|  |
| --- |
| FIT VUT |
| IMS projekt |
| Téma č. 8: Diskrétní model výrobního procesu (SHO):    Výroba mimosilniční pneumatiky |

|  |
| --- |
| Sasín Jonáš (xsasin05)  Pojsl Jakub (xpojsl00)  [Datum] |

Obsah

[2 Úvod a motivace 2](#_Toc56118564)

[3 Výroba mimosilniční pneumatiky 3](#_Toc56118565)

[3.1 Proces výroby 3](#_Toc56118566)

[3.1.1 Základní suroviny 3](#_Toc56118567)

[3.1.2 Míchárna 3](#_Toc56118568)

[3.1.3 Příprava polotovarů 3](#_Toc56118569)

[3.1.4 Vytlačování a válcování 3](#_Toc56118570)

[3.1.5 Pogumování kordu 3](#_Toc56118571)

[3.1.6 Příprava patních lan 3](#_Toc56118572)

[3.1.7 Konfekce 3](#_Toc56118573)

[3.1.8 Vulkanizace 4](#_Toc56118574)

[3.1.9 Dokončení a kontrola 4](#_Toc56118575)

[3.2 Diagram výroby 4](#_Toc56118576)

[3.3 Důležitá data z výroby 4](#_Toc56118577)

[3.3.1 Trvání činností 4](#_Toc56118578)

[3.3.2 Poruchy 5](#_Toc56118579)

[4 Koncepce 6](#_Toc56118580)

[5 implementace simulačního modelu 7](#_Toc56118581)

[6 Popis experimentů 8](#_Toc56118582)

[7 Závěr 9](#_Toc56118583)

[8 Reference 10](#_Toc56118584)

# Úvod a motivace

# Výroba mimosilniční pneumatiky

## Proces výroby

### Základní suroviny

Hlavní suroviny pro výrobu pneumatiky je přírodní a syntetický kaučuk. Čištěný a koagulovaný kaučuk je dopraven do továrny, kde je skladován spolu s ostatními surovinami. Každý vzorek je zaslán do laboratoře, kde se hodnotí jeho kvalita a vlastnosti. Pokud je vzorek vadný, je várka uložena do skladu zmetků.

### Míchárna

Zde probíhá míchání kaučukových směsí – kaučuk s plnivy jako například gumárenské saze. Nakonec se do směsi přidává síra a vulkanizační činidla. Většina směsí se připravuje pro výrobu běhounu, jehož hlavní vlastností je odolnost proti oděru.

Hotová směs se vytláčí do plátů a ochlazuje, pláty se ukládají do palet, které jsou označeny a uloženy na sklad. Před uvolněním do další výroby je opět pro každou dávku odebrán vzorek pro laboratorní testy. Pokud je vzorek vadný, je várka uložena do skladu zmetků.

### Příprava polotovarů

Polotovary nutné k výrobě: patní lana, pogumované textilní a ocelové kordy, vytlačované a válcované polotovary, první a druhá kordová vložka, jádro, patní kord a pásek, nárazníky a bočnice s běhounem.

### Vytlačování a válcování

Několikanásobným válcováním se zde vyrábí vnitřní guma. Dále se vtlačuje běhoun a bočnice.

Kaučuková směs se nejprve ohřívá, pak se posune do vytlačovacího stroje, kde se formuje do požadovaného tvaru a rozměrů. Ze stroje vychází souvislý plát, který je následně třeba ochladit a rozřezat na určené délky.

### Pogumování kordu

Na pogumování se opět používá kaučuková směs. Při procesu se kord určeného materiálu pokrývá tenkou vrstvou kaučukové směsi. Pogumovaná kord je poté nařezán v přesném úhlu. Nařezané jsou navinuty a přesunuty k další fázi výroby. Kordy tvoří nárazníky pod běhoun nebo tvoří součást kostry pneumatiky.

### Příprava patních lan

Patní lana se vyrábí z ocelových drátů a kaučukové směsi. Ocelové dráty se pogumují a navinou do kola určitého průměru (přesný počet závitů a tvar).

### Konfekce

V rámci konfekce je z připravených polotovarů složen surový plášť, kde se k sobě polotovary lepí gumárenskými pojivy. Ke složení dochází na konfekčním bubnu – nejprve se položí bočnice s patním páskem, poté patní kord, vnitřní guma, kordová složka kostry a lano s jádrem. Následuje přehnutí a na přibližný tvar pneumatiky se položí nárazníky a běhoun. Výsledkem je nevulkanizovaný surový plášť.

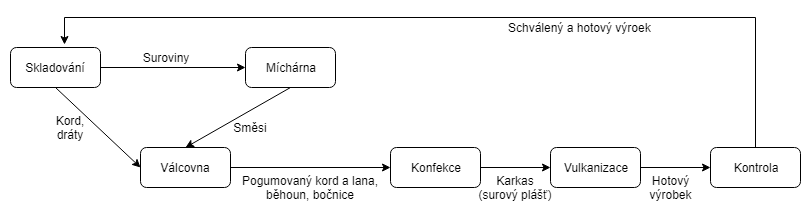
### Vulkanizace

Při tomto procesu se z kaučukové směsi stává pryž. Pomocí zahřátého tlakového média je plášť vtlačen do formy. Směs vlivem teploty měkne a stává se tvárnou. Směs postupně formu dokonale vyplní. Při vulkanizaci se mění struktura materiálu a získává finální vlastnosti.

### Dokončení a kontrola

Po vychladnutí a ořezání přetoků je pneumatika poslána ke kontrole kvality. První kontrola je vizuální a hmatem pracovníka, dále je pomocí testeru kontrolováno radiální a boční házení. Pneumatiky s ocelovým kordem prochází také rentgenovou kontrolou.

## Diagram výroby



## Důležitá data z výroby

### Trvání činností

Data z výroby jsou pro naši simulaci hlavně v metrice času, která se tím stává hlavní metrikou našeho výrobního procesu. Většina úkonů při výrobě probíhá sériově za sebou a modeluje se tedy hlavně časové zpoždění vznikající mezi nimi. Jediná část výroby, která probíhá paralelně je ve válcovně, kde zároveň vzniká pogumovaný kord, pogumovaná lana a vytlačují se běhouny a bočnice.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Část výroby** | **Činnosti(min)** | **Čekání na skladě (min)** | **Počet pracovníků** |
| **Míchárna** | **819** | **1440** | **3** |
| **Válcovna - kordy** | **149** | **1200** | **7** |
| **Válcovna - lana** | **113** | **1020** | **2** |
| **Válcovna - běhoun** | **117** | **1140** | **7** |
| **Válcovna - bočnice** | **108** | **1020** | **5** |
| **Konfekce** | **74** | **360** | **4** |
| **Vulknizace** | **119** | **-** | **3** |
| **Kontrola** | **15** | **-** | **2** |

Údaje uvedené v tabulce výše, ve sloupci činnosti, jsou součtem všech činností, probíhajících v dané části výroby, bez ohledu na to, že některé úkony mohou probíhat paralelně. Tyto skutečnosti modelujeme podrobněji v Petriho síti níže (v části koncepce).

### Poruchy

Při výrobě bylo evidováno 7 druhů poruch. U každé poruchy můžeme evidovat, ve které části výroby byla nejčastější a jakou mírou postihla výrobu. Údaje jsou opět shrnuty v tabulce:

// TODO

# Koncepce

// TODO Petriho síť s komentářem založená nejspíš na flowchartu z pdf od strany 36

Modelovat samostatně paralelní kroky jako např. kroky 17 a 18 – výdej směsi a výdej textilu

# implementace simulačního modelu

# Popis experimentů

# Závěr

# Reference