TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní

Analýza nového výrobního programu

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T049 – Výrobní systémy a procesy

Autor práce: **Bc. BcA. Jana Kořínek Koldová**
Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. František Manlig

Liberec 2016

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní
Akademický rok: **2015/2016**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**BcA. Jana Kořínek Koldová**
Osobní číslo:	**S13000521**
Studijní program:	**N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor:	**Výrobní systémy a procesy**
Název tématu:	**Analýza nového výrobního programu**
Zadávající katedra:	**Katedra výrobních systémů a automatizace**

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je návrh a zhodnocení nového výrobního programu s ohledem na stávající technologie či na nutnost pořízení nového vybavení.

Zásady pro vypracování:
1. Úvod do problematiky štíhlé výroby (např. trendy v oblasti výrobních systémů, lean techniky,...).
2. Podrobná analýza současného stavu.
3. Návrh technologie výroby i potřebného vybavení, příp. návrh uspořádání výroby.
4. Ekonomické zhodnocení navrženého řešení.
5. Závěr a zhodnocení práce.

Rozsah grafických prací: **podle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50-60 stran**

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

Seznam odborné literatury:

[1] **LIKER, J.** *Tak to dělá Toyota.* **Praha: Management press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7**

[2] **SIXTA, J. a V. MAČÁT.** *Logistika.* **Brno: CP Books a.s., 2005. ISBN 80-251-0573-3.**

[3] *IPA slovník* **[online slovník]. 2015. Dostupné z: www.ipaslovakia.sk.**

Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr. Ing. František Manlig**
Katedra výrobních systémů a automatizace

Konzultant diplomové práce: **Ing. Jan Vavruška**
Katedra výrobních systémů a automatizace

Datum zadání diplomové práce: **15. listopadu 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. února 2017**

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan

Technická univerzita v Liberci - 7a -
L.S.

Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2015

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. Dr. Ing. Františku Manligovi, za odbornou pomoc při vypracovávání. Dále bych ráda poděkovala panu Miroslavu Gajdošovi za odborné konzultace a pomoc při shromažďování podkladů pro tuto diplomovou práci.

ANOTACE:

Diplomová práce seznamuje s problematikou štíhlé výroby. Zabývá se návrhem výroby zcela nového výrobku dle požadavku zákazníka. Je pro něj navržen výrobní postup, potřebné vybavení a rozložení nově vzniklého pracoviště. Při zapracovávání je kladen důraz na požadavky štíhlé výroby. Na závěr je návrh ekonomicky vyhodnocen.

Klíčová slova:

Štíhlá výroba, výrobní postup, návrh pracoviště

SUMMARY:

This thesis deals with the issue of lean manufacturing as it applies to a completely new product designed according to customer requirements. The manufacturing process, required equipment, and the layout of the newly created workplace have been designed for the customer. During the incorporating, emphasis is placed on the requirements of lean manufacturing. Finally, the proposal is evaluated from an economic point of view.

Keywords:

Lean manufacturing, manufacturing process, workplace design

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systemů a automatizace

Počet stran : 58

Počet obrázků : 23

Počet tabulek : 5

OBSAH

1 Úvod do problematiky štíhlé výroby 10
1.1 Toyota – lídr na trhu 10
1.2 Toyota - 14 zásad celkové koncepce firmy 10
1.2.1 Úvod 10
1.2.2 Dlouhodobá filozofie 11
1.2.2.1 Zakládat svá manažerská rozhodnutí na dlouhodobé filozofii a to i na úkor krátkodobých finančních zisků 11
1.2.3 Správný proces přinese správné výsledky 11
1.2.3.1 Nepřetržitý procesní tok umožní odkrýt problémy 11
1.2.3.2 Princip tahu – zamezí se nadvýrobě 11
1.2.3.3 Vyrovnávání pracovního zatížení (heijunka) 12
1.2.3.4 Vytvoření kultury umožňující kdykoliv přerušit proces, odstranit chyby a dosáhnout správné jakosti napoprvé 12
1.2.3.5 Standardizované úkoly - základ neustálého zlepšování a posilování pravomocí zaměstnanců 12
1.2.3.6 Vizuální kontrola 13
1.2.3.7 Použití pouze důkladně prověřených technologií prospívajících lidem i procesům 13
1.2.4 Zvyšování hodnoty organizace pomocí rozvoje vlastních lidí a partnerů 13
1.2.4.1 Vychovávání vůdčích osobností, které stoprocentně rozumí své práci, žijí firemní filozofií a šíří ji mezi ostatní 13
1.2.4.2 Rozvoj výjimečných lidí a týmů řídících se filozofií firmy 14
1.2.4.3 Pomoc zlepšovat se širšímu okruhu svých partnerů a dodavatelů 14
1.2.5 Rozvoj organizačního učení díky neustálému řešení problémů 14
1.2.5.1 Přesvědčit se na vlastní oči (genchi a genbutsu) 14
1.2.5.2 Rozhodnutí se přijímá pomalu po zvážení všech možností a na základě široké shody, implementuje se však rychle 14
1.2.5.3 Stát se neustále se učící organizací 15
1.2.6 Závěr 15
1.3 Metody a pojmy štíhlé výroby 15
1.3.1 Plýtvání 15

1.3.2 5S 16
1.3.3 6S 18
1.3.4 ABC analýza 18
1.3.5 ANDON 19
1.3.6 Autonomní údržba 20
1.3.7 CEZ (OEE) 20
1.3.8 DBR 20
1.3.9 DMAIC 21
1.3.10 Jidoka 21
1.3.11 Kaizen 22
1.3.12 Kanban 22
1.3.13 Kapacita 23
1.3.14 POKA YOKE 23
1.3.15 Standardizace procesů 23
1.3.16 Štíhlost – Lean 24
1.3.17 TOC 24
2 Úvod do praktické části 25
3 Definice projektu 26
4 Analýza současného stavu 27
5 Představení produktu 28
6 Technologický postup 31
6.1 Příprava jednotlivých komponent pro montáž, nakupované díly 31
6.1.1 Hliníkový tažený eloxovaný U profil 31
6.1.2 Lepené sklo 32
6.1.3 LED pásek s kabelem 32
6.1.4 Plastové čílko 32
6.1.5 Plastové čílko s otvorem pro kabel 32
6.1.6 Chromované držáky 33
6.2 Technologický postup montáže 33
6.2.1 Nalepení LED pásku do hliníkového U profilu 33
6.2.2 Nalepení skla 33
6.2.3 Nasazení čílek 33

6.2.4 Nasazení chromovaných držáků 33
6.2.5 Vyleštění 34
6.2.6 Balení 34
6.3 Kapacitní propočty 34
6.3.1 Výpočet kapacity NC kotoučové pily 35
6.3.2 Výpočet kapacity odjehlovacího zařízení 35
6.3.3 Časový průběh manuálních pracovišť 36
7 Seznam potřebného vybavení 38
8 Návrh rozložení pracoviště 40
8.1 Celkový layout pracoviště 40
8.2 Operační tok 45
8.3 Popis jednotlivých pracovišť 46
8.3.1 Pracoviště číslo jedna 46
8.3.2 Pracoviště číslo dva 46
8.3.3 Pracoviště číslo tři 46
8.3.4 Pracoviště číslo čtyři 46
8.3.5 Pracoviště číslo pět 47
8.3.5.1 Lepicí přípravek – Popis navrženého zařízení 47
8.3.5.2 Lepicí přípravek - pracovní postup 48
8.3.6 Pracoviště číslo šest 49
8.3.7 Pracoviště číslo sedm 50
9 Ekonomické zhodnocení 51
9.1 Ostatní náklady 51
9.2 Materiálové náklady 51
9.3 Zisk 52
9.4 Nutné investice 53
9.5 Návratnost investic 54
10 Závěr 55

ÚVOD

Úvodem této diplomové práce budou představeny některé metody štíhlé výroby. Z těchto poznatků se vychází při zpracovávání praktické části. Pro praktickou část diplomové práce je zvolena spolupráce s firmou pana Miroslava Gajdoše. Je to malá strojírenská firma sídlící v Dobrovici. Firma dostala poptávku na nový výrobní artikl, se kterým se dosud ve své výrobní praxi nesetkala. Jedná se o osvětlenou skleněnou interiérovou poličku. Práce se bude zabývat návrhem výroby nového produktu, především návrhem výrobního postupu, zařízením a uspořádáním pracoviště. Součástí práce je i ekonomické zhodnocení. Následně firma zakázku buď přijme, nebo odmítne.

CÍL PRÁCE:

Navrhnout vhodný výrobní postup a pracoviště pro nový produkt. Zjistit ekonomické dopady zavedení nové výroby.

1 Úvod do problematiky štíhlé výroby

1.1 Toyota – lídr na trhu

Dlouhodobý všudypřítomný tlak na ceny nutí firmy neustále snižovat náklady a optimalizovat. Nejde už o konkurenční výhodu, ale o nutnost, pokud chtějí firmy prosperovat a mít svůj podíl na trhu.

Vůdcem a guru v této oblasti je firma Toyota. Již po několik generací u nich dochází k neustálému vylepšování procesu a zamezení plýtvání. Je to nikdy nekončící proces. I v sebelepším systému se vždy dá něco vylepšit. Díky této filozofii se firma dostala z velice vážných finančních problémů v období hospodářské krize a vyšla z této zkoušky velice posílená. Neustále pracuje na svém rozvoji a vyučuje těmto principům své dodavatele a tím optimalizuje celý dodavatelský řetězec. Těmto dovednostem vyučuje i cizí firmy.

V podstatě nejde o jednu metodu, ale o dlouhodobou celistvou filozofii. Velice často se naráží ve firmách na nepochopení komplexnosti tohoto systému. Dokud vedení firmy přínosy celého principu nepochopí a nepředají informaci mezi ostatní zaměstnance, šance na úspěch nejsou veliké. A i po zavedení optimalizačních změn časem firma opět sklouzne zpět k méně efektivnímu systému. Proto je velice důležité filozofii správně pochopit a přijmout ji za svou.

1.2 Toyota - 14 zásad celkové koncepce firmy

1.2.1 Úvod

Systém, který firma Toyota vymyslela, je znám pod anglickým názvem Toyota Production System. Často se také používá zkratka TPS. Tuto filozofii vyvinuli Taiiči Óno, Šigeo Šingó a Eidži Tojoda mezi lety 1948 až 1975. Od počátku šlo o rodinnou firmu a čest rozvíjet a předávat firemní know how. Základním pilířem tohoto unikátního principu je umožňovat lidem ve společnosti růst, vzdělávat je a vytvářet podmínky, aby každý člověk mohl neustále zlepšovat proces a také to vyžadovat. Systém stojí na lidech. [1]

Zásady celkové koncepce firmy Toyota:

1.2.2 Dlouhodobá filozofie

1.2.2.1 Zakládat svá manažerská rozhodnutí na dlouhodobé filozofii a to i na úkor krátkodobých finančních zisků

Pravděpodobně nejdůležitější a nosnou myšlenkou je nutnost dívat se do budoucnosti a veškeré kroky firmy podřídit dlouhodobým vizím. Je třeba si stanovit dlouhodobou filozofii a vyhýbat se krátkodobým rozhodnutím. Veškeré snažení by mělo být založeno na myšlence neustálého zlepšování firmy, svým úsilím přidávat hodnotu společnosti. Je třeba se při každém kroku ptát, zda přidává hodnotu výrobku, zákazníkovi, společnosti, ekonomice. Důležitá je důvěra ve své schopnosti, neustálý rozvoj a přijmutí zodpovědnosti za své činy. [1]

1.2.3 Správný proces přinese správné výsledky

1.2.3.1 Nepřetržitý procesní tok umožní odkrýt problémy

Z pracovních procesů se vytvoří nepřetržitý pracovní tok s vysokou přidanou hodnotou. Žádný projekt v žádném okamžiku nesmí zahálet. Vytvoří se rychlý materiálový a informační tok a procesy se propojí s pracovníky, tím se okamžitě odkryjí všechny problémy. Tento krok musí být zřejmý v kultuře celé organizace. [1]

1.2.3.2 Princip tahu – zamezí se nadvýrobě

Uplatňuje se přístup just in time. Zákazníkům, je tím myšlena i následující operace, se dodá to, co chtějí, kdy to chtějí a v množství které chtějí. Rozpracovaná výroba i hotové výrobky se sníží na nejnižší možnou úroveň. Citlivě se reaguje na každodenní změny v poptávce zákazníků. [1]

1.2.3.3 Vyrovnávání pracovního zatížení (heijunka)

Odstranění ztrát tvoří jednu třetinu „štíhlosti“. Velmi důležité je odstranění přetížení lidí a výrobního zařízení a celkové vyvážení výrobního harmonogramu. Usiluje se o vyrovnání zátěže všech výrobních a obslužných procesů na místo rozšířeně používaného dávkového přetržitého přístupu k jednotlivým projektům. [1]

1.2.3.4 Vytvoření kultury umožňující kdykoliv přerušit proces, odstranit chyby a dosáhnout správné jakosti napoprvé

Hodnotovou nabídku společnosti určuje jakost, kterou vyžaduje zákazník. Pro zajišťování jakosti se využívají veškeré dostupné moderní metody. Jakost se docílí koncepcí jidoka. Jde o stroje s lidskou inteligencí. Zajistí se mechanismy, díky nimž zařízení pozná, že potřebuje vnější zásah, zastaví proces a nahlásí to obsluze nebo vedení projektu pomocí vizuálního varovného signálu. Je nutné začlenit podpůrné systémy, které dokážou rychle řešit problémy a provádět nápravná opatření. Ve firemní kultuře se přijímá myšlenka, že v rámci dlouhodobého zvyšování produktivity je možné kdykoliv proces zpomalit či zastavit, tak aby bylo umožněno dosáhnout požadované jakosti hned napoprvé. [1]

1.2.3.5 Standardizované úkoly - základ neustálého zlepšování a posilování pravomocí zaměstnanců

Základem toku a tahu je předvídatelnost, pravidelný časový rytmus a pravidelné výstupy procesů. Toho se dosáhne užitím stálých opakovatelných metod. Ze všech nashromážděných zkušeností, znalostí procesu a nejlepších ověřených postupů se učiní standard. Zároveň se ponechá prostor pro tvůrčí individuální přístup převyšující tento standard a ten se zapracuje do nového standardu. Zajistí se tím předání nejlepších zkušeností nástupci. [1]

1.2.3.6 Vizuální kontrola

Používají se jednoduchá vizuální znamení, která umožní okamžitě a snadno lidem určit, zda se pohybují v rozmezí standardních podmínek nebo jsou už v oblasti chyb. Na pracovišti se vytvoří jednoduché vizuální systémy podporující princip toku a tahu. Písemné zprávy se omezí na jeden list papíru všude tam, kde je to možné. Opatření se týká i nejdůležitějších finančních rozhodnutí. [1]

1.2.3.7 Použití pouze důkladně prověřených technologií prospívajících lidem i procesům

Technologie se užívá k podpoře lidí nikoliv k jejich nahrazení. Často je nejlepší nejdřív manuální proces navrhnout a následně přidat podpůrnou technologii. Zavedení nové technologie je často nesnadné kvůli počáteční nespolehlivosti a obtížnému zavedení standardů. Tím může nová technologie výrazně narušit plynulost toku. Z tohoto důvodu má prověřený dobře fungující proces přednost před novou neprověřenou technologií. Před začleněním nové technologie do výrobního systému je nutné její prověření v provozních podmínkách. Pokud je technologie důkladně posouzena a prověřena a má potenciál zlepšit procesní tok, rychle se implementuje. [1]

1.2.4 Zvyšování hodnoty organizace pomocí rozvoje vlastních lidí a partnerů

1.2.4.1 Vychovávání vůdčích osobností, které stoprocentně rozumí své práci, žijí firemní filozofií a šíří ji mezi ostatní

Je lepší vůdčí osobnosti vychovávat z lidí ve firmě než je přebírat z vnějšího prostředí. Vůdci musí být ztělesněním filozofie firmy a jít příkladem ostatním lidem a umět s nimi dobře jednat. Dobrý vůdce musí výborně rozumět každodenní práci, aby mohl být nejlepším učitelem ostatním. [1]

1.2.4.2 Rozvoj výjimečných lidí a týmů řídících se filozofií firmy

Založí se silná a stabilní kultura sdílení firemních hodnot, aby se jimi mohli lidé řídit. Dbá se na neustálé upevňování firemní kultury. Je snaha, aby výjimeční pracovníci a týmy pracovali v duchu firemní filozofie a podávali výjimečné výsledky. Pomocí týmové práce se dosahuje společných cílů. Využívá se mezioborových týmů k navyšování jakosti a produktivity. [1]

1.2.4.3 Pomoc zlepšovat se širšímu okruhu svých partnerů a dodavatelů

S partnery a dodavateli se jedná jako s rozšiřující součástí firmy. Podněcují se k růstu a rozvoji, k tomu se jim dopomáhá. [1]

1.2.5 Rozvoj organizačního učení díky neustálému řešení problémů

1.2.5.1 Přesvědčit se na vlastní oči (genchi a genbutsu)

Informace k řešení problémů a zlepšování procesů se získávají přímo u zdroje. Nespoléhá se na zprostředkované informace od jiných lidí nebo monitoru. Přesvědčit se o věcech na vlastní oči by měli i vrcholoví manažeři, aby neměli jen povrchní znalosti. [1]

1.2.5.2 Rozhodnutí se přijímá pomalu po zvážení všech možností a na základě široké shody, implementuje se však rychle

Důkladně se zváží alternativy. Na zvolenou cestu se vydá rychle, ale opatrně. Nemawashi je proces prodiskutování problémů se všemi lidmi, kterých se týká. Společně navrhnou náměty a dojdou k řešení na základě širší shody. Tento proces je velice náročný a časově nákladný, ale pokud se nějaký návrh přijme, má snadnou půdu pro implementaci. [1]

1.2.5.3 Stát se neustále se učící organizací

Po zavedení stabilního procesu je snaha pomocí nástrojů neustálého zlepšování (kaizen) odhalovat příčiny neefektivnosti. Přijímají se nápravná opatření. Vytváří se procesy bez nutnosti velkých zásob. Všichni pak snadno uvidí časové ztráty a plýtvání zdroji. Motivují se zaměstnanci, aby v případě odhalení ztráty, tyto ztráty odstranili na základě neustálého zlepšování procesu. Firemní znalosti se ochraňují tím, že se vytvoří stabilní základna zaměstnanců, kteří budou pomalu povyšovat. Pečlivě se promýšlí nástupnictví ve funkcích. V klíčových fázích a po dokončení projektu se užívá reflexe. Určují se všechny nedostatky v projektu. Vytvoří se protiopatření, které zamezí opakování stejných chyb. Nový projekt je lepší začínat pomocí standardizovaných ověřených postupů, než začínat od úplného počátku. [1]

1.2.6 Závěr

Pokud se firmy budou řídit jen několika málo zásadami celkové koncepce firmy Toyota, dosáhnou krátkodobých skokových zlepšení, která však budou v dlouhodobém horizontu neudržitelná. „Štíhlost“ je vhodná pro každý typ podniku. Nejde o to kopírovat přesně to, co používá firma Toyota ve svých továrnách, nýbrž je třeba použít soubor opatření a rozpracovaných zásad, které jsou vhodné pro daný podnik. Těch je třeba se pečlivě dlouhodobě držet. Tím se organizaci i zákazníkům přidává hodnota. Díky tomu bude organizace konkurenceschopná a zisková. [1]

1.3 Metody a pojmy štíhlé výroby

1.3.1 Plýtvání

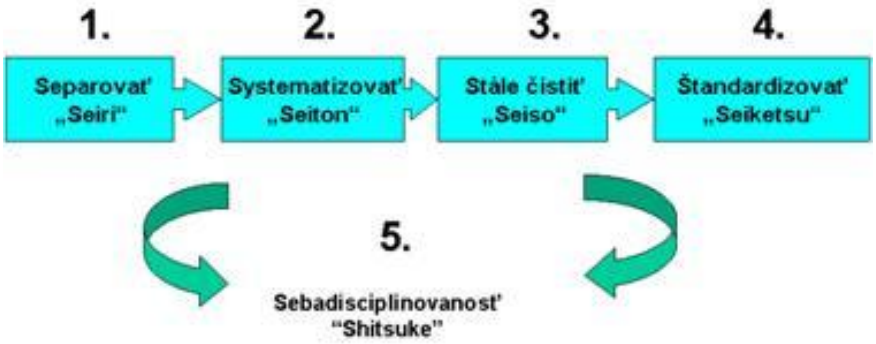
Plýtvání je vše, co nepřidává výrobku hodnotu, avšak přidává náklady. O tom, co je u daného výrobku potřeba a tudíž přidaná hodnota a co je zbytečné rozhoduje zákazník. Jako zbytečné pak lze označit vše, za co není zákazník ochoten zaplatit. Eliminací plýtvání lze docílit snížení nákladů. Tohoto stavu není jednoduché dosáhnout, ale díky kombinaci různých metod se může podařit plýtvání snížit na minimum.

Plýtvání můžeme rozdělit na:

- čekání (na materiál, na informace, na seřízení, na stroj)
- chyby (chybné zadání, neshodné výrobky)
- zásoby (nadbytečné zásoby rozpracované výroby nebo hotových výrobků)
- nadvýroba (výroba většího množství než spotřebuje další výrobní článek)
- nadměrné zpracování (vyšší jakost než je třeba)
- přeprava (zbytečná přeprava, skladování)
- pohyby (nepotřebné pohyby)

1.3.2 5S

Účelem metody 5S je zabránit plýtvání na pracovišti. Používá se k standardizaci procesů a vytvoření štíhlého pracoviště. Plýtvání se vyskytuje na každém pracovišti. Při budování štíhlého podniku je metoda 5S často prvním nástrojem použití. Je vhodná pro výrobní a servisní podniky. Metoda 5S zviditelňuje plýtvání. Právě pomocí této metody se dobře odhalí a zároveň vyřeší plýtvání. Název metody pochází z japonštiny z počátečních písmen pěti úkonů této metody. Jednotlivé kroky jsou zobrazeny na obrázku číslo jedna.



Obr. 1 – Metoda 5S [2]

Separovat – Seiri

Všechny položky na pracovišti je třeba roztřídit do tří skupin. V první skupině jsou věci potřebné k výrobnímu procesu na pracovišti, přidávají výrobku hodnotu. Do druhé skupiny jsou zařazeny věci, které se používají jen někdy a je třeba je přemístit. Do třetí

skupiny spadají nepotřebné věci, které hodnotu nepřidávají, a je třeba je odstranit. Při tomto třídění se údaje zapisují do červených kartiček v kartě pracoviště.

Systematizovat – Seiton

V tomto kroku je třeba určit správné umístění položkám z předchozího bodu. V úvahu se musí vzít pohyby pracovníků, skladové plochy atd., aby se minimalizovalo plýtvání. Je vhodné správné umístění položek zakreslit do layoutu nebo zakreslit čarami na podlaze či podložce a tím vytvořit standard layotu pracoviště. Také se určí počet jednotlivých položek a jejich soupis ve skříních.

Stále čistit – Seisto

V tomto kroku se pracoviště vyčistí. Do formuláře standardu čistého pracoviště se určí a zapíše, které plochy a oblasti se budou čistit, kdo je bude čistit, jak často, kdy a čím.

Standardizovat – Seiketsu

Ve čtvrtém kroku se musí standardizovat předchozí tři kroky a tím celková péče o pracoviště. Vznikne vizuální standard pracoviště, který ukazuje obrázek číslo dva.

Obr. 2 – Standard pracoviště [2]

Sebedisciplinovanost – Shitsuke

Je vhodné lidi z pracoviště přizvat k vytváření 5S, aby byli zapojeni do procesu navrhování změn a následně dodržovali navržené standardy 5S a tím eliminovali plýtvání na pracovišti. Je vhodné zavézt kontrolní karty, do kterých budou pracovníci vykonané činnosti zapisovat a potvrzovat svým podpisem.

Přínosy:

- „*snížení pracovního prostoru o 20 – 40 %;*
- *snížení zásob na pracovišti o 80 %;*
- *zlepšení kvality o 10 – 20 %;*
- *zkrácení času na hledání o 50 %;*
- *zkrácení času náběhu o 10 – 15 %;*
- *zkrácení montážních operací o 30 %;*
- *zlepšení podnikové kultury apod.*“ [2]

Dalším velkým přínosem je, že při předávání pracoviště mezi směnami všichni vědí, v jakém stavu má být pracoviště předáno a jak ho mají udržovat.

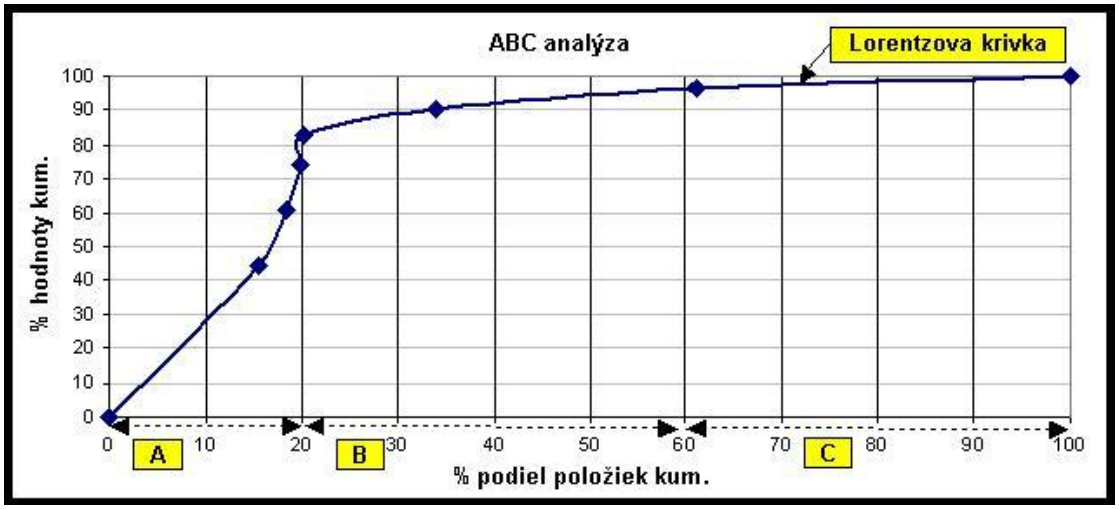
1.3.3 6S

Metoda 5S je rozvinuta o další krok a tím je bezpečnost. Je kladen důraz na značení a přístupnost všech bezpečnostních zařízení. Cílem je předcházet pracovním úrazům.

1.3.4 ABC analýza

ABC analýza vychází z principu, že celkový problém podstatně ovlivňuje jen několik faktorů. Toto vyplývá z Paretova pravidla. Paretovo pravidlo říká, že zhruba 80 % všech důsledků způsobuje 20 % příčin. Na příklad 20 % výrobků firmy se podílí z 80 % na obratu nebo 80 % poruch je způsobeno 20 % celkových příčin poruch. ABC analýza má široké využití. Je vhodná k efektivnímu řízení zásob. Výrobky se seřadí podle míry vlivu daného parametru. Roztřídí se do tří skupin A, B a C. Běžně se používá dělení, kdy výrobky typu A ovlivňují faktor z 80 %, typu B z 15 % a typu C z 5 %. Položkám typu A je

věnována největší péče, protože i malá změna v této skupině má razantní dopad. Příklad grafu ABC analýzy je znázorněn na obrázku číslo tři.



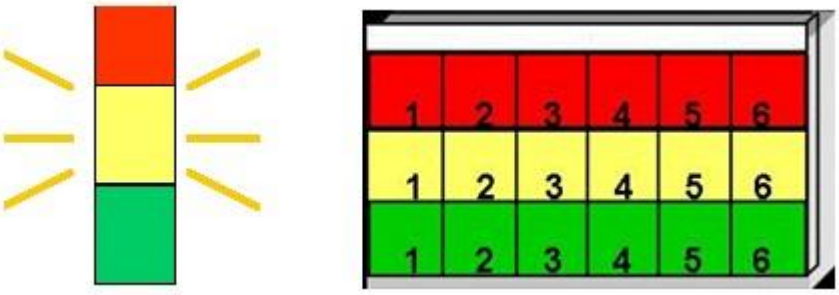
Obr. 3 – ABC analýza [2]

1.3.5 ANDON

ANDON slouží k okamžitému informování operátora v případě výskytu abnormality v procesu. Systém umožní obsluze pružně reagovat na vzniklý problém. Používá se při přeměně na štíhlé zařízení. Ukázka ANDON zařízení je na obrázku číslo čtyři.

Nejpoužívanější formy systému ANDON:

- semafor
- zvukový signál
- kontrolní desky [2]



Obr. 4 – ANDON [2]

1.3.6 Autonomní údržba

Obsluha strojů a zařízení se zapojí do procesu běžné údržby jako je čištění, mazání a kontrola. Využívá se znalosti obsluhy chodu stroje, tím dokáže odhalit nepravidelnosti v chodu dříve, než přijde porucha. Prevence má zabránit vzniku chyb, poruch a úrazů. Tři základní principy prevence jsou údržba normálních podmínek, včasné odhalení abnormalit a okamžitá reakce na abnormality.

1.3.7 CEZ (OEE)

CEZ je zkratka pro celkovou efektivitu zařízení.

Efektivitu zařízení snižuje 6 velkých ztrát:

- poruchy zapříčiněné chybou na zařízení
- řazení a ustavování
- běh na prázdno, přestávky
- snížení rychlosti oproti předpokladu
- chyby v procesech – zmetky a opravy
- redukce času – od zapnutí stroje po stabilní provoz [2]

$$CEZ = D \times V \times Q$$

D – disponibilita; V – výkonnost; Q – kvalita

V našich podmínkách se CEZ pohybuje mezi 30 až 60%. Nejlepší podniky dosahují 85%. [2]

1.3.8 DBR

Název je zkratka drum-buffer-rope. V překladu znamená buben-zásobník-lano. Metoda se používá k synchronizaci toků. Úzké místo symbolizuje buben a udává rytmus práce celku. Před úzkým místem je zásobník, který zabezpečuje plynulý chod. Mezi úzkým

místem a vstupem do systému je zpětná vazba – lano. Lano na principu tahu zabezpečí díly z předchozích pracovišť.

1.3.9 DMAIC

DMAIC je zkratka anglických slov Define – Measure – Analyse – Improve - Control. Jedná se o postup zlepšování a metodu řízení projektů.

První je fáze definování. Definuje se produkt nebo proces, který se bude zlepšovat. Je třeba odpovědět na otázky: Kdo je náš zákazník a co očekává? Detailně se zdokumentuje problém, rozdělí se úkoly a zodpovědnost ve firmě, stanoví se cíle a milníky.

Druhou fází je měření. V této fázi je třeba odhalit, jak dobře funguje stávající systém. Sbírají se data vhodná pro analýzu v dalším kroku.

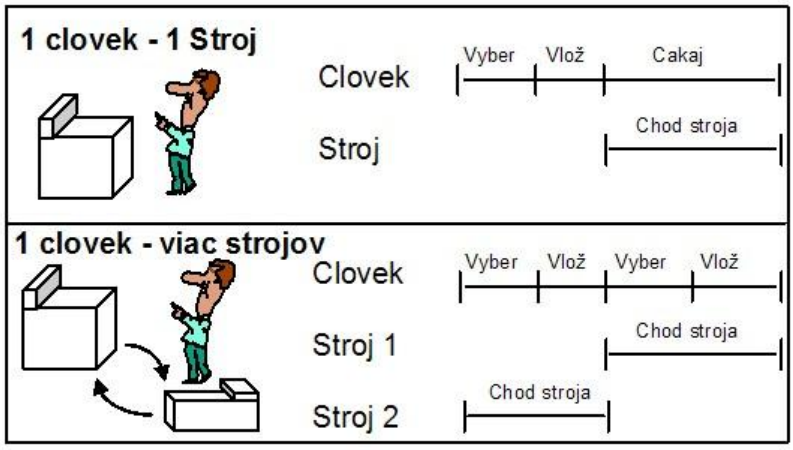
Třetí fází je analýza. Po provedení analýzy se zjistí, kde dochází k plýtvání a jaké jsou příležitosti pro zlepšení, kde dochází k hlavním problémům a zda výsledky analýzy nezměnily definování problému.

Čtvrtá je fáze zlepšování. Navrhují se způsoby zlepšení procesů. Vybere se nejlepší alternativa zlepšení a ta se implementuje.

Pátou fázi představuje řízení. Monitorují se a standardizují zlepšovací opatření. Cílem je trvalé udržení zlepšení.

1.3.10 Jidoka

Jidoka podporuje autonomnost pracoviště. Převádí kontrolní činnost z člověka na stroj. Když rozpozná abnormalitu v procesu, rychle reaguje, výroba se přeruší a následuje náprava problému. Tím dosahuje maximální kvality v procesu. Výhodou je oddělení lidské a strojní práce. Člověk pak může obsluhovat více zařízení jako na obrázku číslo pět.



Obr. 5 - Jidoka [2]

1.3.11 Kaizen

Jedná se o japonskou metodu. Pochází ze slov kai – změna a zen – dobrý. Kaizen se snaží o neustálé zlepšování, tedy změnu k lepšímu ve všech oblastech. Týká se všech lidí v organizaci, od nejvyššího managementu po běžné zaměstnance. Jde o kontinuální činnost. Stojí na myšlence, že vždy je co vylepšovat.

1.3.12 Kanban

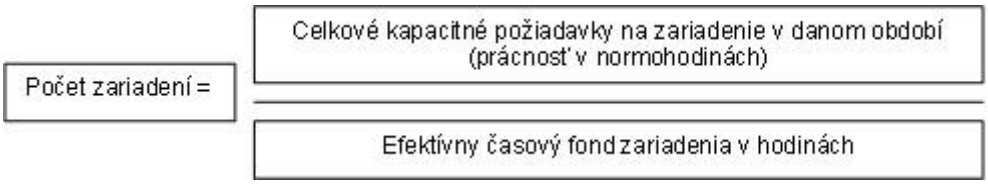
Kanban je technologie řídící výrobu pomocí principu tahu. K tomuto účelu se používají karty, které zabezpečují informační tok. Z toho i vznikl název metody. Kanban znamená japonsky karta. Karta funguje jako objednávka

Vytváří se propojené dvojice dodavatele a odběratele. Každé pracoviště je zároveň dodavatel pro následující pracoviště a plní jeho objednávky a zároveň odběratel pro předchozí pracoviště, kterému pomocí karty předá své požadavky na materiál a polotovary. Vyrábí se jen to a v takovém množství, co je dáno kartou. Nedochází k tvorbě zásob.

Tento systém umožňuje pružně reagovat na objednávky zákazníka, snižuje zásoby rozpracované výroby, tím i skladovací prostory, snižuje náklady a zpřehledňuje informační tok.

1.3.13 Kapacita

Smyslem kapacitních propočtů je stanovit počet strojů, pracovníků, manipulačních zařízení, velikost skladovacích prostor a výrobní plochy. Počet se stanovuje pomocí vzorce na obrázku číslo šest.



Obr. 6 – Výpočet kapacity [2]

Počet strojů lze vypočítat vztahem:

$$k = \frac{N.Q}{60.EF.KPN}$$

k - počet strojů nebo pracovníků

N - výkonová norma (Nmin/ks)

Q - celkové množství

EF - efektivní časový fond (hod/rok)

KPN - koeficient plnění výkonových norem [2]

1.3.14 POKA YOKE

Je metoda zabraňující vzniku chyb lidským faktorem. Jsou nainstalovány jednoduché prvky, které umožní operaci provézt jediným a to správným způsobem. Opatření POKA YOKE kontrolují, varují a vypínají proces v případě zjištění chyby, aby se kvalita vyráběla na poprvé.

1.3.15 Standardizace procesů

Je základem pro štíhlou výrobu. Využívá se především metody 5S. Standardizované procesy je třeba podpořit vizuálním managementem.

1.3.16 Štíhlost – Lean

Hlavním principem štíhlosti je definování plýtvání neboli procesů, které nepřidávají hodnotu, a zákazník za ně není ochoten platit. Ty je potřeba odstranit. Důležité je pochopit filozofii. Způsobů, jak se dopracovat k cíli, je mnoho. Pomoci může celá paleta nástrojů. Různé firmy používají různé nástroje. Výsledky štíhlosti lze shrnout do pojmů redukce času a nákladů a zvýšení kvality. Princip štíhlosti lze aplikovat na celou řadu oblastí jako na příklad logistiku, výrobu, administrativu či vývoj.

1.3.17 TOC

TOC je zkratka anglických slov Theory of Constraints. Znamená teorii omezení, ve výrobě se používá termín úzké místo, které brání systému zvýšit výkonnost. Je to výborný nástroj na dosažení maximálního zisku. Procesy ve firmě jsou na sobě závislé a lze je přirovnat k řetězu. Řetěz je tak silný jako jeho nejslabší článek. Aby se posílil řetěz, musí se posílit nejslabší článek. Posílení jakéhokoliv jiného článku na sílu celku nemá vliv. Podobně ve výrobě, když se zlepší průchodnost na úzkém místě, zvýší se výkon celého systému.

2 Úvod do praktické části

Miroslav Gajdoš potřeboval náhradní díly na své veterány a nemohl je nikde sehnat. Proto se rozhodl si je vyrobit sám. Jiní majitelé veteránů si potupně všimli jeho práce a začali si díly u něj objednávat. Tak začal vyrábět díly pro veterány na zakázku. Především se jedná o hliníkové a nerezové profily na karoserie automobilů.

Ve volném čase se začal věnovat obrábění. Pro radost si koupil CNC soustružnické automaty SRU40 a SPRY16 a CNC frézku TOS FGSQ 40. Stroje si pořídil pro zábavu. Zakázky postupně začaly přibývat a Miroslav Gajdoš se rozhodl věnovat se obrábění profesionálně.

Zákazníkům nabízí frézování, soustružení, broušení, výrobu profilů z tenkých plechů válcováním a ohýbáním a mechanické leštění na kotoučích. Vyrábí náhradní díly pro stroje a pro technická zařízení, strojní součástky a součástky k zařízením.

V nedávné době se rozhodl přestěhovat provozovnu do Dobrovice do nové výrobní haly. Právě pro tuto halu se bude navrhovat nový výrobní program, kterým se zabývá tato práce.

3 Definice projektu

Miroslav Gajdoš dostal poptávku na zhotovování osvětlených skleněných poliček. Pro jeho firmu to je zcela nový typ produktu. Jde o sériovou výrobu. Koncová firma požaduje dodat 1000 kusů za měsíc. Šlo by o dlouhodobou časově neohraničenou spolupráci.

Jeho firma je malá a proto může na tento produkt uvolnit pouze jednoho pracovníka, který musí zvládnout celý proces sám. Tomu se musí přizpůsobit pracoviště.

Provede se měření časového průběhu montáže. Pokud nebude pracovník dostatečně vytížen, dostane další úlohy na jiných pracovištích. Ovšem pokud by jeden člověk nestíhal výrobu v potřebném množství, je třeba návrh přepracovat, tak aby to časově vycházelo.

Je třeba navrhnout technologii výroby. Rozhodnout, které díly se budou nakupovat a co se bude vyrábět přímo ve firmě.

Zanalyzují se stroje a nástroje, které jsou potřeba. Zkontroluje se, zda se ve firmě nenalézají nějaká zařízení, stroje nebo nástroje, které je možné využít.

Zjistí se plocha, která je k dispozici. Následně se navrhne uspořádání výroby.

Na závěr se návrh ekonomicky zhodnotí.

4 Analýza současného stavu

Jde o návrh výroby zcela nového výrobního artiklu. Ve stávající produkci firmy se ani žádný podobný produkt nevyskytuje. Nelze tedy výrobu nikam přidružit ani využít stávající pracoviště.

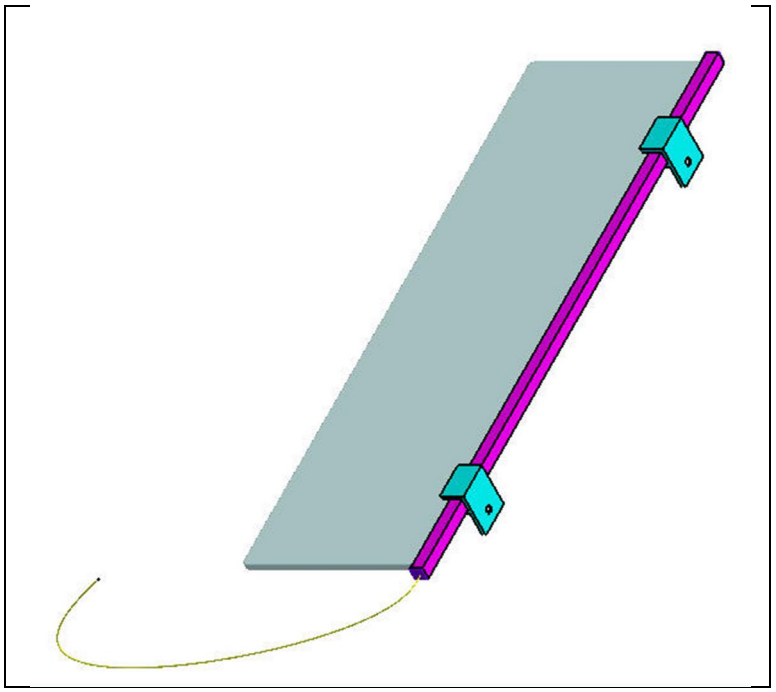
Vzhledem k tomu, že poměrně nedávno Miroslav Gajdoš svou firmu přestěhoval do nové výrobní haly, je k dispozici hodně místa a v návrhu pracoviště se nemusíme nikterak omezovat předdefinovanou plochou.

Nemusíme se ohlížet na stávající výrobu. Máme tedy naprosto ideální podmínky projektu na zelené louce.

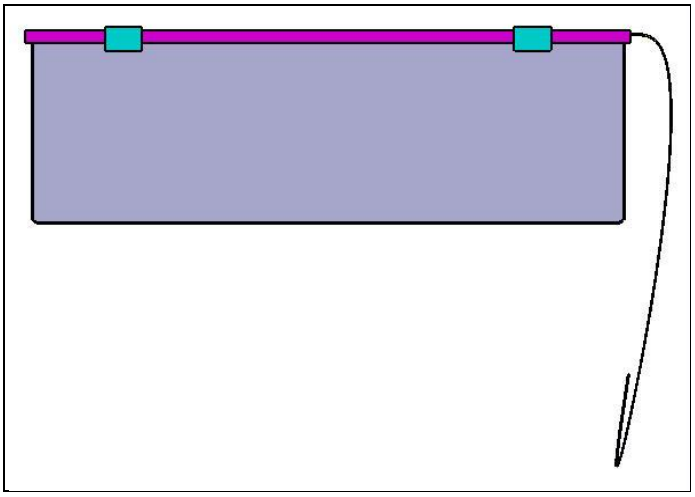
5 Představení produktu

Produkt, kterým se tato práce zabývá, je montovaná skleněná polička s integrovaným LED páskem. Polička je dlouhá 496 mm a široká 155 mm. LED pásek je schovaný v hliníkovém U profilu. Do U profilu je nalepené i sklo, které je prosvětlováno zmíněným LED páskem. Výsledným efektem jsou svítící hrany skla. Polička je zobrazena na obrázcích sedm až deset.

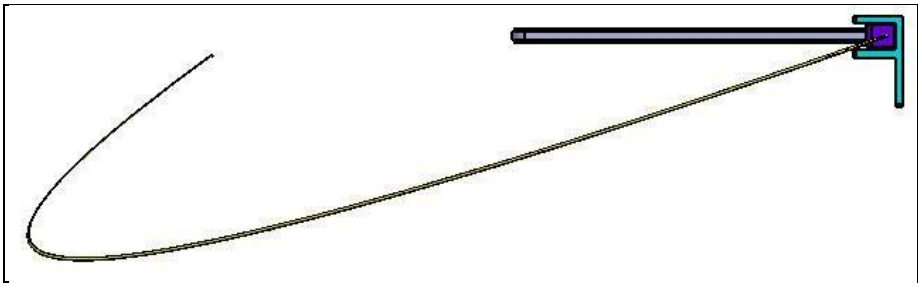
Pokud by se ukázalo, že je o produkt velký zájem ze strany zákazníků, je do budoucna možné výrobu rozšířit o různé varianty produktu. Na příklad volit různou barvu hliníkového profilu použitím různého typu eloxování nebo použít barevné či pískované sklo. Mohl by se změnit i rozměr police.



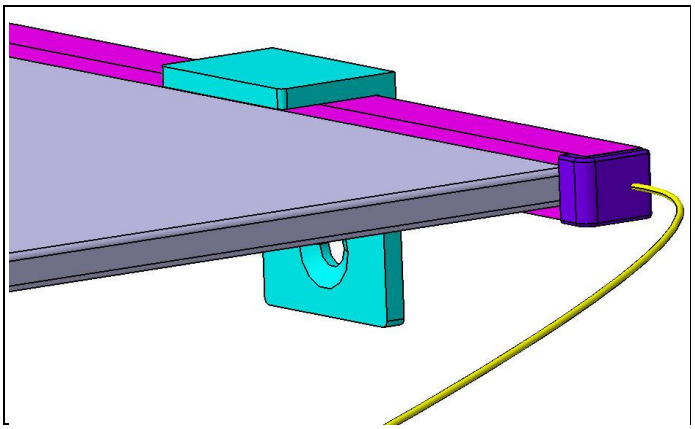
Obr. 7– Model poličky – ISO pohled [vlastní zpracování]



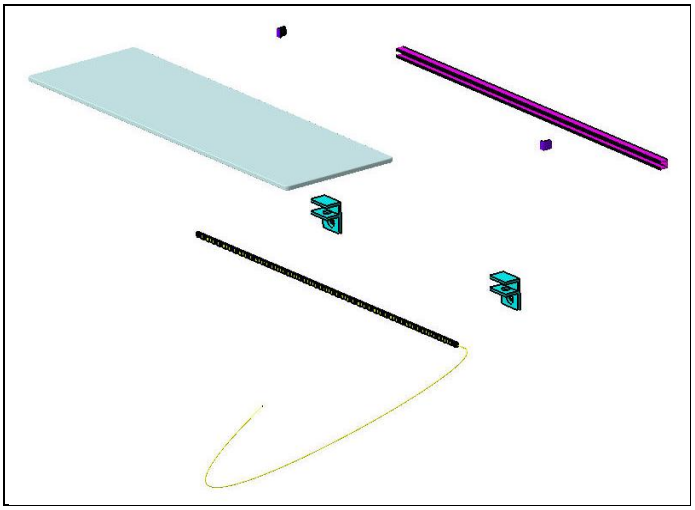
Obr. 8 – Model poličky – pohled shora [vlastní zpracování]



Obr. 9 – Model poličky – pohled z boku [vlastní zpracování]



Obr. 10 – Model poličky – detail [vlastní zpracování]



Obr. 11 – Model poličky – rozpad [vlastní zpracování]

Jak je vidět na obrázku číslo jedenáct, polička se skládá z několika částí. Jsou to lepená skleněná deska, hliníkový eloxovaný tažený U profil, chromované držáky, čílka, LED pásek s vodičem a šrouby. V tabulce číslo jedna je rozepsán kusovník.

Tab. 1 – Kusovník [vlastní zpracování]

KUSOVNÍK – OSVĚTLENÁ POLIČKA	
Počet [ks]	Název komponentu
1	hliníkový eloxovaný tažený U profil
1	lepené zabroušené sklo
1	LED pásek s lepicí páskou a vodičem
1	plastové čílko
1	plastové čílko s otvorem pro kabel
2	chromovaný držák
2	pozinkovaný šroub bez hlavy rovný M10
PŘÍSLUŠENSTVÍ	
2	pozinkovaný torx šroub se zápustnou kuželovou hlavou M6x30
2	hmoždinka M6

6 Technologický postup

6.1 Příprava jednotlivých komponent pro montáž, nakupované díly

6.1.1 Hliníkový tažený eloxovaný U profil

Pro nově vyráběnou poličku se použije hliníkový tažený eloxovaný U profil. Eloxování je povrchová úprava hliníku. Působením elektrolytické oxidace vznikne na povrchu tenká vrstvička, která chrání hliník před další korozí a zároveň materiál zušlechťuje. Profil je pevnější, odolnější vůči mechanickému poškození a důležité je i estetické hledisko. Je možné vyrobit různě barevnou vrstvu. Většinou se používají roztoky kyselin za použití elektrického proudu. Zvenku bude profil chráněný fólií proti poškrábání. Fólie se odstraní až při montáži.

Pro naše účely bude nakupovaný díl již eloxovaný hliníkový profil, který se bude řezat na potřebnou délku. Z provozních důvodů kvůli snadné manipulaci se zvolí třímetrová délka nakupovaného profilu.

Profily by se mohly řezat na příklad pomocí vodního paprsku, ale to je příliš drahé. K řezání profilu se proto použije NC kotoučová pila se zásobníkem.

Jednotlivé nařezané kusy je třeba odjehlit. Tím se strhne hranka, aby profily nebyly tak ostré. Pokud by se jednalo o malosériovou výrobu, dal by se použít pilník. Ale vypadalo by to neprofesionálně. Pro zrychlení procesu a docílení kvality se zvolí strojní odjehlování pomocí kartáčků. Použije se k tomu kartáčové odjehlovací zařízení.

Další operací je odmaštění a vyčištění vnitřku profilu. K této činnosti se použije hadr namočený v technickém benzínu.

Nakonec se profily vyskládají do připravené palety nebo na stůl. Záleží na zvoleném uspořádání pracoviště.

6.1.2 Lepené sklo

Kvůli zajištění bezpečnosti v případě nehody a mechanického poškození poličky, se použije sklo lepené ze dvou tabulí skla s mezivrstvou fólie. Sklo má větší pevnost a v případě rozbití drží sklo pohromadě fólie, aby střepy nikoho nezranily. Z bezpečnostního hlediska je také nutné zabrousit hrany skla.

Pro tento díl se použije outsourcing. Sklenář dodá nařezané a zabroušené sklo v požadovaných rozměrech.

6.1.3 LED pásek s kabelem

Sklo police bude zezadu prosvětlovat LED pásek o napětí 12V. K němu je napájen vodič. Tenhle komplet přichází na montážní pracoviště jako celek.

Aby pracovník nemusel být kvalifikovaný na práci s elektrickými zařízeními, toto bude také nakupovaný díl.

Připojení zdroje s výstupním napětím 12V není předmětem této zakázky. Ten si přes WAGO svorky napojí až elektrikář. Zrovna tak přívodní kabel s vidlicí do zásuvky. Je to z toho důvodu, že zákazník může instalovat různý počet polic.

6.1.4 Plastové čílko

Jde o pohledový díl zakončující z jedné strany hliníkový profil. To bude také nakupovaný díl.

6.1.5 Plastové čílko s otvorem pro kabel

Zakončuje hliníkový profil z druhé strany. Zároveň čílkem prochází kabel k LED pásku.

6.1.6 Chromované držáky

Dva chromované držáky slouží k upevnění samotné poličky na zeď. K poličce jsou zespod přišroubovány pomocí rovných pozinkovaných šroubů bez hlavy. Šrouby mají závit M10. Dalšími dvěma torx šrouby M6x30 se zápustnou kuželovou hlavou se následně přišroubuje polička na zeď.

Tento díl se také bude vyrábět na zakázku.

6.2 Technologický postup montáže

6.2.1 Nalepení LED pásku do hliníkového U profilu

Strhne se ochranná páska a na dno vnitřní strany hliníkového U profilu se nalepí pomocí lepicího proužku LED pásek.

6.2.2 Nalepení skla

Sklo je potřeba nalepit do hliníkového profilu v dostatečném odstupu od LED pásku. Pro usnadnění lepení jsem navrhla jednoduchý přípravek.

6.2.3 Nasazení čílek

Sejme se ochranná fólie z eloxovaného U profilu. Otvorem v jednom čílku se protáhne kabel a čílko se nacvakne pomocí klipů. Na druhou stranu se nacvakne čílko bez otvoru.

6.2.4 Nasazení chromovaných držáků

Na poličku se ze strany profilu nasadí oba dva chromované držáky a zašroubují se. K docílení přesné polohy držáků slouží k tomu určené zarážky namontované na montážním stole.

6.2.5 Vyleštění

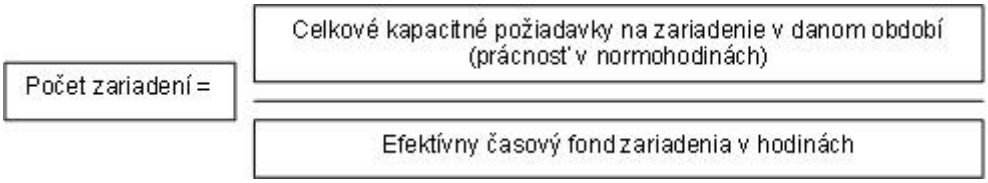
Před samotným balením je nutné poličku řádně vyčistit pomocí hadru a čističe na sklo.

6.2.6 Balení

Každá polička je zabalena do bublinkové fólie a vložena do kartonové krabice. Mezi krabici a poličku jsou vkládány polystyrenové desky, aby se zabránilo rozbití skla. Součástí balení jsou i šrouby a hmoždinky sloužící k připevnění police na zeď. Dva šrouby se zápustnou hlavou se závitem M6 a dvě hmoždinky se dají do igelitového sáčku. Sáček se sešije sešívačkou a přidá do krabice.

6.3 Kapacitní propočty

V této kapitole se vypočítá potřebná kapacita zařízení. Zjistí se, kolik je potřeba jednotlivých strojů. Propočítá se, zda jeden pracovník zvládne sám vyrobit potřebné množství výrobků v daném čase. Požadované množství je dodat 1 000 poliček měsíčně.



Obr. 12 – Výpočet kapacity [2]

Počet strojů lze vypočítat vztahem:

$$k = \frac{N.Q}{60.EF.KPN}$$

k - počet strojů nebo pracovníků

N - výkonová norma (Nmin/ks)

Q - celkové množství

EF - efektivní časový fond (hod/rok)

KPN - koeficient plnění výkonových norem [2]

6.3.1 Výpočet kapacity NC kotoučové pily

Dávku tvoří automatické upnutí a podání jednoho U profilu. Tyto úkony zaberou třicet sekund. Jeden řez a posuv trvá patnáct sekund. Byly zvoleny profily délky tří metrů. Z jednoho profilu se nařeže šest dílů.

$$t_{AC} = 15 \text{ s}$$

$$t_{BC} = 30 \text{ s}$$

$$k1 = \frac{\frac{1}{3} * 1000 * 12}{60 * 1473 * 0{,}85}$$

$$k_1 = 0{,}053$$

$$0{,}053 \text{ x } 100 = 5{,}3$$

Pro výrobu tohoto produktu stačí pořídit jednu NC kotoučovou pilu. Bude tímto výrobkem využita na 5,3 %.

6.3.2 Výpočet kapacity odjehlovacího zařízení

Čas potřebný k začištění jednoho dílu je deset vteřin.

$$t_{AC} = 10 \text{ s}$$

$$k2 = \frac{\frac{1}{6} * 1000 * 12}{60 * 1748 * 0{,}85}$$

$$k_2 = 0{,}022$$

$$0{,}022 \text{ x } 100 = 2{,}2$$

K výrobě poliček postačí jedno odjehlovací zařízení. Bude využito na 2,2 %.

6.3.3 Časový průběh manuálních pracovišť

Provedlo se měření spotřeby času jednotlivých montážních operací a strojního odjehlení, protože při odjehlování také musí pracovat člověk. Získaná data jsou vložena do tabulky číslo 2.

Tab. 2 - Časový průběh manuálních pracovišť

Operace	Naměřené časy [s]										Průměr [s]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vzít profil, odjehlit, vizuální kontrola, odložit	10,3	10,8	10,5	10,2	11,0	10,6	10,9	10,4	10,4	10,3	**10,5**
Namočit hadr do benzínu, vzít profil, vyčistit profil a odložit	16,0	16,5	16,2	15,9	16,0	16,0	16,6	16,2	16,4	15,8	**16,2**
Vzít profil a LED pásek, nalepit LED pásek do profilu	29,0	28,8	29,9	27,8	28,3	29,5	29,2	28,7	28,8	29,4	**28,9**
Připravit přípravek, založit profil, nanést lepidlo, zaklopit dorazy, vložit a zatlačit sklo, vyndat z přípravku, odložit	91,8	89,4	88,5	91,3	92,9	95,9	90,7	91,6	88,4	98,2	**91,9**
Sejmout fólii, provléct kabel čílkem, nasadit	33,4	32,5	33,7	34,6	33,5	32,3	31,8	33,4	32,8	31,7	**33,0**

čílka											
Vložit poličku do dorazů, nasadit držáky, zašroubovat	58,2	59,5	57,8	60,4	59,7	58,5	61,0	60,2	59,0	59,7	**59,4**
Vyčistit a zabalit poličku do fólie	59,5	63,2	61,4	58,5	64,8	64,0	63,8	58,2	62,4	61,0	**61,7**
Vložit šrouby a hmoždinky do sáčku, sešít	20,5	19,8	21,2	21,8	22,0	20,9	21,5	20,3	20,8	19,8	**20,9**
Složit krabici	33,0	32,3	32,8	33,2	31,8	32,9	32,4	31,5	33,7	32,7	**32,6**
Zabalit poličku do krabice, odložit	66,0	65,8	64,6	66,2	63,7	64,3	66,2	63,0	64,1	65,1	**64,9**
Celkem průměr	**420,0**										

Vyrobit celou poličku trvá jednomu člověku 420 vteřin.

Počet sekund k dispozici za jeden pracovní den:

$$7{,}5 \times 60 \times 60 = 27\,000$$

Následuje počet sekund za jeden rok, je odečten nárok na dovolenou a je započítán koeficient plnění výkonnostních norem:

$$27\,000 \times (253 - 25) \times 0{,}85 = 5\,232\,600$$

$$5\,232\,600 : 420 = 12\,458,\ 6$$

Za rok je jeden člověk schopen vyrobit 12 458 poliček.

$$12\,458{,}6 : 12 = 1\,038,\ 2$$

Měsíčně je možno vyrobit 1 038 kusů výrobku. Záleží na tom, kolik je v daném měsíci pracovních dnů.

7 Seznam potřebného vybavení

V tabulce číslo tři jsou uvedeny všechny položky potřebné pro novou výrobní linku. Také je k dispozici informace, zda se dá použít vybavení stávající nebo je nutné ho koupit.

Tab. 3 – Seznam potřebného vybavení [vlastní zpracování]

POTŘEBNÉ VYBAVENÍ		
Položka	**Počet [ks]**	**K dispozici ano/ne**
NC kotoučová pila s dvěma integrovanými svěráky a zásobníkem	1	ne
kartáčové odjehlovací zařízení	1	ne
stůl se silonovou deskou z polyamidu PA6 s mantinely na díly z pily	1	ne
odkládací a montážní stůl s pogumovaným povrchem	2	ne
pracovní stůl	1	ano
montážní stůl s dorazy pro chromované držáky	1	ne
lepicí přípravek	1	ne
židle	1	ano
regál na drobné palety	1	ano
hadr	2	ano
nádoba s benzínem	1	ano
lepidlo	1	ano
štětec	1	ano
imbusový klíč	1	ano
sešívačka	1	ano

odvíječ pásky	1	ne
držák role s fólií s řezákem	1	ne
ochranné pomůcky	1 sada	ano

8 Návrh rozložení pracoviště

8.1 Celkový layout pracoviště

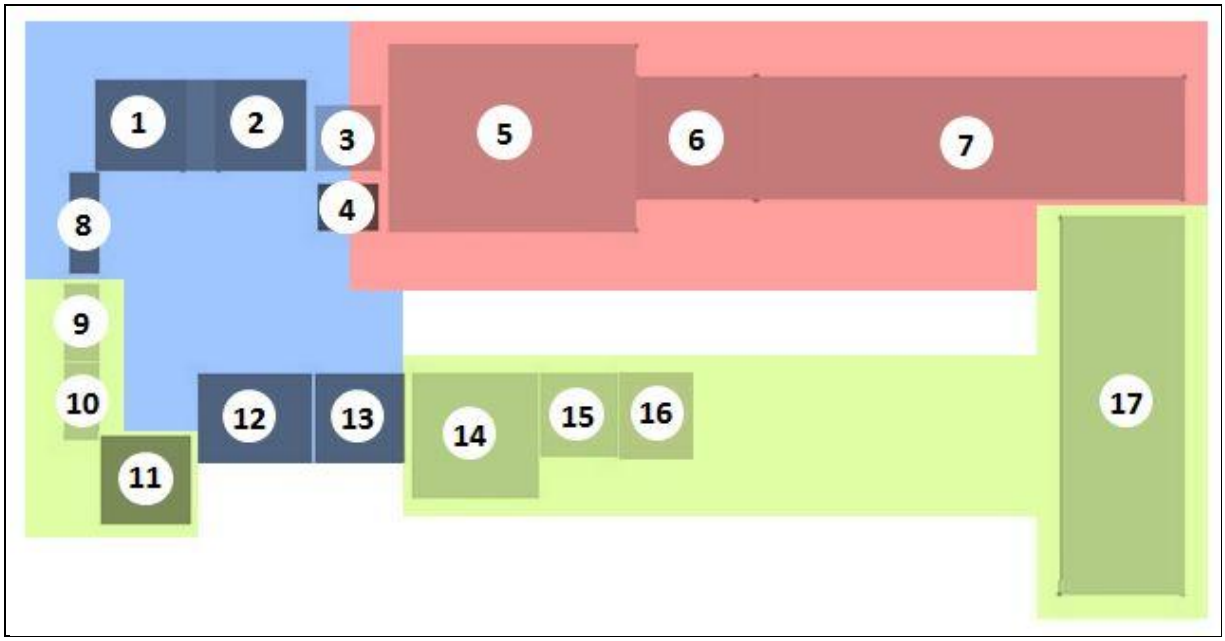
Vychází se z požadavku potencionálního výrobce, že celý výrobek bude zhotovovat jedna osoba. K dispozici je veliká plocha nové haly, proto je možné si dovolit navrhnout uspořádání, jak se uváží za vhodné.

Celé montážní pracoviště je navrženo speciálně jen pro tento produkt. Vzhledem k celkové průběžné době montáže a celkové době řezání a odjehlení hliníkového U profilu je vhodné část s NC kotoučovou pilou a odjehlovací zařízení používat i pro jiné výrobky. Návrh uspořádání výroby osvětlené poličky toto respektuje a umožňuje. Jsou navržena tři různá uspořádání výroby.

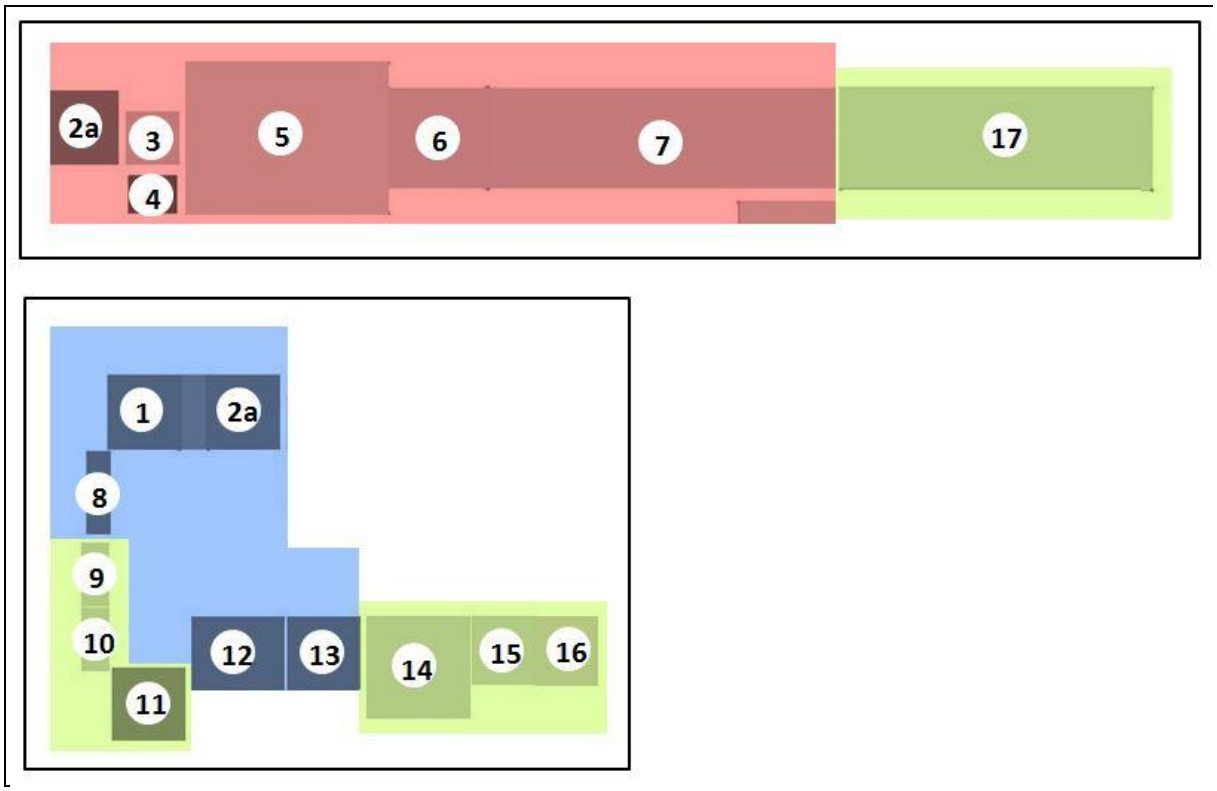
Jak je vidět na obrázcích číslo dvanáct, třináct a čtrnáct layout pracoviště je rozdělen do tří zón. Strojní zóna se nachází v horní části layoutu a je zobrazena červenou barvou. Tato zóna je přístupná samostatně. Návrh A má vedle této strojní části integrovanou i montážní část. V návrzích B a C je strojní část zcela samostatně v jiné části haly. Díly se po strojním opracování vloží do palet a ty se převezou do části haly s manuální montáží poličky.

U návrhu A se samotná montážní pracoviště nachází nalevo od strojní části, na kterou plynule navazují. Jsou zobrazena modrou barvou. Návrh B se liší od návrhu A pouze tím, že jsou naprosto oddělené strojní a manuální zóny v různých částech haly. Návrh C má také obě části oddělené. Ruční pracoviště jsou uspořádána jinak než v návrzích A a B.

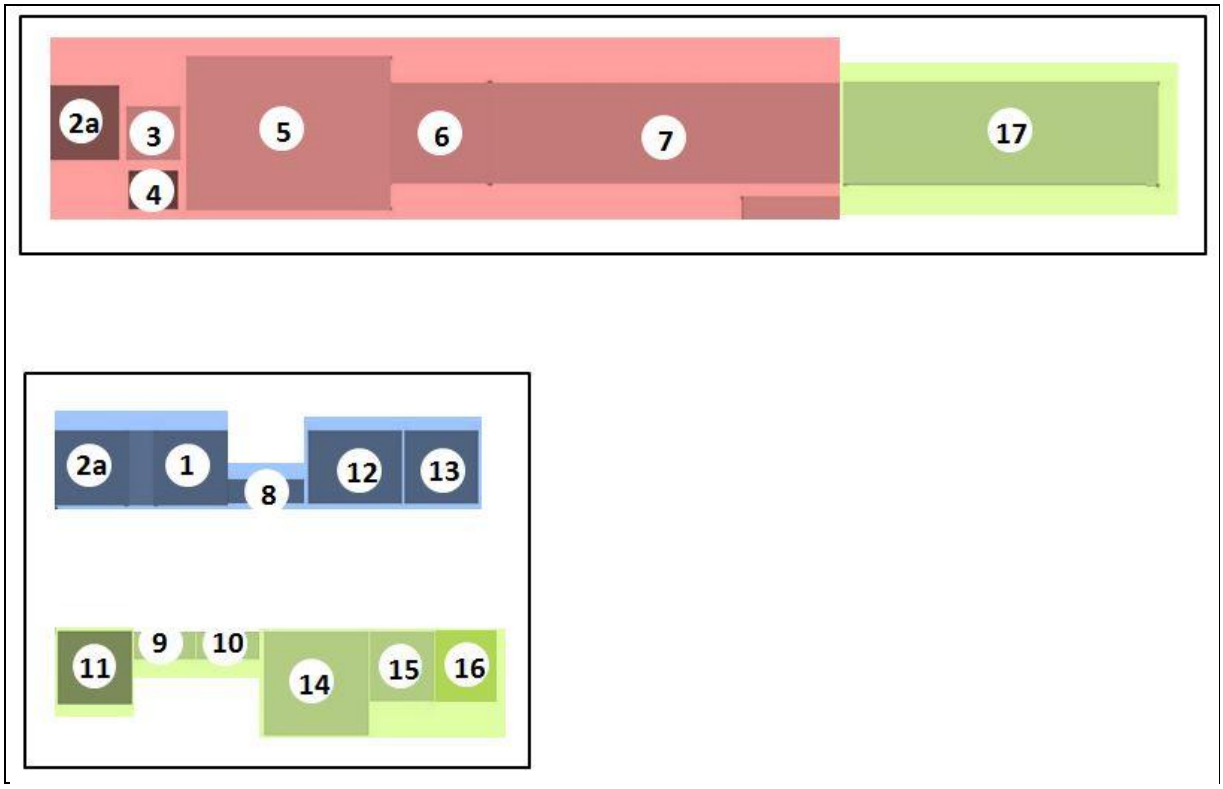
Zelená zóna je logistická. V té se nachází palety s díly a vícepatrový zásobní regál pro malé díly.



Obr. 13 – Návrh A - zóny layoutu [vlastní zpracování]



Obr. 14 – Návrh B - zóny layoutu [vlastní zpracování]



Obr. 15 – Návrh C - zóny layoutu [vlastní zpracování]

Legenda:

modrá – manuální zóna

červená – strojní zóna

zelená – logistická

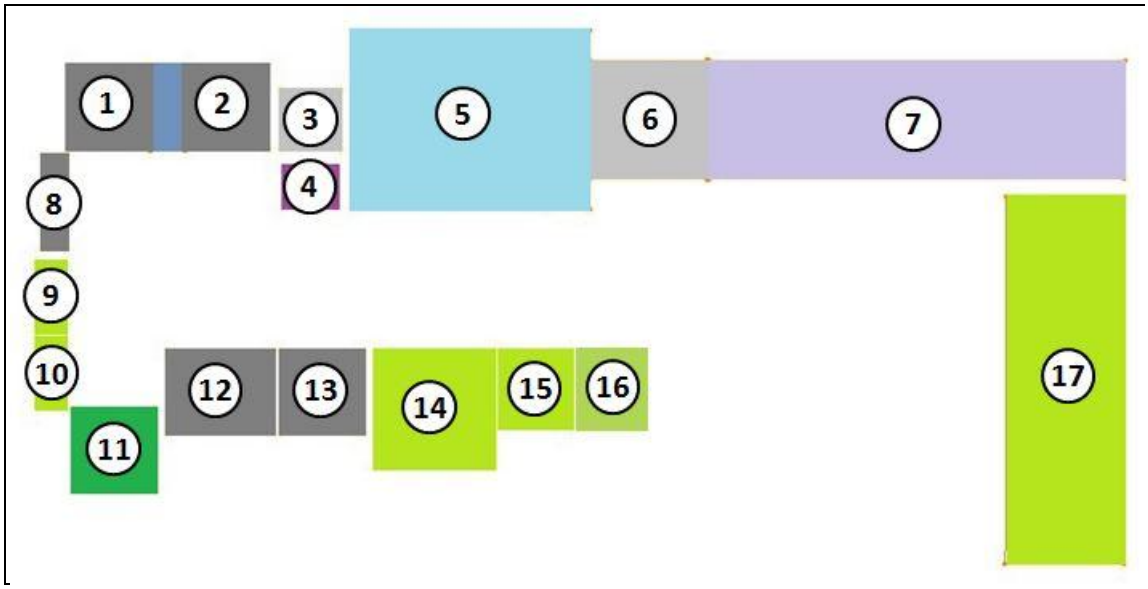
Rozmístění jednotlivých položek je vidět na layoutu na obrázku číslo šestnáct, sedmnáct a osmnáct. V duchu metody vizualizace budou na podlaze nakreslené čáry, kde mají být umístěny palety s díly a vícepatrový zásobní regál pro malé díly. Zakreslená bude i pozice židle. Pracovní stoly, přípravky a stroje mají předdefinovanou polohu layoutem a není potřeba jimi v procesu výroby hýbat.

Všechny díly je možné doplňovat v paletách z jedné strany pracoviště. U NC pily i odjehlovacího zařízení je ponecháno volné místo na palety jiných výrobků pro případ použití těchto strojů i pro další výrobky. Palety jsou v layoutu zobrazeny zeleně.

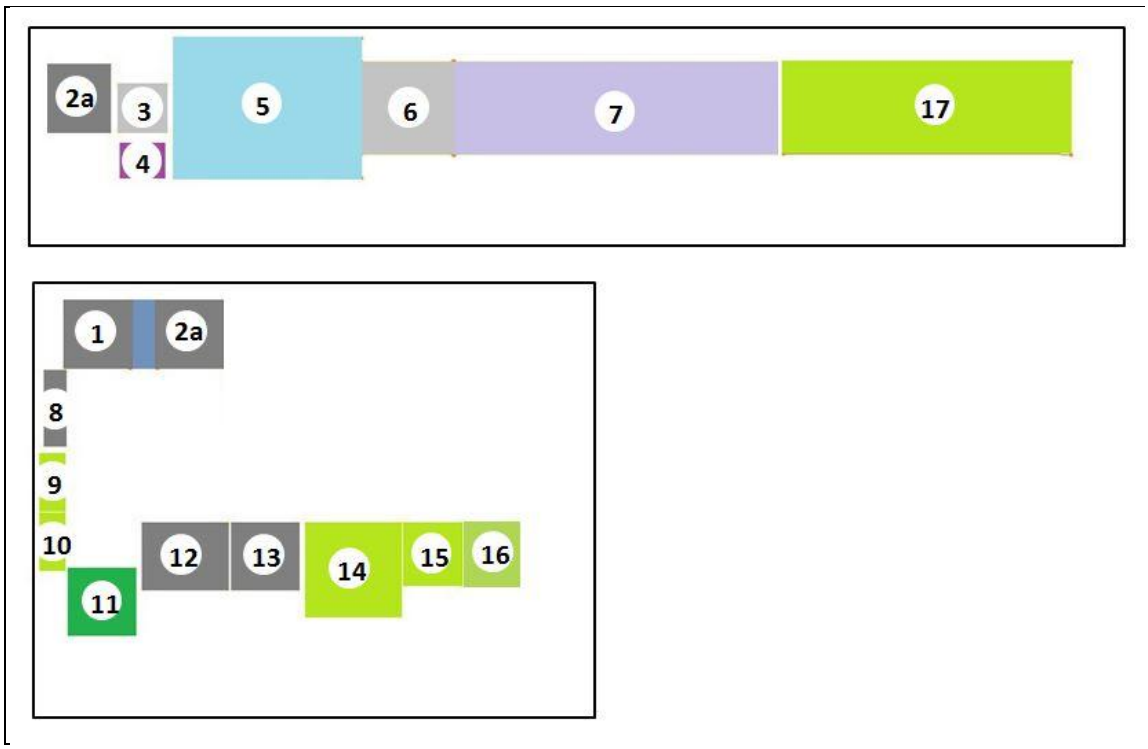
V návrhu A a B jsou manuální pracoviště umístěna do tvaru písmene U, aby nedocházelo ke zbytečnému přesouvání pracovníka i materiálu a rozpracované výroby.

V návrhu C jsou pracoviště v jedné řadě a palety s díly v druhé řadě naproti. Pracovní stoly a přípravky jsou označeny tmavě šedou barvou.

Světle šedou barvou jsou označeny stroje.



Obr. 16 – Návrh A - Celkový layout [vlastní zpracování]



Obr. 17 – Návrh B - Celkový layout [vlastní zpracování]

Obr. 18 – Návrh C - Celkový layout [vlastní zpracování]

Legenda:

1- pogumovaný pracovní stůl

2- pogumovaný pracovní stůl / 2a - paleta

3- odjehlovací zařízení

4- židle

5- zásobní odkládací stůl se silonovou deskou z polyamidu PA6

6- NC kotoučová pila

7- zásobník pily

8- lepicí přípravek

9- paleta se sklem

10- paleta s LED pásky s vodiči

11- regál na malé paletky s malými díly: oba druhy plastových čílek, chromové držáky, šrouby, hmoždinky, role s bublinkovou fólií, igelitové sáčky

12- montážní stůl s dorazy pro chromované držáky

13- pracovní stůl

14- paleta s hotovými výrobky

15- paleta s papírovými krabicemi

16- paleta s polystyrenovými deskami

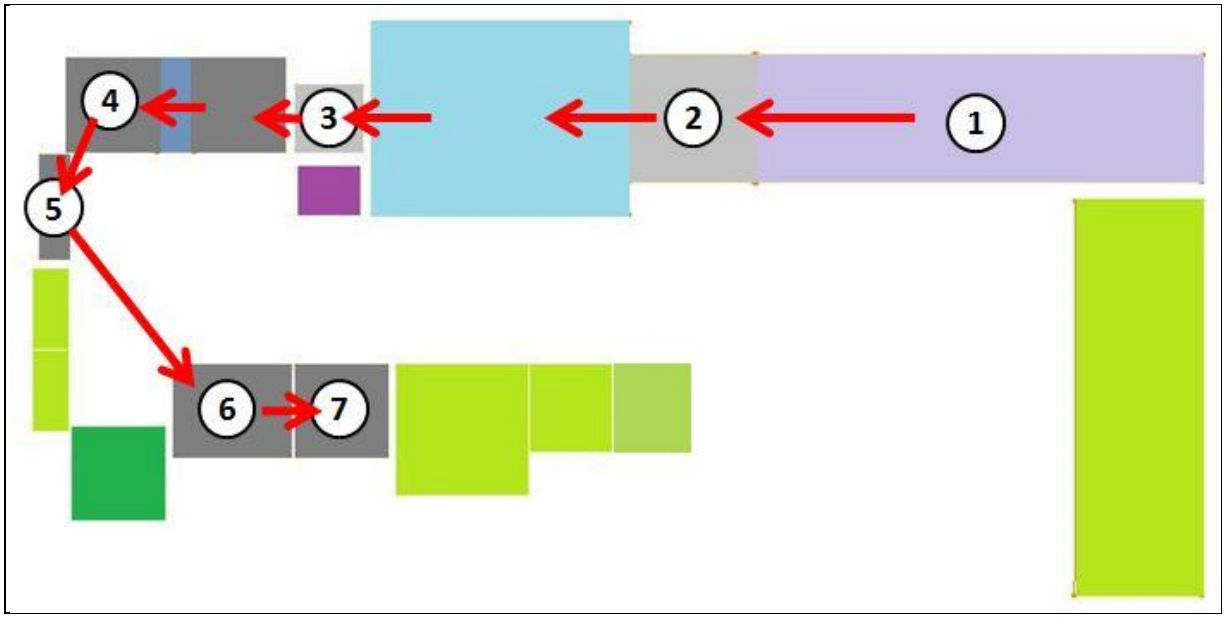
17- paleta s eloxovanými hliníkovými U profily

Všechny tři návrhy rozložení výroby umožní použití NC kotoučové pily a odjehlovávacího zařízení i pro další výrobky. U všech návrhů jsou minimalizované přesuny pracovníka díky návaznosti jednotlivých pracovišť i dobrou dostupností palet.

Byl vybrán návrh A, ten se bude dále rozvíjet. U tohoto návrhu je montáž integrovaná k strojní části a tím je odstraněn problém s převážením palet s díly, proto byl zvolen.

8.2 Operační tok

Operační tok je velice jednoduchý a přehledný. Celá výroba se posouvá zprava doleva po tvaru písmene U, jak je vidět na obrázku číslo devatenáct.



Obr. 19 – Operační tok [vlastní zpracování]

Legenda:

1- manuální zakládání hliníkových profilů do zásobníku NC pily

2- automatické řezání

3- strojní odjehlení

4- manuální čištění profilů

5- manuální lepení LED pásku a skla do profilu

6- manuální nasazení čílek a zašroubování chromových držáků, balení do fólie
7- sestavení krabice a balení

8.3 Popis jednotlivých pracovišť

8.3.1 Pracoviště číslo jedna

Na pracovišti s číslem jedna se profily manuálně vloží do zásobníku, pak už si je bude pila podávat sama.

8.3.2 Pracoviště číslo dva

Jde o jediné automatizované pracoviště této výroby. Na NC kotoučové pile se nastaví vhodný program. Zmáčkne se start. Pila si sama posouvá profil a nařezané kusy odchází na stůl ve stejné úrovni. Pilu stačí zapnout a počkat než potřebné délky profilů nařeže. Díly se hromadí na odkládacím stole se silonovou deskou z polyamidu PA6. Stůl má ochranné mantinely, proto může pila bezpečně odložit velký počet dílů. Není nutné je hned odebírat.

8.3.3 Pracoviště číslo tři

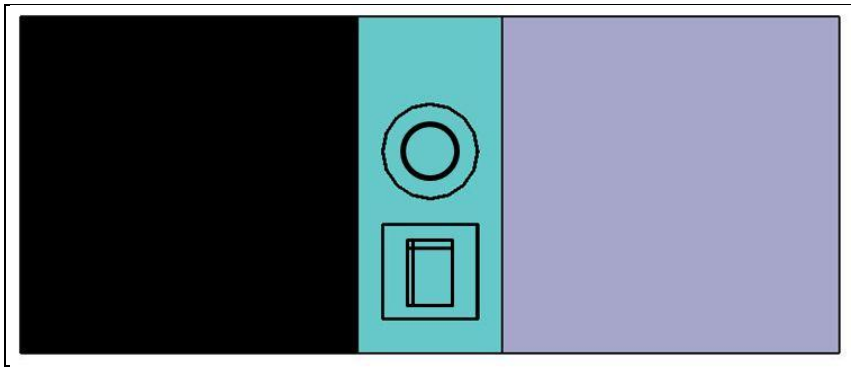
Na pracovišti číslo tři dochází k strojnímu odjehlení. Zařízení se zapne. Profil se vloží do otvoru s kartáči a následně vyjme. Provede se vizuální kontrola. Pokud je potřeba, provede se začištění profilu a profil se odloží na montážní stůl další operace. Stůl slouží jako zásobník dílů. U operace lze stát, ale pohodlnější bude sezení.

8.3.4 Pracoviště číslo čtyři

Na tomto pracovišti se čistí vnitřní část U profilu hadrem namočeným v benzínu. Díly se berou z jedné strany stolu, kam byly položeny po odjehlení. Očistí se a položí na druhou část stolu.

Pro toto pracoviště je také navržena barevně rozlišená deska s piktogramy, která je zobrazena na obrázku číslo dvacet. Šedá část slouží jako zásobník odjehlených dílů. Černá

část tvoří pracovní desku. V zeleném poli jsou umístěny dva piktogramy, kterými je vyznačeno místo pro hadr a nádobu s technickým benzínem. Tato vizualizace pomáhá zabránit mísení vyčištěných a nevyčištěných profilů. Zároveň je jasně vidět, že na stole má být hadr a nádoba s benzínem.

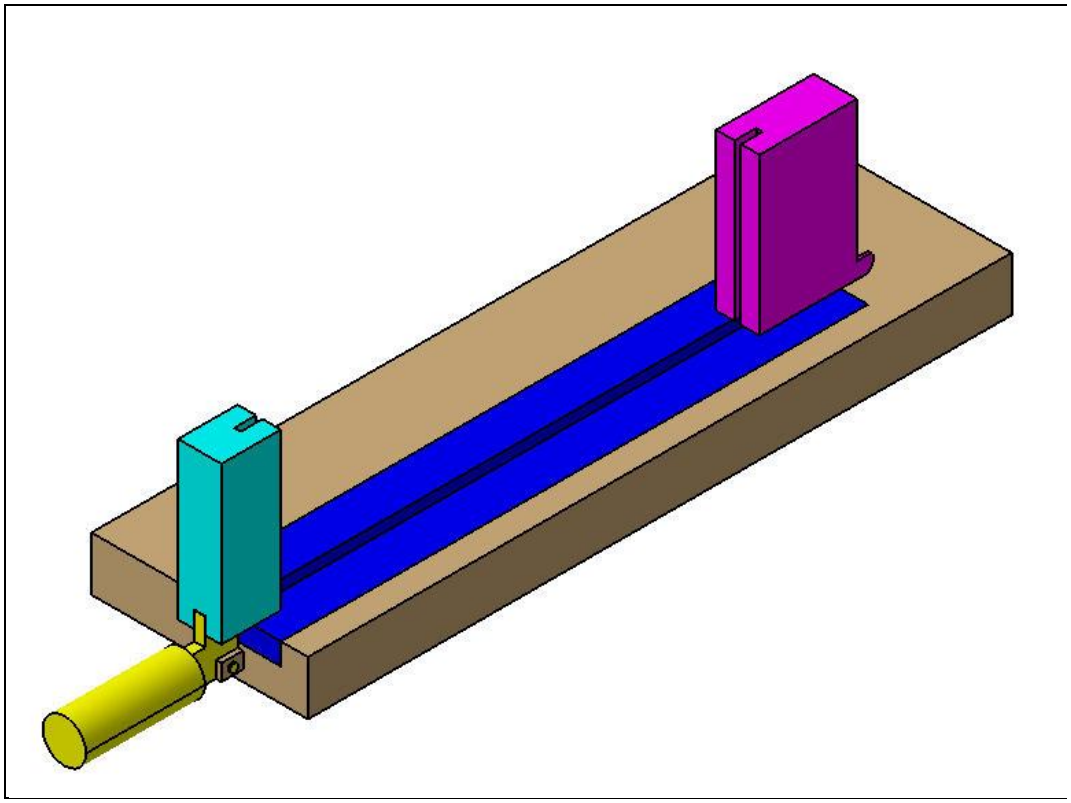


Obr. 20 – Pracoviště číslo čtyři [vlastní zpracování]

8.3.5 Pracoviště číslo pět

8.3.5.1 Lepicí přípravek – Popis navrženého zařízení

Pro toto stanoviště je navržen speciální lepicí přípravek. Je zobrazen na obrázku číslo dvacet jedna. Lepicí přípravek se skládá ze silikonové drážky vložené do stolu. Po stranách jsou přes kloub připojeny dva dorazy s vodící drážkou pro sklo. Na obrázku jsou znázorněny růžovou a tyrkysovou barvou. Jeden z dorazů má kloub spojený s vyhazovacím zařízením s držadlem. Znázorněno žlutě. Výška dorazů určuje hloubku zanoření skla.



Obr. 21 – Lepicí přípravek [vlastní zpracování]

8.3.5.2 Lepicí přípravek - pracovní postup

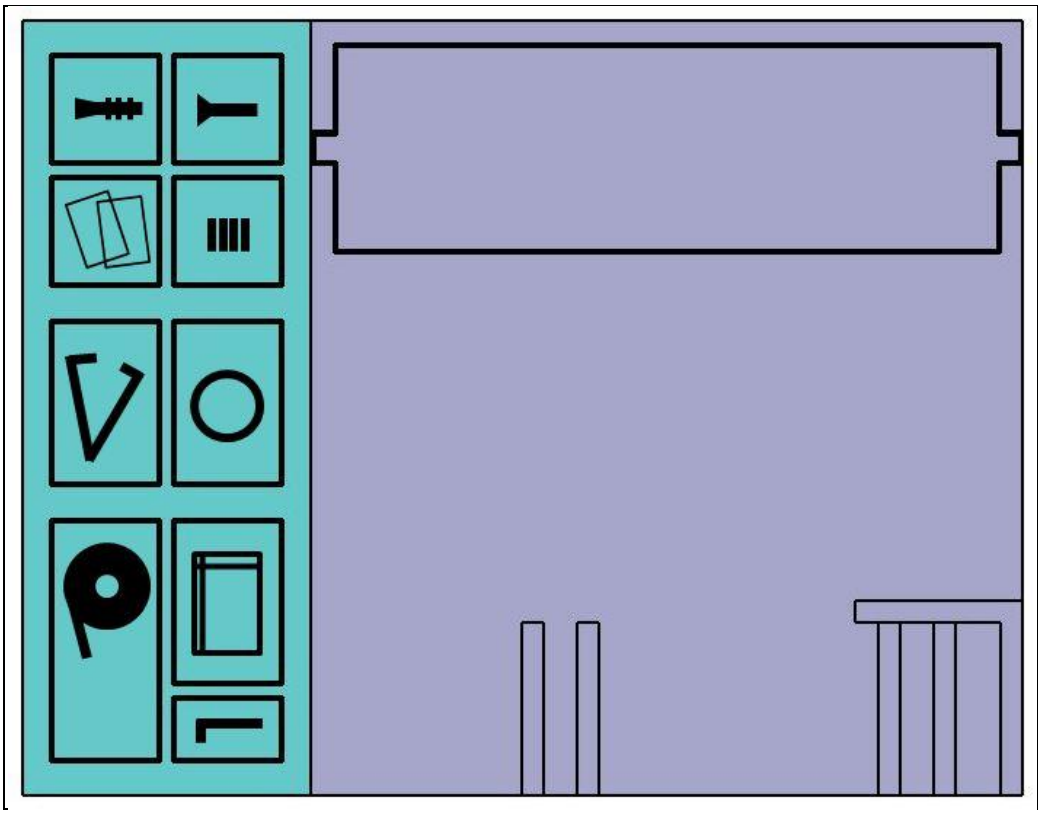
Na montážní stůl se položí hliníkový U profil a LED pásek s vodičem. LED pásek se připraví do pozice k lepení. Kabel od LED pásku se dá na jednu stranu profilu. Strhne se ochranná fólie z lepicího pásku ze zadní strany LED pásku. A LED pásek se nalepí dovnitř na dno profilu.

Do silikonové drážky se založí vyhazovací zařízení a odklopí se doraz. Hliníkový profil se založí do silikonové drážky ve stolu. Štětečkem se nanese na zbylé dvě vnitřní strany profilu lepidlo. Zaklopí se dva dorazy s vodící lištou pro sklo. Vloží se sklo. Deskou se zatlačí na zbytek skla, tak aby se sklo zarovnalo s horní hranou dorazů.

Odklopí se doraz bez držadla. Pracovník drží jednou rukou poličku za sklo, druhou rukou uchopí držadlo vyhazovacího zařízení a společně s ním odklopí i doraz. Vyhazovací zařízení vytáhne poličku ze silikonové drážky. Sklo se s nalepeným profilem vytáhne z přípravku. Polotovar se přenese na stůl pracoviště číslo šest.

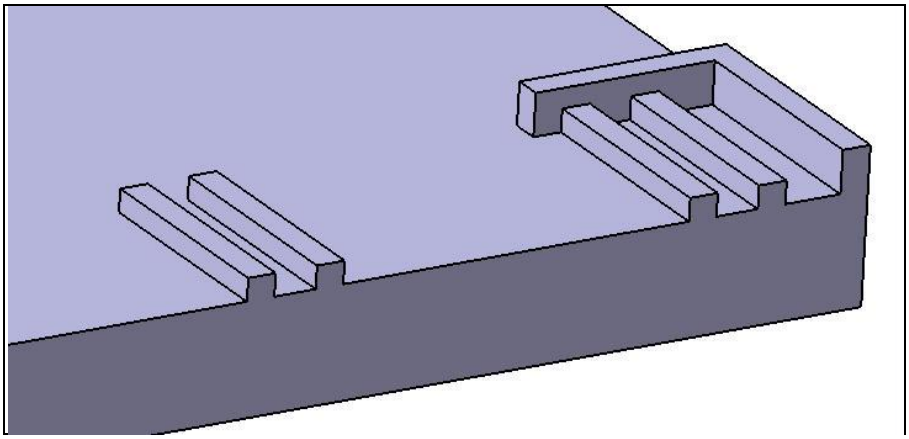
8.3.6 Pracoviště číslo šest

Na tomto pracovišti také probíhá více operací. Návrh desky stolu je zobrazen na obrázku číslo dvacet dva. Levá zelená část stolu slouží k odkládání potřebných věcí. Větší šedá část stolu slouží k samotné montáži. Pro pořádek je na stůl nakreslena mapa piktogramů předmětů, se kterými se zde pracuje. Aby bylo na první pohled patrné, zda je na stole vše, co tam patří a nic navíc nepřekáží. V levém horním rohu budou umístěny krabičky s hmoždinkami, oběma typy šroubů a igelitové sáčky. Ve střední zóně je umístěna sešívačka a čistič skla. Ve spodní levé části stolu se nachází odvíječ s lepenkou, hadr na čištění skla a imbusový klíč. Tyto drobné díly a pomůcky se nachází přímo na stole, pokud je potřeba je doplnit, další krabice s těmito díly jsou ve vícepatrovém regálu. V zadní části šedé pracovní desky se nachází držák s rolí bublinkové fólie s integrovaným řezákem na zabalení poličky. V přední části šedé desky se nachází dorazy usnadňující montáž chromovaných držáků.



Obr. 22 – Pracoviště číslo šest [vlastní zpracování]

Pracovní postup u tohoto stolu je následující. Nejprve se z eloxovaného U profilu sejme ochranná fólie. Otvorem v jednom čílku se protáhne kabel a čílko se nacvakne pomocí klipů. Na druhou stranu se nacvakne čílko bez otvoru.



Obr. 23 – Pracoviště číslo šest – detail dorazů pro montáž držáků [vlastní zpracování]

V dalším sledu se vezme polička do rukou. Hliníkový U profil musí směřovat k tělu pracovníka. Polička se položí na speciální dorazy na okraji stolu, které jsou vidět v detailu na obrázku číslo dvacet tři. Doražením rohu poličky do rohového dorazu se zajistí přesná poloha pro následnou montáž chromovaných držáků. Zepředu stolu do přesné pozice vymezené dorazy se na poličku nasadí oba dva chromované držáky a následně se zašroubují.

Polička se vyleští hadrem a přípravkem na sklo. Z na stole připevněného držáku se odmotá dostatečné množství bublinkové ochranné fólie. Polička se zabalí a integrovaným řezákem se odřízne potřebné množství fólie. Z pracovního stolu číslo sedm se vezme složená krabice, vloží se do ní polystyrenová deska, vloží se polička ve fólii, přidá se další polystyrenová deska a předem připravený igelitový sáček se šrouby a hmoždinkami a krabice se zalepí. Hotový výrobek se odloží do připravené palety.

8.3.7 Pracoviště číslo sedm

Na tomto pracovním stole se sestavují kartonové krabice, které slouží jako obal.

9 Ekonomické zhodnocení

Firma zadávající zakázku nabídla panu Gajdošovi za každou zmíněnou poličku jeden tisíc korun českých. Je třeba dopočítat potřebné náklady na nutné vybavení, materiálové a ostatní přímé a nepřímé náklady. A poté vyhodnotit, zda se vyplatí zakázku přijmout.

9.1 Ostatní náklady

Ostatní náklady jako náklady na elektrický proud, přímou mzdu, výrobní a správní režii a další přímé náklady kromě materiálu pan Miroslav Gajdoš nechtěl uveřejňovat po jednotlivých položkách. Pro výpočet byla použita kalkulace dělením. Na ostatní náklady na všechny poličky je počítána celková kumulovaná částka 78 600 Kč měsíčně. Je třeba dodat 1000 kusů měsíčně. Ostatní náklady na jednu poličku činí 78,6 Kč.

$$78\,600 : 1\,000 = 78{,}6$$

9.2 Materiálové náklady

Byly zjištěny běžné maloobchodní ceny jednotlivých komponent. Před samotným nákupem je možné získat nějaké množstevní a jiné slevy, ale do kalkulace nebyly nezahrnuty. Pokud by v budoucnu pominula výhodná nabídka některého komponentu, případně dodavatel nedodržel předem slíbenou cenu, mohla by se výroba přestat vyplácet, i když v době rozhodování, zda zakázku přijmout, by se jevila jako zisková. Potřebný materiál k výrobě a montáži je promítnut do následující tabulky číslo čtyři. Veškeré množství je vztaženo na jednu osvětlenou poličku.

Tab. 4 – Materiálové náklady na jednu poličku a její obal [vlastní zpracování]

MATERIÁL NA JEDNU POLIČKU	
Položka	**Cena [Kč]**
hliníkový tažený eloxovaný U profil	12
lepené sklo	150
LED pásek s vodičem	50
plastové čílko	1,5
plastové čílko s otvorem pro vodič	1,5
2x chromovaný držák	80
2x pozinkovaný šroub bez hlavy rovný M10	2
2x pozinkovaný šroub se zápustnou hlavou M6	6
2x hmoždinka M6	0,5
igelitový sáček	1
kartonová krabice	7
2x polystyrenová deska	2
bublinková fólie	1,5
CELKEM	**315,-**

Celkové materiálové náklady na jednu poličku jsou 315 Kč.

9.3 Zisk

Prodejní cena jednoho kusu je 1 000 Kč. Ostatní náklady tvoří 78,6 Kč a materiálové náklady jsou 315 Kč. Měsíční odbyt činí 1 000 kusů.

$$1\,000 - 78{,}6 - 315 = 606{,}4$$

$$606{,}4 \times 1\,000 = 606\,400$$

Z jedné vyrobené osvětlené poličky je zisk 606,4 Kč. Měsíčně by to dělalo 606 400 Kč.

9.4 Nutné investice

Pokud se Miroslav Gajdoš rozhodne zakázku přijmout a uspořádat výrobu podle návrhu z této práce, bude nutné koupit následující stroje, zařízení a vybavení. Při navrhování byla snaha o využití současného vybavení, ale většina věcí se musí pořídit. Z důvodu snížení nákladů by NC kotoučovou pilu případně mohl pan Gajdoš koupit již použitou. Podavač se zásobníkem by se ale museli nechat zhotovit na míru. V kalkulaci je zohledněn fakt, že vybavení jako na příklad stoly a přípravky by si zhotovil přímo sám majitel. V těchto případech je započítán pouze předpokládaný materiál. Pro přehlednost je opět vytvořena tabulka číslo pět.

Tab. 5 – Investiční náklady [vlastní zpracování]

INVESTIČNÍ NÁKLADY		
Položka	**Počet [ks]**	**Cena [Kč]**
NC kotoučová pila	1	150 000
podavač a zásobník k NC pile (3,5x1m)	1	200 000
kartáčové odjehlovací zařízení	1	50 000
stůl se silonovou deskou z polyamidu PA6 s mantinely na díly z pily (2x1,5m)	1	15 000
odkládací a montážní stůl s pogumovaným povrchem	2	6 000
montážní stůl s dorazy pro chromované držáky	1	3 200
lepicí přípravek	1	5 000
odvíječ pásky	1	200
držák role s fólií a s řezákem	1	1 000
CELKEM		**430 400,-**

Celkové investice do nového výrobního zařízení by byly 430 400 Kč. Je třeba vzít v úvahu, že majitel by si přípravky a stoly zhotovoval sám. Tato práce není do výpočtu zahrnuta.

9.5 Návratnost investic

Celkové pořizovací náklady vybavení jsou 430 400 Kč. Předpokládaný měsíční zisk z tohoto produktu je 606 400 Kč. Pro účely výpočtu se vycházelo z toho, že měsíc má třicet dní.

$$430\,400 : 606\,400 = 0{,}71$$

$$0{,}71 \times 30 = 21{,}3$$

Investice do nové výrobní linky by se vrátily během prvního měsíce, konkrétně za dvacet jedna kalendářních dní. Navíc nejdražší položky, které tvoří stroje, lze využít i pro další výrobu. Vzhledem k velikosti pravidelného objemu zakázky se výše zmíněné investice jeví jako rozumná a lze ji doporučit.

10 Závěr

V této diplomové práci se řešil návrh výrobního postupu na zcela nový výrobní artikl pro firmu pana Miroslava Gajdoše. Tímto výrobkem je skleněná polička se svítícími hranami. Ty jsou osvětleny skrytým LED páskem. Následně bylo navrženo i potřebné vybavení k výrobě a nové uspořádání výroby. Řešily se i návrhy pracovních desek jednotlivých pracovních stolů a přípravky. Nakonec bylo provedeno ekonomické zhodnocení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

[1] LIKER, Jeffrey. *Tak to dělá Toyota.* Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7

[2] *IPA slovník.* [online]. [Cit. duben – květen 2016]. Dostupné z: http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovnik

[3] *Eloxování.* [online]. Wikipedie otevřená encyklopedie, 2002. Poslední změna 4. 5. 2016 v 13:43 [Cit. 10. 5. 2016]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Eloxov%C3%A1n%C3%AD

[4] *Jak zapojit LED pásek krok za krokem.* [online]. You Tube cz, 23. 9. 2014 [Cit. 9. 5. 2016]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7Utkb0gJ--A

[5] SIXTA, Josef, Václav MAČÁT. *Logistika teorie a praxe.* Brno: Computer Press, a. s., 2005. ISBN 80-251-0573-3

[6] GROS, Ivan. *Logistika.* Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1996. ISBN 80-7080-262-6

[7] MAŠÍN, Ivan, Jaroslav MAŠÍN. *Analýza procesů.* Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-865-6

[8] SWOBODA, Petr. *Kalkulace nákladů a cenová politika v tržní ekonomice.* Praha: Právnické a ekonomické nakladatelství a knihkupectví Linde Praha a. s., 1990. ISBN 80-901210-1-2

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obr. 1 – Metoda 5S [2] 16
Obr. 2 – Standard pracoviště [2]....17
Obr. 3 – ABC analýza [2]....19
Obr. 4 – ANDON [2] 19
Obr. 5 - Jidoka [2]....22
Obr. 6 – Výpočet kapacity [2] 23
Obr. 7– Model poličky – ISO pohled [vlastní zpracování] 28
Obr. 8 – Model poličky – pohled shora [vlastní zpracování] 29
Obr. 9 – Model poličky – pohled z boku [vlastní zpracování] 29
Obr. 10 – Model poličky – detail [vlastní zpracování] 29
Obr. 11 – Model poličky – rozpad [vlastní zpracování] 30
Obr. 12 – Výpočet kapacity [2] 34
Obr. 13 – Návrh A - zóny layoutu [vlastní zpracování]....41
Obr. 14 – Návrh B - zóny layoutu [vlastní zpracování]....41
Obr. 15 – Návrh C - zóny layoutu [vlastní zpracování]....42
Obr. 16 – Návrh A - Celkový layout [vlastní zpracování]....43
Obr. 17 – Návrh B - Celkový layout [vlastní zpracování] 43
Obr. 18 – Návrh C - Celkový layout [vlastní zpracování] 44
Obr. 19 – Operační tok [vlastní zpracování] 45
Obr. 20 – Pracoviště číslo čtyři [vlastní zpracování]....47
Obr. 21 – Lepicí přípravek [vlastní zpracování]....48
Obr. 22 – Pracoviště číslo šest [vlastní zpracování] 49
Obr. 23 – Pracoviště číslo šest – detail dorazů pro montáž držáků [vlastní zpracování] 50

SEZNAM TABULEK:

Tab. 1 – Kusovník [vlastní zpracování] 30
Tab. 2 - Časový průběh manuálních pracovišť.....36
Tab. 3 – Seznam potřebného vybavení [vlastní zpracování].....38
Tab. 4 – Materiálové náklady na jednu poličku a její obal [vlastní zpracování].....52
Tab. 5 – Investiční náklady [vlastní zpracování].....53