCI LISU

Požadavky zákazníka na konstrukci lisu vycházely především z charakteru výrobku, pro který byl lis určen. Zákazník požadoval dvojlis přizpůsobený pro výrobu čtvercových desek z recyklované pryžové drti. Konstrukce měla vycházet z předchozích typů lisů, které byly zákazníkovi dodány dříve a s nimiž měl zkušenost. Z poznatků získaných při jejich používání vzešlo také několik pozměňovacích návrhů pro nový lis. Jednalo se například o pozici ovládacího panelu dvouručního tlačítka ovládní, půdorysné uspořádání dvojlisu, rozvodných žlabů mezi hydraulickým agregátem a elektrickými rozvaděči. Důležitý byl také požadavek na vnitřní rozměry dutiny lisu, aby bylo možno zaměňovat vyjímatelné formy mezi dalšími lisy.

Dalšími činiteli ovlivňujícími konstrukci lisu byly požadavky vyslovené dodavateli elektrických a hydraulických rozvodů. Vyžadovány byly například otvory pro kabeláž a hydraulické hadice, závitové díry pro montáž svorkovnicových skříní, snímačů a držáků nebo vhodné konstrukční řešení vývodů kabelů z topných desek a jejich zakrytování.

Hlavní parametry ovlivňující konstrukci a vybavení lisu byly následující:

- Otevírání formy bude řešeno hydraulicky otevíraným víkem
- Lis bude mít dutinu pro vloženou formu
- Rozměr desky stolu 1012 x 1012 mm (kvůli záměně forem s předchozími vyrobenými lisy), zdvih stolu 250 mm.
- Dutina lisu bude umožňovat výměnu forem a vkládání křížové příčky
- Lis bude vybaven hydraulicky ovládanými válečky, které budou sloužit pro vytvoření válcových dutin ve vyráběných výrobcích (slouží pro vkládání spojovacích elementů desek)
- Lis pro výrobu výrobků z pryžového recyklátu bude dodán jako dvojlis – dva lisy se společným hydroagregátem a hlavním elektrickým rozvaděčem s PLC jednotkou, které budou umožňovat střídavou práci pracovníka při plnění dutiny formy.
- Řídicí systém ET200SP/Siemens pro řízení stroje a komunikaci s operátorským panelem KTP700, možnost připojení vzdálené správy a komunikace s nadřazeným systémem.
- Lis bude vybaven panelem dvouručního ovládní a bezpečnostními tlačítky pro nouzové zastavení.

- Podružné elektrické rozvaděče lisů budou vybaveny signalizačními majáky, kabely a hadice ke společnému rozvaděči agregátu budou vedeny ochranným žlabem.
- Upínací desky stolu a víka budou vyhřívány topnými elektrickými tělesy, teplota bude nastavitelná min. do 120 °C a udržovaná na základě snímání teploty teplotními snímači
- Stůl lisu bude kromě lisovacího zdvihu umožňovat také průběžné polohování v průběhu plnění formy ovládané tlačítkem na rámu lisu, součástí je snímání polohy lineárním odměřovacím systémem.
- Víko lisu bude vybaveno indukčním snímačem polohy a pohyblivým ochranným rámem s magnetickými snímači zapojenými do bezpečnostního systému stroje.
- Lis bude vybaven jistíci a bezpečnostními prvky (přetlakový spínač, snímač hladiny oleje, snímač havarijní teploty, snímače polohy zámků, hlavní jistič).

## 6 PRŮZKUM TRHU A SROVNÁNÍ LISŮ

Z provedeného průzkumu trhu bylo zjištěno následující:

Lisy pro výrobu desek z pryžového recyklátu jsou velmi specifickými zařízeními, která jsou zpravidla dodávána v rámci kusové výroby na zakázku dle požadavků zákazníka. Velmi často jsou k výrobě pryžových desek používány běžné gumárenské vulkanizační lisy, které jsou dle potřeb výrobního podniku upraveny na míru pro konkrétní druh výroby a případně dále upravovány dle potřeb výrobního programu. Lisy pro produkci výrobků z pryžového recyklátu bývají nejčastěji konstruovány jako sloupové nebo rámové se dvěma vytápěnými deskami, na nichž je upnuta forma, případně jako více etážové pro lisování ve více formách najednou. Méně časté je provedení lisu s tlačnou deskou a otevíratelným víkem. [34, 35]

Z níže uvedených lisů splňují požadavek otevíratelného víka lis firmy Frema a od firmy Salvadori lis Metamorphosis I. Vzhledem k dalším požadavkům na konstrukci lisu (záměna forem, vkladatelná příčka, vyjížděcí válečky) bylo přistoupeno k vlastní koncepci lisu vycházející z předešlých let.

### 6.1 Lis Frema

#### *Typ: Vytvrzovací zařízení 1012 x 1012 (Dětské hřiště)*

Zařízení je sestaveno jako dvojlis – pro střídavou práci na dvou lisech se společnou řídicí jednotkou. Dvojlis je možno spouštět v poloautomatickém režimu, kdy je po nastavené době dutina otevřena a tlačník vytlačí vyrobenou desku k vyjmutí. Funkce tlačníku jako vyhazovače je výhodná, odpadají časové ztráty a zátěž zaměstnance při obtížném vyjímání výrobku. Tlačník je také možno polohovat v průběhu plnění dutiny. Teplota desek lisu je nastavitelná a automaticky udržovaná.

Konstrukce víka s otevíráním formy umožňuje dobrý přístup a přímé plnění – odpadá nutnost opakovaného vkládání naplněné formy, dochází k úspoře místa na pracovišti. Dutina a tlačník jsou konstruovány tak, aby umožnily vložení křížové příčky pro výrobu výrobků poloviční velikosti. Lis je vybaven hydraulicky ovládanými válečky, které jsou používány pro vytvoření válcových dutin ve výrobku.



Velký důraz je kladen na bezpečnost, lis je vybaven bezpečnostními prvky - ochranný kryt víka, panel dvouručního ovládání, a také jistícími prvky – přetlakové ventily, snímání teploty, snímání hladiny oleje, prvky zabráňující kolizi (např. zámky víka lisu).

Nevýhodou je složitější konstrukce i komplikovanější řešení elektrických a hydraulických rozvodů, vyšší cena (je dána také kusovou výrobou na zakázku), jistá omezení použitelných forem vyplývající z konstrukčního řešení dutiny.

Rok výroby:	2019
Hmotnost:	2 x 4150 kg
Rozměry stolu:	1012 x 1012 mm
Tlačná síla:	608 kN
Zdvih stolu:	250 mm
Maximální teplota desky:	120 °C
Cena:	2 500 000 Kč



Obr. 30. Vytvrzovací zařízení 1012 x 1012

## 6.2 Lisy Salvadori (Itálie)

Firma Salvadori je výrobcem strojů a zařízení pro zpracování a recyklaci pryžového odpadu. S výrobou těchto zařízení má mnohaleté zkušenosti a zákazníkům nabízí komplexní služby, lisy jsou navrhovány na míru podle vyráběného produktu a podle požadavků zákazníka.

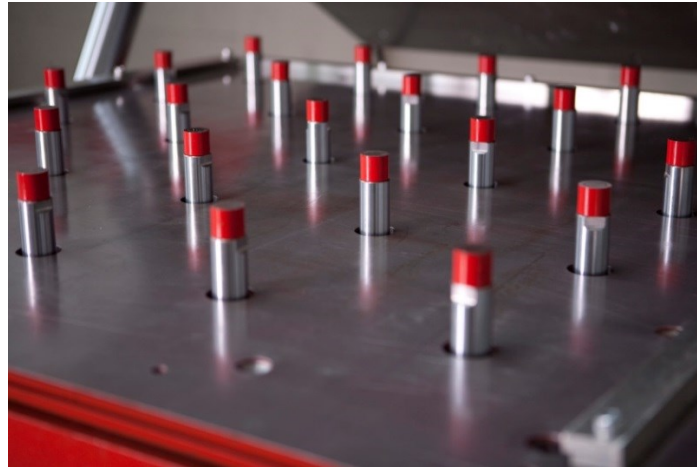
### *Typ: Metamorphosis I*

Výhodou lisu jsou malé rozměry a možnost vyhazování výrobku pomocí vyhazovacích kolíků. Zařízení umožňuje udržování nastavené teploty a podle navoleného programu otevírá po dokončení cyklu formu. Obslužný panel je z bezpečnostních důvodů mimo stroj.

Rok výroby:	2019
Hmotnost:	2320 kg
Rozměry stolu:	1000 x 1000 mm
Tlačná síla:	240 kN
Cena:	1 200 000 Kč (45 000 €)



Obr. 31. Lis Metamorphosis I [36]



Obr. 32. Vyhazovací kolíky lisu Metamorphosis I [36]

**Typ: Metamorphosis II**

Lis je vybaven hydraulickým vyhozením výrobku a na pracovním stole umožňuje průběžného plnění další formy během lisování a vyjímání výrobku, čímž je lépe využita pracovní doba. Ovládání uzavírání formy je z bezpečnostních důvodů umístěno na ovládacím panelu s hydraulickou jednotkou. Jistou nevýhodou je větší zástavbová plocha lisu.

Rok výroby:	2019
Hmotnost:	3520 kg
Rozměry stolu:	1050 x 1050 mm
Tlačná síla:	240 kN
Cena:	1 890 000 Kč (78 000 €)



Obr. 33. Lis Metamorphosis II [36]

### 6.3 Lis Pricis

Lis je používán ve firmě Gelpo a.s. k výrobě velkoplošných výrobků, na obrázku níže je použit pro výrobu šesti výrobků v jednom cyklu.

**Typ: P14 011\_500**

Lis je vybaven bezpečnostními tlačítky pro nouzové zastavení stroje, nebezpečné pohyblivé části lisu jsou zakrytovány. Lis umožňuje propojení s řídicí jednotkou, jejímž výstupem je také informační panel zobrazující data o probíhajícím procesu (doba lisování, teplota).

Výhodou lisu je možnost umístění více forem vedle sebe nebo výroby velkoplošných výrobků, součástí lisu je ochranná klec, která je po umístění formy na desku stolu automaticky spuštěna před samotným lisováním.

Nevýhodou je větší požadavek na výrobní plochu, formu je nutno pro plnění vysunout na pomocný stůl, který zabírá poměrně velkou plochu.

Rok výroby:	2015
Hmotnost:	6400 kg
Rozměry stolu:	2250 x 1200 mm
Tlačná síla:	3500 kN
Cena:	2 000 000 Kč



Obr. 34. Lis Pricis

#### 6.4 Lisy SUMAC Auto Recycling Equipment (Čína)

Firma SUMAC Auto Recycling Equipment se zabývá výrobou strojů a zařízení pro recyklaci pryžových odpadů a pro výrobu výrobků z pryžového recyklátu. S výrobou výrobních zařízení má letité zkušenosti a nabízí široké spektrum výrobků.

*Typ: XLB-D550x550*

Výhodou lisu je jednoduchá konstrukce, snadná údržba a velmi nízká pořizovací cena. Lis umožňuje lisování více výrobků najednou v jednom cyklu, při malé zástavbové ploše. Teplota je nastavitelná a automaticky udržovaná.

Nevýhodou je absence bezpečnostních prvků – ochranné kryty, snímače, tlačítka nouzového zastavení, a ochranných prvků – přetlakové snímače, snímače hladiny oleje.

Rok výroby:	2019
Hmotnost:	3000 kg
Rozměry stolu:	550 x 550 mm
Tlačná síla:	500 kN
Zdvih stolu:	180 mm
Maximální teplota desky:	200 °C
Cena:	139 000 Kč (5350 USD)



Obr. 35. Lis XLB-D550x550 [37]

**Typ: XLB-D 1330x1450**

Výhodou lisu je jednoduchá konstrukce a údržba a velmi nízká pořizovací cena. Stroj je vhodný pro výrobu velkoplošných výrobků a vyrábí se také v provedení pro lisování dvou výrobků současně. Teplota desky stolu je automaticky udržována na nastavené hodnotě. Lis umožňuje automatické zajíždění a vyjíždění formy, které snižuje riziko úrazu v pracovním prostoru lisu a usnadňuje práci.

Nevýhodou je absence bezpečnostních prvků – ochranné kryty, snímače, tlačítka nouzového zastavení stroje, a ochranných prvků. Potenciální pracovní rizika shledávám rovněž v samotném systému pro automatické zajíždění formy do lisu.

Rok výroby:	2019
Hmotnost:	8000 kg
Rozměry stolu:	1150 x 1150 mm
Tlačná síla:	1600 kN
Zdvih stolu:	250 mm
Maximální teplota desky:	200 °C
Cena:	468 000 Kč (18 000 USD)



Obr. 36. Lis XLB-D 1330x1450 [37]

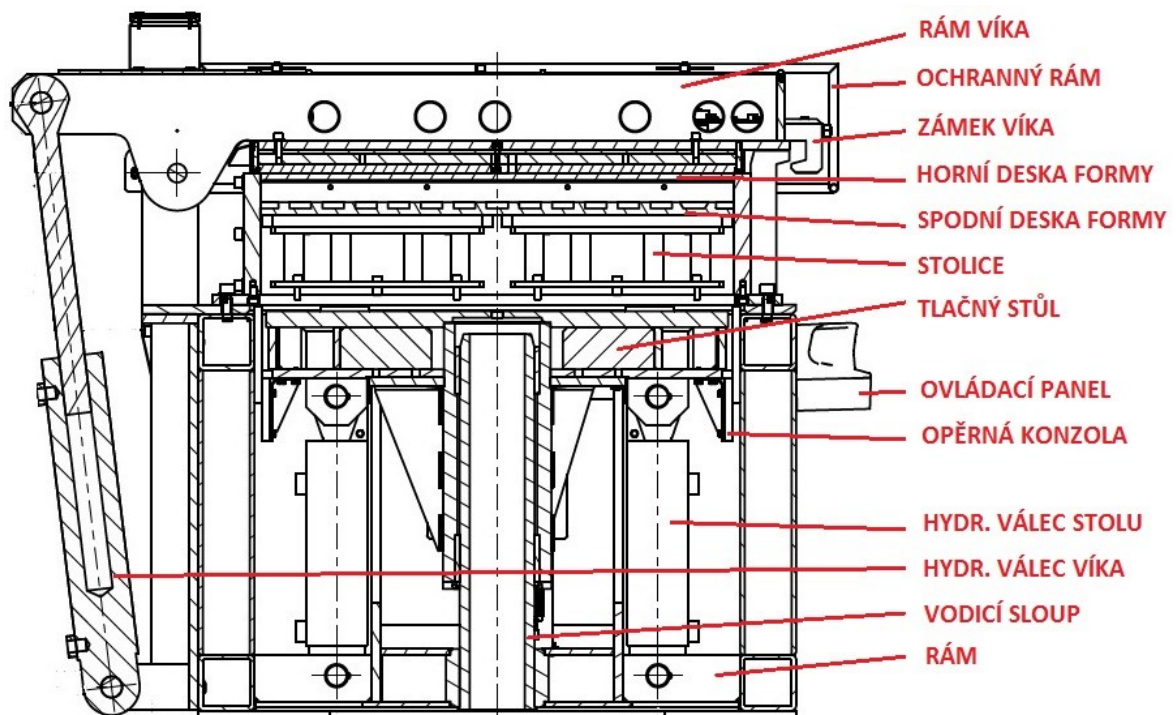
## 7 PROCES VÝROBY LISU

Pro úspěšné splnění zakázky bylo třeba navrhnout lis podle požadavků, připravit podklady pro jeho výrobu a naplánovat proces výroby takovým způsobem, aby byl realizovatelný a ekonomicky efektivní.

### 7.1 Koncepce lisu

Konstrukce lisu je navržena tak, aby bylo v maximální možné míře dosaženo dobré přístupnosti dutiny formy, jejíž plnění je prováděno přímo v lisu. Tomuto požadavku nejvíce vyhovuje konstrukce lisu s víkem, vestavěnou dutinou a tlačným stolem, umožňující přístup k formě ze tří stran.

Lis je tvořen svařovaným rámem z ocelových profilů, který je základem celého zařízení. Na rámu je položena dutina sestavená z bočnic, na nichž jsou umístěny hydraulické válce s vyjížděcími válečky. Víko lisu s horní částí formy je spojeno s rámem otočným čepem a obsahuje také zámky s hydraulickými válci pro uzamykání víka během lisování. Uvnitř rámu je pohyblivě umístěn tlačný stůl se stolicemi a spodní deskou formy, jehož pohyb zajištěn hydraulickými válci pod stolem. Stůl lisu je veden středovým sloupem a opěrnými konzolami s kluzným obložím, umístěnými na vnitřních stěnách rámu.



Obr. 37. Části lisu v řezu

Víko lisu je vybaveno bezpečnostním rámem, při jehož posunutí dojde k okamžitému zastavení uzavírání víka. Elektrické a hydraulické prvky víka a dutiny jsou z bezpečnostních důvodů a pro ochranu před prostředím na pracovišti zakrytovány.

Poloha stolu, víka a dalších funkčních částí je zjišťována pomocí magnetických snímačů a odměřovacích zařízení. Zámky víka a vyjížděcí válečky jsou chráněny před kolizí snímači polohy.

Vytápění dutiny formy je řešeno pomocí elektrických topných těles, která jsou umístěna v drážkách topné desky víka a v topných deskách tlačníku na stolicích. Stolice slouží k omezení tepelných ztrát do tlačného stolu (v případě víka je řešeno izolační deskou) a současně umožňuje dosažení zdvihu stolu i při variantě lisování s křížovou příčkou. Součástí vytápěcího systému jsou snímače teploty.

Zařízení je sestaveno jako dvojlis – dva lisy se společným hydroagregátem a elektrickým rozvaděčem s programovatelnou řídicí jednotkou, který umožňuje střídavou práci dělníka na obou lisech. Veškeré kabely a hadice jsou od lisů vedeny k hydroagregátu a rozvaděči ochranným žlabem.

### **Pracovní proces lisu**

Po vyplnění dutiny formy směsí pracovník uzavře víko pomocí tlačítek dvouručního ovládní, veškerý další proces je zcela automatický. Jakmile dojde k uzavření, je víko zajištěno hydraulicky ovládanými zámky k dutině. Následně dojde k samotnému lisování, při němž je hydraulickými válci pod stolem zdvihnut stůl a tlačěn proti uzavřenému víku. Poté jsou hydraulicky do dutiny zasunuty postranní válečky pro odformování válcových děr. Po době potřebné pro reakci pojiva z prostoru dutiny vyjedou zpět postranní válečky, stůl poklesne, jsou odemčeny zámky víka a dojde k otevření víka. Na konci cyklu je stůl zdvižen do horní úrovně dutiny, aby bylo možno vyrobenou desku manuálně snadno vyjmout. Pro další plnění je pak stůl pomocí tlačítka snižen a po nanesení separačního prostředku může být celý cyklus se opět opakován. Veškeré automatické procesy jsou řízeny programovatelnou jednotkou, která umožňuje nastavení požadované teploty, prodlevy potřebné pro reakci pojiva i výšky polohy stolu.



## 7.2 Předchozí varianty lisu

V předchozích letech bylo postupně vyrobeno několik typů lisů pro výrobu výrobků z pryžového recyklátu. Každý z nich je specifický především rozměry a uspořádáním dutiny formy – lisy jsou navrhovány vždy pro potřebu výroby konkrétního druhu výrobku. Nicméně i samotná konstrukce rámu, víka a dalších částí byla upravována po předchozích zkušenostech s jejich výrobou i používáním v provozu.

### *Varianta lisu z roku 2009*

Lis byl navržen se dvěma variantami dutiny a tlačného stolu, první lis byl určen pro výrobu podlahových čtvercových desek o rozměru 1000 x 1000 mm a v případě použití formy s křížovou příčkou umožňoval výrobu čtyř desek o rozměrech 500 x 500 mm. Druhý lis měl dělenou dutinu určenou pro výrobu zámkové dlažby. Lisy byly vybaveny tlačítkem pro pomocný zdvih ke zvedání stolu v průběhu plnění dutiny formy, tlačítko dvouručního ovládání bylo umístěno na boční straně lisu.



*Obr. 38. Lis pro podlahové desky z roku 2009*

Svařovaný rám lisu byl vyroben především z L profilů, plochých tyčí a plechových výpalků. Během provozu rám neposkytoval dostatečnou tuhost a občas docházelo ke křížení, které při zvedání stolu způsobovalo jeho zadírání. Jisté potíže způsoboval také způsob snímání polohy stolu.

### *Varianta lisu z roku 2010*

Lis byl navržen k výrobě dvou podlahových desek o rozměrech 500 x 500 mm, dutina formy byla vybavena hydraulickými válci s válečky pro odformování válcových děr po stranách desek. Byly vyrobeny čtyři kusy lisu se společnou řídicí jednotkou a hydroagregátem.

Rám lisu byl svařen ze čtvercových profilů, které přispěly větší tuhosti, rovněž byla výrazně zpevněna oblast dna rámu pod hydraulickými válci. Také víko i tlačný stůl byly zesíleny. Vedení tlačného stolu bylo provedeno pomocí dvou středových sloupů, které zajistily lepší vedení, než tomu bylo u předchozího lisu. K měření polohy stolu bylo použito jiného typu snímačů, které vykazovaly větší spolehlivost. Víko lisu bylo zakrytováno, k rámu byla navařena transportní závěsná oka.



*Obr. 39. Lis pro podlahové desky z roku 2010*

*Varianta lisu z roku 2015*

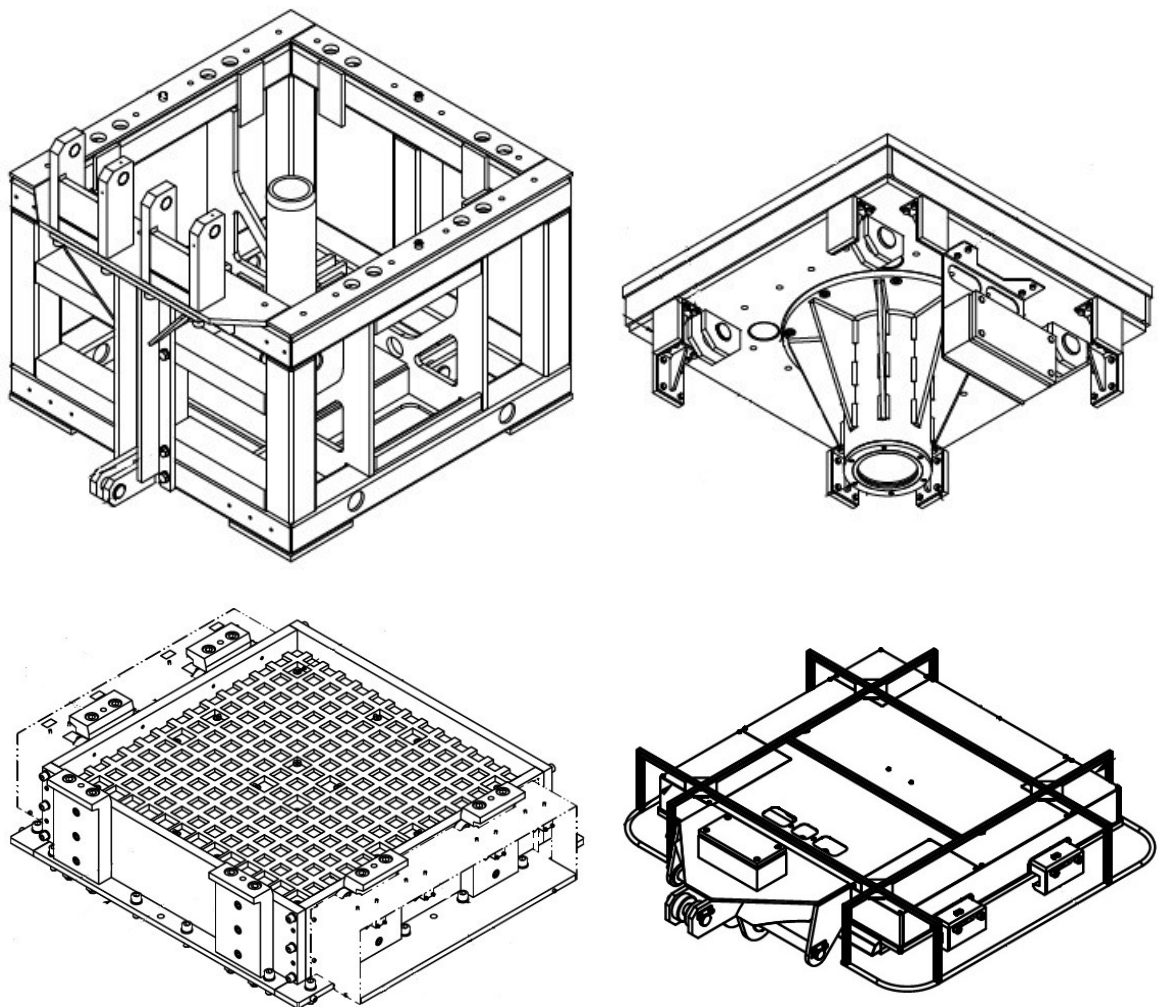
Lis byl navržen jako dvojlis pro výrobu velkoplošných desek s okraji tvaru puzzle s dekorem zámkové dlažby. Z důvodu velkých rozměrů výrobku byly rám lisu i tlačná deska zesíleny vypálenými výztužnými žebry. Rozvody tlakového oleje byly nově provedeny především v kovových armaturách.



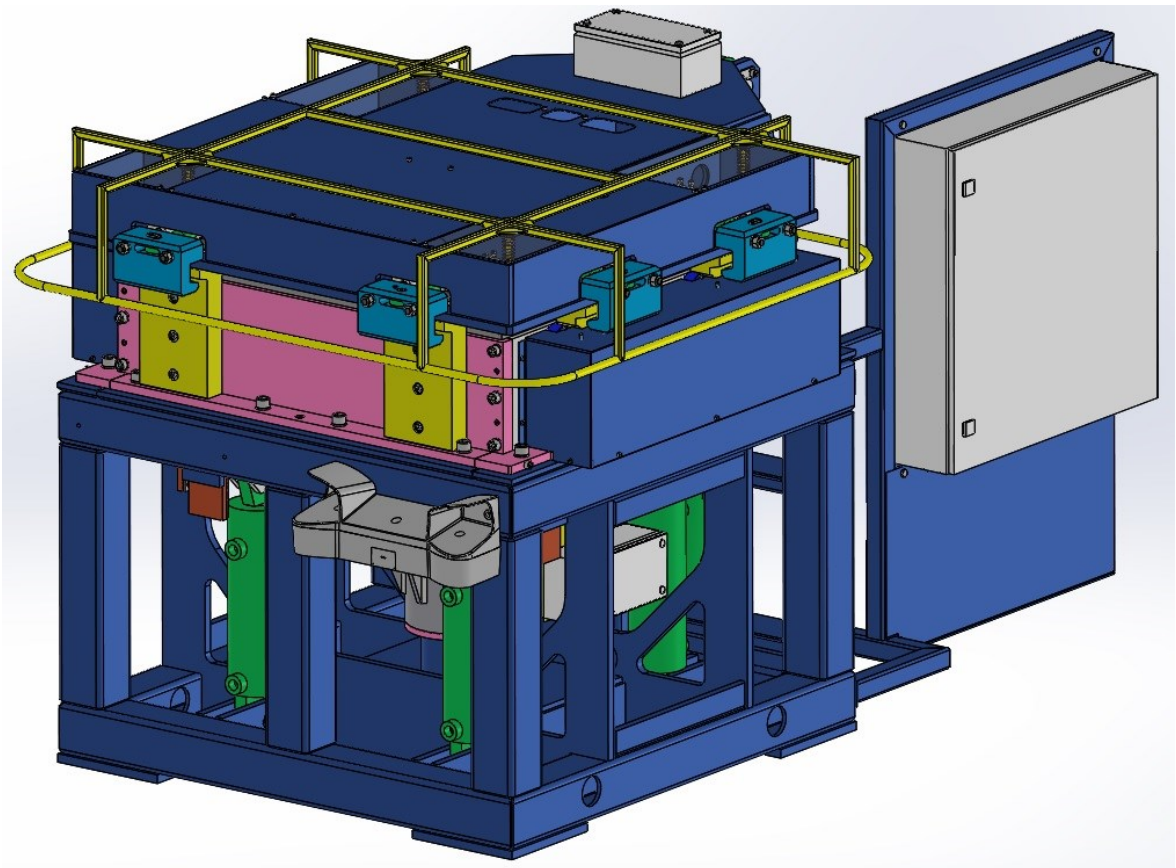
*Obr. 40. Lis pro výrobu desek s dekorem dlažby z roku 2015*

### 7.3 Konstrukční příprava

Koncepce modelu vyráběného lisu vycházela z již dříve vyrobených gumárenských lisů a byla upravena podle požadavků zákazníka a inovačních návrhů vycházejících z předešlé výroby. Celý lis byl navržen jako celek tvořený sestavami rámu, stolu zdvihu, dutiny a víka, které byly rozděleny do menších podsestav. Tímto způsobem bylo možno rozdělit také vytvořenou výkresovou dokumentaci na menší celky, ve kterých se snadněji orientuje, a lépe je patrná vzájemná souvislost mezi navazujícími díly.



Obr. 41. Hlavní sestavy lisu – rám lisu, stůl zdvihu, dutina a víko



Obr. 42. 3D model navrženého lisu

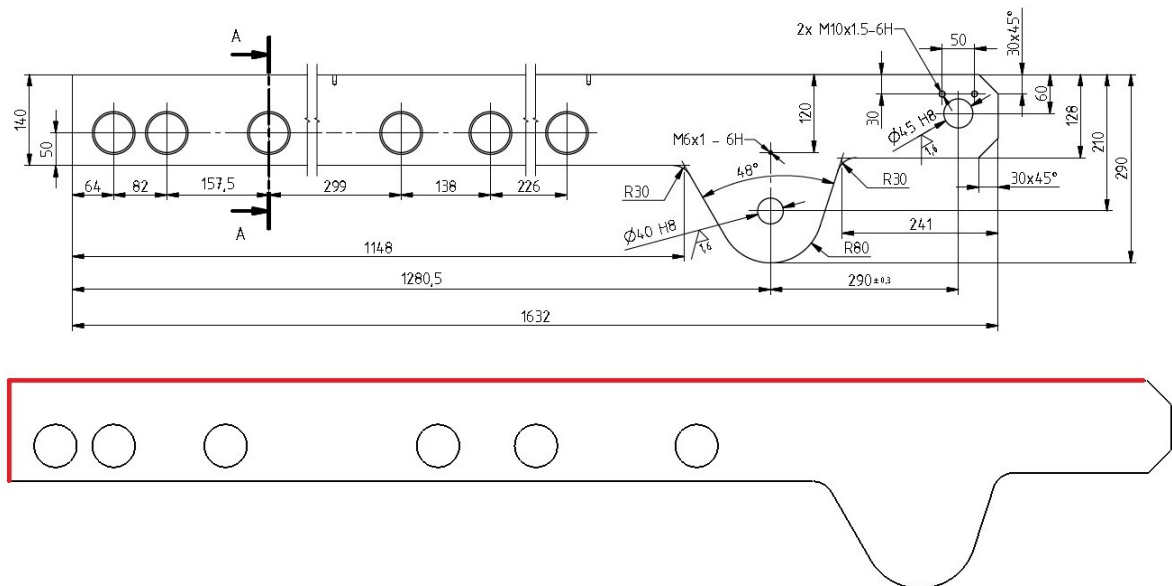
### Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace byla vytvořena na základě 3D modelu lisu. Po zběžné kontrole případných kolizí součástí byly následně zkontrolovány výkresy součástí lisu, včetně předepsaných polotovarů. Výkresy dílů a sestav ve formátu pdf byly označeny číslem zakázky, společně s kusovníkem vytištěny na odpovídající formáty a složeny. Následně byla provedena kontrola výkresové dokumentace po stránce formální, kdy byly opraveny případné překlepy v číselném označení výkresů a zkontrolována kompletnost výkresové dokumentace.

V odůvodněných případech byly změněny tolerance rozměrů nebo značky drsnosti, případně doplněny chybějící kóty, značky svarů a pozice, některé údaje spojené s problematikou výroby bylo zapotřebí konzultovat s technologem.

Pro výrobu dílů, jejichž polotovary měly být vyrobeny laserem nebo plasmou v kooperaci byly připraveny podklady ve formátu dxf, které byly vytvořeny v softwaru Catia. Při tvorbě podkladů bylo použito geometrie získané projekcí 3D modelu do náčrtu, následně byla odstraněna geometrie, která nemohla být vypálena z technologických důvodů (funkční

plochy, závitové díry, slepé díry a díry pro kolíky, které je nutné dále vystružit) a z výrobních důvodů (nejmenší průměr díry musí být větší nebo roven tloušťce vypalovaného plechu). Části výpalků, které měly být dále obráběny, byly v náčrtu zvětšeny o přídavek na obrábění, místa a hodnoty přídavků byly v kopii dokumentace zaznačeny od technologa.

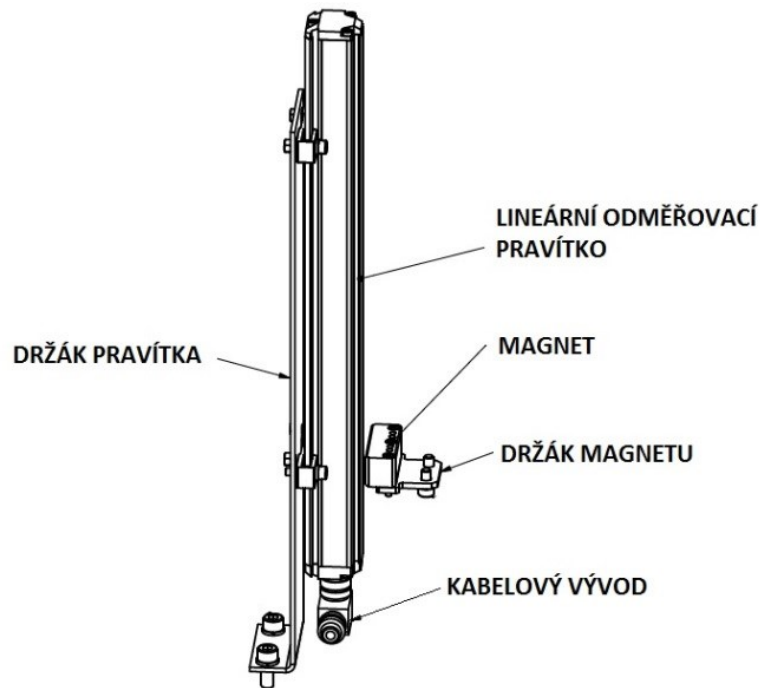


Obr. 43. Výkres dílu a připravená kontura pro vypalování dílu

V průběhu procesu výroby pak bylo pro potřeby výroby a montáže vytvořeno několik doplňkových výkresů (rozmístění lisů, doplňkové a opravné výkresy, detaily sestav) a pomocné obrázky, které byly potřebné pro především svářeče a montážní pracovníky.

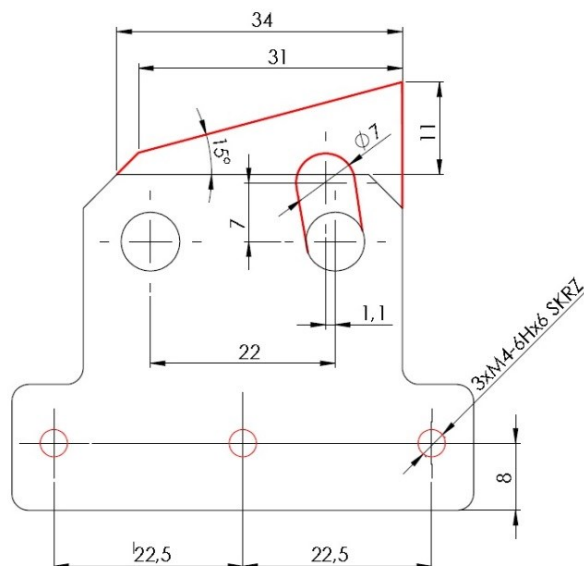
### Řešení výrobních problémů

- profily svařovaného rámu F72\_401\_1C1-01, 1C1-02, 1C1-17 a 1C1-18 byly vypáleny na míru včetně sražení, na montáži však bylo zjištěno, že jsou větší. Po zjištění skutečností a zvážení možných příčin byla zjištěna chyba v neaktuální výkresové dokumentaci (v modelu bylo provedeno dodatečné sražení hran svaru, které se neprojevílo změnou kóty v dodané dokumentaci). Díly byly upraveny na frézce, dokumentace byla následně opravena.
- vyztužení držáku (F72\_405\_3E1) lineárního odměřovacího pravítka. Plech se snadno vykláněl a nebyla tak spolehlivě zajištěna vzdálenost mezi magnetem a lineárním odměřovacím pravítkem. Problém byl odstraněn navařením vyztužného žebra. Rovněž byly změněny díry pro šrouby na oválné, aby bylo možno nastavit potřebnou vzdálenost mezi pravítkem a magnetem.



Obr. 44. Sestava odměřovacího pravítka

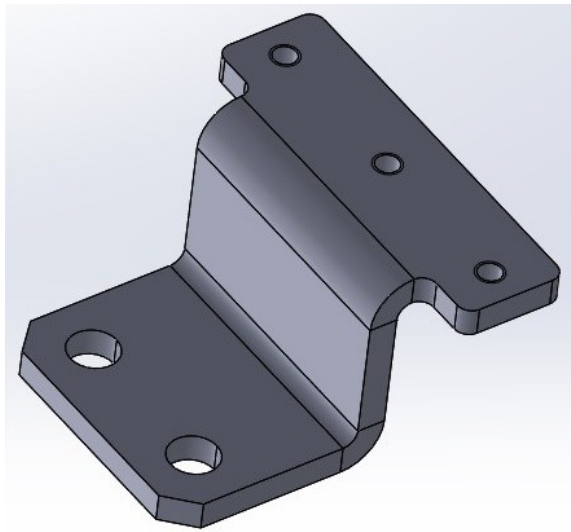
- přítlačný kroužek (F72 402\_10E1), na němž je umístěn držák magnetu snímače polohy, byl ustaven ve špatné pozici. Problém byl zjištěn v pokročilé fázi montáže, kdy nebylo možné provést jednoduchou opravu, proto bylo vyřešeno vyrobením upraveného držáku (F72 405\_2E1-U), který kompenzoval chybnou pozici.



Obr. 45. Upravený držák magnetu

- magnet snímače polohy stolu zdvihu nedosáhl do krajní polohy lineárního odměřovacího pravítka kvůli kabelovému vývodu pravítka. Problém byl vyřešen podlož-

ním magnetu kostkou (F72 405\_2E1-U). Pro příští výrobu bude použit ohýbaný plechový držák magnetu.



*Obr. 46. Nově navržený držák magnetu*

- drážka pro teplotní snímač v topné desce víka (F72 403\_14C1) byla úzká, byla rozšířena na frézce z 5 mm na 6 mm, dokumentace byla opravena.
- během svařování víka došlo k jeho průhybu a nebylo možno vytažení pomocné fixační tyče, bylo nutno vyřešit v kooperaci. Svařování dalšího víka bylo provedeno kratšími přerušovanými svary, čímž bylo předchozímu problému zamezeno. Poznámka ke svařování byla zanesena do výkresové dokumentace. Pro příští výrobu bylo rovněž navrženo přivařit v rámu víka středová výztužná žebra, která sníží deformace základové desky během svařování a měly by tak být odstraněny také potíže při spojování víka a rámu čepem (osou).





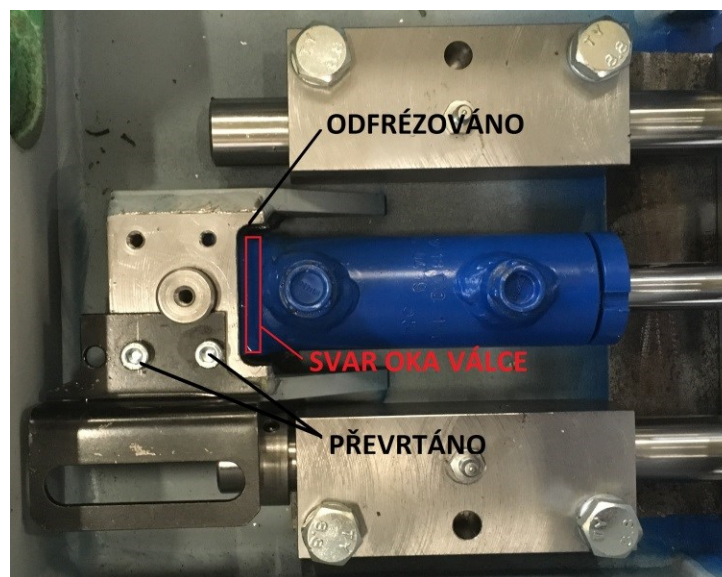
*Obr. 47. Víko lisu bez středových žeber*

- z důvodů výrobních nepřesností (především deformace po svařování) nebylo možné vsunutí osy otáčení víka. Hřídel byla rozdělena na dva samostatné kusy, každý byl ze strany zajištěn. Předpokládá se, že během příští výroby by již problém s montáží z důvodů deformace víka neměl nastat, jak již bylo zmíněno, víko bude vyztuženo středovými žebry a svary budou přerušované.



*Obr. 48. Osa otáčení víka*

- svary oka na těle hydraulických válců od zámků víka zasahovaly do konzol (F72 403\_2D1), v nichž mělo být zajištěno oko válců. Vyřešeno bylo vyfrézováním vybrání v konzolách a upravením děr držáků snímačů na nich upevněných. Problém pravděpodobně vznikl při vyřízení reklamace dodaných hydraulických válců, které měly oka navařeny ve špatné orientaci. Oka válců byly odřezány a navařeny zpět ve správné pozici, čímž došlo ke zkrácení oka o šířku řezu. Pro příští výrobu však byla raději upravena i pozice díry pro oko válce v konzole více ke kraji.

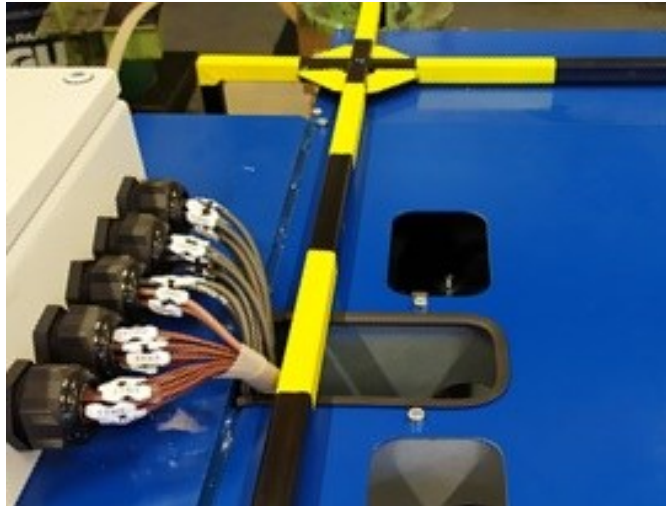


Obr. 49. Upravená konzola a držák snímačů hydraulických válců zámků víka

- díry pro čepy  $\varnothing 45H8$  a  $\varnothing 40H8$  v ramenech víka (díly F72 403-1C1-02 a F72 403-1C1-03) byly omylem vypáleny, problém byl vyřešen vystružením děr na větší průměr a vložení kluzných pouzder KU 4525 a KU 4020.

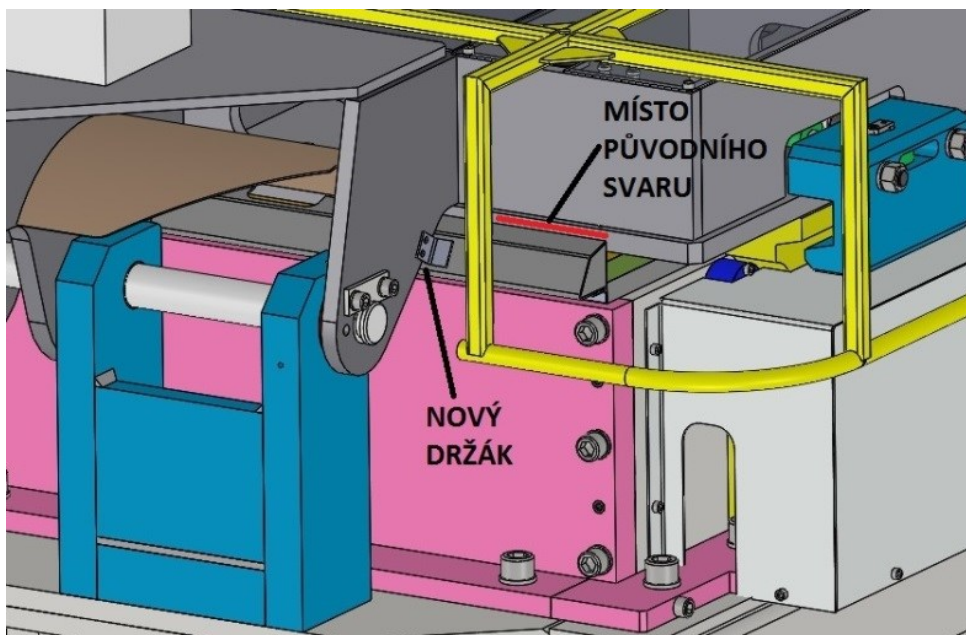
### Oprava nedokonalostí a inovace pro další výrobu

- v žebrech náboje stolu (F72 402\_3C1-03) byly pro příští výrobu přidány otvory pro snažnější manipulaci jeřábem na montážním pracovišti
- zkrácení držáku svorkovnicové krabice (F72 402\_7D1) pod stolem zdvihu o 70 mm, není třeba tak dlouhý, nezabere tolik místa a bude stabilnější.
- otevření průchodu kabelů v horním krytu víka (F72 403\_20D1) pro snadnější demontáž krytu bez nutnosti demontáže kabelů topných těles.



Obr. 50. Otevřený průchod kabelů

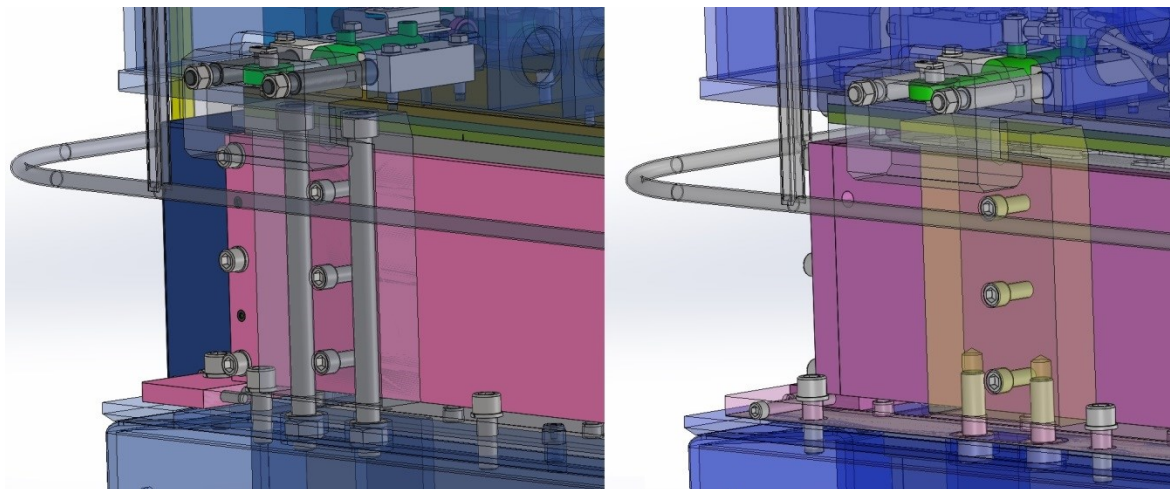
- kryt kabelů (F72 403\_3D1) od topných těles víka byl pro příští výrobu upraven, aby jím při montáži nehrozilo riziko poškození kabelů a také byl změněn způsob jeho připevnění - nebude navařen, ale přišroubován, aby bylo možno snadněji vyměnit topná tělesa.



Obr. 51. Upevnění krytu kabelů

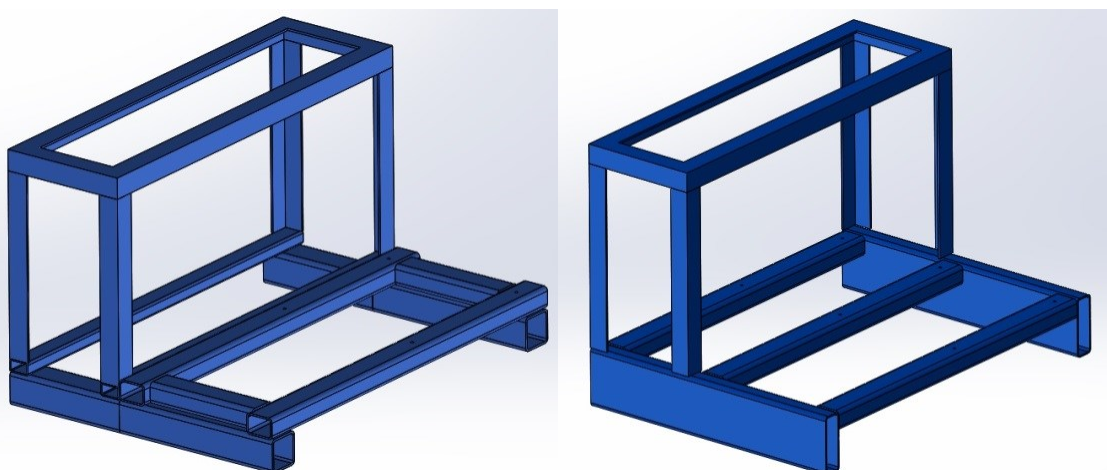
- šrouby v deskách rastru nebudou v příští konstrukci se záпустnou hlavou, ale válcové se sníženou hlavou dle DIN 6912, záпустné hlavy způsobují potíže při montáži, když díry ustavovaných dílů nejsou z důvodu výrobních nepřesností soustředné.
- spodní zámky víka (F72 404\_12D1) byly přišroubovány dlouhými šrouby skrz celý spodní zámek. Pro příští výrobu byla konstrukce zámku upravena – šroub bude ori-

entován opačně, v zámku bude slepá díra se závitem. Výhodou řešení je výroba výrazně kratší díry v zámcích, není třeba matice a namísto původních šroubů M24x340 postačí šrouby M24x60 DIN 912.



Obr. 52. Spodní zámek vika - původní varianta s dlouhými šrouby a maticí a nové řešení s krátkými šrouby bez matice

- podružný rozvaděč a hydroagregát měly vlastní podstavec, který byl následně spojen navařením na další profily. Pro příští výrobu byl navržen společný podstavec jednodušší konstrukce. Nová varianta navíc díky většímu prostoru pod podstavcem umožňuje také zajištění paletového vozíku pod podstavec pro snadnější manipulaci.



Obr. 53. Původní a upravený rám hydroagregátu a rozvaděče

- po zkušebním provozu u zákazníka bylo požadováno zvětšit vůli mezi bočnicemi a tlačnou deskou (tepelná dilatace). Ke zvětšení vůle byly vyrobeny plechové podložky F72 405\_4E1-U a F72 405\_5E1, vložené mezi bočnice dutiny. Pro příští vý-

robu byly ve výrobní dokumentaci rozměry desek a pozice děr pro kolíky upraveny, aby nebylo třeba podložky vkládat.

#### 7.4 Technologická příprava

Technická dokumentace byla zpracována technologickým oddělením, kde byly vypracovány zjednodušené technologické postupy včetně odhadu výrobních časů a nákladů. Technologické postupy byly spíše informativního charakteru a velmi stručné, aby byla snížena administrativní zátěž, veškerá výroba v podniku je kusová a pracovníci jsou dostatečně kvalifikovaní, aby byli schopni pracovat na základě dodané výrobní dokumentace. V odůvodněných případech byla zvolena kooperace s jinými výrobními podniky (kalení, vypalování, obrábění svařence). Informace byly zpracovávány s využitím informačního systému Karat.

V průběhu zpracování byly rovněž odhaleny drobné nesrovnalosti, které byly vyřešeny během konzultací. Společně s konstruktérem a dílenským technologem byly řešeny také přídatky na obrábění u funkčních ploch dílů a možná zjednodušení z hlediska výroby.

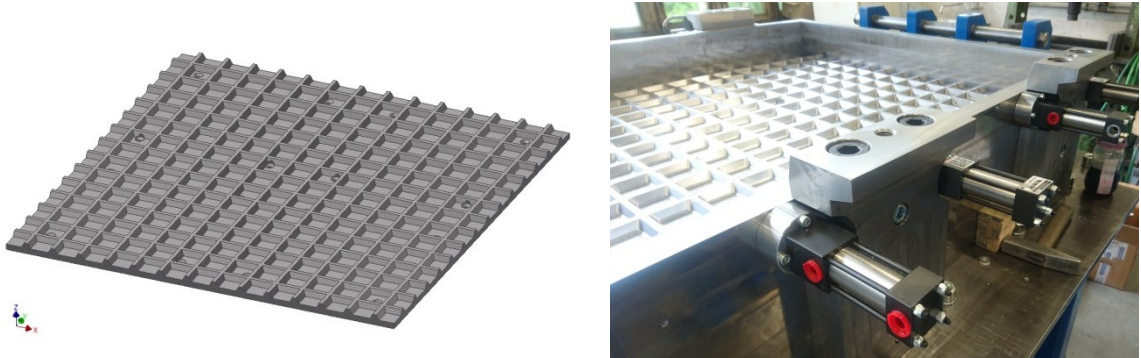
Podklady z technologické přípravy výroby byly následně předány do zásobovacího oddělení, kde byla provedena objednávka hutního a spojovacího materiálu, včetně subdodávek dílů.

Rozměry polotovarů, jejich množství a použité výrobní stroje jsou uvedeny v tabulce v příloze PI – Technologická příprava výroby. Rozměry polotovarů řezaných laserem nebo plasmou (silnostěnné výpalky) byly v některých případech ponechány bez technologických přídatků, pokud vyhovovala dosahovaná přesnost řezu nebo pokud se jednalo o díly, které byly obráběny až po svaření v rámci celků. Ohýbání plechových dílů bylo provedeno v kooperaci v rámci vypalování dílů laserem, proto není v příloze PI zmíněno (u těchto dílů byly dodány k vypalovacím konturám také výkresy).

#### 7.5 Výroba dílů

K výrobě dílů lisu bylo použito běžných konvenčních obráběcích strojů. Na vertikální a horizontální frézce byly vyrobeny ploché díly – topná deska víka, bočnice, základny dutiny, lišty, zámky víka a rovněž obrobena svařence. Veškeré rotační součásti – čepy, pouzdra, osy, podložky apod. byly vyrobeny na univerzálních soustruzích. Svařenec náboje stolu bylo nutné z důvodu velkého průměru ( $\varnothing 550$  mm) obrobit v kooperaci na větším

typu karuselového soustruhu. Plochy dílů s požadavkem na lepší drsnost povrchu byly obroušeny na rovinné stolové brusce. Díry a závitky byly vyrobeny na stolních a sloupových vrtačkách, pro vrtání velkých celků bylo použito otočné radiální vrtačky.



*Obr. 54. 3D model a již usazená vyrobená tvarová deska rastru 1000 x 1000 mm*

Tvarová deska rastru, tvarová deska čtverce, topné desky tlačníku a také desky víka s mnoha děrami byly vyrobeny na CNC strojích dle obráběcích programů vytvořených na základě 3D dat dílů.



*Obr. 55. Frézované díly dutiny - bočnice a základna*

Svařované díly byly vyrobeny z profilů a dílů řezaných plasmou. Dosedací plochy byly frézovány, a kde bylo třeba, bylo provedeno zkosení hran. Ke svařování bylo použito metody svařování v ochranné atmosféře – MAG, v případě tenkostěnných svařenců pak svařování plamenem. Svařované součásti byly ustaveny běžnými svářečskými pomůckami –

svorkami, rámy a držáky. Po svaření velkých celků bylo provedeno žihání ke snížení vnitřního pnutí a pískování.



*Obr. 56. Svařované stolice po žihání a obrobení upínacích ploch*

Dle výkresové dokumentace byly obrobny upínací plochy svařenců (odstranění technologických přídavek) a vyrobeny díry a zavity. V lakovně pak byly díly opatřeny nátěrem.



*Obr. 57. Opracovaný a natřený rám vika s již částečně provedenou instalací zámků*

## 7.6 Kooperace

S ohledem na výrobní možnosti podniku, stav vytižení výrobních kapacit, dodržení termínu dodání a ekonomii výroby bylo zapotřebí výrobu některých součástí zajistit v kooperaci. Jednalo se především o:

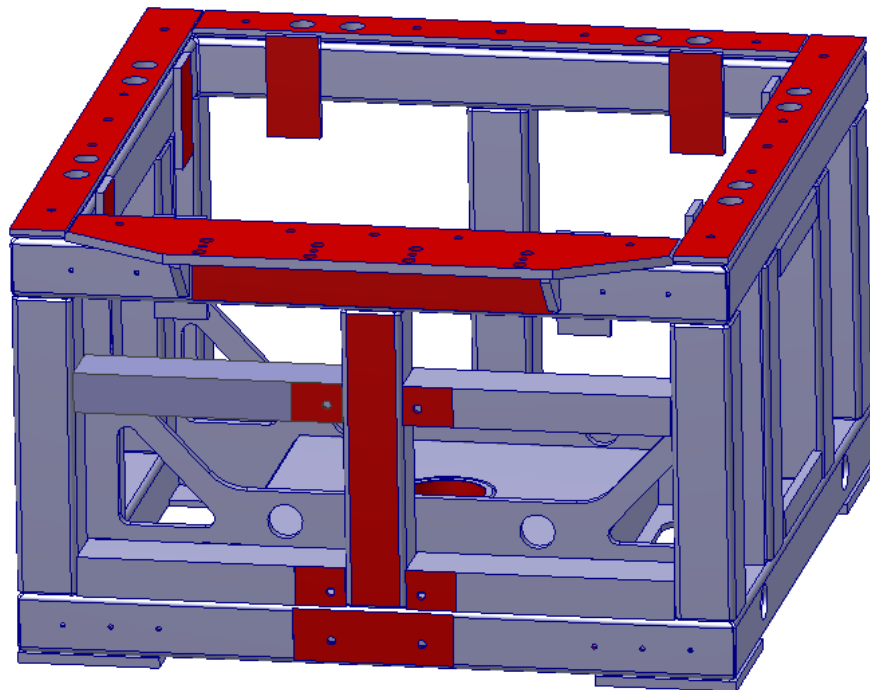
- výpalky a ohýbané plechové díly

Plechové kryty, ploché díly, čtvercové profily rámu řezané pod úhlem byly vyřezány laserem na základě zasláných vypalovacích kontur, mnohé z dílů pak již nebylo třeba dále obrábět, čímž byly výrobní náklady v porovnání s klasickým obráběním výrazně nižší.

Silnostěnné materiály byly nařezány plasmou s přídavkem na obrábění. V rámci kooperace při vypalování plechových dílů byly některé díly také ohnuty nebo zakruženy podle dodané výkresové dokumentace.

- obrábění svařence rámu

Z důvodu velkých vnějších rozměrů nebylo možné na vlastních obráběcích strojích obrobít funkční plochy svařence rámu lisu, které lícují s dalšími celky. Kooperující firmě byly zaslány výkresy a 3D data svařence s barevně vyznačenými plochami k opracování, podle nichž byl svařenec obroben.



*Obr. 58. 3D model svařence rámu s vyznačenými plochami k opracování*



- svaření víka

Výrobní kapacity svařovny byly plně vytíženy svařováním rámu lisu, stolu zdvihu a dalších celků sestavy. Aby nedošlo ke zpoždění dodávky víka na montážní pracoviště, bylo zvoleno svaření víka v kooperaci.

- rovnání

Po svařování bylo třeba některé díly mechanicky rovnat, aby deformace vzniklé ve svařencích nezpůsobovaly potíže při montáži.

- kalení

Firma nedisponuje kalicí pecí, proto byly kalené součásti kaleny v kooperaci, jednalo se o čepy hydraulických válců a osy.

- žíhání ke snížení pnutí

Bylo použito pro snížení vnitřního pnutí ve svařencích - svařence rámu, víka, stolu, náboje stolu, držáku válců, konzoly válce, konzoly víka a stolice.

- pískování

Svařenec rámu, víka, stolu zdvihu bylo z důvodů velkých rozměrů nutné pískovat na větším zařízení v kooperaci.

### Instalace hydraulických obvodů

Pracovníky firmy Hydroma s.r.o. byla na montážním pracovišti provedena montáž hydraulických prvků. Vysokotlakými hadicemi a potrubím byly propojeny již namontované hydraulické válce s ovládacími ventily a hydraulickým agregátem. Dále bylo provedeno vybavení snímači, plnění hydraulickým olejem a odvzdušnění systému.

Instalace byla provedena podle hydraulického schématu, konkrétní řešení jednotlivých částí bylo řešeno individuálně dle potřeb, s využitím fotografické dokumentace instalací předešlých lisů jako příkladu řešení. K připevnění potrubí bylo použito upínacích objímek, přišroubovaných k rámu.



*Obr. 59. Rozvody k hydraulickým válcům vyjížděcích válečků*

### Elektroinstalace

Na montážním pracovišti byly pracovníky firmy Robotics & Engineering s.r.o. provedeny elektroinstalační práce. Jednalo se o vybavení a zapojení podružných rozvaděčů a společného rozvaděče, zapojení ovládní hydraulických ventilů, zapojení hydraulického agregátu a topných těles a vybavení lisu elektronickými prvky (lineární odměřovací systém, indukční snímače polohy, tlačítka ovládní lisu, bezpečnostní tlačítka).



*Obr. 60. Zapojená skříň společného elektrorozvaděče*

Dále byla naprogramována řídicí jednotka a bylo provedeno celkové odzkoušení funkčnosti zařízení.

Kabeláž byla vedena žlabem do lisů, kde byla provedena otvory v rámu na potřebná místa. Zafixování kabelů bylo řešeno stahovacími páskami, příchytkami a kabelovými svody. Průchody přes hrany byly opatřeny lemovkou.



*Obr. 61. Zapojování svorkovnice tlačného stolu*

## 7.7 Montáž

Výrobní dokumentace vyráběného lisu byla vytvořena v rámci několika samostatných sestav tvořených menšími podsestavami. Montážní práce tak mohly být snadno rozděleny na dvě samostatná montážní pracoviště. Smontované celky pak byly spojeny dohromady a následně byla provedena montáž dalších dílčích částí (konzola elektrorozvaděče, konzola dvouručního tlačítka, rozvaděče a skříňky elektrických rozvodů, hydraulické válce, snímače, kryty). V závěru montážních prací byla v kooperaci provedena také instalace elektrických a hydraulických rozvodů a ovládacích prvků (jak již bylo zmíněno v předchozí v předchozí kapitole).



*Obr. 62. Sestavované lisy bez víka*

Jednotlivé součásti byly ustavovány přesnými děrami na kolíky a spojovány pomocí šroubů a matic. V případě potřeby bylo provedeno dodatečně opracování na bruskách a frézkách pro dolícování některých dílů, ruční ojhlení nebo kalibrování závitů. Řezání závitů nebo vrtání děr pro uchycení dalších periferií bylo v některých případech provedeno přímo na montážním pracovišti s využitím běžného ručního nářadí.

Komplikace vzniklé při montáži dílů a sestav byly řešeny s mistrem výroby, technologem a konstruktéry, poznatky byly předávány oddělení technické přípravy výroby k úpravě a doplnění výrobní dokumentace.

Po dokončení montáže, seřízení prvků a odzkoušení funkčnosti lisu, byly namontovány kryty víka a bočních válců, vypojeny kabely a hydraulické hadice a byla provedena demontáž žlabu a konzol s ovládacími tlačítky. Skříně podružných rozvaděčů i společného rozvaděče s hydroagregátem byly zabaleny bublinkovou folií.

Po přepravení lisů do výrobních prostor zákazníka bylo provedeno opětovné sestavení a zapojení a odzkoušení lisů.



*Obr. 63. Dokončený dvojlis sestavený u zákazníka*

## 8 KALKULACE NÁKLADŮ

Pro vyhodnocení ziskovosti zakázky byla po jejím dokončení provedena kalkulace výrobních nákladů. Celkové náklady byly stanoveny z nákupních cen, smluvních cen a výrobních nákladů.

### 8.1 Materiálové náklady

Materiálové náklady byly tvořeny nákupní cenou vstupních materiálů, jednalo se především o hutní polotovary – jackly, profily, trubky, kruhové tyče, pásy, plechy (zpravidla již hotově vypálené laserem) a dále spojovací materiál, kluzná pouzdra, navařovací oka, těsnění, štítky, svařovací dráty, barvy a ředidla. Materiálové náklady jednotlivých dílů jsou uvedeny v tabulce v příloze PII – Výrobní náklady.

Náklady za hydraulické válce, hydraulický agregát, elektrické rozvaděče, snímače a další součásti jsou zahrnuty v nákladech kooperace elektra a hydrauliky, poněvadž byly součástí nabídky provedených instalačních prací.

### 8.2 Výrobní náklady

Výrobní náklady byly vypočítány na základě výrobních časů (normominuty) dle podnikových hodinových sazeb. Do výrobních nákladů byly tímto způsobem započítány mzdy (obsluha výrobních strojů, mechanik, zámečnick, svářeč), strojní náklady, režijní náklady (natěrač, skladník, konstruktér, programátor, technolog) a náklady v rámci strojní kooperace (vypalování laserem, svařování, kalení, žihání, obrábění). Výrobní časy a náklady jednotlivých dílů jsou podrobně rozepsány v tabulce v příloze PII – Výrobní náklady.

Tab. 2. Jednotlivé náklady připadající na jeden lis

Materiálové náklady	197 007 Kč
Přímé mzdy	53 767 Kč
Strojní náklady	226 758 Kč
Kooperace (strojní)	24 125 Kč
Režijní náklady	18 234 Kč
<b>Vlastní výrobní náklady</b>	<b>519 891 Kč</b>

Celkové výrobní náklady pak byly tvořeny dvojnásobkem vlastních nákladů výroby jednoho lisu a smluvními cenami za práci konstrukční kanceláře, subdodávky a instalace elektroniky a hydrauliky na montážním pracovišti.

Tab. 3. Kalkulace výrobních nákladů

Vlastní výrobní náklady dvojlisu	1 039 781 Kč
Konstrukční kancelář	72 000 Kč
Kooperace elektro	711 000 Kč
Kooperace hydraulika	572 059 Kč
<b>Celkové výrobní náklady</b>	<b>2 394 840 Kč</b>

Lis byl prodán za 2 500 000 Kč (+ DPH), cena pokryla náklady na jeho výrobu a zakázka byla zisková. Vzhledem ke skutečnosti, že výrobní časy a náklady byly negativně ovlivněny výrobními problémy, které již byly vyřešeny, lze očekávat, že v případě opakování výroby dvojlisu budou výrobní náklady nižší a zakázka ziskovější.

## ZÁVĚR

Dle požadavků zákazníka byl navržen gumárenský lis pro výrobu desek z recyklované pryžové drti. Koncepce lisu vycházela z podobných lisů, které byly vyrobeny již dříve, a byla upravena pro potřeby výroby konkrétního typu výrobku – čtvercových desek o rozměrech 500 x 500 mm a 1000 x 1000 mm se slepými válcovými dírami po stranách. Navržená konstrukce byla přizpůsobena potřebám instalací elektrického a hydraulického vybavení, zohledněny byly také připomínky zákazníka vycházející z používání předešlých lisů.

Postup výroby lisu byl zvolen s ohledem na náklady, termín dodání a výrobní možnosti podniku. Nedostatky konstrukce a překážky vzniklé během výroby byly úspěšně odstraněny operativním způsobem, lis byl vyroben, odzkoušen a předán zákazníkovi. Doba výroby lisu od zahájení konstrukce po instalaci u zákazníka byla přibližně pět měsíců.

Výrobní dokumentace byla doplněna a opravena, stejně jako 3D model lisu. V průběhu montáže byly pořízeny fotografie jednotlivých spojovaných celků včetně detailů dílů, u nichž se vyskytly komplikace, které bylo nutné řešit. Zdokumentováno bylo také řešení zapojení elektrických a hydraulických obvodů, které bylo přizpůsobováno na místě. Získané informace o chybách a nedostatcích byly následně využity při výrobě dalšího dvojlisu, určeného pro výrobu čtvercových desek s okraji tvaru puzzle, který byl konstrukcí velmi podobný. Podařilo se tak na základě předchozí zkušenosti v předstihu odstranit stejné nedostatky, které se vyskytly, čímž bylo přispěno ke snížení výrobních ztrát a zrychlení procesu výroby.

V případě opakování výroby lisu bude doba výroby kratší nejen o dobu potřebnou pro konstrukci lisu, tvorbu výrobní dokumentace a vypalovacích šablon, ale také o čas potřebný pro přípravu obráběcích programů, technologických postupů a nákupních objednávek, které jsou již zavedeny v informačním systému, a nebude je potřeba příliš měnit.

Z hlediska samotné výroby pak bude kratší také výrobní čas, kdy již bude mít organizace výroby zkušenost s plánováním produkce jednotlivých součástí, a především čas montáže, který bude značně zkrácen o dobu potřebnou k vyřešení a odstranění výrobních problémů. To vše přispěje také k tomu, aby příští zakázka byla ziskovější.

Práce ukazuje, co vše je nutné při takto komplexní výrobě provést, aby byla zakázka úspěšně splněna a nebyla ztrátová. Poukazuje rovněž na komplikace, které mohou v průběhu výroby nastat, a jakými způsoby je možno je vyřešit a předejít jim v budoucnu.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. 1. vyd. Slaný: Melandrium, 2001. ISBN 80-86175-15-4.
- [2] ZEMČÍK, Oskar. *Technologická příprava výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. ISBN 80-214-2219-X.
- [3] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Výrobek a jeho úspěch na trhu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. ISBN 80-247-0053-0.
- [4] JUROVÁ, Marie. *Organizace přípravy výroby*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 978-80-214-3946-7.
- [5] MELČÁK, Miloš. *Výrobní management – učební texty*. 1. vyd. Zlín: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta managementu a ekonomiky ve Zlíně, 1999. ISBN 80-214-1393-X.
- [6] MAKOVEC, Jaromír a kolektiv. *Základy řízení výroby*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1991. ISBN 80-7079-110-1.
- [7] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. 2. rozš. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-955-1.
- [8] DVOŘÁK, Zdeněk. *Zpracovatelské procesy gumárenské pro konstrukční směry*. [online]. Zlín: UTB, 2019.
- [9] DVOŘÁK, Zdeněk a Jakub JAVOŘÍK. *Elastomerní konstrukční materiály*. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, 2009. ISBN 978-80-02-02155-1
- [10] TVRDKOVÁ, Dagmar. *Materiálové vlastnosti antivibračních rohoží z pryžového recyklátu*. *Železniční konstrukce a stavby*. [online]. Juniorstav, 2008. [cit. 21.1.2020]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/30529514-Juniorstav-zeleznicni-konstrukce-a-stavby-materialove-vlastnosti-antivibracnich-rohozi-z-pryzoveho-recyklatu.html>
- [11] SHULMAN, Valerie L.. *Tyre recycling*. [online] Shrewsbury: Smithers Rapra Technology. November 30, 2004 [cit. 21.1.2020]. ISBN 9781859574898.
- [12] HORNÍČEK, Leoš. *Možnosti využití pryžového recyklátu*. In: *odpady-online.cz* [online]. 19.4.2006 [cit. 21.1.2020]. Dostupné z: <https://www.odpady-online.cz/moznosti-vyuziti-pryzoveho-recyklatu/>

- [13] BRET, Ondřej. *Využití gumového recyklátu z recyklovaných pneumatik – Od bezpečných povrchů po protihlukové clony* In: imaterialy.cz [online]. 2.8.2018 [cit. 21.1.2020] Dostupné z: [https://www.imaterialy.cz/rubriky/materialy/vyuziti-gumoveho-granulatu-z-recyklovanych-pneumatik-od-bezpecnych-povrchu-po-protihlukove-clony\\_46050.html](https://www.imaterialy.cz/rubriky/materialy/vyuziti-gumoveho-granulatu-z-recyklovanych-pneumatik-od-bezpecnych-povrchu-po-protihlukove-clony_46050.html)
- [14] *Výrobky z gumového recyklátu*. 2020 [online]. STYL 2000 [cit. 21.1.2020]. Dostupné z: <http://styl2000.cz/vyrobky-z-gumoveho-recyklatu/>
- [15] *Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermoset, and rubbers*. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-012-6564-2>
- [16] NĚMEJC, Josef. *Projektování manipulace s materiálem*. 3. vyd. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, 1998. ISBN 80-7082-427-1.
- [17] HLUCHÝ, Miroslav, Rudolf PAŇÁK a Oldřich MODRÁČEK. *Strojírenská technologie I*. 2. díl, Metalografie a tepelné zpracování. 3., přeprac. vyd. Praha: Scientia, 2002. ISBN 80-7183-265-0.
- [18] DILLINGER, Josef a kolektiv. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. 1. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [19] KOVAŘÍK, Rudolf a František ČERNÝ. *Technologie svařování*. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2000. ISBN 80-7082-697-5.
- [20] BUMBÁLEK, Leoš a kolektiv. *Kontrola a měření*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 2009. ISBN 978-80-7333-072-9.
- [21] KRAUS, Václav. *Povrchy a jejich úpravy*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2000. ISBN 80-7082-668-1.
- [22] GELETA, Vojtěch. *Progresívne technológie obrábania*. 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 2013. Edícia vysokoškolských učebníc. ISBN 978-80-227-3997-9.
- [23] ELSHENNAWY, Ahmad K. a Gamal S. WEHEBA. *Manufacturing processes & materials*. 5. vyd. Dearbon: SME, 2015. ISBN 087263871-5.
- [24] NĚMEC, Milan, Jan SUCHÁNEK a Jan ŠANOVEC. *Základy strojírenské technologie I*. 3. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978-80-01-06056-8.

- [25] KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení procesů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005. ISBN 80-7043-364-7.
- [26] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [27] Elektronická učebnice. 2015. *Strojírenství: Obrábění a zpracování kovů*. [online]. [cit. 1.4.2020]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1059>
- [28] Maqfort s.r.o. *Výrobní program*. [online]. [cit. 2.4.2020]. Dostupné z: <https://www.maqfort.cz/hydraulicke-lisy>
- [29] Tajmac-ZPS, a.s. *Výrobní program*. [online katalog]. [cit. 1.4.2020]. Dostupné z: <https://www.tajmac-zps.cz/vyrobni-program>
- [30] FANUC Czech s.r.o. *CO2 Laserové zdroje*. [online]. [cit. 1.4.2020]. Dostupné z: <https://www.fanuc.eu/cz/cs/laserov%C3%A9-syst%C3%A9my/co2-laser>
- [31] KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. ISBN 80-214-1996-2.
- [32] Jungheinrich AG. *Výrobní program*. [online]. [cit. 2.4.2020]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/>
- [33] Jass, a.s. *Výrobní program*. [online]. [cit. 2.4.2020]. Dostupné z: <https://www.jass.cz/>
- [34] Rozhovor a prohlídka výrobních prostor s Ing. Jaroslavem GAJDŮŠKEM, vedoucím technického odd. fy. Gelpo s.r.o., Uherský Brod, 18. 2. 2020.
- [35] Emailová komunikace s Ing. Normanem HROZINOU, projektovým manažerem fy. Regutec a.s., 22. 1. 2020.
- [36] Salvadori S.r.l. *Výrobní program*. [online]. [cit. 2.4.2020]. Dostupné z: <https://www.salvadori.com/recycling/machines/>
- [37] SUMAC Auto Recycling Equipment Co., Ltd. *Výrobní program*. [online]. [cit. 2.4.2020]. Dostupné z: <https://www.autorecyclingchina.com/rubber-machine/>
- [38] Gelpo, s.r.o. *Výrobní program*. [online]. [cit. 2.4.2020]. Dostupné z: <https://www.gelpo.cz/>

- [39] Regutec, a.s. *Výrobní program*. [online]. [cit. 2.4.2020]. Dostupné z:  
<https://www.regutec.cz/reference-stavebnictvi/kanaly-brno>

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1 Vstupní prvky [5]</i> .....	11
<i>Obr. 2. Znázornění nákladů z ceny výrobku [2]</i> .....	17
<i>Obr. 3. Kalkulační vzorec [25]</i> .....	21
<i>Obr. 4. Technologické uspořádání pracoviště [6]</i> .....	24
<i>Obr. 5. Předmětné uspořádání pracoviště [6]</i> .....	25
<i>Obr. 6. Přizpůsobivost výroby [26]</i> .....	26
<i>Obr. 7. Příklady použití vrtání [18]</i> .....	27
<i>Obr. 8. Přehled typů fréz [31]</i> .....	32
<i>Obr. 9. Přehled typů soustružnických nožů [31]</i> .....	33
<i>Obr. 10. Vícevrstvý povlak obráběcího nástroje [18]</i> .....	34
<i>Obr. 11. Typy svarů a spojů [18]</i> .....	37
<i>Obr. 12. Ohraňování různými ohýbacími nástroji [18]</i> .....	39
<i>Obr. 13. Měření obvodového házení a souososti [18]</i> .....	41
<i>Obr. 14. Příklad sestavy pneumatického válce [18]</i> .....	47
<i>Obr. 15. Stacionární sériová montáž [18]</i> .....	47
<i>Obr. 16. Sériová pohyblivá montáž [18]</i> .....	48
<i>Obr. 17. Otočný dilenský jeřáb[32]</i> .....	49
<i>Obr. 18. Mostový jeřáb [32]</i> .....	50
<i>Obr. 19. Zařízení na vytrhávání patních lan Hercules 45 firmy Salvadori [36]</i> .....	52
<i>Obr. 20. Pryžová drť – floky, noky, granulát, jemná drť [13]</i> .....	53
<i>Obr. 21. Forma pro výrobu pryžové dlažby [37]</i> .....	54
<i>Obr. 22. Desky pro dětská hřiště [38]</i> .....	55
<i>Obr. 23. Bokovnice a podložka kolejnice [38]</i> .....	56
<i>Obr. 24. Podložka kanálového poklopu [39]</i> .....	56
<i>Obr. 25. Protihluková stěna z recyklátu [38]</i> .....	56
<i>Obr. 26. Víceetážový lis [37]</i> .....	58
<i>Obr. 27. Sloupový lis [28]</i> .....	58
<i>Obr. 28. Rámový lis [40]</i> .....	59
<i>Obr. 29. Lis s C rámem [40]</i> .....	59
<i>Obr. 30. Vytvrzovací zařízení 1012 x 1012</i> .....	65
<i>Obr. 31. Lis Metamorphosis I [36]</i> .....	66
<i>Obr. 32. Vyhazovací kolíky lisu Metamorphosis I [36]</i> .....	67

<i>Obr. 33. Lis Metamorphosis II [36]</i> .....	67
<i>Obr. 34. Lis Pricis</i> .....	68
<i>Obr. 35. Lis XLB-D550x550 [37]</i> .....	69
<i>Obr. 36. Lis XLB-D 1330x1450 [37]</i> .....	70
<i>Obr. 37. Části lisu v řezu</i> .....	71
<i>Obr. 38. Lis pro podlahové desky z roku 2009</i> .....	73
<i>Obr. 39. Lis pro podlahové desky z roku 2010</i> .....	74
<i>Obr. 40. Lis pro výrobu desek s dekorem dlažby z roku 2015</i> .....	75
<i>Obr. 41. Hlavní sestavy lisu – rám lisu, stůl zdvihu, dutina a víko</i> .....	76
<i>Obr. 42. 3D model navrženého lisu</i> .....	77
<i>Obr. 43. Výkres dílu a připravená kontura pro vypalování dílu</i> .....	78
<i>Obr. 44. Sestava odměřovacího pravítka</i> .....	79
<i>Obr. 45. Upravený držák magnetu</i> .....	79
<i>Obr. 46. Nově navržený držák magnetu</i> .....	80
<i>Obr. 47. Víko lisu bez středových žeber</i> .....	81
<i>Obr. 48. Osa otáčení víka</i> .....	81
<i>Obr. 49. Upravená konzola a držák snímačů hydraulických válců zámku víka</i> .....	82
<i>Obr. 50. Otevřený průchod kabelů</i> .....	83
<i>Obr. 51. Upevnění krytu kabelů</i> .....	83
<i>Obr. 52. Spodní zámek víka - původní varianta s dlouhými šrouby a maticí a nové řešení s krátkými šrouby bez matice</i> .....	84
<i>Obr. 53. Původní a upravený rám hydroagregátu a rozvaděče</i> .....	84
<i>Obr. 54. 3D model a již usazená vyrobená tvarová deska rastru 1000 x 1000 mm</i> .....	86
<i>Obr. 55. Frézované díly dutiny - bočnice a základna</i> .....	86
<i>Obr. 56. Svařované stolice po žíhání a obrobení upínacích ploch</i> .....	87
<i>Obr. 57. Opracovaný a natřený rám víka s již částečně provedenou instalací zámku</i> .....	87
<i>Obr. 58. 3D model svařence rámu s vyznačenými plochami k opracování</i> .....	88
<i>Obr. 59. Rozvody k hydraulickým válcům vyjížděcích válečků</i> .....	90
<i>Obr. 60. Zapojená skříň společného elektrorozvaděče</i> .....	91
<i>Obr. 61. Zapojování svorkovnice tlačného stolu</i> .....	91
<i>Obr. 62. Sestavované lisy bez víka</i> .....	92
<i>Obr. 63. Dokončený dvojlis sestavený u zákazníka</i> .....	93

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Charakteristika jednotlivých typů výroby [1] .....</i>	15
<i>Tab. 2. Jednotlivé náklady připadající na jeden lis .....</i>	94
<i>Tab. 3. Kalkulace výrobních nákladů.....</i>	95

## SEZNAM PŘÍLOH

### PI – Tabulka

Technologická příprava výroby

### PII – Tabulka

Výrobní náklady

### PIII – Výkresová dokumentace

Technická specifikace zařízení

Kusovník

F72 400_2S1	Výkres celkové sestavy
F72 401_1S1	Rám - sestava
F72 401_1C1	Rám - svařenec (pozice)
F72 401_1C1	Rám - svařenec (svary)
F72 401_1C1	Rám - svařenec (obrábění)
F72 401_1C1-05	Deska spodní
F72 401_1C1-06	Vevarek
F72 401_2C1	Konzola válce (svary)
F72 401_2C1	Konzola válce (obrábění)
F72 401_4D1	Konzola otáčení víka
F72 402_1S1	Stůl zdvihu - sestava
F72 402_1C1	Stůl - svařenec (svary)
F72 402_1C1	Stůl - svařenec (obrábění)
F72 402_2D1	Držák válců
F72 402_3C1	Náboj stolu
F72 402_4D1	Konzola
F72 403_2S1	Víko - deska 1000 x 1000 - sestava
F72 403_1C1	Rám víka - svařenec (pozice)
F72 403_1C1	Rám víka - svařenec (svary)
F72 403_1C1	Rám víka - svařenec (obrábění)
F72 403_2D1	Konzola
F72 403_3D1-03	Držák krytu



F72 403_23D1	Bezpečnostní rám
F72 404_2S1	Dutina čtverec 1000 x 1000 - sestava
F72 404_8D1	Stolice
F72 404_11C1	Tlačník rastr 1000 x 1000
F72 404_54D1	Bočnice 1
F72 405_2S1	Díly sestavy desky 1000 x 1000 - sestava
F72 405_2E1-U	Podložka držáku jezdce
F72 405_2E1-U	Držák jezdce - úprava
F72 405_3E1	Držák pravítka
F72 405_3E1-02	Žebro
F72 405_4E1-U	Opravná podložka dutiny
F72 405_5E	Opravná podložka dutiny 2
F72 405_6D1	Držák dvouručního tlačítka
F72 405_6C1-2	Rám hydroagregátu a hl. rozvaděče
F72 405_7D1	Sestava kompletní - rozmístění
F72 456_1C1	Pomocný montážní výkres

#### **PIV – Elektronická dokumentace**

Přiložený CD disk obsahuje:

- textovou část diplomové práce ve formátu pdf
- výkresovou dokumentaci ve formátu pdf
- vypalovací kontury ve formátu dxf

Příloha PI - Technologická příprava výroby

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	ROZMĚR	MATERIÁL	NORMA	ABR./LASER / PLAZMA	VRTAČKA	FŘEZKA	BRUSKA	SOUSTRUH	SVAREČ	TEP. ZPRAC	NÁTĚR
<b>F72 401_1S1</b>	<b>RÁM</b>	<b>1</b>		<b>PODSESTAVA</b>			X	X			X		X
<b>F72 401_1C1</b>	<b>RÁM SVAREK</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>			X				X	ŽIH.	X
F72 401_1C1-01	PROFIL 120x120x10	3	JEKL 120x120x10 - 1276	S355J2H	EN 10219	X							
F72 401_1C1-02	PROFIL 120x120x10	2	JEKL 120x120x10 - 1276	S355J2H	EN 10219	X							
F72 401_1C1-03	PROFIL 120x120x10	6	JEKL 120x120x10 - 606	S355J2H	EN 10219	X							
F72 401_1C1-04	PLECH KOTVÍČÍ	4	P20 - 280 x 280	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_1C1-05	DESKA SPODNÍ	1	P12 - 496 x 552	S235JR	EN 10051	X	X						
F72 401_1C1-06	VEVAREK	8	P20 - 100 x 250	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_1C1-07	VÝZTUHA	2	P20 - 100 x 495	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_1C1-08	ŽEBRO VELKÉ	2	P20 - 705 x 1252	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_1C1-09	VÝZTUHA	4	P20 - 63 x 496	S235JR	EN 10051	X		X					
F72 401_1C1-10	LIŠTA HORNÍ 1	2	P25 - 110 x 1276	S235JR	EN 10051	X		X					
F72 401_1C1-11	LIŠTA HORNÍ 2	1	P25 - 110 x 1056	S235JR	EN 10051	X		X					
F72 401_1C1-12	LIŠTA HORNÍ 3	1	P25 - 230 x 1056	S235JR	EN 10051	X		X					
F72 401_1C1-13	ŽEBRO	2	P20 - 95 x 100	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_1C1-14	DESKA SPODNÍ - KŘÍŽ	1	P12 - 1034 x 1035	S235JR	EN 10051	X		X					
F72 401_1C1-15	NÁBOJ	1	TR 219,1 x 40 - 124	S235JR	EN 10210	X				X			
F72 401_1C1-16	PLECH VODÍČÍ	8	P20 - 105 x 206	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_1C1-17	PROFIL 120x120x10	2	JEKL 120x120x10 - 1276	S355J2H	EN 10219	X							
F72 401_1C1-18	PROFIL 120x120x10	1	JEKL 120x120x10 - 1276	S355J2H	EN 10219	X	X						
F72 401_1C1-19	VÝZTUHA	4	L 120x80x12 - 458	S235JR	EN 10056	X							
<b>F72 401_2C1</b>	<b>KONZOLA VÁLCE</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>							X	ŽIH.	X
F72 401_2C1-01	PLECH	1	P20 - 220 x 825	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_2C1-02	PLECH	2	P20 - 80 x 775	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_2C1-03	PLECH	1	P22 - 120 x 675	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_2C1-04	ÚCHYT	2	P20 - 100 x 210	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_2C1-05	VÝZTUHA	2	P10 - 120 x 320	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_3E1	SLOUP	1	TR 168,3 x 25 - 800	S355J2H	EN 10210	X			X				

## Příloha PI - Technologická příprava výroby

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	ROZMĚR	MATERIÁL	NORMA	ABR./LASER / PLASMA	VRTAČKA	FRÉZKA	BRUSKA	SOUSTRUH	SVAREČ	TEP. ZPRAC	NÁTĚR
<b>F72 401_5D1</b>	<b>KONZOLA OTÁČENÍ VÍKA</b>	<b>2</b>		<b>SVAREK</b>		X	X	X			X	ŽIH.	X
F72 401_5D1-01	TYČ	2	PLO 120x40 - 330,5	S235JR	EN 10058	X							
F72 401_5D1-02	U-PROFIL 120x55	1	U120 - 180	S235JR	DIN 1026-1	X							
F72 401_5D1-03	VÝZTUHA	1	P25 - 150 x 180	S235JR	EN 10051	X							
F72 401_6E1	ČEP STŘEDÍCÍ	4	TYČ KR. 25 - 40	C45	EN 10060	X							
F72 401_9E1	ČEP VÁLCE	4	TYČ KR. 58 - 90	14 220	EN 10060	X		X	X			KAL.	
F72 401_10E1	OSA OTÁČENÍ VÁLCE	1	TYČ KR. 58 - 98	14 220	EN 10060	X		X	X			KAL.	
<b>F72 402_1S1</b>	<b>STŮL ZDVIHU</b>	<b>1</b>		<b>PODSESTAVA</b>									
<b>F72 402_1C1</b>	<b>STŮL - SVAREK</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>			X	X			X	ŽIH.	X
F72 402_1C1-01	DESKA	1	P36 - 986 x 986	S355J2+N	EN 10029AN	X							
F72 402_1C1-03	LIŠTA 1	2	P15 - 90 x 976	S235 JR2	EN 10051	X							
F72 402_1C1-04	LIŠTA 2	2	P15 - 90 x 943	S235 JR2	EN 10051	X							
F72 402_1C1-05	LIŠTA 3	4	P15 - 90 x 136	S235 JR2	EN 10051	X							
F72 402_1C1-06	LIŠTA 4	2	P15 - 90 x 540	S235 JR2	EN 10051	X							
F72 402_1C1-07	DESKA	1	P20 - 960 x 960	S235 JR2	EN 10051	X	X						
F72 402_1C1-08	VÝZTUHA 1	2	P15 - 90 x 146	S235 JR2	EN 10051	X							
F72 402_1C1-09	VÝZTUHA 2	2	P15 - 90 x 196	S235 JR2	EN 10051	X							
F72 402_1C1-10	TRUBKA	4	TR 82,5 x 6,3 - 140	11 353.1	ČSN 42 5715	X				X			
<b>F72 402_2D1</b>	<b>DRŽÁK VÁLČŮ</b>	<b>2</b>		<b>SVAREK</b>			X				X		X
F72 402_2D1-01	PLECH	1	P35 - 90 x 934	S235JR	EN 10051	X							
F72 402_2D1-02	NÁVAREK	4	P15 - 130 x 200	S235JR	EN 10051	X							
<b>F72 402_3C1</b>	<b>NÁBOJ STOLU</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>					X	X	X	ŽIH.	X
F72 402_3C1-01	NÁBOJ	1	TR 232 x 45 - 553	S355J2H	EN 10210	X	X			X			
F72 402_3C1-02	KOTOUČ	1	P22 - 550 x 550	S235 JR2	EN 10051	X	X						
F72 402_3C1-03	ŽEBRO	8	P12 - 145 x 350	S235 JR2	EN 10051	X							
<b>F72 402_4D1</b>	<b>KONZOLA</b>	<b>8</b>		<b>SVAREK</b>			X	X			X		X
F72 402_4D1-01	PLECH	1	P8 - 95 x 192,1	S235JR	EN 10051	X							
F72 402_4D1-01	ŽEBRO	1	P8 - 55 x 110	S235JR	EN 10051	X							

## Příloha PI - Technologická příprava výroby

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	ROZMĚR	MATERIÁL	NORMA	ABR./LASER / PLASMA	VRTAČKA	FRÉZKA	BRUSKA	SOUSTRUH	SVĚŘEČ	TEP. ZPRAC	NÁTĚR
F72 402_5D1	ČEP VÁLCE	4	TYČ KR. 58 - 80	14 220	EN 10060	X		X		X		KAL.	
F72 402_6E1	KLUZNÉ POUZDRO	2		BRONZ + GRAFIT		X			X				
F72 402_7D1	KONZOLA ELEKTRO	1	P3 - 300 x 415	DC01-A-m	EN 10131	X	X						X
F72 402_8E1	KLUZNÁ DESKA	8		ZK 100	WOLKOPLAST	X	X	X					
F72 402_9E1	PODLOŽKA DOLÍCOVACÍ	1		DC01-A-m	EN 10131	X		X					
F72 402_10E1	KROUŽEK PŘÍTLAČNÝ	1		S235 JRG2		X	X						
<b>F72 403_2S1</b>	<b>VÍKO</b>	<b>1</b>		<b>PODSESTAVA</b>									
<b>F72 403_1C1</b>	<b>RÁM VÍKA</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>			X	X			X	ŽIH.	X
F72 403_1C1-01	ZÁKLADNÍ DESKA	1	P24 - 1150 x 1247	S235JR	EN 10051	X	X	X					
F72 403_1C1-02	RAMENO 1	2	P20 - 290 x 1632	S235JR	EN 10051	X	X	X					
F72 403_1C1-03	RAMENO 2	2	P16 - 260 x 1087	S235JR	EN 10051	X	X	X					
F72 403_1C1-04	ČELO	1	P16 - 140 x 1227	S235JR	EN 10051	X	X	X					
F72 403_1C1-05	BOČNICE	2	P16 - 140 x 1098	S235JR	EN 10051	X	X	X					
F72 403_1C1-06	ŽEBRO 1	2	P16 - 140 x 529,5	S235JR	EN 10051	X							
F72 403_1C1-07	ŽEBRO 2	6	P16 - 140 x 277	S235JR	EN 10051	X							
F72 403_1C1-08	ŽEBRO 3	4	P16 - 140 x 234,5	S235JR	EN 10051	X							
F72 403_1C1-09	VÝZTUHA HORNÍ	1	P10 - 420 x 708	S235JR	EN 10051	X	X						
F72 403_1C1-10	VEDENÍ RÁMU	4	P5 - 40 x 50	S235JR	EN 10051	X							
F72 403_1C1-11	NOSIČ ČIDLA	2	P5 - 40 x 40	S235JR	EN 10051	X							
F72 403_1C1-12	NÁBOJ RAMENE	2	TYČ KR. 100 - 31	S235JR	EN 10060	X				X			
F72 403_1C1-13	PLECH	2	P16 - 140 x 251,5	S235JR	EN 10051	X	X						
F72 403_1C1-14	PLECH	1	P2 - 277 x 313,6	DC01-A-m	EN 10131	X							
F72 403_1C1-15	PLECH	1	P2 - 277 x 313,6	DC01-A-m	EN 10131	X							
<b>F72 403_2D1</b>	<b>KONZOLA</b>	<b>6</b>		<b>SVAREK</b>			X	X			X		X
F72_403_2D1-01	DESKA BOČNÍ	2	P8 - 35 x 10	S235JR	EN 10051	X							
F72_403_2D1-02	DESKA SPODNÍ	1	P8 - 55 x 60	S235JR	EN 10051	X							
F72_403_2D1-03	DESKA VRCHNÍ	1	P8 - 55 x 60	S235JR	EN 10051	X	X						

## Příloha PI - Technologická příprava výroby

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	ROZMĚR	MATERIÁL	NORMA	ABR./LASER / PLASMA	VRTAČKA	FRÉZKA	BRUSKA	SOUSTRUH	SVÁŘEČ	TEP. ZPRAC	NÁTĚR
<b>F72 403_3D1</b>	<b>KRYT KABELŮ</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>									X
F72_403_3D1-01	PLECH	1	P2 - 113,1 x 1052	DC01-A-m	EN 10131	X					X		
F72_403_3D1-02	BOČNICE	2	P2 - 41,1 x 45	DC01-A-m	EN 10131	X							
F72 403_5E1	OSA OTÁČENÍ VÍKA	1	TYČ KR. 40 - 750	S235JR	EN 10060	X			X	X		KAL	
F72 403_6D1	ZAMEK	6	TYČ ČTV. 120 - 190	S355J2	EN 10059	X	X	X					
F72 403_7E1	KOSTKA VEDENÍ	12	TYČ ČTV. 50 - 120	S235JR	EN 10059	X	X	X					
F72 403_8E1	ČEP VODÍČÍ	12	TYČ KR. 25 - 300	S355J2	EN 10060	X		X		X			
F72 403_9E1	PŘÍDRŽKA	4	P5 - 25 x 70	S235JR	EN 10051	X	X						
F72 403_10E1	ČEP UZÁVĚRU 2	4	TYČ KR. 20 - 45	S235JR	EN 10060	X		X		X			
<b>F72 403_11E1</b>	<b>ČEP UZÁVĚRU</b>	<b>6</b>		<b>SVAREK</b>			X				X		
	TYČ 25h9 - 45	1		S235JRG2	EN 10060	X				X			
	PLO 15x30-5	1		S235JRG2	EN 10059	X	X						
F72 403_12E1	OSA OTÁČENÍ VÁLCE	1	TYČ KR. 45 - 160	S235JR	EN 10060	X				X			
F72 403_13E1	DRŽÁK SNÍMAČŮ	6	P3 - 74 x 89	DC01-A-m	EN 10131	X							X
F72 403_14C1	TOPNÁ DESKA	1	P22 - 1052 x 1052	LASER 355 MC	EN 10029	X	X	X					
F72 403_15C1	IZOLAČNÍ DESKA	1		NEFALIT 5		X	X	X					
F72 403_17D1	DESKAČTVEREC 1000x10	1	P20 - 1052 x 1052	S355JR2	EN 10051	X	X	X					
F72 403_18E1	CLONA	6	TR 38 x 6,3 - 12	11 353.1	ČSN 42 5715	X	X			X			
F72 403_19E1	KROUŽEK	4		S235JR		X				X			
F72 403_20D1	KRYT VELKÝ	1	P2 - 1119 x 1223	DC01-A-m	EN 10131	X							X
F72 403_21E1	KRYT MALÝ 1	2	P2 - 256,5 x 409,5	DC01-A-m	EN 10131	X							X
F72 403_22E1	KRYT MALÝ 2	2	P2 - 248,5 x 254,5	DC01-A-m	EN 10131	X							X
<b>F72 403_23D1</b>	<b>BEZPEČNOSTNÍ RÁM</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>							X		X
F72 403_23D1-01	PROFIL 20x20x2	2	JEKL 20x20x2 - 1363	S235JRH	EN 10219-2	X							
F72 403_23D1-02	PROFIL 20x20x2	3	JEKL 20x20x2 - 1363	S235JRH	EN 10219-2	X							
F72 403_23D1-03	PROFIL 20x20x2	4	JEKL 20x20x2 - 1363	S235JRH	EN 10219-2	X							
F72 403_23D1-04	PROFIL 20x20x2	8	JEKL 20x20x2 - 1363	S235JRH	EN 10219-2	X							
F72 403_23D1-05	VÝZTUHA RÁMU	16	P3 - 50 x 50	DC01-A-m	EN 10131	X							

## Příloha PI - Technologická příprava výroby

Číslo dílu	Název	KS	ROZMĚR	MATERIÁL	NORMA	ABR./LASER / PLASMA	VRTAČKA	FŘEZKA	BRUSKA	SOUSTRUH	SVAREČ	TEP. ZPRAC	NÁTER
F72 403_23D1-06	ČEP VODÍČÍ	4	TYČ KR. 10 - 121	S235JR	EN 10060	X				X			
F72 403_23D1-07	TRUBKA 18x1,5	2	TR 18 x 1,5	11 353.1	ČSN 42 6711	X							
F72 403_23D1-08	TRUBKA TR18x1,5	2	TR 18 x 1,5	11 353.1	ČSN 42 6711	X							
F72 403_23D1-09	TRUBKA TR18x1,5	2	TR 18 x 1,5	11 353.1	ČSN 42 6711	X							
F72 403_23D1-10	TRUBKA TR18x1,5	1	TR 18 x 1,5	11 353.1	ČSN 42 6711	X							
F72 403_24E1	DISK OPĚRNÝ HORNÍ	4	TYČ KR. 28 - 4	S235JR	EN 10060	X				X			
F72 403_25E1	DISK OPĚRNÝ SPODNÍ	4	TYČ KR. 28 - 6	S235JR	EN 10060	X		X		X			
F72 403_26E1	PODLOŽKA RÁMU	4	45 - 55° Sha	PRYŽ									
F72 403_27C1	PODLOŽKA DESKY VZORU	1	P20 - 1052 x 1052	LASER 355 MC	EN 10029	X	X	X					
<b>F72 404_2S1</b>	<b>DUTINA ČTVEREC</b>	<b>1</b>		<b>PODSESTAVA</b>									
F72 404_1D1	ZÁKLADNA 1	1	TYČ PL. 100x25 - 1024	S355J2	EN 10058	X	X	X					
F72 404_2D1	ZÁKLADNA 2	1	TYČ PL. 100x25 - 1024	S355J2	EN 10058	X	X	X					
F72 404_53D1	ZÁKLADNA 3	2	P20 - 215 x 1217	S235JR+N	EN 10029-A-N	X	X	X					
F72 404_54D1	BOČNICE 1	2	P36 - 260 x 1012	S355J2+N	EN 10029-A-N	X	X	X					
F72 404_55D1	BOČNICE 2	1	P36 - 260 x 1082	S355J2+N	EN 10029-A-N	X	X	X					
F72 404_56D1	BOČNICE 3	1	P36 - 260 x 1082	S355J2+N	EN 10029-A-N	X	X	X					
<b>F72 404_8D1</b>	<b>STOLICE</b>	<b>4</b>		<b>SVAREK</b>			X	X			X	ŽÍH.	X
F72 404_8D1-01	DESKA HORNÍ	1	P15 - 455 x 455	S235JR	EN 10051	X	X						
F72 404_8D1-02	DESKA SPODNÍ	1	P15 - 455 x 455	S235JR	EN 10051	X	X						
F72 404_8D1-03	ROZPĚRKA	8	TYČ KR. 40h9 - 126	S235JRC+C	EN 10278					X			
F72 404_8D1-04	ČEP	2	TYČ KR. 20h9 - 40	S235JRC+C	EN 10278	X				X			
F72 404_10D1	TOPNÁ DESKA TLAČNÍKŮ	4	P30 - 490 x 490	S235JR+N	EN 10029-A-N	X	X	X					
F72 404_11D1	TLAČNÍK ČTV 1000x1000	1		E335		X	X	X					
F72 404_12D1	SPODNÍ ZÁMEK	6		S355J2		X	X	X					
F72 404_57E1	PODLOŽKA VÁLCE	8	TYČ KR. 65 - 30	S235JR+N	EN 10278	X	X	X		X			
F72 404_58D1	SPODNÍ ZÁMEK 2	4		S355J2		X	X	X					
F72 404_59E1	LISOVACÍ KOLÍK	8	TYČ KR. 9h9 - 59	12050		X				X			
F72 404_60D1	KRYT BOČNÍCH VÁLCŮ	1		SVAREK		X					X		X

## Příloha PI - Technologická příprava výroby

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	ROZMĚR	MATERIÁL	NORMA	ABR./LASER / PLASMA	VRTAČKA	FŘEZKA	BRUSKA	SOUSTRUH	SVĚŘEČ	TEP. ZPRAC	NÁTĚR
F72 404_61D1	KRYT BOČNÍCH VÁLCŮ	1		SVAREK		X					X		X
<b>F72 405_2S1</b>	<b>DÍLY SESTAVY</b>	<b>1</b>		<b>PODSESTAVA</b>									
<b>F72 405_1C1</b>	<b>KONZOLA ROZVADĚČE</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>							X		X
F72 405_1C1-01	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-902	S235JRH	EN 10219	X	X						
F72 405_1C1-02	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-1302	S235JRH	EN 10219	X							
F72 405_1C1-03	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-1252	S235JRH	EN 10219	X							
F72 405_1C1-04	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-852	S235JRH	EN 10219	X							
F72 405_1C1-05	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-300	S235JRH	EN 10219	X							
F72 405_1C1-06	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-802	S235JRH	EN 10219	X	X						
F72 405_1C1-07	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-350	S235JRH	EN 10219	X							
F72 405_1C1-08	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-350	S235JRH	EN 10219	X							
F72 405_1C1-09	PROFIL 50x50x3	1	JEKL 50x50x3-350	S235JRH	EN 10219	X							
F72 405_1C1-10	PATKA HORNÍ	1	TYČ PL. 60x10 - 200	S235JR	EN 10058	X	X						
F72 405_1C1-11	PATKA SPODNÍ	1	TYČ PL. 60x10 - 360	S235JR	EN 10058	X	X						
F72 405_1C1-12	PLECH	1	P2 - 430 x 885	DC01-A-m	EN 10131	X	X						
F72 405_2E1	DRŽÁK JEZDCE	1	P4 - 38 x 50	S235JRC+N	EN 10051	X	X						
F72 405_3E1	DRŽÁK PRAVÍTKA	1	P3 - 70 x 414,8	DC01-A-m	EN 10131	X							
F72 405_4D1	DRŽÁK SNÍMAČŮ	1	P2 - 130 x 144,7	DC01-A-m	EN 10131	X							
F72 405_5E1	PÁSOVINA	2		S235JR		X	X						
<b>F72 405_6D1</b>	<b>DRŽÁK DVOURUČNÍHO</b>	<b>1</b>		<b>SVAREK</b>							X		X
F72 405_6D1-01	PLECH	1	P5 - 71,1 x 196,1	S235JR	EN 10051	X							
F72 405_6D1-02	PLECH	1	P4 - 287 x 446,1	S235JR	EN 10051	X							
F72 405_6D1-03	PLECH	1	P6 - 123 x 460	S235JR	EN 10051	X							
F72 405_6D1-04	PROFIL 60x30x3 - 600	2	JEKL 60x30x3 - 600	S235JR	EN 10219-2	X							
F72 485_15D1	DRŽÁK TLAČÍTKA	1	P3x202,8x160,8	S235JR		X	X				X		X
F72 485_30D1	STOJAN ROZVADĚČE	1				X	X				X		X

## Příloha PII - Výrobní náklady

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	NORMOMINUTY	MATERIÁL	MZDY	STROJ. NÁKL.	KOOPER.	REŽIJNÍ NÁKL.	CELKEM
<b>F72 401_1S1</b>	<b>RÁM</b>	<b>1</b>							
<b>F72 401_1C1</b>	<b>RÁM SVAREK</b>	<b>1</b>	1843		4239	17877	3190	1438	26744
F72 401_1C1-01	PROFIL 120x120x10	3	9	1400	21	90		7	4557
F72 401_1C1-02	PROFIL 120x120x10	2	11	1450	24	102		8	3168
F72 401_1C1-03	PROFIL 120x120x10	6	8	670	18	78		6	4633
F72 401_1C1-04	PLECH KOTVÍCÍ	4	4	450	9	39		3	2004
F72 401_1C1-05	DESKA SPODNÍ	1	19	716	45	188		15	964
F72 401_1C1-06	VEVAREK	8	9	167	21	87		7	2256
F72 401_1C1-07	VÝZTUHA	2	3	335	8	32		3	754
F72 401_1C1-08	ŽEBRO VELKÉ	2	12	3924	28	116		9	8155
F72 401_1C1-09	VÝZTUHA	4	13	261	30	126		10	1709
F72 401_1C1-10	LIŠTA HORNÍ 1	2	74	776	171	721	1150	58	5751
F72 401_1C1-11	LIŠTA HORNÍ 2	1	80	641	183	771	950	62	2607
F72 401_1C1-12	LIŠTA HORNÍ 3	1	52	1420	118	500	950	40	3028
F72 401_1C1-13	ŽEBRO	2	94	94	216	913		73	2593
F72 401_1C1-14	DESKA SPODNÍ - KŘÍŽ	1	12	2586	29	120		10	2744
F72 401_1C1-15	NÁBOJ	1	42	1496	96	404	100	32	2128
F72 401_1C1-16	PLECH VODÍCÍ	8	2	100	5	22		2	1035
F72 401_1C1-17	PROFIL 120x120x10	2	12	1420	26	112		9	3134
F72 401_1C1-18	PROFIL 120x120x10	1	38	1420	87	367		29	1903
F72 401_1C1-19	VÝZTUHA	4	1	296	2	10		1	1235
<b>F72 401_2C1</b>	<b>KONZOLA VÁLCE</b>	<b>1</b>	169		389	1639	700	132	2860
F72 401_2C1-01	PLECH	1	4	850	9	39		3	901
F72 401_2C1-02	PLECH	2	2	318	5	22		2	695
F72 401_2C1-03	PLECH	1	3	445	6	27		2	481
F72 401_2C1-04	ÚCHYT	2	19	133	44	187		15	759
F72 401_2C1-05	VÝZTUHA	2	2	90	4	16		1	221
F72 401_3E1	SLOUP	1	156	4588	358	1510		121	6578

1/6



## Příloha PII - Výrobní náklady

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	NORMOMINUTY	MATERIÁL	MZDY	STROJ. NÁKL.	KOOPER.	REŽIJNÍ NÁKL.	CELKEM
<b>F72 401_5D1</b>	<b>KONZOLA OTÁČENÍ VÍKA</b>	<b>2</b>	150		345	1455		117	3834
F72 401_5D1-01	TYČ	2	21	350	47	199		16	1224
F72 401_5D1-02	U-PROFIL 120x55	1	19	67	44	184		15	310
F72 401_5D1-03	VÝZTUHA	1	24	189	54	228		18	489
F72 401_6E1	ČEP STŘEDÍČÍ	4	26	9	60	251		20	1360
F72 401_9E1	ČEP VÁLCE	4	30	70	68	288		23	1798
F72 401_10E1	OSA OTÁČENÍ VÁLCE	1	42	76	96	404		33	609
<b>F72 402_1S1</b>	<b>STŮL ZDVIHU</b>	<b>1</b>							
<b>F72 402_1C1</b>	<b>STŮL - SVAREK</b>	<b>1</b>	1168		2686	11330		911	14927
F72 402_1C1-01	DESKA	1	390	8340	897	3783		304	13324
F72 402_1C1-03	LIŠTA 1	2	2	333	5	22		2	725
F72 402_1C1-04	LIŠTA 2	2	12	330	26	112		9	954
F72 402_1C1-05	LIŠTA 3	4	1	73	2	10		1	343
F72 402_1C1-06	LIŠTA 4	2	11	191	25	107		9	663
F72 402_1C1-07	DESKA	1	182	4210	419	1765		142	6536
F72 402_1C1-08	VÝZTUHA 1	2	1	42	1	6		0	99
F72 402_1C1-09	VÝZTUHA 2	2	1	60	1	6		0	135
F72 402_1C1-10	TRUBKA	4	8	43	19	80		6	591
<b>F72 402_2D1</b>	<b>DRŽÁK VÁLCŮ</b>	<b>2</b>	89		205	863		69	2275
F72 402_2D1-01	PLECH	1	97	749	222	936	650	75	2632
F72 402_2D1-02	NÁVAREK	4	2	109	5	22		2	554
<b>F72 402_3C1</b>	<b>NÁBOJ STOLU</b>	<b>1</b>	300		690	2910	3500	234	7334
F72 402_3C1-01	NÁBOJ	1	71	7533	164	691		56	8443
F72 402_3C1-02	KOTOUČ	1	155	1643	357	1504		121	3624
F72 402_3C1-03	ŽEBRO	8	1	146	2	10		1	1270
<b>F72 402_4D1</b>	<b>KONZOLA</b>	<b>8</b>	43		99	417		34	4396
F72 402_4D1-01	PLECH	1	1	121	2	10		1	133
F72 402_4D1-01	ŽEBRO	1	1	121	2	10		1	133

2/6

## Příloha PII - Výrobní náklady

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	NORMOMINUTY	MATERIÁL	MZDY	STROJ. NÁKL.	KOOPER.	REŽIJNÍ NÁKL.	CELKEM
F72 402_5D1	ČEP VÁLCE	4	32	63	74	310	1400	25	7488
F72 402_6E1	KLUZNÉ POUZDRO	2	1	4223	1	6		0	8461
F72 402_7D1	KONZOLA ELEKTRO	1	1	120	2	10		1	133
F72 402_8E1	KLUZNÁ DESKA	8	1	120	2	10		1	1062
F72 402_9E1	PODLOŽKA DOLÍCOVACÍ	1	69	235	159	669		54	1117
F72 402_10E1	KROUŽEK PŘÍTLAČNÝ	1	67	270	154	650		52	1126
<b>F72 403_2S1</b>	<b>VÍKO</b>	<b>1</b>							
<b>F72 403_1C1</b>	<b>RÁM VÍKA</b>	<b>1</b>	1440		3312	13968	4350	1123	22753
F72 403_1C1-01	ZÁKLADNÍ DESKA	1	308	8550	708	2988		240	12486
F72 403_1C1-02	RAMENO 1	2	89	2200	204	858		69	6662
F72 403_1C1-03	RAMENO 2	2	71	1135	162	684		55	4072
F72 403_1C1-04	ČELO	1	72	760	166	698		56	1680
F72 403_1C1-05	BOČNICE	2	49	685	113	475		38	2622
F72 403_1C1-06	ŽEBRO 1	2	1	358	1	6		0	731
F72 403_1C1-07	ŽEBRO 2	6	1	190	2	10		1	1217
F72 403_1C1-08	ŽEBRO 3	4	1	190	2	10		1	811
F72 403_1C1-09	VÝZTUHA HORNÍ	1	1	700	2	10		1	713
F72 403_1C1-10	VEDENÍ RÁMU	4	1	10	2	10		1	91
F72 403_1C1-11	NOSIČ ČIDLA	2	1	11	1	6		0	37
F72 403_1C1-12	NÁBOJ RAMENE	2	10	66	23	99		8	393
F72 403_1C1-13	PLECH	2	12	178	27	115		9	660
F72 403_1C1-14	PLECH	1	1	100	2	10		1	113
F72 403_1C1-15	PLECH	1	1	100	2	10		1	113
<b>F72 403_2D1</b>	<b>KONZOLA</b>	<b>6</b>	64		147	621		50	4908
F72_403_2D1-01	DESKA BOČNÍ	2	9	5	20	82		7	227
F72_403_2D1-02	DESKA SPODNÍ	1	1	6	2	10		1	19
F72_403_2D1-03	DESKA VRCHNÍ	1	1	6	2	10		1	19

Příloha PII - Výrobní náklady

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	NORMOMINUTY	MATERIAL	MZDY	STROJ. NÁKL.	KOOPER.	REŽIJNÍ NÁKL.	CELKEM
<b>F72 403_3D1</b>	<b>KRYT KABELŮ</b>	<b>1</b>	22		51	213		17	281
F72_403_3D1-01	PLECH	1	1	200	2	10		1	213
F72_403_3D1-02	BOČNICE	2	1	3	1	6		0	21
F72 403_5E1	OSA OTÁČENÍ VÍKA	1	24	255	56	235		19	564
F72 403_6D1	ZÁMEK	6	237	608	545	2299		185	21821
F72 403_7E1	KOSTKA VEDENÍ	12	60	61	137	577		46	9857
F72 403_8E1	ČEP VODÍČÍ	12	50	44	114	481		39	8135
F72 403_9E1	PŘÍDRŽKA	4	9	3	20	82		7	447
F72 403_10E1	ČEP UZÁVĚRU 2	4	19	5	43	180		15	971
<b>F72 403_11E1</b>	<b>ČEP UZÁVĚRU</b>	<b>6</b>	25		58	243		20	1917
	TYČ 25h9 - 45	1	11	4	25	104		8	141
	PLO 15x30-5	1	14	1	31	131		11	174
F72 403_12E1	OSA OTÁČENÍ VÁLCE	1	16	67	37	155		12	271
F72 403_13E1	DRŽÁK SNÍMAČŮ	6	1	65	2	10		1	467
F72 403_14C1	TOPNÁ DESKA	1	994	5999	2285	9637		775	18696
F72 403_15C1	IZOLAČNÍ DESKA	1	97	1937	223	941		76	3177
F72 403_17D1	DESKA ČTVEREC	1	971	6014	2233	9419		757	18423
F72 403_18E1	CLONA	6	15	3	35	146		12	1168
F72 403_19E1	KROUŽEK	4	11	19	25	105		8	628
F72 403_20D1	KRYT VELKÝ	1	1	583	2	10		1	596
F72 403_21E1	KRYT MALÝ 1	2	1	59	1	6		0	133
F72 403_22E1	KRYT MALÝ 2	2	1	41	1	6		0	97
<b>F72 403_23D1</b>	<b>BEZPEČNOSTNÍ RÁM</b>	<b>1</b>	143		329	1387		112	1828
F72 403_23D1-01	PROFIL 20x20x2	2	1	44	1	6		0	103
F72 403_23D1-02	PROFIL 20x20x2	3	1	30	2	10		1	128
F72 403_23D1-03	PROFIL 20x20x2	4	1	12	2	10		1	99
F72 403_23D1-04	PROFIL 20x20x2	8	9	9	21	87		7	992
F72 403_23D1-05	VÝZTUHA RÁMU	16	1	5	2	10		1	284

4/6

## Příloha PII - Výrobní náklady

ČÍSLO DÍLU	NÁZEV	KS	NORMOMINUTY	MATERIÁL	MZDY	STROJ. NÁKL.	KOOPER.	REŽIJNÍ NÁKL.	CELKEM
F72 403_23D1-06	ČEP VODÍČÍ	4	6	3	13	54		4	298
F72 403_23D1-07	TRUBKA 18x1,5	2	21	25	48	204		16	587
F72 403_23D1-08	TRUBKA TR18x1,5	2	24	33	55	233		19	679
F72 403_23D1-09	TRUBKA TR18x1,5	2	3	44	6	24		2	152
F72 403_23D1-10	TRUBKA TR18x1,5	1	3	45	7	29		2	83
F72 403_24E1	DISK OPĚRNÝ HORNÍ	4	7	2	17	72		6	386
F72 403_25E1	DISK OPĚRNÝ SPODNÍ	4	14	2	32	133		11	708
F72 403_26E1	PODLOŽKA RÁMU	4	4	1	8	34		3	183
F72 403_27C1	PODLOŽKA DESKY VZORU	1	375	6014	863	3638		293	10807
<b>F72 404_2S1</b>	<b>DUTINA ČTVEREC</b>	<b>1</b>							
F72 404_1D1	ZÁKLADNA 1	1	143	614	329	1387	900	112	3342
F72 404_2D1	ZÁKLADNA 2	1	158	649	363	1533	975	123	3643
F72 404_53D1	ZÁKLADNA 3	2	176	1574	405	1707	2350	137	12347
F72 404_54D1	BOČNICE 1	2	349	2141	803	3385	150	272	13502
F72 404_55D1	BOČNICE 2	1	233	2273	536	2260	80	182	5331
F72 404_56D1	BOČNICE 3	1	211	2273	485	2047	80	165	5050
<b>F72 404_8D1</b>	<b>STOLICE</b>	<b>4</b>	164		377	1591		128	8384
F72 404_8D1-01	DESKA HORNÍ	1	125	730	288	1213		98	2328
F72 404_8D1-02	DESKA SPODNÍ	1	109	730	251	1057		85	2123
F72 404_8D1-03	ROZPĚRKA	8	18	59	40	170		14	2261
F72 404_8D1-04	ČEP	2	8	6	18	78		6	216
F72 404_10D1	TOPNÁ DESKA TLAČNÍKU	4	395	1740	909	3832		308	27152
F72 404_11D1	TLAČNÍK ČTVEREC	1	450	4520	1035	4365	400	351	10671
F72 404_12D1	SPODNÍ ZÁMEK	6	207	1604	475	2004		161	25466
F72 404_57E1	PODLOŽKA VÁLCE	8	45	31	103	435		35	4828
F72 404_58D1	SPODNÍ ZÁMEK 2	4	231	1603	531	2238		180	18205
F72 404_59E1	LISOVACÍ KOLÍK	8	10	2	23	96		8	1028
F72 404_60D1	KRYT BOČNÍCH VÁLCŮ	1	31	428	70	296		24	818

5/6

