



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

# MODIFIKACE VÝROBNÍHO TOKU MATERIÁLU STROJNÍCH ŠICÍCH JEHEL

MODIFICATION OF MATERIAL PRODUCTION FLOW OF THE SEWING MACHINE NEEDLES

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Josef Změlík

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

BRNO 2021



## Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	<b>Bc. Josef Změlík</b>
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Automobilní a dopravní inženýrství
Vedoucí práce:	<b>Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### **Modifikace výrobního toku materiálu strojních šicích jehel**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Návrh koncepčních změn v oblasti materiálového toku ve výrobě šicích nástrojů. Koncepční změny jsou prováděny formou modifikace původní koncepce výrobního procesu na novou koncepci výrobního procesu.

Technické parametry zadání:

Layout dispozice výroby, výrobního procesu a materiálového toku ve výrobě.

**Cíle diplomové práce:**

Rešeršní rozbor nástrojů k řízení výroby.

Rešeršní rozbor informačních systémů řízení výroby.

Koncepční návrhy výrobního toku materiálu a porovnání s původní koncepcí.

Simulace návrhů a stanovení důležitosti technických a výrobních kritérií podle interní důležitosti.

Sumarizace změn a přehled zlepšených funkčních parametrů ve výrobním toku.

**Seznam doporučené literatury:**

BANGSOW, Steffen. Tecnomatix Plant Simulation. 2nd ed. New York: Springer, 2020, ISBN 978--030-41543-3.

NOCHE, Bernd a Mathias BÖS. Simulation der Transportverkehre. MAYER, Gottfried, Carsten PÖGE, Sven SPIECKERMANN a Sigrid WENZEL, ed. Ablaufsimulation in der Automobilindustrie [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2020, 2020-03-14, s. 155-171 [cit. 2020-10-06]. ISBN 978-3-662-59387-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-662-59388-2\_11.

BANKS, Jerry, CARSON II, Barry L. NELSON a David M. NICOL. Discrete-event system simulation. Upper Saddle River, N.J: Pearson Education, Inc., 2009. ISBN 978-013-8150-372.

KÜHN, Wolfgang. Digitale Fabrik. München [u.a.]: Hanser, 2006. ISBN 978-344-6406-193.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Hlavní náplní této diplomové práce je analýza a následná modifikace výrobního toku ve společnosti, která se řadí mezi přední světové poskytovatele průmyslových jehel, přesných dílů a jemných nástrojů.

Praktická část pojednává v první řadě o současném toku hodnot a následně popisuje jeho jednotlivé úpravy. Jsou zde zmapovány výrobní prostory hal a je popsán systém manipulace s materiálem. Součástí je i modifikace layoutů ve výrobních halách a taktéž simulace navržených změn v softwaru Plant Simulation od společnosti Siemens PLM Software. Na závěr práce jsou popsány změny, které se týkají zejména filozofie 5S, kanban systému či ergonomie pracoviště.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Logistika, modifikace, štíhlá výroba, zásobování, kanban, materiálový tok

## ABSTRACT

Main focus of this diploma thesis is the analysis and subsequent modification of production flow at a company, which is one of the world's leading providers of industrial needles, precision parts and fine tools.

Practical part of this thesis is devoted to the current flow of values and consequently describes its individual modifications. In this part the production areas are mapped, and the material handling system is described. This part also suggests a possible layout modification at the production site and simulation of proposed changes in Plant Simulation software from Siemens PLM Software. At the end of the work there are changes described that relate mainly to the philosophy 5S, kanban system or ergonomics of the workplace.

## KEYWORDS

Logistics, modification, lean manufacturing, supply, kanban, material flow

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ZMĚLÍK, Josef, *Modifikace výrobního toku materiálu strojních šicích jehel*. Brno, 2021. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 70 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Kašpárka, Ph.D. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 20. května 2021

.....

Bc. Josef Změlík

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat především celé své rodině a přítelkyni za morální a psychickou podporu po dobu celého studia na vysoké škole. Velký dík patří také kolegům z práce a ze školy, kteří mi byli nápomocni při realizaci této diplomové práce. Taktéž chci poděkovat společnosti Groz-Beckert Czech s.r.o. za poskytnutí možnosti tvorby diplomové práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat panu Ing. Jaroslavu Kašpárkovi, Ph.D. za možnost vypracování diplomové práce pod jeho vedením.



# OBSAH

Úvod .....	11
<b>1 Seznámení s problematikou .....</b>	<b>12</b>
1.1 Cíle práce .....	12
1.2 Představení společnosti .....	13
<b>2 Teoretické pojmy .....</b>	<b>14</b>
2.1 Logistika .....	14
2.2 Logistické řetězce .....	15
2.3 Materiálový tok .....	16
2.4 Informační tok .....	17
2.5 Štíhlá výroba .....	17
2.6 Logistické technologie .....	23
2.6.1 Kaizen .....	23
2.6.2 Kanban .....	25
2.6.3 Just in time (JIT) .....	26
<b>3 Analýza současného stavu .....</b>	<b>28</b>
3.1 Manipulace s materiálem .....	29
3.1.1 Vysokozdvížené vozíky .....	29
3.1.2 Průmyslové vozíky .....	30
3.1.3 Krabice .....	31
3.1.4 Zásobníky .....	33
3.1.5 Krabičky .....	35
3.1.6 Balení boxů .....	36
3.1.7 Skladování obalového materiálu .....	37
3.1.8 Balení schiffli .....	38
3.2 Informační systém SAP .....	39
<b>4 Přehled layoutů na měkké výrobě .....</b>	<b>41</b>
4.1 Měkká výroba – původní stav .....	41
4.2 Měkká výroba – varianta 1 .....	41
4.3 Měkká výroba – varianta 2 .....	42
4.4 Měkká výroba – varianta 3 .....	42
4.5 Zhodnocení jednotlivých variant na měkké výrobě .....	43
<b>5 Přehled layoutů na tvrdé výrobě .....</b>	<b>44</b>
5.1 Tvrdá výroba – původní stav .....	44
5.2 Tvrdá výroba – varianta 1 .....	44
5.3 Tvrdá výroba – varianta 2 .....	45
5.4 Tvrdá výroba – varianta 3 .....	45
5.5 Zhodnocení jednotlivých variant na tvrdé výrobě .....	45
<b>6 Software Plant Simulation .....</b>	<b>46</b>
6.1 Verifikace a validace simulačního modelu .....	46
6.1.1 Simulace na pracovní operaci leštění .....	48
6.1.2 Simulace na pracovní operaci balení .....	53

---

<b>7</b>	<b>Sumarizace změn .....</b>	<b>55</b>
7.1	Podstavce pod Bí-boxy .....	55
7.2	Páskování Bí-boxů .....	56
7.3	Ukládání obalového materiálu .....	57
7.3.1	Balící automaty .....	57
7.3.2	Nové pracoviště balení schiffli .....	58
7.4	Příprava výroby .....	59
7.4.1	Stroj: příprava polotovaru .....	60
7.4.2	Stroj: tvarování 0 .....	60
7.5	Porovnání stroje tvarování 0 vs. tvarování I–III .....	63
7.6	Ergonomie při kontrole polotovaru .....	64
	<b>Závěr .....</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam použitých zkratek a symbolů .....</b>	<b>69</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>70</b>

## ÚVOD

Tato diplomová práce je výsledkem spolupráce s firmou Groz-Beckert Czech s.r.o. (dále jen Groz-Beckert), která je světovým lídrem ve výrobě nástrojů a systémů pro textilní průmysl. Firma je rozdělena na několik divizí, přičemž závod ve Valašských Kloboukách (viz Obr. 1) je vedoucím závodem divize „S“. Valašské Klobouky se specializují zejména na výrobu strojních šicích jehel. Z velké části se jedná o průmyslové jehly, které nachází své uplatnění například v automobilovém průmyslu. V České republice tvoří tyto jehly podstatnou část na trhu. Jen stěží by člověk hledal nějaký produkt, který nebyl vyroben za pomoci nástrojů pocházejících z Groz-Beckert. Součástí divize „S“ jsou ještě další dva závody na východě. Jedná se o závod v Indii (GBA) a Vietnamu (GBV).

Hlavní náplní této práce je analyzovat současný stav celého výrobního systému a následně vypracovat návrhy na zlepšení. Dnešní trh je přesycen nabídkou nejrůznějších produktů, a tak má zákazník možnost volby. Aby si firma udržela svou konkurenceschopnost, musí se neustále rozvíjet a zlepšovat. Nabízí se několik možných cest, které vedou k cíli. Jednou z možných variant je zeštíhlování výrobních procesů či odstranění jakéhokoli plýtvání. Každý podnik má zcela určitě nějaký prostor ke zlepšení.



*Obr. 1: Výrobní závod ve Valašských Kloboukách [interní foto firmy]*

# 1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU

V této kapitole budou blíže popsány všechny cíle práce a krátce představena společnost Groz-Beckert.

## 1.1 CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce je pokračovat v modifikaci výrobních procesů, které vedou k neustálému zlepšování celého procesu, podílet se na projektech a vnést do zvolené problematiky nový pohled na věc.

### REŠERŠNÍ ROZBOR NÁSTROJŮ K ŘÍZENÍ VÝROBY

Teoretická část obsahuje stručný popis základních pojmů vyskytujících se v logistice, které následně poskytnou určitý základ pro vypracování praktické části.

### REŠERŠNÍ ROZBOR INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ ŘÍZENÍ VÝROBY

Podobně jako v předchozím bodě tato část diplomové práce poskytuje všeobecný pohled na problematiku řízení výroby.

### KONCEPČNÍ NÁVRHY VÝROBNÍHO TOKU MATERIÁLU A POROVNÁNÍ S PŮVODNÍ KONCEPCÍ

Hlavním cílem této diplomové práce je modifikace logistického řetězce v rámci výrobního závodu ve Valašských Kloboukách. Jako první krok bude provedena analýza současného stavu toku hodnot (s čímž souvisí dispoziční prostory v halách). Vůči tomuto stavu budou navrženy koncepční změny materiálového toku, které se následně porovnají.

### SIMULACE NÁVRHŮ A STANOVENÍ DŮLEŽITOSTI TECHNICKÝCH A VÝROBNÍCH KRITÉRIÍ PODLE INTERNÍ DŮLEŽITOSTI

Simulace změn bude provedena na operaci *leštění* a *balení*. Zde budou simulována různá umístění strojů a další jejich personální a technické možnosti.

### SUMARIZACE ZMĚN A PŘEHLED ZLEPŠENÝCH FUNKČNÍCH PARAMETRŮ VE VÝROBNÍM TOKU

V této kapitole jsou sumarizovány některé změny ve výrobním procesu, které vedly například k lepším pracovním podmínkám či úspoře finančních nákladů.

## 1.2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost Groz-Beckert je předním světovým výrobcem, který se zabývá technologiemi pro výrobu a spojování textilních materiálů. Mezi hlavní produkty se řadí zejména produkce průmyslových strojních jehel a přesných součástí nástrojů. Výrobní a prodejní pobočky jsou doplněny hustou sítí obchodních partnerů, tudíž zákazník má možnost přímého kontaktu přibližně ve 150 zemích. Celosvětový koncern má výrobní závody rozmístěny po celém světě. Jednotlivé počty závodů ve světě lze vidět na Obr. 2. Přímé prodejní zastoupení firma nabízí celkem ve 34 zemích světa. Společnost zaměstnává přes 9000 lidí a v roce 2019 dosáhla obrátu 670 milionů eur. [1]



Obr. 2: Výrobní závody ve světě [9]

### HISTORIE FIRMY

V roce 1852 v Ebingenu, na předměstí dnešního německého města Albstadtu, pan Theodor Groz & Söhne založili společnost pod názvem „Theodor Groz“. O devatenáct let později se pan Ernst Beckert zasloužil o vznik firmy „Chemnitz“. Obě společnosti se zabývaly výrobou jehel, přičemž každá z firem dávala obživu 1500 zaměstnancům. V roce 1937 se tyto dvě společnosti sloučily a daly tak základ dnešnímu podniku „Groz-Beckert“. Po druhé světové válce byl závod v Chemnitzu téměř zničen. Z toho důvodu byly výrobní stroje transportovány na východ. V roce 1960 byla založena první dceřiná výrobní společnost v indickém městě Chandigarhu. Od roku 1993 nese asijská pobočka název „Groz-Beckert Asia-GBA“.

V České republice se začal rozvíjet textilní průmysl se zaměřením na výrobu šicích jehel krátce po druhé světové válce. V roce 1947 vznikl podnik „IGLA“, který se nacházel v Českých Budějovicích. V letech 1950–1953 byly ke společnosti přiřčeny závody v Lužicích a ve Valašských Kloboukách. V roce 1990 byla „IGLA“ přejmenována na „AKRA a.s.“ 25.1.1993 se „AKRA a.s.“ stává součástí koncernu Groz-Beckert. V roce 2001 byly závody v České republice zařazeny do světové skupiny Groz-Beckert pod názvem Groz-Beckert Czech s.r.o.

## 2 TEORETICKÉ POJMY

Hlavní náplní druhé kapitoly této diplomové práce je popis a vysvětlení základních pojmů, které se vyskytují v logistice.

### 2.1 LOGISTIKA

Pojem „logistika“ pochází z řeckého výrazu „logisticos“. Což v překladu znamená „kalkulace-posouzení“. Dříve se tento výraz uplatňoval zejména ve vojenství. Posléze se tento termín rozšířil do civilních sfér. Díky velkému ekonomického rozvoji během dvacátého století vznikl soubor firem v úspoře všech hmotných i hodnotových toků. Silná konkurenceschopnost otevřela mnohým podnikům cestu k logistickým úpravám (od nákupu surovin, přes výrobu až po prodej výsledného produktu). V dnešní době můžeme termín „logistika“ chápat dvojitým způsobem. Prvním významem pojmu logistika se rozumí vědní obor matematiky (logistika jako označení pro formální logiku). Druhý význam vychází z historického vojenského zásobování (logistika jako zásobovací systém). [2]

V širším slova smyslu je logistika myšlenkový postoj, který nachází uplatnění všude, kde můžeme sledovat průběh jednotlivých operací s ohledem na jejich časovou náročnost. Cílem optimalizace je dosažení hospodárnosti celého systému, což v praxi znamená minimalizovat náklady a maximalizovat výnosy. Jednotlivé prvky výrobního řetězce však nelze izolovat a posuzovat samostatně. Jednotlivé články výrobního řetězce mají značný dopad na prospěšnost celku. Obecně lze říct, že logistika je souhrn všech činností, kterými se výsledný produkt dostává k zákazníkovi. Nakonec je však důležité si uvědomit, že logistika sama o sobě nevytváří žádné nové produkty. Logistickým úkolem je sledování hospodárnosti celého systému a minimalizovat tak náklady. [2]

#### CÍLE LOGISTIKY

Mezi základní cíl logistiky můžeme zařadit uspokojování potřeb zákazníků. Požadované množství zboží musí mít odpovídající kvalitu a ve správný čas musí být na správném místě. Toto všechno se děje samozřejmě s ohledem na minimální náklady. Spokojenost zákazníka úzce souvisí s dodacími lhůtami zboží, spolehlivostí a úplností dodávek a zcela jistě pružností výroby.

Logistické funkce obvykle rozdělujeme na čtyři úrovně:

- **Strategické** – dlouhodobé plánování výroby,
- **dispoziční** – krátkodobé řešení, hlavním cílem je uspokojení aktuálních potřeb,
- **administrativní** – jedná se o informační procesy,
- **operativní** – realizace logistických vizí dle dostupných dispozic.

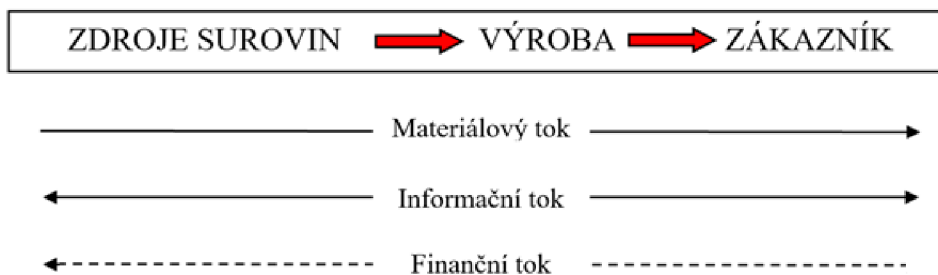
Mezi hlavní prvky logistických služeb patří:

- **Dodací čas** – lze chápat jako časový interval od vytvoření objednávky po doručení zboží zákazníkovi. Je-li zboží skladem, pak dodací čas tvoří pouze zpracování zakázky v informačním systému a její následná expedice. Dodací lhůta se však výrazně prodlužuje o průběžnou výrobní dobu, je-li nutné zboží vyrobit.

- **Dodací spolehlivost** – vyjadřuje pravděpodobnost splnění dodací lhůty. Hodnoty spolehlivosti se zpravidla určují experimentálně.
- **Dodací flexibilita** – vyjadřuje pružnost (flexibilitu) celého systému.
- **Dodací kvalita** – zde se klade velký důraz na dodržování předem dohodnutých parametrů (jakost zboží, množství zboží...). Také pečlivé balení hraje důležitou roli při transportu. Zakázka se nesmí během manipulace nijak poškodit. Znehodnocené zboží by bylo následně předmětem reklamace. [2]

## 2.2 LOGISTICKÉ ŘETĚZCE

Pomocí logistických řetězců lze snáze znázornit pohyb hmotných (materiálových) i nehmotných (informačních či finančních) toků ve výrobě. Oba toky jsou spolu úzce spojeny a jeden bez druhého by nedávaly smysl. V celkovém přehledu lze do logistického řetězce zahrnout například organizaci, administrativu, přepravu, aj. Nejdůležitější je zde materiálový tok, protože skrze něj uspokojujeme potřeby zákazníků. [3]



Obr. 3: Schéma logistického řetězce

Z Obr. 3 je zřejmé, že materiálový tok směřuje od zdroje surovin až k zákazníkovi. Ze základních surovin se postupem času stává hotový produkt. Informační tok je tokem obousměrným. Zákazník má tak přehled o možnostech nákupu. Dodavatel se díky poskytnutým informacím může zaměřit cíleně na daný typ výrobků. Finanční tok plyne obráceným směrem zcela logicky, protože zákazník musí požadovaný za produkt uhradit předem dohodnutou částku. [3]

Logistické řetězce můžeme rozdělit do tří základních úrovní:

- **Logistický řetězec s přetržitými toky** – tento typ řetězce závisí na odhadu prodeje. Výrobce je nucen mít dostatečnou zásobu surovin, s čímž jsou spojeny samozřejmě skladovací náklady. Na druhou stranu má výrobce možnost uplatnění množstevních slev při nákupu a přepravě velkoobjemové zakázky.
- **Logistický řetězec s nepřetržitými (kontinuálními) toky** – zásadní výhodou této varianty je dostatečná flexibilita výroby. Veškeré základní suroviny (včetně náhradních dílů) jsou dodávány na základě potřeb zákazníka. Uplatňuje se zde princip řízení výroby „JIT“ (Just in time), nebo „pull“ (tažný princip), což souvisí s nízkými skladovacími náklady.

- **Logistický řetězec se synchronním tokem** – materiálový tok v tomto řetězci je velmi vyrovnaný a plynulý. Mezi jednotlivými operacemi je tak nízká rozpracovanost („WIP“ – work in process). [3]

## 2.3 MATERIÁLOVÝ TOK

Materiálový tok znázorňuje řízený pohyb materiálu, prováděný za pomoci manipulačních prostředků a dalších technických zařízení cílevědomě tak, aby s tím spojené finanční náklady byly co možná nejnižší. Při plánování materiálového toku je zapotřebí znát charakteristické vlastnosti přepravovaného materiálu (přepravované objemy, tvar...). Efektivně navržený tok hraje významnou roli v dnešní silné konkurenci firem. Tok musí zajistit, aby byly manipulační náklady sníženy na minimum a aby byl materiál dodán v požadovaném množství, na určeném místě a v požadovaný čas.

Materiálový tok lze charakterizovat následujícími znaky:

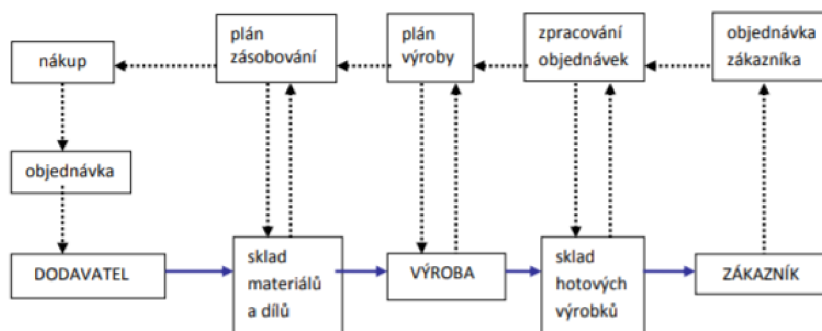
- **Takt** – jedná se o časový interval mezi jednotlivými kroky ve výrobě. Měl by být nastaven cíleně na nejpomalejší stroj v celém systému, aby nevzrůstala rozpracovanost,
- **Obsazenost** – sledování kapacity na daném pracovišti.
- **Průchodnost** – podává informaci o počtu průchodů polotovarů daným evidenčním bodem za určitou dobu.
- **Doba průchodu** – doba, za kterou pomyslný element materiálového toku urazí vzdálenost mezi dvěma danými body.
- **Sekvence dílů** – dbá se na dodržení pořadí při vstupu a výstupu materiálu.

Při optimalizaci materiálového toku je nutné znát všechny podstatné informace a pečlivě je zvážit. Je třeba se zaměřit na charakter manipulovaného materiálu, technologický postup, termín realizace, náklady spojené s úpravami celého systému, a také na požadavky na flexibilitu. V efektivně navrženém toku by měl výrobek neustále přímo směřovat k cílové operaci bez zbytečných oklik. Je nutné eliminovat zbytečnou manipulaci a transportní vzdálenost musí být co nejkratší. Důležitou roli zde hraje i plynulost materiálu a správné načasování. Mechanizace při manipulaci s materiálem nám může umožnit celkový růst efektivity práce.



## 2.4 INFORMAČNÍ TOK

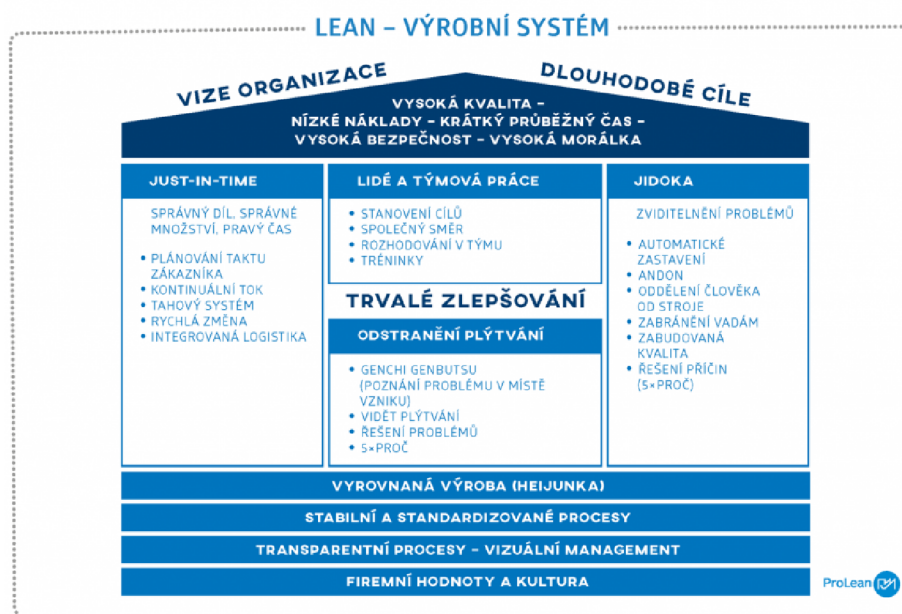
Informační tok je další nedílnou součástí logistického řetězce, který uvede materiálový tok do pohybu (objednávka zákazníka, výrobní plán...). Jedním z nejdůležitějších faktorů při řízení výroby je přenos informací. Propojuje tak jednotlivé procesy, mapuje systém řízení a plánování výroby. Vizualizaci informačního toku lze vidět na Obr. 4.



Obr. 4: Schéma informačního toku v logistickém řetězci [10]

## 2.5 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Drtivá většina všech výrobních podniků se snaží investovat čas a peníze do zavádění principů štíhlé výroby. Základní kámen této dnešní filozofie položila automobilka Toyota v druhé polovině minulého století. Štíhlou výrobu si lze vyložit jako soubor metod, principů a nástrojů, které vedou ke tvorbě hodnot a zamezují tak plýtvání. Jde především o zvyšování výkonosti firmy. Nikoli však tím, že firma rozšíří své dílenské pracoviště. Základem úspěchu je vyprodukovat na stejné ploše více než konkurence. S daným počtem lidí a zařízení musíme být schopni vyrobit vyšší přidanou hodnotu než druzí. Být štíhlou firmou tedy znamená vydělat více peněz s vynaložením menšího úsilí. Štíhlá výroba je myšlenkový směr, který usiluje o zkrácení času mezi výrobcem a odběratelem a o eliminaci plýtvání. Štíhlá výroba je centrální pojem, který kolem sebe soustřeďuje mnohé další metody (viz Obr. 5). [4]



Obr. 5: LEAN-výrobní systém [31]

## DRUHY PLÝTVÁNÍ

Pojem plýtvání je zcela klíčový ve filozofii vedení štíhlého podniku. V zahraničí se tento pojem vyskytuje v nejrůznějších formách. Například v Japonsku se hovoří o slově „muda“, v Německu „Verschwendung“, v Polsku „marnotrawstwo“ či v Americe je plýtvání známo pod slovem „waste“. Ať už jsme v jakékoli zemi, plýtvání má všude stejný význam. Plýtvání je všechno, co zvyšuje náklady výrobku, aniž by zvyšovalo jeho užitnou hodnotu. [4]

Hodnotu produktu tvoří to, co je ochoten zákazník zaplatit. Tudíž všechny činnosti, které nevedou ke tvorbě přidané hodnoty na výrobku, musí být cíleně minimalizovány pomocí vhodných opatření. Podnik tvoří především lidé a jejich postoj k dané práci. Z toho důvodu je nezbytně nutné, aby pracovníci vnímali plýtvání, dokázali ho identifikovat a změřit.

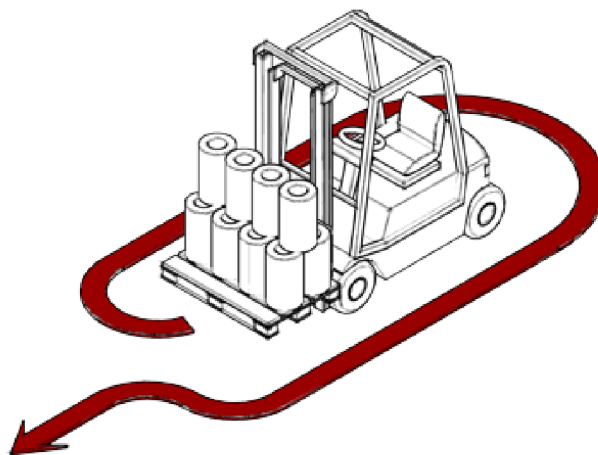
Největším problémem pro firmu je skryté plýtvání. Jde jen velmi těžce odhalit, protože může být skryto činnostmi, které jsou nutné vykonat v rámci pracovního postupu. V rámci optimalizace či zlepšování výrobních postupů by tyto činnosti mohly být nahrazeny efektivnějšími procesy nebo zcela eliminovány. Méně plýtvání znamená snadnější práci a méně chyb. Niže uvedené formy plýtvání, které lze vidět na Obr. 6, se vyskytují v určité míře v každém výrobním procesu.



Obr. 6: Druhy plýtvání [11]

### TRANSPORT – PŘESUNY

Doprava a logistické náklady mohou být po materiálových nákladech druhým nejvyšším nákladovým faktorem. Zákazníkovi je jedno kde a kolik má firma skladových zásob a jak s nimi dále pracuje. Zbytečné přemísťování je jednoznačným příkladem plýtvání (viz Obr. 7). Mnohdy častými následky přepravy mohou být například: časová a logistická náročnost, ztráta podstatných informací, poškození přepravovaného materiálu a v neposlední řadě finanční náklady. Analýza toku materiálu nám může pomoci ušetřit náklady a zrychlit průběžnou dobu výroby.



Obr. 7: Transport [32]

### INVENTORY – ZÁSoby

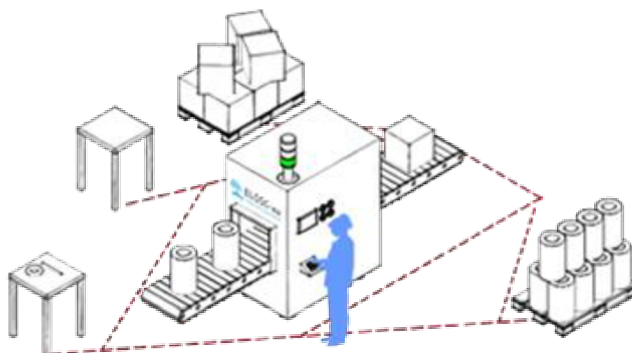
Nadbytečné zásoby zakrývají problémy ve výrobním procesu. Pokud společnost disponuje vysokými zásobami, pak se připravuje o možnost zlepšení celého systému, protože dostatečná mezioperační zásoba poskytuje určitý pocit bezpečí. Snižováním zásob se však objevují problémy, které jsme předtím špatně vnímali. Vysoké zásoby vyžadují zbytečné meziskladování, což může vést k poškození materiálu častou manipulací. Dále vyvolávají potřebu vytvářet spěšné zakázky či vytvářet priority. Všechny tyto činnosti stojí nemalé množství finančních nákladů. Rozpracovanost velkého množství úkolů či projektů s sebou nese riziko ztráty reakční rychlosti a pozornosti. Nadbytečné zásoby se často přirovnávají k mořské hladině (viz Obr. 8). Hladina znázorňuje možné komplikace, které se mohou vyskytnout během výrobního procesu.



Obr. 8: Zásoby [13]

## MOTION – POHYBY

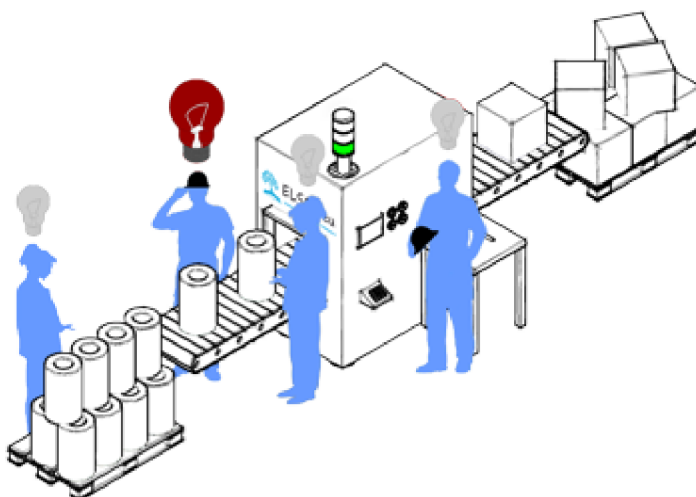
Každý pohyb pracovníka, který přímo neslouží ke tvorbě hodnot, je plýtváním. Zcela typicky se jedná o zbytečné pohyby v rámci pracoviště, které jsou znázorněny na Obr. 9. Například se může jednat o uchopení dílu levou rukou a následné přechycení do ruky pravé. K odhalení zbytečných pohybů je zapotřebí provést analýzu pracovní činnosti. Na základě pozorování poté navrhnout layout pracoviště tak, aby byl co nejvíce ergonomický. Do této kategorie však můžeme zahrnout i kancelářské pracovníky. Dle výzkumu lze dokázat, že průměrně člověk stráví zhruba dvě a půl hodiny hledáním informací na počítači. [5]



Obr. 9: Zbytečné pohyby [32]

## UNUSED POTENTIAL – NEVYUŽITÝ LIDSKÝ POTENCIÁL

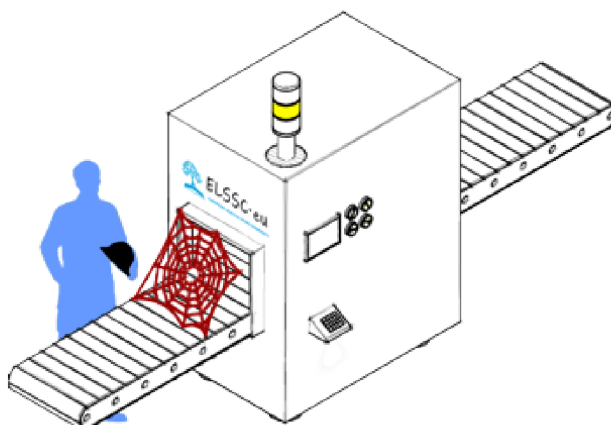
První krok, který musí firma učinit, je dostatečné zaškolení a motivace pracovníků (viz Obr. 10). Nebudou-li pracovníci správně zaškoleni, pak bude docházet k plýtvání v nejrůznějších podobách. Proto je důležité dbát na prohlubování znalostí všech pracovníků ve firmě. Pro obě strany může být přínosem také systém „podávání zlepšovacích návrhů“. Pracovník získá určitý benefit a firma z dlouhodobého hlediska může lépe prosperovat. Podle mnohých odborníků tento druh plýtvání hraje nevyšší roli.



Obr. 10: Nevyužitý lidský potenciál [32]

## WAITING – ČEKÁNÍ

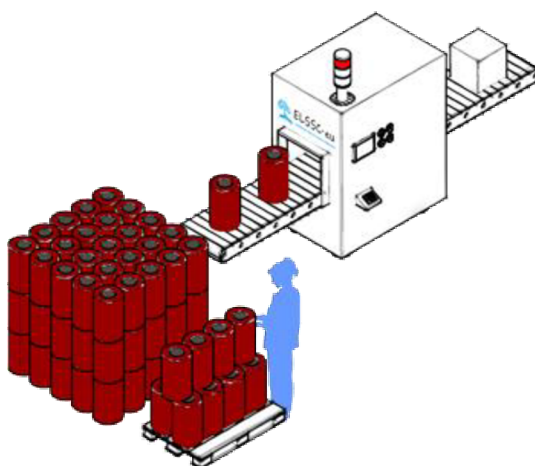
Čekání je nejvíce viditelnou formou plýtvání. Mezi časté důvody časového prostoje může být například nedostatek výrobních součástek, základních surovin pro výrobu, porucha na stroji či přímo čekání na skončení strojového cyklu (viz Obr. 11). Dalším problémem mohou být dlouhé seřizovací časy strojů nebo čekání na kontrolu jakosti. V neposlední řadě zde můžeme taktéž zařadit nedochvilnost lidí na schůzkách nebo mnohdy zdlouhavé procesy schvalování. Svoji roli zde hraje jeden z nejdůležitějších úkolů managementu. Jedná se o lokalizaci „úzkých míst“ v celém systému.



Obr. 11: Čekání [32]

## OVERPRODUCTION – NADPRODUKCE

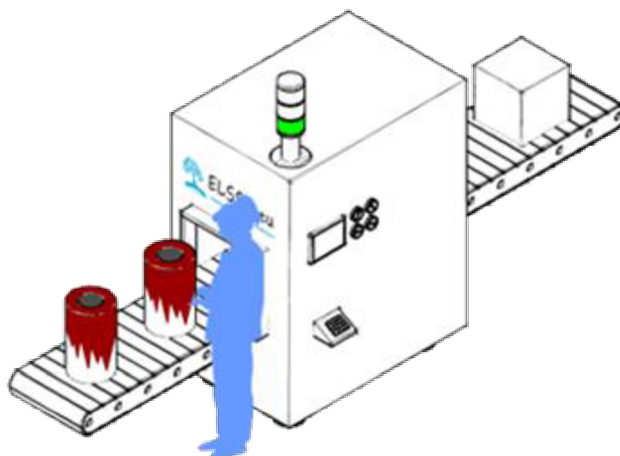
Nadprodukce je obecně považována za jeden z nejhorších způsobů plýtvání. Přehnaná produkce zboží vede k vysokým zásobám a problémům s nimi spojeným (viz Inventory – zásoby). Nadprodukce vzniká buďto chybným odhadem poptávky po zboží nebo z obavy technických problémů na strojích či z nemocnosti pracovníků. V případě výroby produktu s omezenou expirací je nadvýroba takového druhu produktu zcela fatální chybou. Po uplynutí doby expirace dochází k likvidaci zboží bez užitku (viz Obr. 12).



Obr. 12: Nadprodukce [32]

### OVERPROCESSING – ZBYTEČNÁ KOMPLEXITA

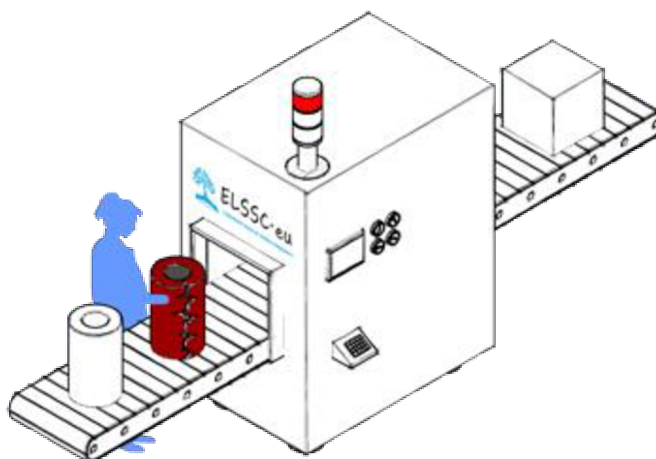
Zbytečná složitost výroby se může projevovat v nejrůznějších formách. Mezi ně můžeme například zařadit činnosti v technologickém postupu, o které zákazník nestojí, tudíž za ně nezaplatí. Z toho důvodu by měly firmy usilovat o optimalizaci procesu a vyrábět tak produkt co možná nejsnadněji cestou. Zákazníkovi se mnohdy poskytuje více informací, než ve skutečnosti potřebuje (s tím je spojená rozsáhlá dokumentace a komplikovaná administrativa). Ztráty ve výrobním procesu jsou drahé a vedou ke frustraci a zklamání zaměstnanců. Vůle k podání stoprocentního výkonu klesá, pokud pracovník vidí, že se nedá udělat žádná změna k lepšímu. Náprava by měla být provedena optimalizací výrobního procesu.



Obr. 13: Zbytečná komplexita [32]

### DEFECTS – CHYBY

Vady, které proniknou k zákazníkovi, nestojí pouze čas a peníze investované do výroby produktu, ale dodavatel ztrácí zákaznickou důvěru. I když se vady včas odhalí, tak se jedná stále o plýtvání, protože musíme vynaložit dodatečnou energii, materiál a čas na opravu.



Obr. 14: Chyby [32]

## 2.6 LOGISTICKÉ TECHNOLOGIE

Logistické technologie jsou souborem metod, které slouží ke správné funkci celého logistického systému. Správným fungováním systému se především rozumí mít co nejnižší náklady při dosažení potřebné výkonnosti, kterou požaduje zákazník. Moderní logistika se neustále rozvíjí. Postupem času vzniklo mnoho různých přístupů, které se na základě získaných zkušeností stále zdokonalují. Výběrem jedné z níže uvedených logistických technologií lze dosáhnout pozitivního rozvoje v podnikání při vynaložení nízkých nákladů. [3]

### 2.6.1 KAIZEN

Slovo kaizen pochází z japonštiny a skládá se ze dvou slabik, které lze v překladu vyjádřit jako „KAI – neustálá změna“, „ZEN – dobré, na cestě k lepšímu“. V Německu se pro termín „kaizen“ uchytil volný překlad „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)“ tedy proces neustálého zlepšování. Jako jedna z prvních firem, která začala tuto metodu aplikovat ve výrobě, byla firma Toyota. V druhé polovině minulého století Toyota tuto metodu rozvinula na světovou úroveň.

Filozofie kaizen je způsob života, který zahrnuje všechny pracovníky od vrcholového managementu až po dělníky. Všichni lidé v podniku musejí přitom používat svůj rozum stejně dobře jako svaly, aby byl kaizen úspěšný.

Každodenní činnosti v podniku lze rozdělit na udržovací a zlepšovací. Udržovací činnosti mají jasný úkol. Musejí zajistit dosažení plánované výrobnosti při dodržování standardů. Zlepšovací činnosti mají za cíl zvýšit výkonost procesu. Obě tyto činnosti běží ve výrobním systému souběžně. Vrcholový management by měl většinu svého času věnovat právě takovým aktivitám, které vedou ke zlepšení celého procesu a udržení konkurenceschopnosti. [4]

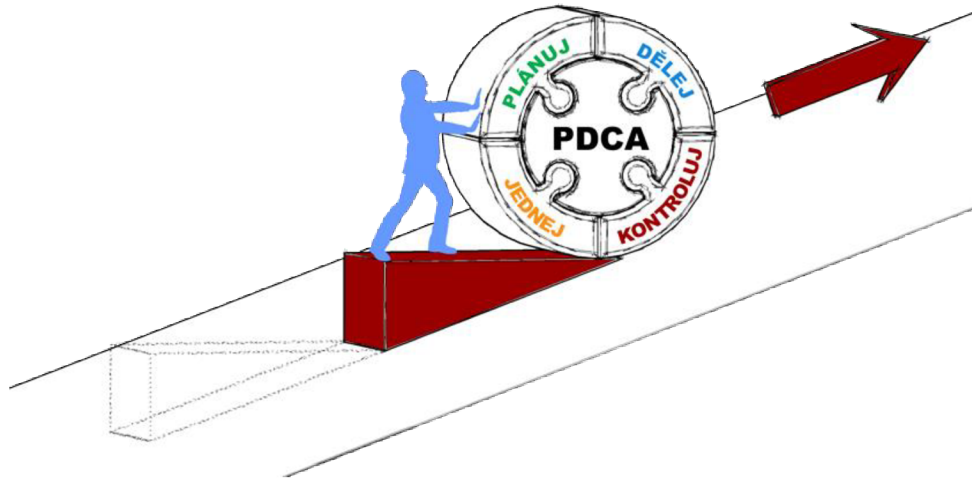
#### NÁSTROJE KAIZENU

Nástroje kaizenu obsahují odbornou terminologii, kterou je zapotřebí blíže specifikovat. K nástrojům kaizenu neodmyslitelně patří také SDCA cyklus, PDCA cyklus, 5S-standardizace, kaizen týmy spolu s vizuálním managementem.

- **Jdi na Gemba**
  - Slovo „gemba“ lze přeložit jako místo děje (dílna, kancelář). Jde tedy o místo, kde dochází k pozorování děje.
- **Pozoruj Gembutsu**
  - Zde se jedná převážně o sledování konkrétní činnosti nebo procesu a určení slabých míst v systému.
- **Hledej Muda**
  - Hledání ztrát či plýtvání v procesu. Druhy plýtvání byly popsány výše (viz str.18).
- **Prováděj Kaizen**
  - Zlepšuj každý den.

Při systematickém postupu pozorovatel dokáže snáze analyzovat celý proces, čímž objeví potenciační plýtvání a dokáže ho eliminovat.

- **SDCA cyklus**
  - Vychází z anglické terminologie – standardise-do-check-act (standardizuj, udělej, zkontroluj, uskutečni). Tento cyklus je základním kamenem pro fungování filozofie kaizen. Slouží k odhalení problémů a následnému vytvoření standardů. Je zde nezbytně nutná aktivní účast zaměstnanců.
- **PDCA cyklus**
  - Taktéž vychází z anglické terminologie – plan-do-check-act (plánuj, udělej, uskutečni, zkontroluj). Navazuje na standardy a usiluje o udržení a následný rozvoj.



Obr. 15: PDCA cyklus [14]

- **5S-standartizace**
  - Nástroj 5S je jedním ze základních kamenů zeštíhlování výroby. Slouží pro systematické zlepšování pracoviště. Název 5S vznikl na základě pěti japonských slov – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu a Shitsuke (utřídit, urovnat, udržovat v čistotě, určit pravidla a upevňovat a neustále zlepšovat). Vždy se musí začít vyřazením nepotřebných věcí z pracoviště a jeho okolí. Pracoviště poté bude mít svůj řád a pořádek. Přehledné pracoviště nám ušetří zejména čas, který bychom jinak strávili hledáním. Tím umožňuje zvýšit efektivitu práce.



Obr. 16: Kampaň 5S / 5U



## 2.6.2 KANBAN

Kanban je jednou z nejstarších logistických technologií. Na počátku tohoto systému stojí japonská firma Toyota. Slovo kanban se skládá ze dvou slov a lze ho přeložit do češtiny jako: „KAN“ - karta, „BAN“ - signál.

Jedná se tedy o systém dílenského řízení jejímž základem je karta, která obsahuje důležité informace pro výrobu produktu. Kanban systém najde své uplatnění zejména ve velkosériové výrobě. Je však zapotřebí, aby zde správně fungovaly samořídící regulační okruhy. Dodavatel spolu s odběratelem jsou navzájem propojeni pomocí pull systému, což znamená, že odběratel vytvoří zakázku pro dodavatele, přičemž ani jeden z nich si nevytváří žádné zásoby. Dodavatel přitom ručí odběrateli za kvalitu výrobku a odběratel si musí objednávku převzít. Lze tedy říct, že se jedná o ideální strategii pro podnikání. [3]

Kanban karta je často nazývána průvodkou. Průvodka je dokladem o průběhu výroby zakázky, kterou na počátku výroby vystaví útvar pro řízení výroby. Průvodka může mít hned několik podob. Vždy záleží na typu výrobku. Zcela jistě na průvodce nesmí chybět čárové nebo QR kódy kvůli identifikaci. Pomocí kódu lze lehce zanést informace do PC.

V dnešní době existuje velké množství počítačových programů, které pomáhají při řízení výroby. Jedním z nich může být například SAP. Díky rychlosti přenosu informací se stává celá výroba pružnější. Vedoucí výroby si snadno a rychle zjistí na jakém pracovišti se zakázka nachází, aniž by přitom musel hledat zakázku po dílně. Na Obr. 17 lze vidět typický příklad kanban karty.

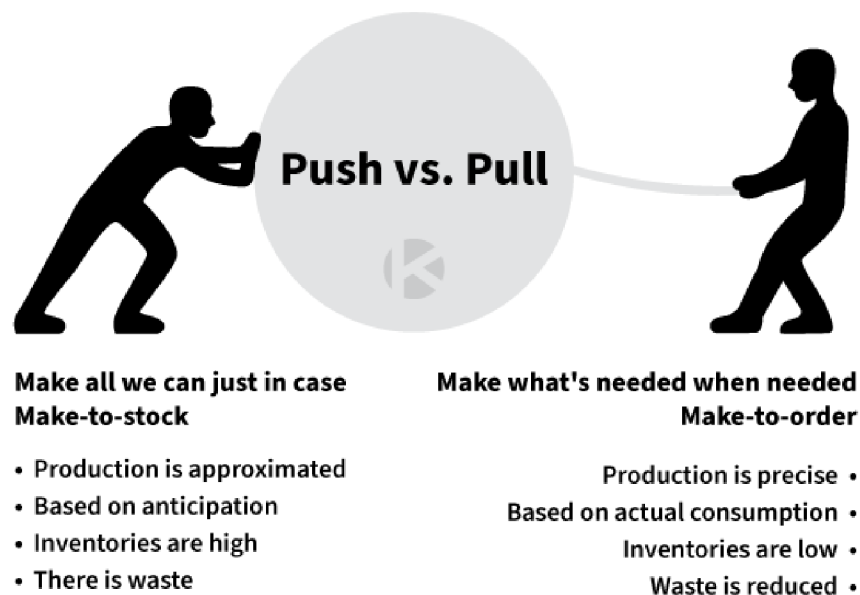
Dodavatel: <b>PU1</b> Popis: <b>Production Unit 1</b>	Zákazník: <b>PU2</b> Umístění: <b>Loc02</b> Kontejner: <b>Box 1</b> Množství: <b>100</b>
#Kanbans: <b>9</b>	
Vytvořeno: <b>10/12/2013 22:33:00</b> Vytisřeno: <b>11/12/2013 12:10:11</b>	Popis: <b>Item 012345</b>
 <b>INTEGRATED KANBAN SYSTEM</b> Číslo dílu : <b>012345</b>	Kanban ID:  1090

Obr. 17: Kanban karta [31]

### PUSH VS. PULL SYSTÉM

Kanban je nejpoužívanějším systémem pull, který je založen na skutečné poptávce zákazníků. Opakem pull systému je push systém. Zásadní rozdíl mezi systémy je ten, že v případě push systému vznikají velké mezioperační zásoby (WIP). Vysoká rozpracovanost není žádoucí hned z několika důvodů. Na pracovišti je velké množství materiálu, které se stává postupem času nepřehledným. Dále vzniká nutnost vytváření priorit na určitou zakázku, což vede k následným komplikacím ve výrobě. V neposlední řadě je push systém finančně nákladnější oproti pull systému. Mít vysoké skladové a mezioperační zásoby samozřejmě znamená vyšší finanční náklady na manipulaci a uskladnění produktu.

Na druhou stranu je nutné říct, že push systém vytváří určitý druh jistoty. Právě díky vyšším skladovým zásobám, které slouží pro případ větší poptávky po zboží. Tímto řešením se ovšem firma připravuje o dostatečnou pružnost a flexibilitu na trhu. Základní rozdíly mezi push a pull systémem lze vidět na Obr. 18.

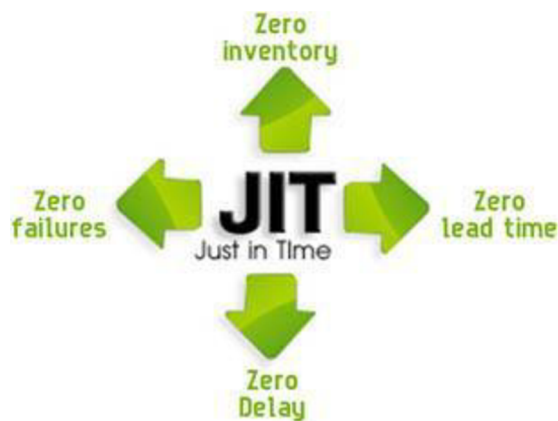


Obr. 18: Push vs. pull system [15]

### 2.6.3 JUST IN TIME (JIT)

Tato koncepce způsobu řízení výroby je založena na přesně časovaných dodávkách. JIT neboli dodání právě v čas, znamená pro firmu minimalizaci skladových zásob. Hlavním cílem strategie JIT je vyrábět v co možná největším časovém souladu s poptávkou po zboží. To je ovšem velmi náročné s ohledem na projektování, zavádění a následné řízení. Dalším úkolem je dodání produktu ve správný čas, na správné místo, ve správném množství a v požadované kvalitě (viz Obr. 19). JIT technologie se spíše označuje jako filozofie než konkrétní technika určená pro chod firmy. JIT se zaměřuje na odstranění plýtvání v celém výrobním procesu. Minimalizací plýtvání se zvýší produktivita celého systému, zkrátí se doba výrobního cyklu, a také se sníží náklady na skladové hospodářství. JIT rozšiřuje technologii kanban tím, že navzájem propojuje logistiku, nákup a výrobu. Zde je velmi důležité vzájemné propojení informačních toků dodavatele a odběratele.

Složitější formou této technologie je koncept JIS (Just in sequence). Základní principy filozofie jsou stejné jako u JIT pouze s tím rozdílem, že materiál je dodáván v přesně daném pořadí. JIS je výhodný především pro výrobu dílů, které se vyrábí ve více variantách a jsou dále dodávány na montážní linku v daném pořadí. [3]



Obr. 19: JIT [17]

### 3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola pojednává o současném materiálovém toku ve firmě Groz-Beckert ve Valašských Kloboukách. Na Obr. 20 jsou znázorněny veškeré prostory, kterými firma disponuje. Areál lze pomyslně rozdělit na dvě části. Jednou z částí jsou skladovací prostory, které jsou umístěny na obrázku v pravém horním rohu. Druhou část tvoří výrobní haly, ve kterých se provádějí veškeré pracovní operace.

Hala H1 současně slouží jako sklad vstupního materiálu (jehlový drát, obalový materiál...) a jako sklad náhradních dílů pro výrobu. Hala H3 je využívána pro přípravu výroby. Částečně je zaplněna výrobními stroji jejíž součástí je zařízení pro tepelnou a povrchovou úpravu jehel.

Větší pozornost bude však zaměřena na halu s označením H2, ve které se provádí většina pracovních operací. Celá výroba jehel se dělí na „měkkou“ a „tvrdou“ výrobu. Jak již samotný název napovídá, měkká výroba pracuje s tvárným materiálem, který je dostatečně poddajný pro obrábění. Měkká výroba má za úkol vytvořit z jehlového drátu hlavní tvar jehly. Po tepelných úpravách se jehly stávají nepoddajné. Z toho důvodu jsou všechny procesy po tepelných úpravách nazývány jedním nadřazeným pojmem „tvrdá výroba“. Zde dochází k finálním úpravám jehly.



Obr. 20: Letecký pohled na výrobní závod ve Valašských Kloboukách [interní foto firmy]

### 3.1 MANIPULACE S MATERIÁLEM

Součástí každé výrobní linky musí být bezpodmínečně nějaký způsob přepravy materiálu mezi jednotlivými pracovními procesy. V každém případě je nezbytně nutné znát vlastnosti přepravovaného materiálu. V následujících podkapitolách budou popsány manipulační prostředky, kterých je využíváno ve firmě.

#### 3.1.1 VYSOKOZDVIŽNÉ VOZÍKY

Pro manipulaci s materiálem jsou využívány vysokozdvížné vozíky. Vozíky poháněné spalovacím motorem najdou využití hlavně ve volně otevřených prostorech (vykládka/nakládka kamionu).

Uvnitř hal se zpravidla používá vozík s elektrickým pohonem (viz Obr. 21). Elektricky poháněný vozík nijak neznečišťuje ovzduší uvnitř hal. Kvůli bezpečnosti jsou v celém areálu vyznačeny stezky pro chodce, kterými se musí zaměstnanci striktně řídit.

Vysokozdvížnými vozíky se provádí zejména pravidelné zásobování strojů na vstupu výroby, (tj. sudy s drátem) a na výstupu výroby, (tj. přepravní box určený pro export). Samozřejmostí je transport materiálu po výrobních halách, který by byl těžce proveditelný pomocí ručně vedeného nízkozdvížného vozíku.



Obr. 21: Elektrický vysokozdvížný vozík Linde [18]

### 3.1.2 PRŮMYSLOVÉ VOZÍKY

Pro manipulaci polotovarů mezi stroji se hojně využívají ručně vedené průmyslové vozíky. Jejich hlavní předností je flexibilita a ergonomie pro pracovníka. Díky dvěma otočným kolečkům je vozík dokonale pohyblivý. Pro bezpečnost je vozík vybaven brzdou, která slouží k aretaci. Ložná plocha vozíku činí 1020 x 600 mm. Což je účelu věci naprosto dostačující. Vozíky jsou také využívány kvůli snadné údržbě a nízkým pořizovacím nákladům.

#### VOZÍK SE ZÁCHYTNOU VANOU

Vozíky mají mnohostranné využití. Vždy přitom záleží, v jaké části haly se vozíky pohybují. Od samotného počátku výroby, kdy se z drátu vyrábí polotovar v podobně „válečků“, je třeba brát v potaz fakt, že většina stojů na měkké výrobě ke své činnosti potřebuje procesní olej (kvůli kvalitě polotovaru a správné funkci stroje). Právě z toho důvodu jsou zde využívány vozíky se záchytnou vanou (viz Obr. 22). Své uplatnění najdou i dále ve výrobě, kdy je zapotřebí nechat krabice s polotovary okapat.



Obr. 22: Vozík se záchytnou vanou [19]

#### STOLOVÝ VOZÍK

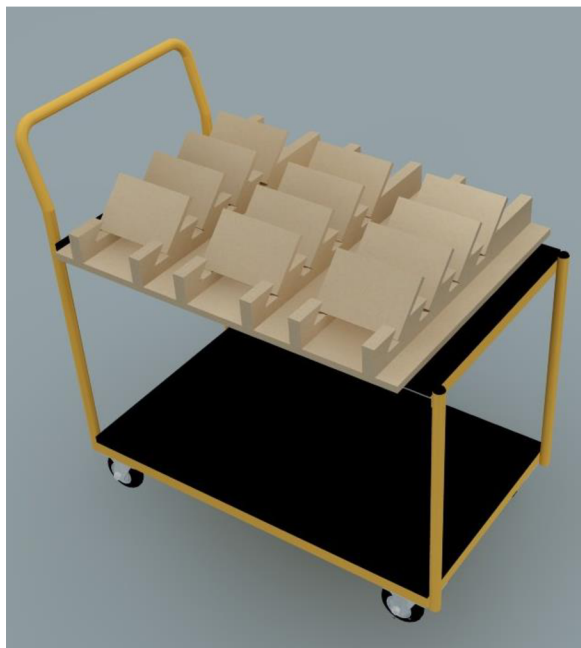
Dalším typem vozíku je průmyslový stolový vozík. Je používán pro transport suchých krabic s polotovarem. Ložná plocha je totožná jako u odkapávajícího vozíku. Kapacita je však dvakrát větší díky dvěma ložným plochám. Stolový vozík lze vidět na Obr. 23.



Obr. 23: Stolový vozík [20]

### UPRAVENÝ STOLOVÝ VOZÍK PRO TRANSPORT ZÁSObNÍKŮ

Posledním typem využívaných vozíků pro transport polotovárů je vozík od firmy QUIPO. Jedná se o totožného výrobce jako v předchozích dvou případech. Vozík je speciálně upravený pro přepravu zásobníků, ve kterých jsou uskladněny jehly. Na horní desce je však připevněna speciální konstrukce vyrobená na míru. Kapacita takového vozíku činí 12 zásobníků. Upravený vozík lze vidět na Obr. 24.



Obr. 24: Stolový vozík s úpravou pro zásobníky  
[interní foto firmy]

### 3.1.3 KRABICE

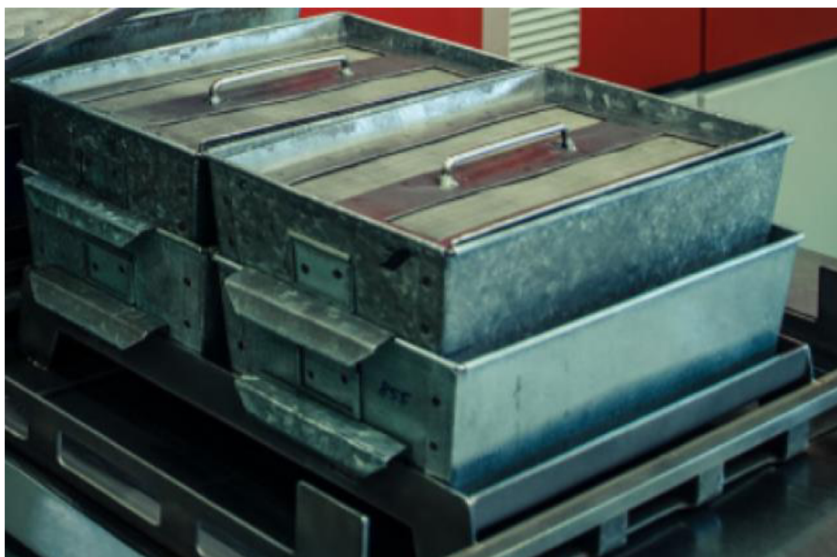
Jehly se přepravují buďto pomocí plechových krabic různých velikostí nebo pomocí speciálních zásobníků. Volba krabic či zásobníků záleží na daném pracovním postupu. Existuje několik typů plechových krabic, přičemž všechny typy krabic jsou stohovatelné. Kapacita krabic je účelně stanovena na objem přepravovaných jehel.

Jedna zakázka, která je nazývána „fauf“, se dělí do několika dílčích zakázek, jež budeme dále nazývat slovem „posten“. Každý z postnů má po celou dobu výroby svou kanban kartu. Velikost jednoho faufu se různí, avšak lze říct, že nejčastěji má jeden fauf devět postnů, přičemž jeden posten obsahuje 15 000 ks jehel. Čili velikost jednoho faufu čítá 135 000 ks jehel.

Z přecházejících poznatků vyplývá, že je zapotřebí vměstnat jeden posten (15 000 ks jehel) do několika předem určených krabic či zásobníků. Vždy záleží na daném typu jehly. Polotovar v podobě válečků je přepravován pomocí jedné úzké plechové krabice s drátěným dnem kvůli možnosti odkapávání oleje.

### ÚZKÁ PLECHOVÁ KRABICE

Lze říct, že od samotného počátku výroby se polotovary přepravují v úzkých krabicích s drátěným dnem. Krabice je znázorněna na Obr. 25. Drátěné dno má prostý význam. Polotovary jsou znečištěné od oleje, tudíž je zapotřebí polotovar nechat okapat. Dalším hlavním faktorem, proč se jehly přepravují v plechových krabicích s drátěným dnem, je fakt, že se jehly častokrát perou ve speciálních průmyslových pračkách, tudíž je zde zapotřebí prostor pro odtok kapaliny.



Obr. 25: Úzká plechová krabice [21]

### ŠIROKÁ PLECHOVÁ KRABICE

Po tvarování jehly se jehly přepravují nejčastěji ve dvou širokých krabicích, které mají také drátěné dno. Dle typu jehly se musí krabice v průběhu výroby podkládat jednou prázdnou krabicí z důvodu možné deformace špičky. Z toho vyplývá, že po většinu výrobního procesu se manipuluje se třemi krabicemi na jeden posten. Vždy však záleží na velikosti jehly. V případě výroby větších jehel se jeden posten běžně dělí na čtyři krabice. Široké krabice jsou zobrazeny na Obr. 26.



Obr. 26: Široká plechová krabice [21]



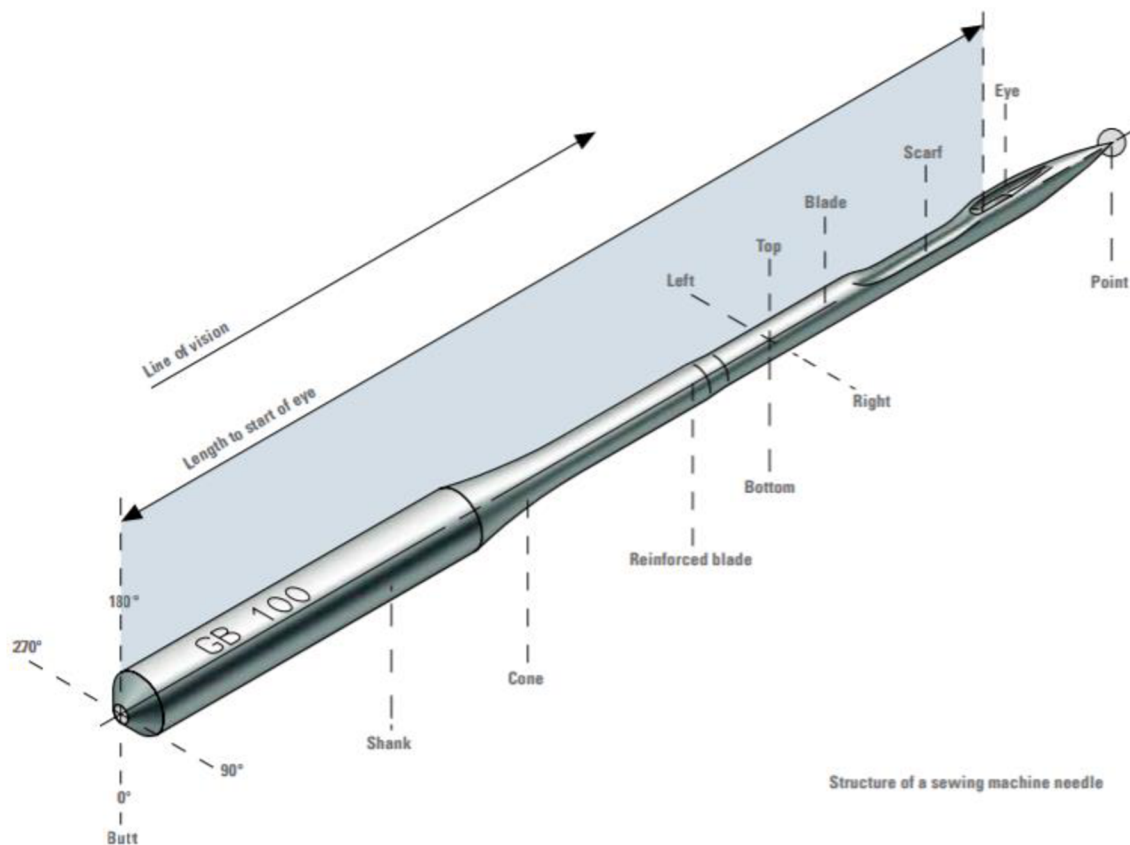
### 3.1.4 ZÁSOBNÍKY

V některých případech je zapotřebí, aby byly všechny jehly orientovány stejným směrem. Toho lze dosáhnout setřepáním a následným uložením do zásobníků. Jako první je však nutné si ujasnit terminologii názvů částí jehly.

Jehlu tvoří několik základních částí. Pokud se podíváme na Obr. 27 a začneme jehlu popisovat zleva doprava, pak jako první vidíme část, za kterou je jehla upínána do pracovního stroje. Tato část se nazývá *dřík* neboli *shank*. Na dřík navazuje plynulým přechodem tělo jehly, kterému se říká *stvol* (*blade*). Následuje *zhloubení* (*scarf*) a *oko* (*eye*). Jehla je zakončena *špicí* (*point*), která je nejvíce zatěžována při šití. Široké portfolio produktů (kolem tří tisíc jehel na šicí a obuvnické stroje) zaručuje správnou volbu tvaru stvolu a špičky pro každou aplikaci. [6]

Jehly jsou vysypány z plechové krabice na nakloněnou vibrační desku. Díky vibracím se jehly postupně sunou po nakloněné rovině a následně přepadají těžší stranou (dříkem) dolů. Tím je docíleno požadované orientace jehly.

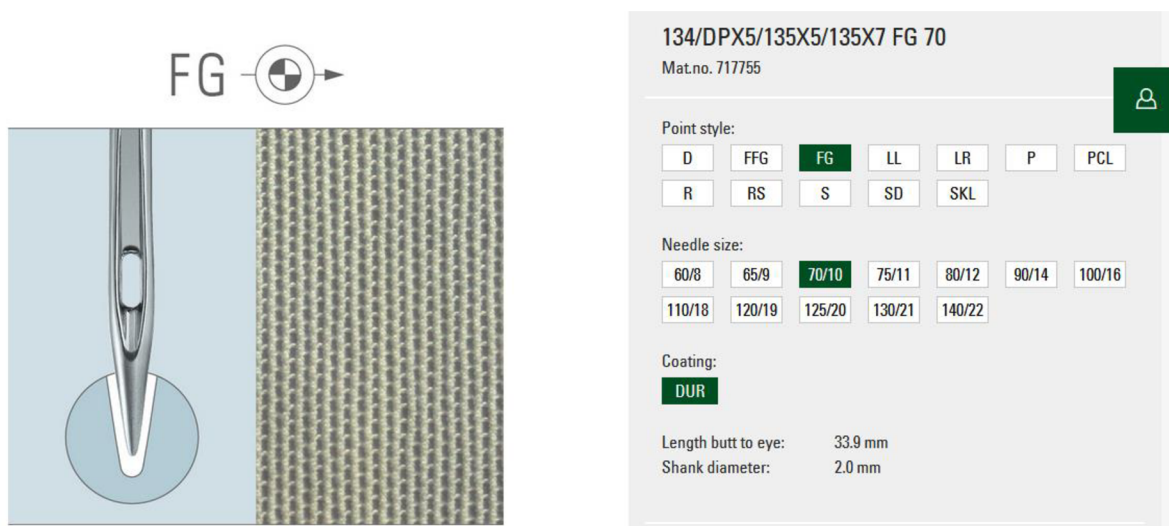
Jehly jsou transportovány v zásobnících hned z několika možných důvodů. Na prvním místě je vždy kvalita produktu. Jelikož se špičky jehly vyrábí v několika různých variantách (v závislosti na použití), jsou špičky různě náchylné na deformaci. Pokud má jehla, již upravenou špicí, pak je nutné dbát na bezpečnou manipulaci. Hrozí totiž poškození hrotu a tím by byla jehla znehodnocena. Dalším z důvodů transportu jehel pomocí zásobníků je nutnost jednotné orientace jehly na vstupu do stroje.



Obr. 27: Struktura strojní šicí jehly [22]

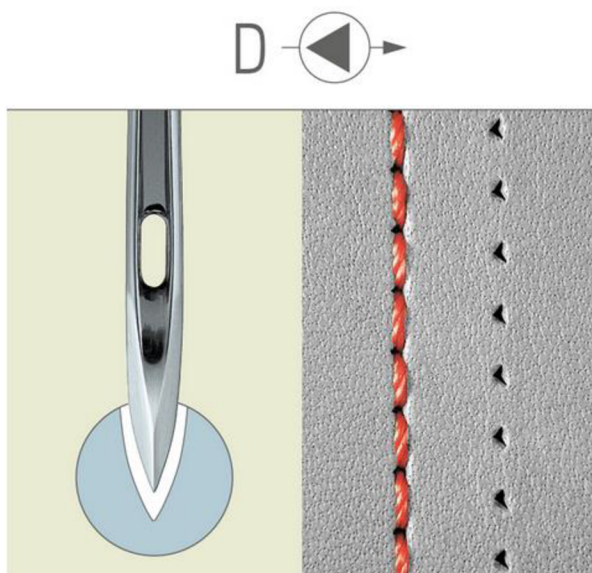
## TYPY ŠPIC

Nejvíce náchylné na poškození jsou tzv. řezné špice. Požadovaný tvar špice je docílen ručním broušením. Jedná se o velice specializovanou činnost, která klade vysoké nároky na obsluhu. Zákazník má širokou možnost volby jak typu jehel, tak i špic. Variabilitu produktu lze vidět na Obr. 28.

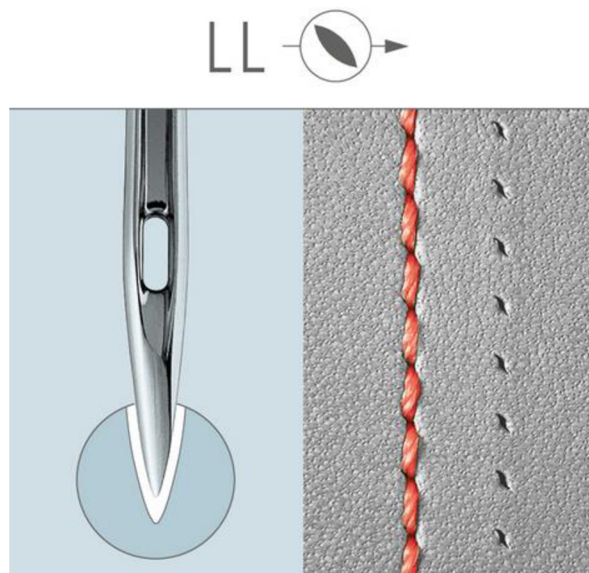


Obr. 28: Varianty produktu [24]

Speciálně broušené špice uspokojí i ty nejnáročnější zákazníky. Pomocí řezných špic lze snadno šít i tvrdší materiály (jako například koženku či kůži). Typ špice má vliv na výsledný vzhled produktu. Nejčastěji se jedná o zpracování kožených bot, kufrů, čalounění nábytku. Uplatnění taktěž najdou i v automobilovém průmyslu při šití sedadel. Názorné ukázky tvarů některých řezných špic lze vidět na Obr. 29 a Obr. 30.



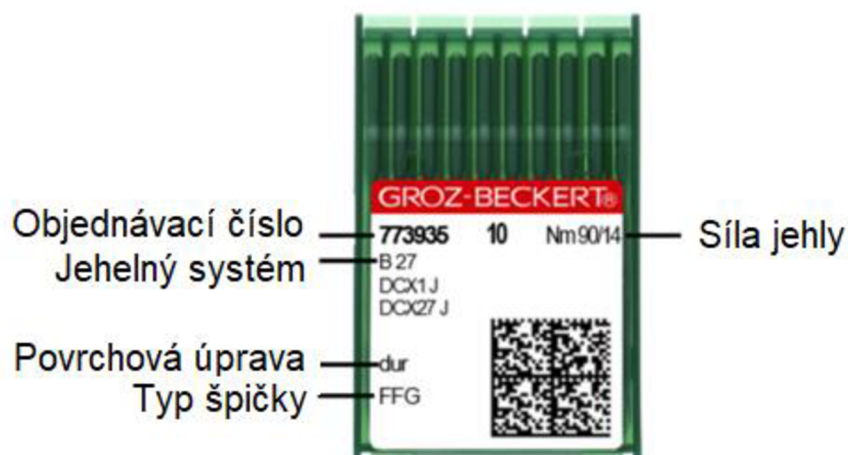
Obr. 29: Řezná špice „D“ [24]



Obr. 30: Řezná špice „LL“ [24]

### 3.1.5 KRABÍČKY

Veškerý sortiment je v poslední fázi balen do speciálních plastik. Etiketa na plastice obsahuje všechny potřebné informace o produktu. Popis etikety je znázorněn na Obr. 31.



Obr. 31: Popis etikety na plastice [24]

Drtivá většina jehel je balena tak, jak je zobrazeno na předchozím obrázku. Přičemž jedna plastika obsahuje deset kusů jehel. Plastiky lze snadno přicvaknout k sobě, jelikož jsou k tomu uzpůsobeny. Každých deset plastik je samostatně zabaleno pomocí fólie. Tyto celky se následně balí do papírových krabiček (viz Obr. 32).



Obr. 32: Balení jehel [23]

### 3.1.6 BALENÍ BOXŮ

Všechna balení, která jsou uvedena výše, se skládají do tzv. Bí-boxů (dále jen boxů). Velikosti boxů jsou rozdílné. Dle typu baleného materiálu rozlišujeme tři základní druhy. Boxy jsou zabezpečeny proti nechtěnému otevření pomocí ručního páskovače (viz Obr. 33). Páskování pomocí tohoto mechanického páskovače je fyzicky náročné a časově zdlouhavé. Zapáskované boxy jsou převezeny do skladu hotových výrobků, odkud probíhá jednou týdně export do centrálního skladu pomocí kamionové dopravy.



Obr. 33: Ruční páskovač ORGAPACK  
ORS 1300.50 [26]

Aktuálně jsou boxy pokládány na podlahu, přičemž ergonomie pro pracovníky je zcela nevyhovující. Po naplnění se box převáží pomocí nízkozdvížného vozíku do suterénu, kde je následně stohován a poté transportován vysokozdvížným vozíkem do skladu. Aktuální stav ukládání boxů lze vidět na Obr. 34.



Obr. 34: Současný stav ukládání boxů [interní foto firmy]

### 3.1.7 SKLADOVÁNÍ OBALOVÉHO MATERIÁLU

Nejvíce obalového materiálu se nachází zejména ve finální fázi výroby jehel. Obalovým materiálem se rozumí veškerý pomocný materiál, který je nezbytný pro finální zabalení produktu (plastiky, krabice, papíry...). Většina tohoto materiálu se nachází v papírových krabicích, které jsou umístěny na podlaze. Celé pracoviště tak působí chaoticky a neuspořádaně. Proti nechtěnému zavírání krabic využívá personál papírové pásky. Pomocí pásky oblepí jednotlivé strany víka, přičemž hrozí poškození krabice při jejím odlepování (krabice je vratný obalový materiál). Oblepování páskou je poměrně zbytečným finančním nákladem. V neposlední řadě pak celé pracoviště působí na člověka neesteticky a neprofesionálně. Aktuální stav skladování obalového materiálu lze vidět na Obr. 36, Obr. 35, Obr. 37.



Obr. 36: Stolek pro nabírání plastiků  
[interní foto firmy]



Obr. 35: Role s obalovým materiálem  
[interní foto firmy]



Obr. 37: Aktuální stav ukládání obalového materiálu  
[interní foto firmy]

### 3.1.8 BALENÍ SCHIFFLI

Jehly s typovým označením „schiffli“ jsou specifickým sortimentem určeným převážně pro šití záclon, krajek a dekorativních materiálů. Na zákaznickém portálu firmy Groz-Beckert se nachází celá řada různých tvarů a velikostí tohoto typu jehly (nejčastěji se jedná o jehly typu 110 S TOP, L 83. TOP...). Narozdíl od většiny průmyslových jehel, které mají dřík kruhovitěho tvaru, se tento typ jehel podobá jehlám určeným pro domácí šicí stroje. Na dříku jehly je zbroušená ploška, která zajišťuje pevnou pozici jehly ve stroji. Jehly se nebalí do plastik jako většina jehel, ale jsou baleny po 200 kusech do krabiček (viz Obr. 38).



Obr. 38: Balení schiffli [28]

Dřík je záměrně obarven a následně jsou jehly baleny do krabiček. Barvení i balení probíhá na jednom stroji. Význam jednotlivých barev na dříku jehly lze vidět na Obr. 39. V praxi má barevné značení zásadní vliv na efektivitu práce. Pracovníkovi je hned zřejmé, o jaký typ jehly se jedná, aniž by musel pod mikroskopem zkoumat vyražené označení jehly na dříku. Jednotlivé barvy se míchají ručně přímo u stroje. Skladování potřebného materiálu pro barvení konců je zobrazeno na Obr. 40 a Obr. 41.

Needle size Nm	No.	Point RS (Standard) without color marking on the shank	Point FG = red	Point TR = yellow
70	00			
80	0			
90	1			
100	2			
110	3			
130	4			
140	5			

Obr. 39: Barvení konců [29]



Obr. 40: Skladování barev I.  
[interní foto firmy]



Obr. 41: Skladování barev II.  
[interní foto firmy]

### 3.2 INFORMAČNÍ SYSTÉM SAP

Společnost SAP je světovým lídrem s podnikovým aplikačním softwarem. Jedná se o německou společnost sídlící ve Walldorfu. Význam zkratky SAP volně přeložen do češtiny znamená: Systém – Aplikace – Produkty ve zpracování („Systems – Applications – Products in data processing“). [7]

SAP disponuje funkcemi, které jsou vhodné pro většinu odvětví jak v soukromém, tak i ve státním sektoru. Pomocí tohoto softwaru lze snadno řídit plánování výroby i logistiku. Mezi hlavní součásti softwaru patří hned několik základních funkcí jako jsou například:

- Řízení financí, a controlling,
- personální evidence a správa uživatelských účtů,
- obchod a logistika,
- řízení výroby a zakázek,
- výkazy a reporty,
- podpora mobilních uživatelů a mnoho dalších systémových funkcí. [8]



Obr. 42: SAP logo [25]

## VYUŽITÍ SAP VE FIRMĚ

Software SAP má ve firmě Groz-Beckert velmi širokou škálu uplatnění. SAP je víceúčelový nástroj. Právě z toho důvodu je využíván pro řízení celé firmy. Napomáhá k účelné organizaci ve výrobních procesech.

## OBJEDNÁVKY

Objednávky od zákazníků jsou zpracovány do systému SAP formou zakázek. Na základě toho musí pracovník logistiky zajistit veškerý potřebný materiál pro výrobu. Většina zakázek (cca 90 %) je plánována na dva týdny dopředu. Zbylé procento zakázek je plánováno v pětítýdenním cyklu. Pracovníci pro plánování výroby připraví kanban karty, které slouží jako evidence pracovního procesu. Kanban karty (průvodky) jsou nezbytnou součástí výroby. Jednotlivé průvodky jsou od sebe navzájem barevně odlišeny na základě druhu výrobku.

SAP vyhodnotí aktuální skladové zásoby a podle toho automaticky přepočítá velikost nové zakázky. Dále je zapotřebí analyzovat stav vstupního materiálu. Základní surovinou je jehlový drát, který se dováží z Německa dvakrát do měsíce. SAP jako první provede kontrolu místního skladu a v případě, že by nebyl drát dostupný, pak vytvoří požadavek na konkrétní typ drátu. Další nezbytnou částí pro plánování výroby jsou matrice. Ty slouží ke tvarování jehly a mají omezenou životnost. Z toho důvodu je nutné znát předem objem zakázky, aby bylo dostatek matic pro její splnění. Veškeré objednávky, které nesouvisí přímo s produkcí jehel, se taktéž zpracovávají v SAPu. Každá skladová položka má své identifikační číslo, pod kterým je v systému vedena. Po zpracování „výdejky“ zboží ze skladu SAP automaticky vyhodnotí stav skladových zásob a poté provede příslušnou akci.

## ŘÍZENÍ VÝROBY

Každá pracovní operace má svůj specifický čárový kód na průvodce. Operátor po dokončení práce na polotovaru zaregistruje do systému SAP všechny požadované informace. Tím lze doložit vykonanou práci a polotovar může pokračovat dál ve výrobním procesu. Díky elektronické registraci polotovarů se stává celá výroba přehlednější. Lze vyhledat jakoukoli zakázku z pohodlí kanceláře kdekoli ve výrobě. Další výhodou jsou užitečné analýzy (rozpracovanost na operacích, kvalita produktů, průběžné doby výroby jedné zakázky...).

## PERSONÁLNÍ EVIDENCE

Pomocí SAP systému firma eviduje veškeré informace o svých zaměstnancích. Každý ze zaměstnanců má možnost, pod svým osobním číslem, k nahlédnutí například na saldo docházky či stav čerpání dovolené. Taktéž mzdy jsou vypláceny za pomoci tohoto systému. SAP dále dohlíží například na intervaly fasování nových ochranných pomůcek atd.

## TECHNICKÁ DATA

SAP systém slouží také jako podpora pro technology a celkovou produkci. Při strojní údržbě jakéhokoli stroje je velmi důležité mít dostatek informací o jeho konstrukci či jeho správné funkci. Díky SAP systému má personál potřebné informace k tomu, aby byl schopen profesionálně vyhodnotit situaci, a následně mohl stroj uvést zpět do provozu. V SAPu jsou dále uloženy kompletní výkresové dokumentace strojů či technologické postupy. Díky tomu lze sledovat produktivní čas strojů, takty jednotlivých strojů a podle těchto informací je možné řídit směnový kalendář.



## 4 PŘEHLED LAYOUTŮ NA MĚKKÉ VÝROBĚ

Jak již bylo zmíněno v úvodu, celá výroba jehel se dělí na dvě základní části. Na měkké výrobě dochází k základnímu tvarování, kdy z polotovaru ve formě jehlového drátu, postupně vzniká tvar jehly.

Měkká výroba se dále dělí dle konkrétního pracovního postupu, který je vzhledem k široké škále sortimentu velice rozmanitý. Jednotlivé druhy jehel s sebou nesou určité technologie a systémové označení jednotlivých linií. V diplomové práci je však záměrně uvedeno pouze základní rozdělení, a to kvůli ochraně firemních dat. Ze stejného důvodu jsou názvy jednotlivých strojů v layoutech popsány pouze obecnými pojmy.

Čili měkkou výrobu lze dělit na „starou“ a „novou“ linii. Na samém počátku obou linií je totožná operace s názvem *příprava polotovaru*. Naopak na konci měkké výroby obou linií se nachází operace *broušení špic*. Zásadní rozdíl mezi starou a novou linií je právě mezi těmito dvěma operacemi. V případě staré linie můžeme říct, že na každém stroji je prováděna pouze jedna operace na polotovaru. Jedná se o stroje s obecným označením *tvarování I*, *tvarování II*, *tvarování III* a *tvarování IV*. Kdežto nová linie se vyznačuje značným zjednodušením celého procesu. Stroj s označením *tvarování 0* je schopen vykonat více operací najednou, což vede nepochybně k úspoře jak času, tak i potřebného personálu k obsluze strojů.

### 4.1 MĚKKÁ VÝROBA – PŮVODNÍ STAV

Přehled rozmístění jednotlivých strojů lze vidět v příloze P1. Lze si všimnout, že jsou stroje uspořádány co možná nejvíce v liniové formě. Vstup materiálu (jehlový drát v sudech) je přepraven pomocí vysokozdvizného vozíku z haly H1 k pracovišti *příprava polotovaru*. Dále jsou polotovary přepravovány v různých krabicích pomocí ručně vedených vozíků (viz 3.1.2). Hlavní operace doprovázejí některé vedlejší operace. Mezi vedlejší operace patří například *praní*, *odmagnetování* či *setřepání*. Vždy přitom záleží na daném technologickém postupu. Neoznačené stroje slouží k výrobě speciálních typů jehel, které tvoří malou část produkce, proto zde nejsou uvedeny jejich názvy.

### 4.2 MĚKKÁ VÝROBA – VARIANTA 1

V příloze P2 lze vidět nová rozmístění strojů ve výrobní hale. Zásadní změnou prošla téměř celá hala. Postupnou modernizací dochází k výměně starých strojů za nové CNC stroje, které lze vidět v levé části haly (hlavní výhodou CNC strojů je úspora času i nákladů). S modernizací samozřejmě souvisí úbytek strojů na staré linii. Dále si můžeme všimnout například vedlejší operace *praní*. V původním layoutu se nacházely pračky dvě, a to z důvodu většího počtu postnů, které byly zapotřebí oprat od oleje. Jelikož stroj *tvarování 0* zvládá více operací najednou značně ubylo práce na praní. Další změnou, která ovlivnila dispozice celé haly je přemístění kanceláře mistrů do prostor, kde byla dříve odpočinková místnost (hala se stává více přehlednou-zvýrazněná liniová výroba). Přesunutím této kanceláře vzniklo více prostoru pro manipulaci se stroji. Dále jsou zde umístěny trainee stroje, které slouží pro zaškolování nových pracovníků a jsou na nich prováděny různé zkoušky. V neposlední řadě si můžeme všimnout navýšení počtu strojů na operaci *broušení špic*. V původní koncepci

zde byly umístěny stroje dva, přičemž třetí ze stojů byl umístěn v jiné výrobní hale. Nyní jsou všechny tři stroje umístěny v blízkosti odsávání. Odsávání je zde zapotřebí kvůli povaze pracovní operace. Kvůli zvýšené hlučnosti je odsávání obestavěno stěnou.

### 4.3 MĚKKÁ VÝROBA – VARIANTA 2

Oproti předchozí variantě si zde můžeme všimnout pootočení strojů *tvárování 0* o 90° (příloha P3). Tímto řešením bylo docíleno větší přehlednosti mezi stroji (liniová výroba). V předchozí variantě jsou tyto stroje umístěny v boxech po čtyřech, přičemž jeden pracovník obsluhoval dva až tři stroje současně. Pracovník tedy musel přejít do jiného boxu a tím ztrácel přehled o stavu předchozího stroje. Mezi jednotlivými boxy nebyl žádný vizuální kontakt kvůli výšce strojů. V této variantě má pracovník stále nadohled všechny stroje, které má za úkol obsluhovat, což je nepochybně výhodou. Díky tomuto řešení by měl být schopen jeden pracovník obsluhovat více strojů naráz.

Další změnou vůči předchozí variantě je umístění strojů *příprava polotovaru*. Polotovar v podobě válečků se musí před vstupem do stroje *tvárování 0* nejprve *odmagnetovat* a poté *oprat*. Tyto dvě mezioperace jsou nezbytnou součástí napříč celou výrobou. Výsledná kvalita jehel závisí na technologickém postupu již od počátku výroby (proto je důležitá čistota polotovarů). Kvůli rozměrům polotovarů je magnetismus velmi nežádoucí jev, protože zmagnetizovaný polotovar působí komplikace na všech strojích ve výrobě. Čili přesunutí operace *příprava polotovaru* blíže k pračce má výhodu hlavně v úspoře času a mezioperační vzdálenosti. Na druhou stranu je nutné říct, že obě varianty (varianta 1, varianta 2) mají operaci *přípravu polotovaru* rozmístěnou na příliš velké ploše v hale. Což je nevýhodou pro personál, který obsluhuje tyto stroje a dále pro personál, který má za úkol polotovary *odmagnetovat* a *oprat* a dále je přesunout na operaci *tvárování 0* či *tvárování I*.

### 4.4 MĚKKÁ VÝROBA – VARIANTA 3

Rozmístění strojů lze vidět v příloze P4. Oproti předchozí koncepci (varianta 2) si můžeme všimnout přesunutí operace *příprava polotovaru* na jedno stanoviště. Toto řešení sebou přináší výhody hlavně v rámci zásobování strojů vstupním materiálem (drát v sudech). Pracovník logistiky má nyní pouze jedno místo, na které doručí nový sud a následně prázdný sud odveze zpět do skladu. Dále pracovníci, kteří jsou pověřeni manipulací s polotovary (přesouvají polotovar dále ve výrobě pomocí vozíku buďto na stroj *tvárování 0* nebo *tvárování I*), mají oproti předchozím variantám pouze jedno stanoviště, odkud odváží polotovar na operaci *praní*.

Další změnou vůči předchozím variantám je uvolnění místa v levé části haly. Dříve zde byly umístěny trainee stroje. Ty se díky dispozičním úpravám přesunuly do suterénu haly H3. Nyní je zde prostor pro nové stroje typu *tvárování 0*.

#### 4.5 ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT NA MĚKKÉ VÝROBĚ

Všechny varianty vůči původní koncepci souvisí s neustálou modernizací celé výroby, což je zřejmé z přibývajících CNC strojů. Varianta 3 (viz příloha P4) se dle mého názoru jeví jako nejvíce přínosná s eventuální možností pro další nové CNC stroje. Další výhodou je přesunutí jednoho stroje ze spodního patra této haly (operace *broušení špic*) ke dvěma stávajícím strojům na měkké výrobě. Dále stroje s typovým označením *příprava polotovaru* jsou v této variantě umístěny na jednom stanovišti, což je výhodné z hlediska logistiky a kontroly kvality.

## 5 PŘEHLED LAYOUTŮ NA TVRDÉ VÝROBĚ

Tvrdá výroba se nachází celkem ve dvou halách (viz příloha P5). V levé části lze vidět oblast *Pool*, ve které se nachází veškeré stroje na tvrdé výrobě. V pravé části se nachází *teplná a povrchová úprava* jehel. Vzhledem k povaze technologií je tato hala uzavřena a mají do ní přístup jen určení pracovníci.

Polotovary jsou z měkké výroby převezeny na vozících pomocí nákladního výtahu, který je umístěn v levé části haly. Poté jsou polotovary převezeny na *teplné zpracování*, kde začíná produkce všech typů jehel na tvrdé výrobě. Dále jehly postupují tvrdou výrobou dle průvodek. V layoutech tvrdé výroby jsou barevně zaznačeny stejně jako v případě měkké výroby jen hlavní operace, které se týkají většiny jehel. Konečnou operací u všech typů jehel je pracovní oblast *balení*. Pracovní oblast je přitom rozdělena na několik základních částí. Drtivá většina jehel je balená pomocí balicích automatů, avšak některé speciální typy jehel se balí ručně.

### 5.1 TVRDÁ VÝROBA – PŮVODNÍ STAV

Rozmístění jednotlivých strojů a technologií lze vidět v příloze P5. Je zřejmé, že stroje nejsou umístěny v jednotlivých liniích, jak tomu bylo na měkké výrobě. Stroje na tvrdé výrobě jsou rozmístěny s ohledem na objem materiálového toku mezi jednotlivými operacemi. Vzhledem k povaze strojů je zapotřebí k provozu odsávání. Odsávání zajišťuje eliminaci prašného prostředí v celé hale. Jednotlivé odsávače jsou rozmístěny po celé hale, vždy v těsné blízkosti strojů, které toto zařízení vyžadují.

Dále si můžeme všimnout operace *kontroly* a *balení*. Tyto dvě operace byly dříve obehnány stěnou kvůli eliminaci hluku, který způsobovaly odsávače a další výrobní stroje. Stěna vizuálně zmenšovala celou halu, což bylo limitující vzhledem ke tvorbě nových layoutů. Finálně zabalené jehly se převáží v tzv. bí-boxech pomocí nízkozdvíhových vozíků. Pracovník tedy musel objet s paletou celý tento uzavřený celek po vyznačených trasách, aby doručil box na určené místo.

### 5.2 TVRDÁ VÝROBA – VARIANTA 1

Layout je k nahlédnutí v příloze P6. Oblast *teplného zpracování* zůstává beze změn, avšak hala v levé části layoutu prošla zásadními změnami. Můžeme si zde všimnout několika hlavních změn, od kterých se odvíjely další úpravy. Odsávání bylo umístěno na jedno místo a kvůli eliminaci hluku bylo obestavěno protihlukovou stěnou. Oproti původní koncepci stojí také za zmínku odstranění stěn kolem operací *kontroly* a *balení*. Hala nyní působí otevřenějším dojmem a stává se více přehlednou.

Dále si můžeme všimnout celkové reorganizace všech pracovišť. Kvůli rozšíření výroby o speciální druh jehel, které jsou určeny pro technologii všívání, bylo zapotřebí najít v hale prostor pro nová pracoviště. Stejně jako v předchozím případě jsou stroje umístěny s ohledem na objem materiálového toku mezi jednotlivými pracovišti.

### 5.3 TVRDÁ VÝROBA – VARIANTA 2

V příloze P7, která znázorňuje další variantu rozmístění strojů na tvrdé výrobě, najdeme několik úprav vůči předchozí koncepci. V oblasti *tepelného zpracování* si můžeme všimnout navýšení počtu popouštěcích pecí. Hlavním důvodem výměny pecí za nové byl jejich nákladný provoz a údržba. Nové pece jsou ekologické a méně energeticky náročné.

Další změnou je přesunutí operace *žihání*. Dříve byla tato operace umístěna na měkké výrobě z technických důvodů. Nyní se operace přesunula do prostor mezi operace *rovnání* a *leštění*. Tím je zaručena přímá návaznost v materiálovém toku. Dále si můžeme všimnout nové odpočinkové místnosti pro zaměstnance. S tím přímo souvisí úprava pozic všech strojů na operaci *balení*. Kvůli velkému množství obalového materiálu na této operaci bylo zapotřebí změnit systém zásobování, aby bylo možné pracoviště udržet dle standardů 5S. Díky reorganizaci pracovišť na operaci *balení* vznikly logistické uličky, které jsou nezbytné pro zásobování obalovým materiálem a pro následnou expedici produktu.

Tato varianta zahrnuje možnost případného rozšíření výroby v oblasti *povrchové úpravy* jehel. Operace *finální leštění* je v této variantě umístěna v bezprostřední blízkosti následující operace (*pračka* pro povrchovou úpravu), což považujeme za výhodné řešení vůči původní koncepci. Jehly se však nejprve musí *odmagnetovat* (odmagnetování probíhá ve vedlejší hale u kalících pecí), tudíž i tato vzdálenost mezi operacemi by se zmenšila. Po *povrchové úpravě* se jehly znovu leští na této operaci. Mezi těmito dvěma operacemi je velký materiálový tok, a z toho důvodu by byla výhodná co možná nejkratší mezioperační vzdálenost. Na druhou stranu je nutné říct, že je zapotřebí kolem strojů dostatek místa pro jejich obsluhu, což je v tomto případě limitující.

### 5.4 TVRDÁ VÝROBA – VARIANTA 3

Poslední z variant layoutů byla zaměřena na úpravy pracoviště *finálního leštění* (viz příloha P8). Můžeme zde vidět změnu postavení strojů *finálního leštění*. Tato možnost by byla výhodná za předpokladu vzniku nových vrat z *povrchové úpravy* jehel přímo ke strojní operaci *finálního leštění*. Další změnou je snížení počtu strojů na operaci *brusu plošek* kvůli poníženému výrobnímu plánu.

### 5.5 ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT NA TVRDÉ VÝROBĚ

Všechny výše popsané varianty rozmístění strojů na tvrdé výrobě kladou důraz na objem materiálového toku mezi jednotlivými operacemi. Kvůli rozmanitému sortimentu jehel (s čímž souvisí různé pracovní postupy a technologie) zde není možné zavést přímou liniíovou výrobu jako na měkké výrobě. Další faktor, který rozhoduje při novém návrhu umístění strojů na tvrdé výrobě, jsou technologické postupy. Ne každá strojní operace může být přesunuta libovolně po hale (s ohledem na kvalitu jehel, know-how či pracovní komfort). V případě rozšíření výroby o nové pracoviště *povrchové úpravy* by byla dle mého názoru nejvýhodnější varianta 3 (viz příloha P8). Toto řešení zajišťuje dostatek místa kolem operace *finálního leštění*. Avšak mezioperační vzdálenosti by byly větší vůči variantě 2 (viz příloha P7). Zakoupení nového stroje na odmagnetování a jeho správné umístění v hale, by mohl tento problém účinně vyřešit u obou z předchozích variant.

## 6 SOFTWARE PLANT SIMULATION

Simulace na operaci *leštění* a *balení* proběhne v simulačním softwaru Plant Simulation. Simulační model byl vytvořen pomocí různých metod a prvků. Nejprve si však ve zkratce objasníme základní pojmy z terminologie Plant Simulation, kterých je využito při tvorbě simulace.

### MODEL

Pod tímto pojmem si lze představit reálný systém, který je však záměrně zjednodušen. Reálný systém je postupně nahrazován jednotlivými prvky, které jsou navzájem propojeny. Tím je následně vytvořen systém, který je určen k plnění jistého úkonu. Model se však musí v hlavních částech shodovat s realitou, s čímž souvisí následující dva pojmy, kterými jsou: verifikace a validace. Oba pojmy vyjadřují určitý druh ověření. Verifikace slouží k ověření správnosti modelu na základě daných předpokladů (model běží bez logických chyb). Validace pak slouží k ověření na základě reálných výsledků. [9]

### SIMULACE

Simulací rozumíme napodobení určitého systému včetně jeho technických parametrů, které můžeme libovolně měnit. Následnými experimenty získáme důležitá data, jež slouží k realizaci systému.

### ENTITA

Entita reprezentuje objekt, u kterého lze měnit jeho atributy (vlastnosti) na základě požadavků chování daného objektu

### 6.1 VERIFIKACE A VALIDACE SIMULAČNÍHO MODELU

První z kroků, kterých bylo zapotřebí vykonat, byl import layoutů do simulačního prostředí, aby bylo možné správně rozmístit jednotlivé stroje. Rozmístění strojů lze vidět v přílohách P5 (původní stav) a P8 (aktuální stav). V následujících tabulkách jsou uvedeny základní technické parametry, které budou vkládány do simulačního prostředí. Z níže uvedených dat je zřejmé, že u obou pracovišť došlo jak k personálním, tak i technickým úpravám.

Tabulka 1: Technická data – balení – původní stav (\*dle typu seřizovací operace)

Balení – původní stav					
	takt [ks/min]	časy seřízení [min]*	účinnost [%]	počet strojů	celkový počet pracovníků/směny
stroj č.1	700	25	90	1	9/3
stroj č.2	650	20	95	1	

Tabulka 2: Technická data – balení – aktuální stav (\*dle typu seřizovací operace)

Balení – aktuální stav					
	takt [ks/min]	časy seřízení [min]*	účinnost [%]	počet strojů	celkový počet pracovníků/směny
stroj č.1	700	25	90	1	9/3
stroj č.2	700	20	95	1	

Tabulka 3: Technická data – leštění – původní stav (\*dle typu seřizovací operace)

Leštění – původní stav					
	takt [ks/min]	časy seřízení [min]*	účinnost [%]	počet strojů	celkový počet pracovníků/směny
stroj č.1	500	15	90	1	9/nepřetržitý provoz
stroj č.2	500	15	90	1	

Tabulka 4: Technická data – leštění – aktuální stav (\*dle typu seřizovací operace)

Leštění – aktuální stav					
	takt [ks/min]	časy seřízení [min]*	účinnost [%]	počet strojů	celkový počet pracovníků/směny
stroj č.1	500	15	90	1	11/3
stroj č.2	500	15	90	1	
stroj č.3	520	15	93	1	

Jelikož se obě pracovní operace nachází v pokročilém stádiu výroby, je zde obtížné určit průměrnou denní produkci. Během výroby jsou polotovary neustále kontrolovány na kvalitu. Tím dochází k postupnému snižování kusů, které jsou ve finále zabaleny. Další faktor, který hraje zásadní roli v celkové produkci, je počet seřízení na stroji během dne. Seřizování je dáno aktuální rozpracovaností na pracovišti. Pokud je dostatečná rozpracovanost, pak je na zodpovědnosti pracovníka, aby zkontroloval priority na zakázce v SAPu. Tímto se dostáváme k informačnímu toku. Pracovníci mají přehled o rozpracovanosti na pracovišti jak fyzicky, kde jsou jednotlivé zakázky umístěny regálech, tak za pomoci transakce v SAPu. Zde jsou uloženy veškeré informace o zakázce včetně dodržování odváděcích lhůt. Díky tomu je možné vytváření priorit ve výrobním toku. Pracovník má tedy povinnost zpracovat nejprve tu zakázku, která má nejvyšší prioritu.

Verifikace, tedy kontrola správnosti modelu, byla kontrolována během průběhu simulace. Například při tvorbě jednotlivých metod je možno ověřit funkčnost logiky řízení pomocí krokování kódu. Při provedení daného příkazu se simulace pozastaví, čímž je umožněna kontrola celého systému. Verifikace byla považována za dostatečnou.

Aby bylo možné simulační model validovat (tedy ověřit data získaná ze softwaru a následně je porovnat s reálnými daty), bylo zapotřebí model značně zjednodušit. Plant Simulation totiž zpracovává jednotlivé takty dle typu polotovaru. Následně určuje seřizovací časy dle zadané

matice. Jelikož statický výpočet není možné realizovat s proměnnými hodnotami, bylo zapotřebí do modelu nastavit konstantní hodnoty.

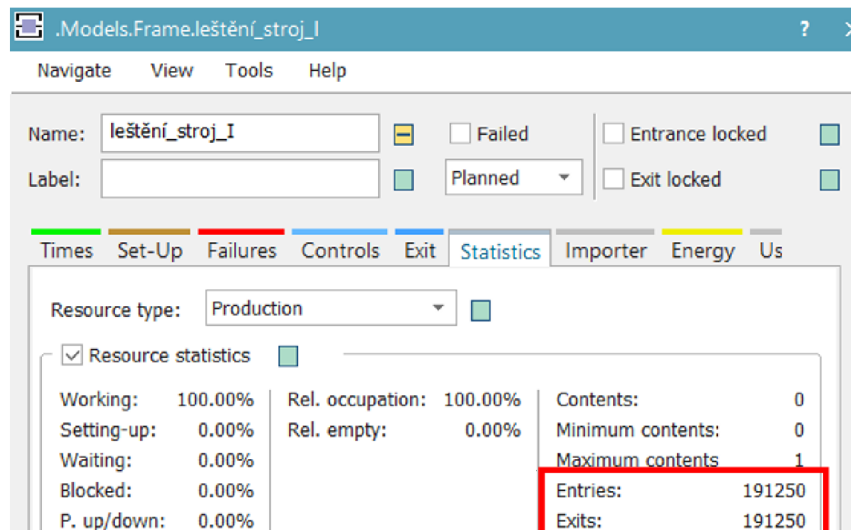
Dlouhodobou (průměrnou) produkci během jedné směny, na jednom ze strojů z operace *leštění* lze vypočítat dle následujícího vztahu:

$$\begin{aligned} p &= \eta \cdot t \cdot \tau && [\text{ks}] \\ p &= 0,9 \cdot 500 \cdot 425 && [\text{ks}] \\ p &= 191250 && [\text{ks}] \end{aligned} \quad (1)$$

kde:

p	produkce	[ks],
$\eta$	využitelnost stroje (viz Tabulka 3)	[%],
t	takt (viz Tabulka 3)	[ks/min],
$\tau$	pracovní čas (čistý pracovní čas během 1 směny)	[min].

Při porovnání Rovnice (1) s hodnotou na Obr. 43 je zřejmé, že celková denní produkce na jednom stroji se shoduje, tudíž považují simulaci za ověřenou.



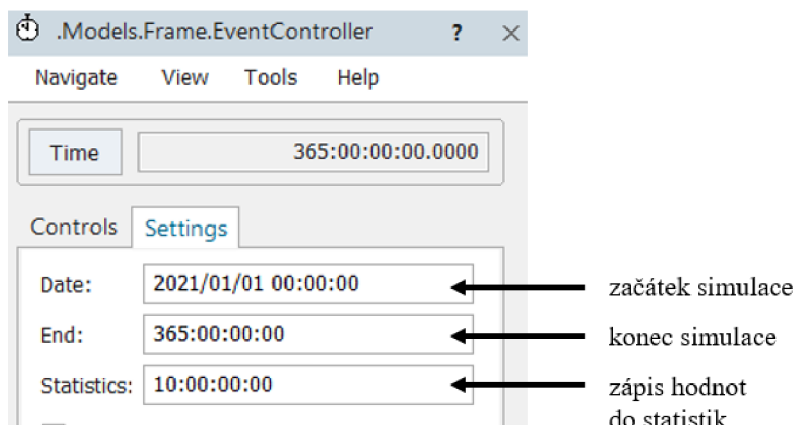
Obr. 43: Denní produkce (za 1 směnu)

### 6.1.1 SIMULACE NA PRACOVNÍ OPERACI LEŠTĚNÍ

*Leštění* přímo navazuje na operaci *rovnání*. Mezi těmito dvěma pracovišti jsou umístěny dva regály, které slouží pro dočasné uskladnění rozpracovanosti. Přičemž každý z regálů je určen pro specifický typ polotovaru. Aby měli pracovníci lepší přehled o rozpracovanosti daného typu jehly, jsou do jednoho z regálů umístěny pouze jehly se stejným průměrem dřívku. Hlavním důvodem tohoto opatření je náročnost seřizování stroje na zcela jiný typ jehly. Tudíž můžeme říct, že pro každý stroj je určen jeden regál a na každém stroji může být zcela jiná rozpracovanost.

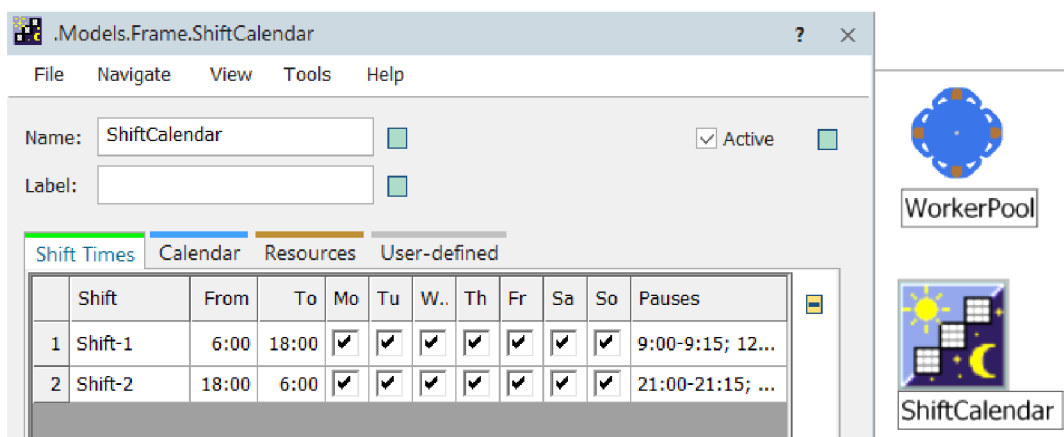


Simulační model se skládá z několika různých prvků a metod. První důležitý prvek modelu je *EventController*, který slouží k ovládání simulace. Na Obr. 44 je znázorněno nastavení doby simulace, včetně popisu jednotlivých polí. Vzhledem k taktům považujeme nastavení doby simulace 365 dní za vyhovující. Taktéž čas, potřebný k ustálení celého systému (tj. 10dní), je dostatečný.



Obr. 44: Nastavení prvku *EventController*

Dále bylo zapotřebí nastavit prvek *ShiftCalendar* pomocí něhož se budou řídit pracovníci z *WorkerPoll*. Na Obr. 45 lze vidět nastavení směnování. V původním stavu je nastaven nepřetržitý provoz. Pomocí *WorkerPoll* je možné nastavit počet pracovníků a přiřadit jim danou práci podle referencí.

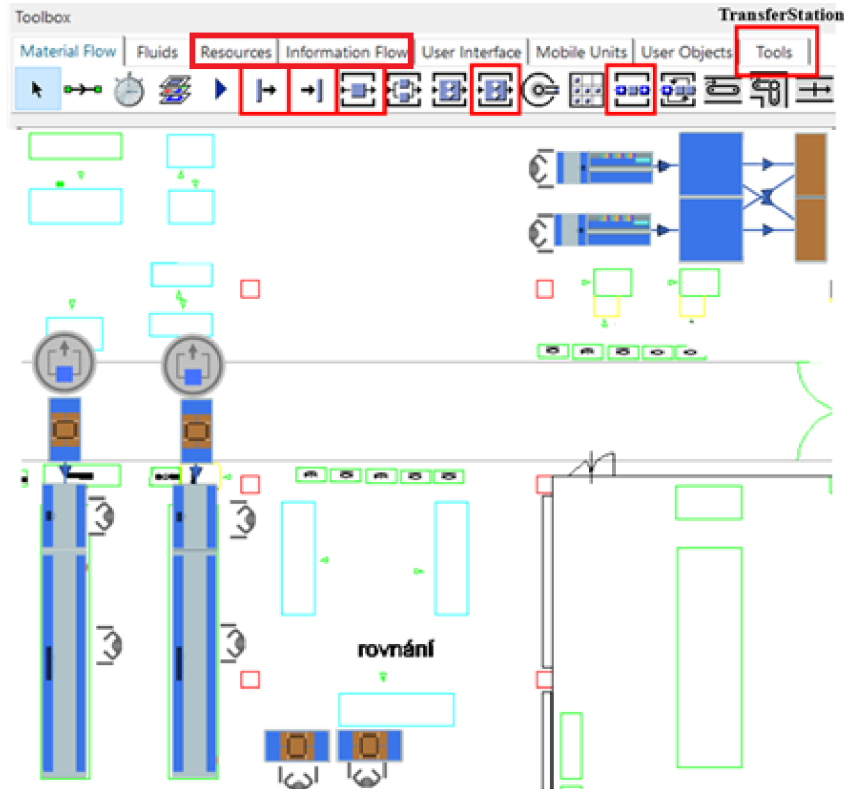


Obr. 45: Nastavení *ShiftCalendar*

Následně bylo zapotřebí rozmístit dle layoutu jednotlivé prvky (*Source*, *SingleProc*, *TransferStation*, *DismantleStation*, *Buffer a Drain*). Poté byly prvky navzájem propojeny buďto napřímo konektorem nebo pomocí jednotlivých metod. Prvek *SingleProc* reprezentuje danou pracovní stanicí. Kvůli pracovnímu postupu zde bylo zapotřebí vytvořit několik fiktivních stanic s nulovým taktem, aby simulace odpovídala co nejvíce realitě. Dále bylo nutné do simulace vložit několik prvků ze záložek *Resources*, *Information Flow* a *Tools* (viz Obr. 46).

V neposlední řadě bylo zapotřebí všechny prvky nastavit tak, aby odpovídaly realitě. Jak již bylo zmíněno, každý ze strojů má svůj vlastní zdroj polotovarů. Jednotlivé technické

parametry jsou generovány pomocí prvku *TableFile* a následně nastavují stanici dle zadaných hodnot. Tabulky lze libovolně formátovat dle potřeby. Každá z tabulek přitom plní svou funkci. Pro zjednodušení simulace je zde uvedeno pouze deset typů jehel (jednotlivé typy jsou označeny písmeny A-I) viz. Obr. 47.



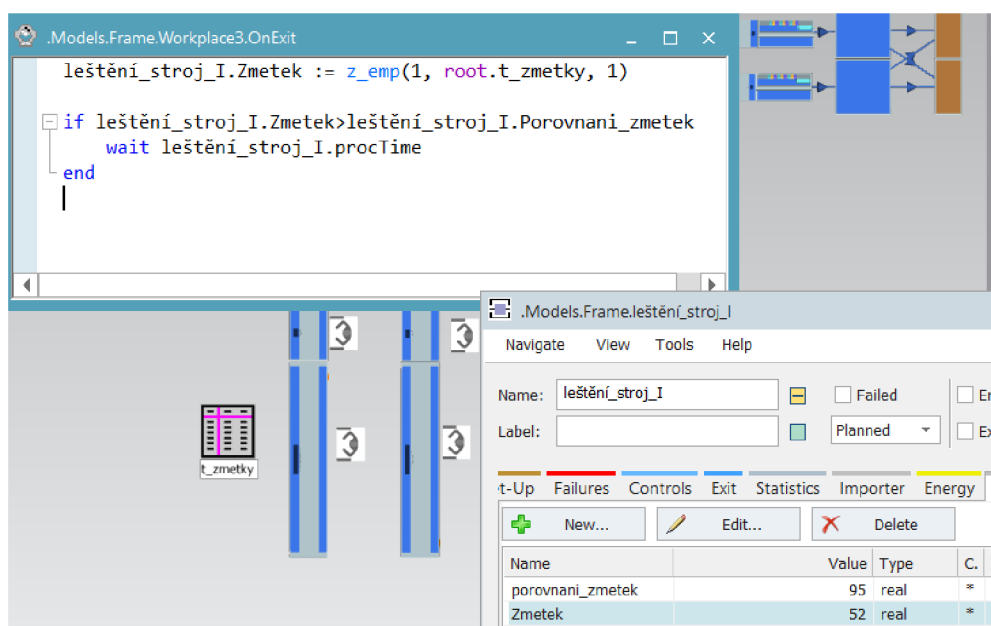
Obr. 46: Model určený pro simulaci

	string 0	time 1	time 2	time 3	time 4
string		A	B	C	D
1	-	1:00.0000	1:00.0000	1:00.0000	1:00.0000
2	A	0.0000	16:40.0000	15:00.0000	16:00.0000
3	B	16:40.0000	0.0000	13:20.0000	20:00.0000
4	C	23:20.0000	15:00.0000	0.0000	15:40.0000
5	D	21:40.0000	18:20.0000	16:00.0000	0.0000
6	E	16:00.0000	16:00.0000	16:40.0000	25:00.0000
7	F	41:40.0000	25:00.0000	13:20.0000	20:20.0000
8	G	16:00.0000	25:00.0000	25:00.0000	16:40.0000
9	H	25:00.0000	16:40.0000	13:20.0000	25:00.0000
10	I	16:40.0000	16:00.0000	16:40.0000	13:20.0000

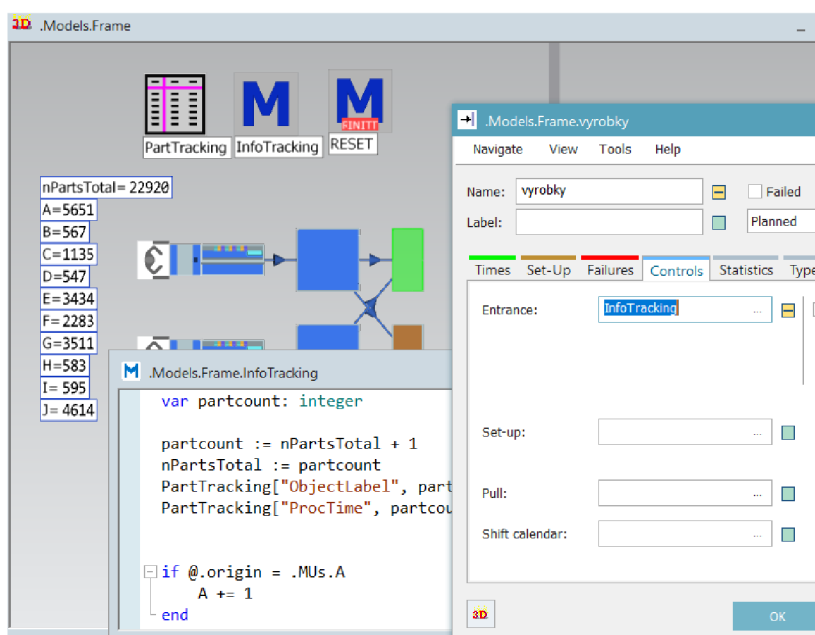
Obr. 47: Tabulky pro import dat do simulace

Jelikož jsou na operaci *leštění* kladeny vysoké nároky na kvalitu, bylo zapotřebí zahrnout do simulace i případ, kdy se zakázka musí znovu přepracovat. Metodu pro kontrolu kvality lze vidět na Obr. 48.

Po dokončení operace na jednom postnu pracovník umístí zpracovaný výrobek na vozík, přičemž kapacita vozíku je 6 postnů. Právě pro tento účel zde byla použita fiktivní stanice, kde dochází k nakládce postnů pomocí prvku *TransferStation* (vozík je zde nahrazen nakládkou na paletu). Po dosažení plné kapacity vozíku pracovník přemístí vozík na předem určené místo k dalšímu zpracování. Aby bylo možné sledovat celkovou produkci, bylo zapotřebí opět využít fiktivní stanici a následně prvek *DismantleStation*. V takto připraveném modelu byla aplikována metoda pro zobrazení produkce (viz Obr. 49).



Obr. 48: Kontrola kvality

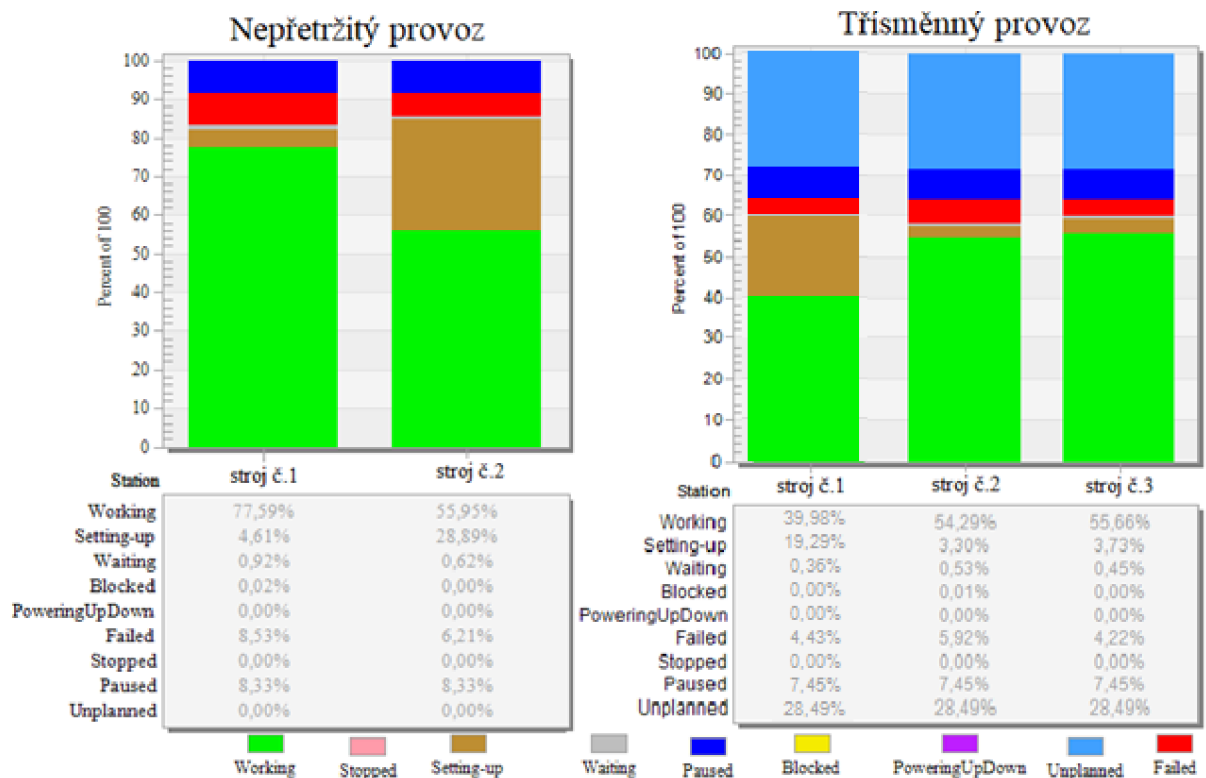


Obr. 49: Metoda pro zobrazení produkce

## VYHODNOCENÍ SIMULACE NA OPERACI LEŠTĚNÍ

Jelikož původní koncepce obsahovala pouze dva stroje (s čímž souvisí nepřetržitý provoz na tomto pracovišti), pak prvním aspektem, který lze sledovat po zakoupení nového stroje, je celková produkce a využitelnost strojů na dané operaci během roku. Graf 1 znázorňuje procentuální vytiženost strojů v závislosti na provozním režimu. Z grafu je patrné, že poměrně velké procento pracovního času tvoří seřizování stroje, což vede k snížení celkové produkce. Je však důležité, aby byly zakázky kompletovány v co nejkratší době a nedocházelo tak k nadměrnému seřizování. Porovnání jednotlivých stavů popisuje tabulka v příloze P9.

Graf 1: Vytíženost jednotlivých stanic na operaci leštění



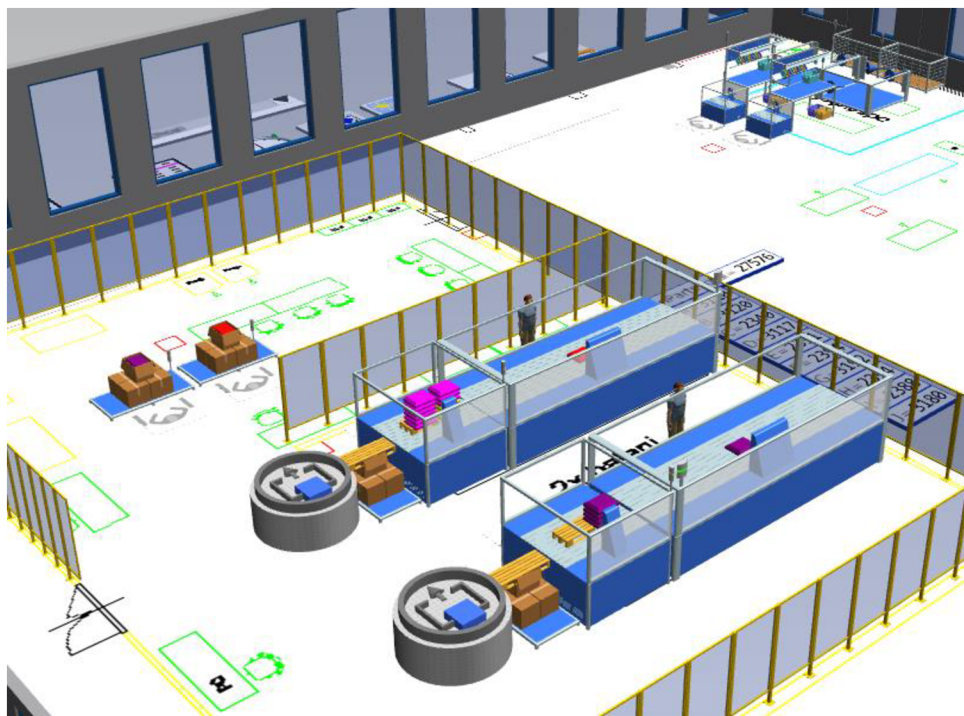
### Porovnání experimentů na operaci leštění

číslo experimentu	popis experimentů				produkce [počet postnů]	P m: v:
	varianta	číslo stroje	velikost jednoho faufu [počet postnů]	strategie zpracování zakázek		
1	původní stav	stroj č.1	-	náhodné	10779	
2	původní stav	stroj č.2	9	kompletace zakázek	14724	
3	aktuální stav	stroj č.1	-	náhodné	6954	
4	aktuální stav	stroj č.2	9	kompletace zakázek	10149	

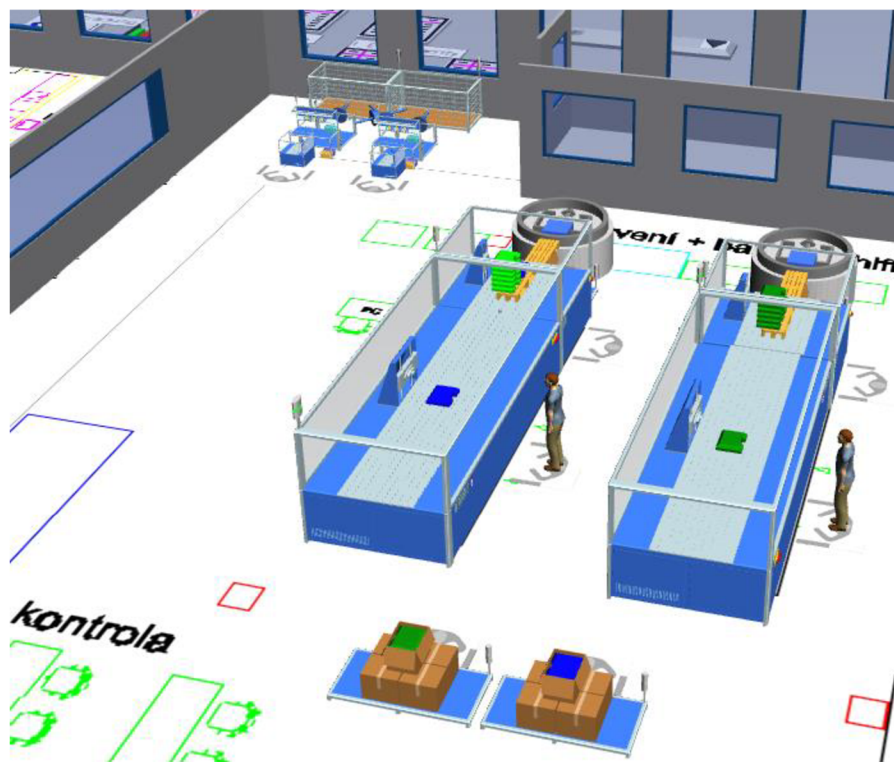
Obr. 50: Náhled do tabulky experimentů – leštění (celá tabulka viz příloha P9)

### 6.1.2 SIMULACE NA PRACOVNÍ OPERACI BALENÍ

Tvorba simulačního modelu probíhala obdobným způsobem jako u simulace na operaci *leštění*, z toho důvodu zde nebudou popsány jednotlivé prvky a metody jako v předchozím případě. Na následujících snímcích lze vidět vizualizace pracoviště *balení* viz Obr. 51 a Obr. 52.



Obr. 51: Pracoviště balení – původní stav

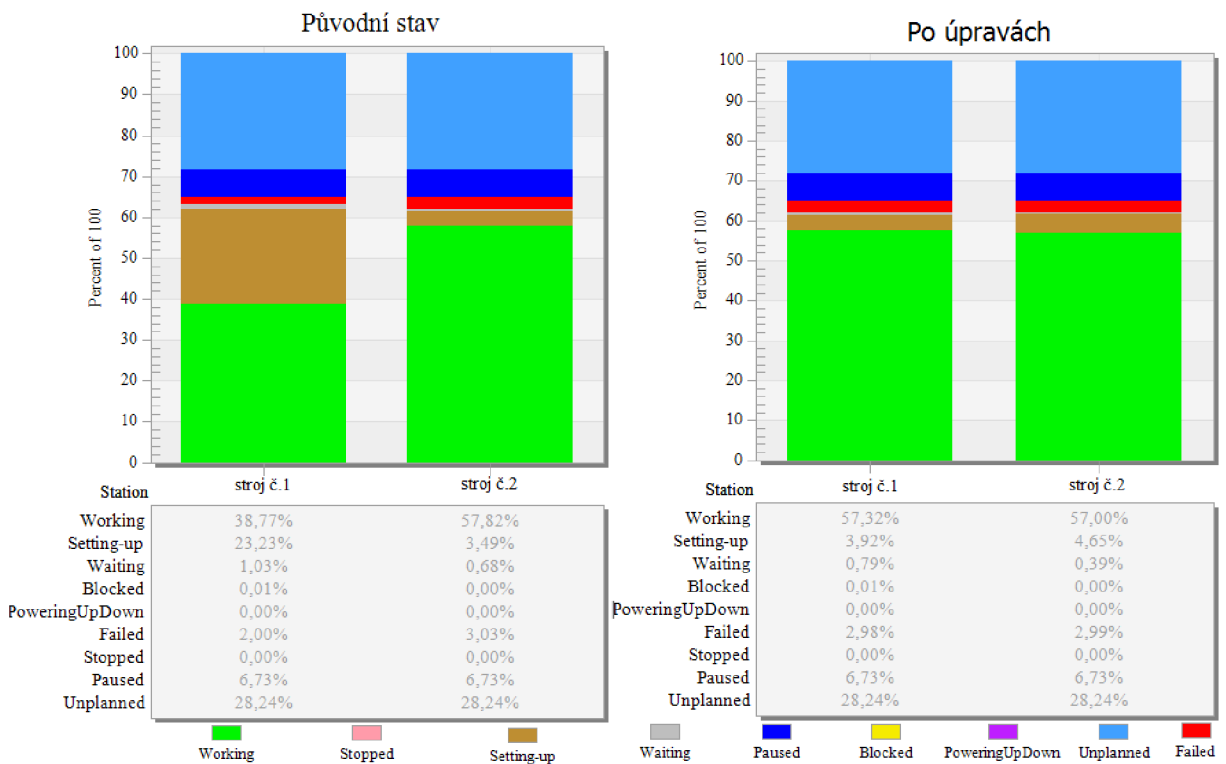


Obr. 52: pracoviště balení – aktuální stav

## VYHODNOCENÍ SIMULACE NA OPERACI BALENÍ

Jednotlivé technické parametry strojů na operaci *balení* jsou znázorněny výše (viz Tabulka 1 a Tabulka 2). Z dat je zřejmé, že každý stroj má rozdílný takt. Oba stroje jsou přitom typově stejné. Liší se ovšem ve verzi řídicí jednotky, která byla u staršího stroje pomalejší, čímž následně docházelo ke skluzům ve výrobě. Další faktor, který ovlivňuje výslednou produkci, je počet seřízení. S čímž nesouvisí pouze samotné seřizovací časy, ale i úkony s tím spojené. Každý produkt má předem definovaný postup balení (různé etikety, obalový materiál...). Čili během tohoto procesu dochází k časovým prodlevám. Na Grafu 2 lze vidět vytíženost jednotlivých stanic. Kdy v původní koncepci docházelo k nadměrnému seřizování a stroj č. 1 pracoval s pomalejšími takti. Po softwarové úpravě stroje č. 1 bylo dosaženo stejného taktu jako u stroje č. 2. Porovnání jednotlivých stavů lze vidět v tabulce (viz. příloha P10).

Graf 2: Vytíženost jednotlivých stanic na operaci balení



Porovnání experimentů na operaci balení						
číslo experimentu	popis experimentů				vyhodnocování	
	varianta	číslo stroje	velikost jednoho faufu [počet postnů]	strategie zpracování zakázek	produkce [počet postnů]	plánová výroba
1	původní stav	stroj č.1	12	kompletace zakázek	13590	

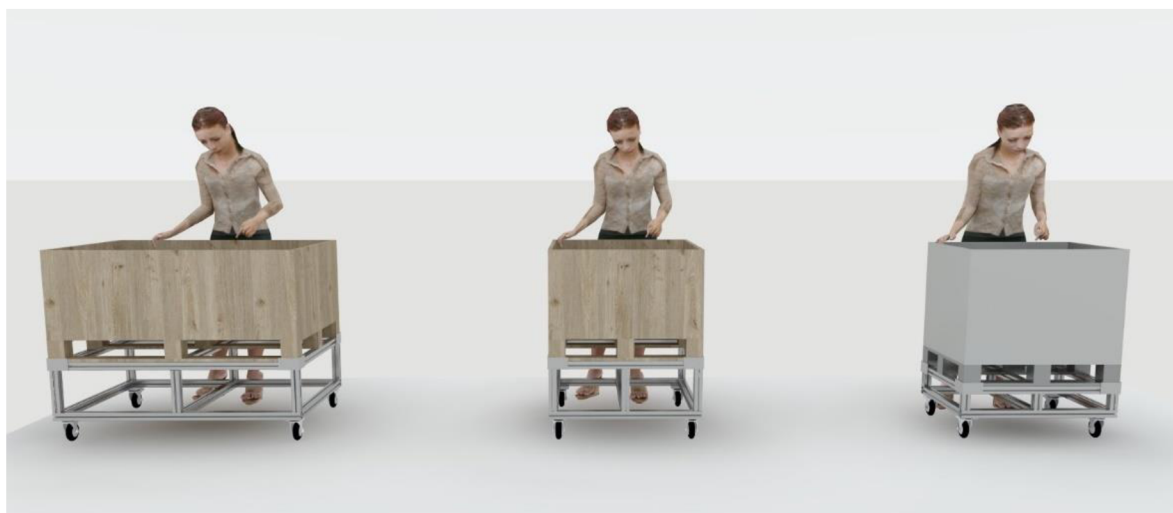
Obr. 53: Náhled do tabulky experimentů – balení (celá tabulka viz příloha P10)

## 7 SUMARIZACE ZMĚN

V této kapitole budou popsány změny ve výrobním procesu, kterých bylo dosaženo po dobu tvorby diplomové práce.

### 7.1 PODSTAVCE POD BÍ-BOXY

Aktuálně se všechny typy boxů pokládají na výškově upravený rám. Pracovníci se tak nemusejí zohýbat k boxům. Díky otočným kolečkům jsou rámy i s plně naloženým boxem stále dostatečně pohyblivé a manipulace s nimi je snadná. Hlavní výhodou je ergonomie pro pracovníky. Dalším benefitem tohoto řešení, je transport boxů do suterénu pomocí pojízdných rámu (není zde zapotřebí nízkozdvížného vozíku jako v původní koncepci). Vizualizaci výškově upravených rámu spolu s různými typy boxů lze vidět na Obr. 54. Na následujícím obrázku lze vidět box s podstavcem přímo u balicí linky (viz Obr. 55).



Obr. 54: Varianty boxů včetně pojízdných rámu [interní foto firmy]



Obr. 55: Aktuální stav ukládání boxů na podstavec [interní foto firmy]

## 7.2 PÁSKOVÁNÍ BÍ-BOXŮ

Původní systém páskování byl nevyhovující a fyzicky náročný zejména pro ženy. Akumulátorový páskovač ORGAPACK ORT 450, který lze vidět na Obr. 56, je tak ideální řešením pro zefektivnění práce. Páskovač nabízí několik uživatelských režimů, kde si obsluha sama může libovolně nastavit například sílu utažení či dobu svařování. Díky automatické kontrole zavedení pásky se tak nemůže stát, že by se páska roztrhla ve spoji. Páskovač utáhne vazací pásku dle nastaveného režimu, poté spoj zavaří a následně volný konec odstříhne. Na Obr. 57 lze vidět proces páskování včetně odvíječe vazací pásky.



*Obr. 56: Akumulátorový páskovač ORGAPACK ORT 450 [27]*



*Obr. 57: Páskování boxů [interní foto firmy]*



### 7.3 UKLÁDÁNÍ OBALOVÉHO MATERIÁLU

Vedením valašsko-klobuckého závodu bylo schváleno nové rozmístění balicích automatů společně s modernizací celého pracoviště. Na Obr. 58 je znázorněn nový stůl pro přípravu plastik. Papírová lepicí páska byla nahrazena gumou. Pořizovací náklady na lepicí pásku tímto způsobem zcela odpadly. Stojan pro papír a fólii ulehčuje práci při řezání (viz Obr. 59).



Obr. 58: Nový stůl pro přípravu plastik  
[interní foto firmy]



Obr. 59: Řezací stojan pro papír i fólii [30]

#### 7.3.1 BALICÍ AUTOMATY

Po reorganizaci celého pracoviště zde vznikl prostor pro nový způsob skladování obalového materiálu. Na pracoviště byly ke každému balicímu stroji instalovány spádové válečkové regály, které jsou určeny pro krabice s obalovým materiálem (plastik). Hlavním cílem zavedení tohoto řešení ukládání obalového materiálu, byla snaha snížit množství krabic ve výrobě. Celý proces se tak stává přehlednějším a systematictější. Dřívější zásoba obalového materiálu byla nadměrná. Z toho důvodu se celé pracoviště stávalo nepřehledným.

Nynější zásoba obalového materiálu je efektivně regulována právě pomocí válečkových regálů. Spádový válečkový regál se skládá celkem ze tří polic. Horní dvě police jsou určeny pro vstup materiálu do stroje. Dvě police se spádem ke stroji mají své opodstatnění. Jelikož se jehly balí do dvou základních typů plastik (rozlišených dle povrchové úpravy jehel) musí mít operátor stroje k dispozici vždy obě varianty plastik, protože dopředu neví, který typ plastiky bude potřebovat.

Kapacita jedné police válečkového regálu činí celkem pět krabic obsahujících plastiku (počet plastik v krabicích zde záměrně není uveden kvůli ochraně dat). Při splnění předepsaných

norem spotřebuje stroj ke své denní činnosti všech pět krabic. Každou vyprázdněnou krabici pracovník umístí do spodní police regálu. Zásobování obalovým materiálem je realizováno pomocí pravidelné komunikace operátora stroje spolu s logistickým pracovníkem. Pracovník logistiky doplní potřebný materiál a zároveň odváží prázdné krabice do skladu. Odtud jsou následně prázdné krabice, určené k opětovnému naplnění, expedovány zpět k výrobcí. Vizualizaci pracovní oblasti *balení*, včetně spádových válečkových regálů, lze vidět na Obr. 60.



Obr. 60: Vizualizace pracoviště balení [interní foto firmy]

### 7.3.2 NOVÉ PRACOVIŠTĚ BALENÍ SCHIFFLI

Jak již bylo popsáno výše (viz kapitola 3.1.8), skladování barev a všeho potřebného materiálu pro barvení dřívků jehel bylo uskladněno nepřehledně ve skříní, která nevyhovovala ergonomickým požadavkům. Z toho důvodu byl navržen a následně smontován nový pracovní stůl (viz Obr. 61). Pravá část stolu je určena mikroskopu pro kontrolu kvality. Navíc je tato část stolu výškově nastavitelná pomocí elektrického lineárního motoru. Hlavní část pracovního stolu obsahuje uzavíratelný úložný prostor.



Obr. 61: Pracovní stůl včetně ukládacího prostoru [interní foto firmy]

Po vzniku nové odpočinkové místnosti je nutné tuto operaci přemístit na nové stanoviště. Návrh umístění tohoto pracoviště je zobrazen v layoutu *tvrdá výroba-varianta 3* (viz příloha P8). Díky dispozičním prostorům se nabízí varianta umístění pracovní operace mezi nosné sloupy. Tímto řešením zůstane zachována logistická ulička pro manipulaci s materiálem, a navíc se maximálně využije prostor ve výrobní hale. Návrh nového pracoviště lze vidět na Obr. 62.



Obr. 62: Návrh nového umístění pracoviště balení + barvení schiffli [interní foto firmy]

## 7.4 PŘÍPRAVA VÝROBY

Kvůli neustálé modernizaci všech strojů ve výrobě je zapotřebí stále rozvíjet a zdokonalovat veškerá pracoviště. Aby byl celý proces co možná nejpřehlednější, je nezbytně nutné mít precizně vypracovaný plán pro přípravu a řízení jednotlivých zakázek.

Na začátku výroby je na jednotlivých strojích zapotřebí velké množství přesných nástrojů a dílů (jejichž názvy zde nejsou záměrně uvedeny kvůli ochraně know-how). Pracovníci na dané operaci měli nachystány veškeré nástroje, které potřebují pro danou zakázku. Kvůli charakteru pracovní operace zde dochází k postupnému opotřebením nových nástrojů, což následně vede k nutné výměně nástroje za nový, přičemž opotřebovaný nástroj zůstává u stroje. Dále leží zodpovědnost na daném pracovníkovi, který opotřebovaný nástroj buďto označí jako dále nepoužitelný, nebo ho dá na opravu. Tento systém rozhodování o další použitelnosti nástrojů má jedno úskalí, a to, že velmi záleží na zkušenostech pracovníka. Protože veškeré nástroje potřebné k výrobě stojí firmu nemalou částku peněz. Dříve byly jednotlivé kanban karty (průvodky) umístěny přímo na stroji, který aktuální zakázku zpracovával. Operátor stroje seřídí stroj dle požadovaných parametrů uvedených v průvodce a dále průvodku k výkonu práce nepotřebuje. Po ukončení všech výrobních činností na dané zakázce, mají operátoři povinnost zaregistrovat záznam o provedení činnosti na zakázce do počítače. Tato povinnost platí napříč celou výrobou. Díky registraci do SAP systému se udržuje neustálý přehled o rozpracovanosti na jednotlivých zakázkách či strojích a management firmy má stálý přehled o výrobních ukazatelích (průběžná doba výroby, zmetkovitost atd.).

### 7.4.1 STROJ: PŘÍPRAVA POLOTOVARU

Právě z důvodu přehlednosti a efektivního řízení celého systému bylo zapotřebí připravit nový systém pro vychystávání zakázek. Byl zakoupen nový pracovní stůl pro přípravu výroby na operaci *příprava polotovaru*. Na Obr. 63 je znázorněna vizualizace nového stolu tohoto pracoviště. Počítač pro registraci je umístěn v těsné blízkosti stolu.

Hlavní změnou vůči původní koncepci je umístění průvodek. Dříve byly jednotlivé průvodky umístěny přímo na stroji, avšak zde jsou umístěny v jednotlivých boxech na čele stolu. Tohle řešení umístění průvodek ušetří čas hlavně mistrům ve výrobě, kteří mají okamžitě přehled o tom, která zakázka je zpracovávána, na jakém stroji. Další změnou je systém vychystávání a následné vyhodnocování způsobilosti nástrojů. Pokud je nástroj jakýmkoli způsobem poškozen, pak ho pracovník umístí na stůl na předem určené místo. Poté pracovník logistiky tento nástroj odnese na opravu, kde technolog rozhodne o tom, zda je nástroj možné opravit či nikoli.



Obr. 63: Stůl pro operaci *příprava polotovaru* [interní foto firmy]

### 7.4.2 STROJ: TVAROVÁNÍ 0

Modernizace na měkké výrobě (vyšší počet strojů typu: *tvarování 0*) s sebou nese komplikace týkající se vychystávání potřebných nástrojů k výrobě dané zakázky. Stroj typu *tvarování 0* potřebuje ke své činnosti mnohem více nástrojů než jakýkoli jiný stroj. Z toho důvodu je zavedení kanban systému zcela nezbytné. Tento stroj je elektronicky řízen a vykonává více operací za sebou.

Na Obr. 64 lze vidět návrh kanban systému pro vychystávání potřebného materiálu pro výrobu dané zakázky. Jako v předchozím případě je zde kladen důraz na filozofii „5S“. Jeden pracovní stůl slouží pro vychystávání zakázek pro čtyři stroje. Přičemž jsou na stole umístěny celkem čtyři plata, která obsahují jednotlivé nástroje potřebné pro aktuální zakázku.



*Obr. 64: Stůl pro operaci tvarování 0 [interní foto firmy]*

Každé plato s nástroji je určeno pro daný stroj. Pod stolem jsou nachystána další plata, která slouží pro nadcházející zakázky. Jestliže je zakázka u konce, umístí operátor stroje celé plato do spodní police, odkud ho následně odnese pracovník logistiky do skladu. Na snímcích Obr. 65 Obr. 66 jsou znázorněny detaily jednotlivých plat.



Obr. 65: Kanban systém [interní foto firmy]



Obr. 66: Kanban systém-detail [interní foto firmy]

## 7.5 POROVNÁNÍ STROJE TVAROVÁNÍ 0 VS. TVAROVÁNÍ I–III

Jak již bylo zmíněno dříve (viz kapitola 4) stroj s obecným názvem *tvárování 0* reprezentuje novou linii a stroje *tvárování I–III* pak představují starou linii. Obě z linií přímo navazují na stejný výchozí stroj (*příprava polotovaru*). Taktéž následnou operací pro obě linie je operace *broušení špic*.

V následující tabulce (viz Tabulka 5) lze vidět počty pracovníků na daných operacích, dále počty jednotlivých strojů včetně jejich funkčních parametrů. Veškeré stroje uvedené v Tabulce 5 pracují v třisměnném pracovním režimu v pětidenním cyklu.

Stroj *tvárování 0* je elektronicky řízen. Z toho důvodu bylo možné sloučit tři mechanické stroje do jednoho plně elektronického. Jednoznačnou výhodou CNC strojů vůči mechanickým je úspora času i místa v hale. Nicméně je zapotřebí říct, že ne všechny druhy jehel jsou vyrobitelné na CNC strojích. Stále existuje několik typů jehel, které jsou vyrobitelné v požadované kvalitě pouze na mechanických strojích.

Nadále si můžeme všimnout, že díky modernizaci výroby značně ubylo nezbytných mezioperací na měkké výrobě. Veškeré stroje na měkké výrobě pracují s řeznými oleji (kvůli prodloužení životnosti strojů) a z toho důvodu je zapotřebí po každé takovéto operaci polotovar zbavit nečistot a mastnoty (kvůli výsledné kvalitě produktu).

Jelikož celková produkce jakékoliv výrobní linky se musí zpravidla řídit nejpomalejším strojem (pokud pracují všechny stroje ve stejném pracovním režimu), pak je z Tabulky 5 zřejmé, že v případě staré linie je nejpomalejší stroj *tvárování I*. Na první pohled se může zdát stará linie značně nevyvážená. Avšak kvůli vysokým seřizovacím časům a nízké účinnosti u stroje *tvárování III* se tento výkonnostní rozdíl během pracovního týdne téměř ztratí.

Podíváme-li se na seřizovací časy všech strojů, pak si můžeme povšimnout faktu, že celkový seřizovací čas na nové linii má nižší hodnotu nežli seřizovací časy v součtu na staré linii. CNC stroje jsou vyráběny s ohledem na praktičnost při seřizování. Což v důsledku znamená, že seřizovač je schopen celý stroj seřít s minimem nářadí díky univerzálnosti.

Tabulka 5: Porovnání nové linie vs. staré (\* data k 1.12.2019, \*\* data k 1.12.2020)

název stroje	takt	časy seřízení [min]	účinnost[%]	původní počet strojů*	aktuální počet strojů**	původní počet pracovníků*	aktuální počet pracovníků**	pracovní čas [den/min]	původní produkce [ks/den]*	aktuální produkce [ks/den]**	následná mezioperace-takt 1000 [ks/min]
tvárování 0	57	400	86	9	14	15	18	1340	58 977 923	91 743 435	praní
tvárování I	31	100	86	15	9	5	6	1340	53 829 056	32 297 434	-
tvárování II	128	80	86	5	3	5	3	1340	74 112 469	44 467 481	praní + skládání
tvárování III	297	250	43	7	3	10	8	1340	118 538 343	50 802 147	praní

## 7.6 ERGONOMIE PŘI KONTROLE POLOTOVARU

Během celého výrobního procesu je neustále zapotřebí sledovat kvalitu. U každé pracovní operace jsou umístěny mikroskopy, pomocí kterých pracovníci kontrolují kvalitu polotovaru. Dříve byly mikroskopy umístěny na stole. To ovšem nevyhovovalo ergonomii při kontrole. Z toho důvodu byl pořízen malý pracovní stůl, na jehož pracovní desce se nachází lineární elektropohon, na kterém je zafixován mikroskop (viz Obr. 67). Každý pracovník má nyní možnost snadného a rychlého nastavení pracovní výšky stolu dle svých preferencí.



*Obr. 67: Ergonomický stůl pro kontrolu kvality  
[interní foto firmy]*



## ZÁVĚR

Diplomová práce byla věnována analýze materiálového toku ve výrobě strojně šicích jehel. Práce je rozčleněna do 7 hlavních částí. V první části jsou definovány cíle, kterých má být dosaženo. Následuje krátké představení společnosti Groz-Beckert Czech.

Teoretická část poskytuje určitý základ pro vypracování praktické části. Jako první je popsána logistika, jakožto obecný pojem, s čímž souvisí postupný vývoj logistických řetězců. Následuje stručný popis štíhlé výroby spolu s logistickými technologiemi. Veškeré informace, které jsou popsány v druhé kapitole této práce, jsou psány co možná nejvíce obecně. A to z toho důvodu, aby každý, kdo si bude číst tuto práci, dokázal pochopit základní principy této problematiky.

Další kapitola se zabývá analýzou současného stavu. V této části je popsáno, základní členění celé výroby. Poté jsou popsány manipulační zařízení a prostředky, kterých je využíváno ve výrobě. Taktéž jsou zde popsána jednotlivá pracoviště, kde byly především analyzovány pracovní standardy a podmínky.

Čtvrtá kapitola popisuje dispoziční prostory haly H2 na měkké výrobě. V přílohách P1–P4 jsou znázorněny jednotlivé úpravy v layoutech. U každé z variant jsou vyhodnoceny výhody či nevýhody řešení. Pátá kapitola je koncipována obdobně jako kapitola předchozí. Zde jsou ovšem popsány layouty na tvrdé výrobě (viz přílohy P5–P8, první patro haly H2 a část haly H3). Závěr obou těchto kapitol je věnován zhodnocení jednotlivých stavů.

Předposlední část práce se zabývá simulací změn, kterých bylo docíleno v předchozích kapitolách. Zde byla simulována nejen nová umístění strojů, ale také úpravy na jednotlivých strojích. Simulace probíhaly v softwaru Plant Simulation na operaci *leštění a balení*.

Poslední kapitola této práce sumarizuje změny, kterých bylo docíleno po dobu tvorby diplomové práce nebo jsou v investičním plánu do budoucna. Jsou zde znázorněny například vizualizace nových pracovišť. Dále bylo navrženo několik změn, které vedou následně ke zvýšení efektivity práce. S tím souvisí především změna zásobování jednotlivých pracovišť materiálem či zlepšená ergonomie pro pracovníky.

## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] *Groz-Beckert* [online]. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.groz-beckert.com/en/company/history/>
- [2] *LOGISTIKY DOPRAVY A MANIPULACE* [online]. Brno, 2008 [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: [https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/243852/mod\\_resource/content/2/Logistika%20do%20pravy%20a%20manipulace%20-%20Ing.%20Ji%C5%99%C3%AD%20%C5%A0pi%C4%8Dka%2C%20CSc.pdf](https://moodle.vutbr.cz/pluginfile.php/243852/mod_resource/content/2/Logistika%20do%20pravy%20a%20manipulace%20-%20Ing.%20Ji%C5%99%C3%AD%20%C5%A0pi%C4%8Dka%2C%20CSc.pdf). Elektronický sylabus. VUT-FSI.
- [3] *Logistika* [online]. České Budějovice, 2018 [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: <http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2018/06/logistika.pdf>. Interní učební text. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích- zemědělská fakulta.
- [4] *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha 7: Alfa Publishing s.r.o., 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [5] *8 druhů plýtvání* [online]. [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.jiribenedikt.com/8-druhu-plytvani/>
- [6] *Jehly pro šicí stroje od Groz-Beckert* [online]. [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://www.groz-beckert.com/en/products/sewing/>
- [7] *SAP* [online]. [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/SAP>
- [8] *ERP informační systém SAP Business One* [online]. [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <https://lepsi-reseni.cz/informacni-systemy/sap-business-one/>
- [9] *Validace, verifikace* [online]. [cit. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://www.snajdr.com/informujeme/snajdruv-slovnicek/validace-verifikace/>
- [10] Výrobní závody ve světě. In: *Groz-beckert.com* [online]. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.groz-beckert.com/en/company/about-groz-beckert/product-services/>
- [11] *Průmyslová logistika* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: [http://ino.hgf.vsb.cz/export/sites/ino-hgf/cs/vystupy/Vyukove-materialy/VY\\_03\\_97.pdf](http://ino.hgf.vsb.cz/export/sites/ino-hgf/cs/vystupy/Vyukove-materialy/VY_03_97.pdf). Skripta. VŠB-TUO.
- [12] *Druby plýtvání* [online]. In: . [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.jiribenedikt.com/8-druhu-plytvani/>
- [13] *Příručka KAIZEN Intitutu*. 2008.

- [14] *PDCA cyklus* [online]. In: . [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://elssc.eu/dictionary/pdca-cyklus>
- [15] *Kanban pull system* [online]. In: . [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://kanbanzone.com/resources/kanban/kanban-pull-system/>
- [16] *JIT- Just in time* [online]. In: . [cit. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://medium.com/@davidshrimptonds/can-just-in-time-jit-ever-work-in-software-development-185de89fdaa1>
- [17] *Elektrický vysokozdvížený vozík Linde* [online]. In: . [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://www.linde-mh.cz/cs/Vyrobky/Elektricke-vysokozdvizne-voziky/E20-E35/>
- [18] *Průmyslový vozík se záchytnou vanou* [online]. In: . [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://www.kaiserkraft.cz/voziky/stolove-voziky-pro-dilnu/profesionalni-prumyslovy-stolovy-vozik/se-zachytnou-vanou-60-l/p/M1017992/>
- [19] *Průmyslový stolový vozík* [online]. In: . [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://www.kaiserkraft.cz/voziky/stolove-voziky-pro-dilnu/profesionalni-prumyslovy-stolovy-vozik/stolovy-vozik-d-x-s-1030-x-600-mm/p/M1000999/>
- [20] *Plechové krabice* [online]. In: . [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://www.groz-beckert.com/cs/career/locations/gbcz/zssvod-vala%C5%A1sk%C3%A9-klobouky.html>
- [21] *Struktura strojní šicí jehly* [online]. In: . [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: [https://www.groz-beckert.com/mm/media/en/web/pdf/Sewing\\_machine\\_needles\\_for\\_the\\_apparel\\_industry.pdf](https://www.groz-beckert.com/mm/media/en/web/pdf/Sewing_machine_needles_for_the_apparel_industry.pdf)
- [22] *Jehly pro šicí stroje Groz-Beckert balení* [online]. In: . [cit. 2021-02-23]. Dostupné z: <https://portexgrup.com/en/product/igly-dlja-shvejnyh-mashin-groz-beckert-3/>
- [23] *Varianty produktu* [online]. In: . [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <https://mygbkg.groz-beckert.com/sewing/products/715852/detail>
- [24] *Logo SAP* [online]. In: . [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SAP\\_2011\\_logo.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SAP_2011_logo.svg)
- [25] *Ruční páskovač ORGAPACK ORS 1300.50* [online]. In: . [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <http://orgapack.cz/rucni-paskovac-orgapack-ors-1300-50/>
- [26] *Akumulátorový páskovač ORGAPACK ORT 450* [online]. In: . [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: [https://www.unipack.cz/akumulatorovy-paskovac-orgapack-ort-450/?gclid=Cj0KCQjwI9GCBhDvARIsAFunhsndQmqR34O-GcnH5umfWos26Kzb4VLCLQCw9-OSUx93bOyWL-dzdggaAn4cEALw\\_wcB](https://www.unipack.cz/akumulatorovy-paskovac-orgapack-ort-450/?gclid=Cj0KCQjwI9GCBhDvARIsAFunhsndQmqR34O-GcnH5umfWos26Kzb4VLCLQCw9-OSUx93bOyWL-dzdggaAn4cEALw_wcB)

- [27] *110 SA TOP FG BX200 90* [online]. In: . [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://mygbkg.groz-beckert.com/sewing/products/780692/detail>
- [28] *Barvení konců* [online]. In: . [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: [https://gb-bel.by/assets/files/shveynye-igly/sewing\\_datenblatt\\_schiffli\\_web\\_en.pdf](https://gb-bel.by/assets/files/shveynye-igly/sewing_datenblatt_schiffli_web_en.pdf)
- [29] *Řezací stojan s osazením pro papír i fólii 1000 mm* [online]. In: . [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://www.b2bpartner.cz/rezaci-stojan-s-osazenim-pro-papir-i-folii-1000-mm/>
- [30] *LEAN - výrobní systém* [online]. In: . [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: [https://prolean.cz/chram/?gclid=CjwKCAjwj6SEBhAOEiwAvFRuKBek7TbaVEnL5j\\_XyTHQppzzOFo3npfJFeb8TBtXpWXwXy7SevVqORoCLjkQAvD\\_BwE](https://prolean.cz/chram/?gclid=CjwKCAjwj6SEBhAOEiwAvFRuKBek7TbaVEnL5j_XyTHQppzzOFo3npfJFeb8TBtXpWXwXy7SevVqORoCLjkQAvD_BwE)
- [31] *Druhy plýtvání obrázky* [online]. In: . [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://elssc.eu/dictionary/deadly-wastes>
- [32] *Kanban karta* [online]. In: . [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.kanban-system.com/cs/kanbanovy-system-a-kontrola-tahem/>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

fauf	[-]	Jedna výrobní zakázka
p	[ks]	Produkce
posten	[-]	Dílčí část faufu
t	[ks/min]	Takt stroje
$\eta$	[%]	Využitelnost stroje
$\tau$	[min]	Pracovní čas (čistý pracovní čas během 1 směny)

**SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1 – P1\_měkká\_výroba\_původní\_stav
- Příloha 2 – P2\_měkká\_výroba\_varianta\_1
- Příloha 3 – P3\_měkká\_výroba\_varianta\_2
- Příloha 4 – P4\_měkká\_výroba\_varianta\_3
- Příloha 5 – P5\_tvrdá\_výroba\_původní\_stav
- Příloha 6 – P6\_tvrdá\_výroba\_varianta\_1
- Příloha 7 – P7\_tvrdá\_výroba\_varianta\_2
- Příloha 8 – P8\_tvrdá\_výroba\_varianta\_3
- Příloha 9 – P9\_porovnání\_experimentů\_na\_operaci\_leštění
- Příloha 10 – P10\_porovnání\_experimentů\_na\_operaci\_balení