



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní



RACIONALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU HLINÍKOVÉHO PROFILU Č.V. DR22-180594 VE FIRMĚ OBROBNA RESL S.R.O. LIBEREC 10

Bakalářská práce

Studijní program: B2341 – Strojírenství
Studijní obor: 2301R030 – Výrobní systémy
Autor práce: **Andrey Averkov**
Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení : **Andrey AVERKOV**
Studijní program : B2341 Strojírenství
Obor : 2301R030 Výrobní systémy
Zaměření : Řízení výroby

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

**Racionalizace výrobního procesu hliníkového profilu
č.v. DR22-180594
ve firmě Obrobna Resl s.r.o. Liberec 10**

Zásady pro vypracování :

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Seznámení se současným stavem výroby a technické přípravy výroby (výkres, technologický postup).
2. Provést analýzu současného stavu řízení výroby a výrobního procesu.
3. Vyhodnotit provedenou analýzu. Předložit návrhy řešení s ohledem na uplatnění nového stroje k dělení hliníkových profilů (Elumatec SAS 142/42).
4. Vypracovat nový technologický postup, stanovit časy ve výrobním procesu a normu spotřeby času pro operaci dělení profilů.
5. Navrhnout uspořádání pracoviště.
6. Vybraná navrhovaná řešení zpracovat formou případové studie.
7. Shrnout získané poznatky a provést ekonomické vyhodnocení.



Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : cca 30 stran textu

- grafické práce : obrázky, tabulky a grafy - dle potřeby

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu) :

1. ZELENKA, A., PRECLÍK, V. *Racionalizace výroby*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2004. 132 s. ISBN 80-01-02870-4.
2. LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
3. TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: GRADA PUBLISHING, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
4. KUBÍČKOVÁ, L., RAIS, K. *Řízení změn ve firmách a jiných organizacích*. 1. vyd. Praha: GRADA PUBLISHING, 2012. 136 s. ISBN 978-80-247-4564-0.
5. KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. 1. vyd. Brno: Cerm, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Lubina, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Ivan Resl
Obrobna Resl s.r.o.

Doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry



Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci, dne 12. 11. 2013

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou 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 bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom 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.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

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

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkovat panu vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiřímu Lubinovi, Ph.D., za cenné připomínky a odborné rady. Dále děkuji firmě Obrobna Resl s.r.o., a jejím řídicím pracovníkům za ochotu a trpělivost při konzultacích.

ANOTACE:

Bakalářská práce je zaměřena na optimalizaci prostorového uspořádání nářezového pracoviště. Cílem této práce je racionalizovat výrobní proces hliníkového profilu a navrhnout nové uspořádání nářezového pracoviště po pořízení investice. Dále byla navržena optimální varianta, která by zefektivnila nářezový proces, snížila fyzickou námahu zaměstnanců, navýšila kapacitu výroby a zajistila zkrácení manipulačního času. Závěr bakalářské práce je věnován zhodnocení získaných výsledků po pořízení investice.

Klíčová slova: prostorové uspořádání pracoviště, výrobní proces, analýza a měření práce, rytmus práce, stroje, zařízení, racionalizace výroby

ANNOTATION:

This bachelor work focuses on optimization of cutting production system layout. The goal of this work is to rationalize process of production of aluminium profiles and suggest new layout plan after acquisition of investments. Also there were suggested optimal variation for efficiency of cutting process, decreasing physical strain of employees, increasing capacity of production and ensure shortening of handling time. the conclusion of this work is devoted to evaluation of obtained results after acquisition of investment.

Keywords: production system layout, workplace, production process, analysis and measurement of work, the rhythm of work, machinery, equipment, redeployment

Katedra obrábění a montáže

Evidenční číslo práce: **KOM 1255**

Jméno a příjmení: **Andrey Averkov**

Vedoucí práce: Ing. Jiří Lubina, Ph.D.
Konzultant: Ing. Ivan Resl

Počet stran: 61
Počet příloh: 5
Počet tabulek: 17
Počet obrázků: 21
Počet diagramů: 2

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	11
ÚVOD	12
TEORETICKÁ ČÁST	13
1. Zásady a principy štlhlé výroby	13
1.1 Metoda 5S	13
1.2 Druhy plýtvání	14
1.3 Časové studie práce	15
1.4 Materiálový tok a manipulace	16
1.5 Prostorové uspořádání pracoviště	17
1.6 Štlhlý podnik	17
1.7 Štlhlé pracoviště	18
1.8 Výrobní systém	18
1.8.1 Charakteristika výrobního procesu	18
1.8.2 Typy výroby	19
PRAKTICKÁ ČÁST	20
O společnosti	20
2. Informace o hotovém výrobku profile LS1	20
2.1 Konstrukční výkres	20
2.2 Materiál	20
2.3 Současný výrobní proces	21
2.4 Stroje a zařízení	24
2.4.1 BOMAR AL 500 ANC kotoučová pila na hliník automatická	24
2.4.2 KASTOalu U14	25
2.2.3 RASAMAT 2002	26
2.4.4 Paletový vozík DB	26
2.4.5 Pilový automat Elumatec SAS 142/42	27
2.5 Technologický postup	28

3. Nářezové pracoviště	29
3.1 Způsoby dopravy materiálu.....	29
3.2 Původní řešení	29
3.2.1 Snímek pracovní směny	31
3.2.2 Technologický postup	32
3.3 Pracoviště po pořízení investice.....	34
4. Doporučení racionalizace výrobního procesu	36
4.1 Nářezové pracoviště	43
4.2 Výrobní proces k realizaci hotového výrobku	43
5. Případová studie pro LS1	44
5.1 Personální obsazení.....	44
5.2 Rodina výrobků odvozená z sortimentu nářezového pracoviště.....	44
5.3 Vstup do nářezového pracoviště	45
5.4 Výstup z nářezového pracoviště.....	46
5.5 Rytmus práce ve výrobní buňce	46
5.5.1 Původní rytmus po pořízením investice.....	46
5.5.2 Navrhovaný rytmus po pořízení investice.....	47
5.6 Návrhy řešení	47
6. Doporučení metodiky řízení výroby (výrobní etapa).....	48
6.1 Rodina výrobků	48
6.2 Nářezové pracoviště	48
6.3 Operativní řízení výroby ve výrobní etapě.....	48
7. Ekonomické zhodnocení	49
7.1 Hodnocení nákladů původního řešení	49
7.1.1 Náklady na zaměstnance	49
7.1.2 Náklady na spotřebu elektrické energie	50
7.1.3 Mazivo – olej.....	50
7.1.4 Přebroušení.....	50

7.1.5 Odjehlovací kartáče.....	51
7.1.6 Odpis budovy	51
7.2 Hodnocení nákladů po pořízení investice	51
5.2.1 Investiční náklady	51
7.2.2 Náklady na zaměstnance	52
7.2.3 Náklady na spotřebu elektrické energie	52
7.2.4 Odpisy	53
7.2.5 Mazivo – olej.....	55
7.2.5 Přebroušení.....	55
7.2.5 Odjehlovací kartáče.....	55
7.3 Kalkulace nákladů na 1 kus výrobku LS 1.....	56
8. Závěr	57
Seznam použité literatury.....	58
Seznam obrázků	60
Seznam tabulek	61
Seznam příloh.....	62

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

atd. – a tak dále

s.r.o. – společnost a ručním omezeným

NPZ – Provozní náklady na zaměstnance [Kč]

nprac.za směnu - Počet pracovníků na směně [-]

M - Měsíční hrubá mzda zaměstnance navýšená o náklady na zdravotní a sociální pojištění (34%) [Kč]

nodprhod - Počet odpracovaných hodin [hod.]

CNC – číslicové řízení počítačem

RSA - odjehlovací stroj RASAMAT 2002

hod. - hodina

ÚVOD

S ohledem na napjatou finanční situaci většiny podniků a nutnost zajistit konkurenční schopnost vyráběné produkce, stojí podniky před nutností racionalizovat výrobu, zvyšovat produktivitu práce a kvalitu výrobků, snižovat výrobní náklady, eliminovat veškeré plýtvání, atp.

Jednou z možností udržení konkurenceschopnosti je soustředit se na snižování provozních nákladů při zachování kvality ve srovnání s konkurencí. Jedním z nástrojů, jak snížit provozní náklady, je racionalizace prostorového uspořádání pracoviště. Vhodným uspořádáním jednotlivých strojů na pracovišti lze velmi výrazně snížit provozní náklady, především náklady na manipulaci a dopravu materiálu.

Cílem této bakalářské práce je racionalizovat výrobní proces hliníkového profilu a navrhnout nové uspořádání nářezového pracoviště po pořízení investice. Práce bude zaměřena na inovaci výrobního systému při výrobě hliníkového profilu. Výsledkem by měl být návrh nového nářezového pracoviště, které zajistí zkrácení manipulačních časů, navýšení kapacit, snížení fyzické námahy.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou základních částí. První část je teoretická a jejím cílem je vysvětlit základní pojmy a definovat jednotlivé metody racionalizace prostorového uspořádání pracoviště. Druhá část je praktická a skládá se z několika částí. Na začátku je krátce popsána společnost Obrobna Resl s.r.o.. Dále následuje popis výrobního procesu, analýza současného stavu prostorového uspořádání pracoviště a rytmus práce. V závěru je návrh nového uspořádání pracoviště a ekonomické zhodnocení.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Zásady a principy štihlé výroby

Štihlá výroba je dlouhodobé a neustálé využívání drobných zlepšení. Cílem je mít stabilní, flexibilní a standardizovanou výrobu. (1)

1.1 Metoda 5S

Metoda 5S pochází z Japonska a je využívána ve firmách po celém světě. 5S je souhrn pěti kroků kterými by jsme měly dosáhnout přehledného, organizovaného, trvale čistého pracoviště. Cílem zavádění metody 5S je snížit počet chyb a tím zlepšit kvalitu, zlepšit produktivitu práce, zlepšit pracovní prostředí. (2)

1. krok: Seiri - vytřídit, separovat

Znamená oddělení položek, které:

- musí být na pracovišti (položky které jsou potřebné pro aktuální provoz)
- mohou být odstraněny (hledá se vhodnější skladovací místo),
- musí být odstraněny (aby se vhnout plýtvání).

Je třeba definovat míry pro zabránit opětovnému hromadění nepotřebných položek, proto se stanovuje limit pro tyto položky.

2. krok: Seiton - vizualizovat, systematizovat, zpřehlednit

Účelem druhého kroku je najít místo pro uložení položek, vytříděných v prvním kroku z hlediska fyzické námahy a frekvenci používání. Každá položka musí mít své místo. Označovat jednotlivé provozy, procesy, stroje, aby bylo zřejmé, že předmět se nachází ve správném množství na správném místě.

3. krok: Seiso - stále čistit

Metoda 5S definuje přesné kritéria jak pak postupova při sestavování podrobného plánu čištění. Stanovuje se:

- co je třeba čistit,
- kdo bude tuto činnost vykonávat,
- kdy a jak často,
- jaké prostředky k tomu budou potřeba.

4. krok: Seiketsu - standardizovat

Účelem tohoto kroku je vytvoření standartu, a způsobu k udržení toho, co bylo dosaženo v předchozích třech krocích. Je třeba dodržovat tento standard pracoviště.

5. krok: Shitsuke - zlepšovat, sebedisciplinovat

Úkolem posledního kroku je zlepšovat současný stav a hlavně se snažit dodržovat standardy. (2) (3)

1.2 Druhy plýtvání

Za plýtvání můžeme označit všechny činnosti, které jsou prováděny při realizaci produktu a vše, co přidává naklady k výrobku nebo službě.

Při identifikaci plýtvání rozlišujeme sedm základních druhů, mezi které patří: nadprodukce, zmetky, čekání, zásoba, pohyb, přeprava, nadpráce (vícepráce) a osmým je nevyužitý potenciál pracovníků. (4)

- Nadprodukce – provádění aktivit, které se tržně nezhodnotí: mrtvé zásoby; větší množství, než objedná zákazník
 - Čekání – čekání na cokoli: chybějící materiál nebo personál, poruchy, ...
 - Zbytečná přeprava materiálu – nevhodné trasy, mezisklady, forma skladů...
 - Nesprávné výrobní postupy – nadbytečné operace, chod strojů naprázdno...
 - Vysoké zásoby – vázaný kapitál, skladovací plochy, ale i nepotřebné dokumenty
- Zbytečné činnosti – vykonávají lidé i stroje: pracovník si sám hledá materiál nebo výrobní pomůcky...
 - Poruchy ve výrobě opravy – krátké odstávky, blokování, zmetky
 - Nevyužitý lidský potenciál – zlepšení, kázeň (4)

Je třeba systematické identifikovat a odstraňovat plýtvání, eliminovat ztráty, zdokonalovat účelné využívání lidských zdrojů, zařízení, materiálu a volit správné metody, které povedou k růstu produktivity a s ní spojenou kvalitou výrobků.

1.3 Časové studie práce

V současné době svět se neustále mění a už nestačí jen zachytit nové trendy v oblasti marketingu, technologií a informačních systémů.

Časové studie práce jsou nástrojem metod průmyslového inženýrství. Tyto techniky slouží pro účely tvorby normování práce nebo mohou být podkladem pro zlepšování pracovních procesů. Výstupy z těchto analýz pomohou odhalit činnosti nepřidávající hodnotu. Důvodem pro použití metod analýzy a měření práce:

- Relativně snadné použití a implementace,
- Zvýšení bezpečnosti na pracovišti,
- Zvyšování produktivity při malých nákladech,
- Definují časové normy,
- Mohou být uplatňovány v libovolném prostředí

Metody přímého měření práce:

- Snímky pracovního dne
- Momentové pozorování
- Chronometráž

Snímek pracovního dne patří mezi metody nepřetržitého studia spotřeby času. Snímek pracovního dne rozumíme metody nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo celé směny. Výstupem ze snímku pracovní směny je koláčový graf, který rozděluje veškeré činnosti na činnosti přidávající hodnotu a na hodnotu nepřidanou a plýtvání.

Metodika provádění snímku pracovního dne:

- Výběr pracoviště k pozorování,
- Příprava k pozorování,
- Vlastní měření, pozorování
- Vyhodnocení snímku

Výběr pracoviště k pozorování – mohdy to bývá místo, nebo pracoviště, které je nutno podrobně analyzovat.

Příprava k pozorování – úkolem přípravné etapy je vytvořit vhodné podmínky pro nerušené pozorování.

Vlastní měření, pozorování – záznam časů se provádí do předem připraveného formuláře. Důležitými údaji jsou záznamy časů a činností, které se následně vyhodnocují. Pozorovatel sleduje činnosti dělníka na pracovišti od začátku do konce směny.

Vyhodnocení snímku – získaná data ze snímkování je vždy nutno roztřídit, vyhodnotit a navrhnout možné řešení. (5)

1.4 Materiálový tok a manipulace

Manipulace materiálu je nedílnou součástí všech výrobních procesů. Zároveň jsou s ní často spojeny i velmi značné náklady. Správná manipulace může zvýšit efektivitu práce.

Materiálový tok je organizovaný pohyb materiálu, spojující výrobní operace nebo výrobní fáze. Utváří se zejména podle postupu. Materiálový tok ve strojírenských závodech bude zejména ovlivněn:

- Technologickou a tvarovou složitostí výrobků
- Rozsahem sortimentu vyráběných součástí a jejich sériovostí a opakovatelností.

Manipulaci s materiálem lze rozdělit na:

- 1) Meziobjektovou
- 2) Objektovou
 - a) mezioperační – mezi jednotlivými pracovišti v rámci výrobního systému.
 - b) operační (technologická) – činnosti v rámci jedné operace.

Na manipulaci je potřeba se dívat z prostorových, časových a funkčních potřeb výrobního systému. Pro zajištění optimálního materiálového toku jsou stanoveny zásady manipulace: nejkratší dopravní cesty bez křížování a zpětných kroků, odstranění zbytečných

manipulací s materiálem, plynulost materiálového toku, mechanizace manipulaci s materiálem. (6) (7)

1.5 Prostorové uspořádání pracoviště

Prostorové uspořádání pracoviště má velmi významný vliv na efektivnost celého podniku. Z tohoto důvodu by mu zejména v dnešní době měla být věnována patřičná pozornost. Podstatou prostorového uspořádání je účelné rozmístění výrobního zařízení tak, aby pracovník měl co nejlepší podmínky pro výkon své práce. Dalším cílem prostorového uspořádání je ušetřit náklady na manipulaci a dopravu materiálu. Nalézt optimální uspořádání pracoviště není vždy jednoduché, avšak v dnešní konkurenční době velmi důležité. (8 str. 140)

1.6 Štíhlý podnik

Štíhlost podniku znamená dělat správně a napoprvé jen takové činnosti, které jsou potřebné a to rychleji než ostatní, za méně peněz. Podniky musejí vyrábět stále víc nejrůznějších výrobků kvůli tomu narůstá variabilita výroby.

Štíhlý podnik není jen soubor metod a postupů, s jejichž pomocí je z procesů odstraňováno plýtvání. Je tvořen především lidmi, jejich postoji k práci, znalostmi a motivací.

Při zeštíhlování je dobré provést:

- analýzu skutečného stavu,
- analýzu příčin stavu,
- definování budoucího stavu,
- volbu správných metod a postupu,
- společné hledání řešení, zapojování lidí do řešení a jejich vzdělávání,
- nastavit v podniku nový životní styl. (7)

Štíhlost podniku je dnes v podstatě jen základní podmínkou, aby mohl konkurovat na jakémkoliv trhu. Podnik je třeba stále inovovat a zlepšovat, aby zajistil konkurenceschopnost na trhu, který se velmi rychle vyvíjí. Je třeba si lépe počínat při projektování výrobních systémů, mezioperační dopravě, seřizování atd. Výrobní systém, který se neinovuje, nevyhnutelně a stále rychleji stárne a degeneruje. (6)

1.7 Štíhlé pracoviště

Základem štíhlé výroby je také štíhlé pracoviště, na jehož návrhu a uspořádání se odvíjí pohyby vykonávané pracovníky každý den. Na těchto pohybech je následně závislá spotřeba času na pracovišti, výkonové normy, výrobní kapacity a další parametry výroby. Pokud pracovník vykonává mnoho zbytečných pohybů a činností (chůze, hledání nástrojů, manipulace), důsledku dochází k poklesu produktivity.

Mezi hlavní cíle štíhlé výroby patří:

- zvýšení kvality,
- zvýšení výkonnosti,
- snížení fyzické námahy,
- zvýšení autonomnosti a možnost víceobsluhy,
- snížení počtu chyb, oprav a zmetků. (7)

1.8 Výrobní systém

Výrobní systém zahrnuje všechny faktory, které se účastní procesu výroby: provozní prostory, nezbytné technické zařízení, suroviny, materiály a polotovary, energie, informace, pracovníky podílející se na výrobě, rozpracované a hotové výrobky a odpady. (9)

1.8.1 Charakteristika výrobního procesu

Z hlediska plynulosti přeměny materiálu nebo polotovaru na finální výrobek je možné členit typy výroby na:

- Výrobu plynulou (kontinuální, spojitou) – jednotlivé technologické a manipulační procesy jsou probíhá nepřerušovaně. Jedná se především o hutní nebo chemickou výrobu.
- Výrobu přerušovanou (diskrétní, nespojitou) – výroba přerušovaná z technologických důvodů, technologické procesy jsou kombinovány s manipulačními procesy, tzn. materiál nebo polotovary jsou přemísťovány z jednoho pracoviště na druhé. Příkladem je strojírenská výroba nebo stavební průmysel. (10)

1.8.2 Typy výroby

Podle množství a počtu druhů výrobků se rozlišuje výroba:

- Kusová
- Sériová
- Hromadná

Hlavní rozdíl mezi kusovou, sériovou a hromadnou výrobou závisí na množství zpracovávaných výrobků a na způsobu jakým jsou přidělovány potřebné výrobní faktory (využívání strojního vybavení, specializace pracovníků. (9)

PRAKTICKÁ ČÁST

O společnosti

Společnost Obrobna Resl s.r.o. se sídlem v Liberci byla založena v roce 2001. Od svého vzniku se specializuje na obrábění a povrchovou úpravu kovových odlitků. V roce 2009 se společnost přestěhovala do moderní výrobní haly v průmyslové zóně Liberec-Sever. V současnosti je Obrobna Resl jedním z vedoucích poskytovatelů post-slévárenských služeb v Libereckém kraji.

Obrobna Resl disponuje kapacitou 14 vysokorychlostních CNC center, čtyř jednoúčelových strojů, vibrační a omílací linkou a měřicím centrem. Většina výrobního programu je zaměřena na velkosériové opracování hliníkových odlitků, doplňkovým programem je obrábění odlitků z barevných kovů nebo oceli a řezání hliníkových tyčí.

Obrobna Resl má zaveden a certifikován systém řízení kvality (ISO 9001:2008). (11)

2. Informace o hotovém výrobku profile LS1

2.1 Konstrukční výkres

Konstrukční výkres výrobku je uveden v příloze č.1

2.2 Materiál

Výroba polotovarů LS1 probíhá z hliníkového profilu.

Materiál profilu: AL – LEG – 6063.85

Chemické složení materiálu viz následující tabulka.

Tabulka 1: Chemické složení materiálu AL - LEG – 6063 (1)

Slitina	Norma	Hmotnostní podíl, (%)									
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Jíne	Al
6063	EN 573-3-2009	0,20-0,6	0,35	0,10	0,10	0,45-0,9	0,10	0,10	0,10	0,15	Zbytek

Přestože je hliník jedním z nejvíce rozšířených prvků, které jsou obsaženy v zemské kůře, teprve v posledních desetiletích jej dokážeme dokonale využívat. V současné době již není problémem jeho průmyslová výroba. Po celém světě se tak dnes vyrobí miliony tun hliníku ročně.

Hliník (chemická značka Al, latinsky Aluminium) je velmi lehký kov, velmi dobrý vodič elektrického proudu, široce používaný v elektrotechnice a ve formě slitin v leteckém a automobilovém průmyslu. Mezi další významné vlastnosti hliníku patří pevnost, tvárnost, dobrá svařitelnost, vysoká odolnost vůči korozi, velmi dobrá elektrická a tepelná vodivost. Významné jsou jeho vlastnosti antistatické. Jedná se o nemagnetický materiál a je možné ho recyklovat. V přírodě se vyskytuje ve formě sloučenin.

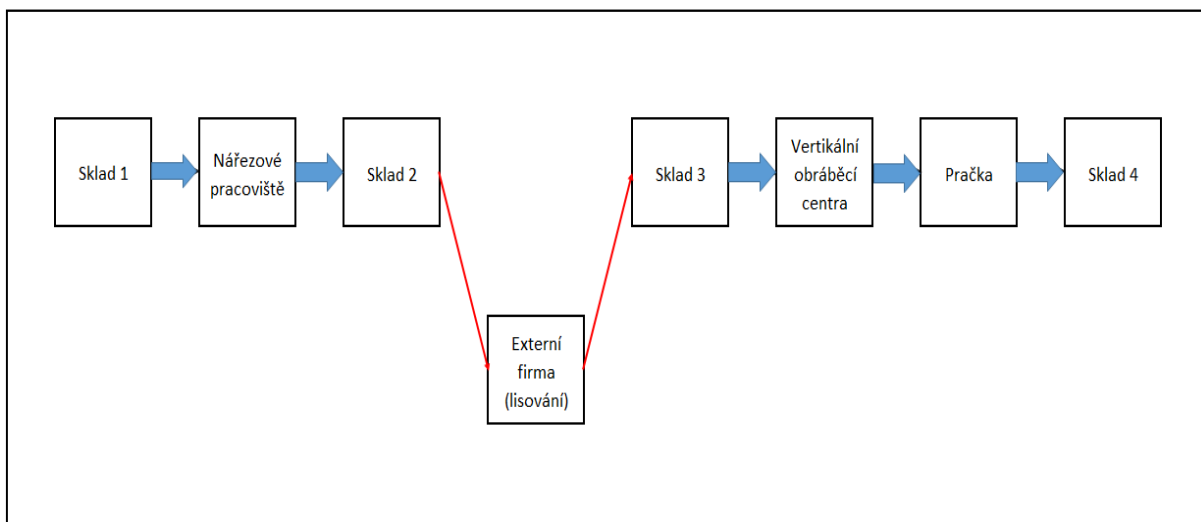
Příznivý poměr lehkosti a pevnosti hliníku spolu s jeho nekonečnou recyklovatelností činí tento materiál ideálním pro odlehčení v automobilových aplikacích. U dopravních prostředků se pevnost hliníku a jeho lehkost projevují nižší spotřebou paliva a sníženými emisemi

Hliníkové profily se uplatňují zejména v oborech, kde je vyžadována odolnost materiálu vůči korozi, nízká hmotnost, možnost povrchové úpravy a dobrá svařitelnost. (12)

2.3 Současný výrobní proces

Vlastní výrobní proces dílů LS1 probíhá tak, že ze skladu č. 1 manipulátor přiveze vysokozdvíhým vozíkem k válečkové dráze palety. Každá paleta má dvacet profilů v 6-ti metrových délkách. Po dělení 6-ti metrových profilů podle technologického postupu, pracovník díly ukládá do bedny po 36 kusech a odveze je do skladu č. 2. Ze skladu č. 2 jsou bedny s polotovary kamionem dopraveny z Obrobny do externí firmy. Externí firma provede lisování a poté jsou díly v bednách dopraveny zpátky do obrobny, do skladu č. 3. Dále manipulátor přiveze vysokozdvíhým vozíkem bedny do DOOSANu na operace vrtání a frézování. Z DOOSANu polotovary postupují do praní a balení, pak jsou v bednách po 58 kusech dopraveny do skladu č. 4 (viz obrázek 1).

Výrobní proces v podniku je možné charakterizovat jako výrobu kusovou, sériovou a také jako přerušovanou v závislosti na přemísťování materiálu z jednoho pracoviště na druhé.



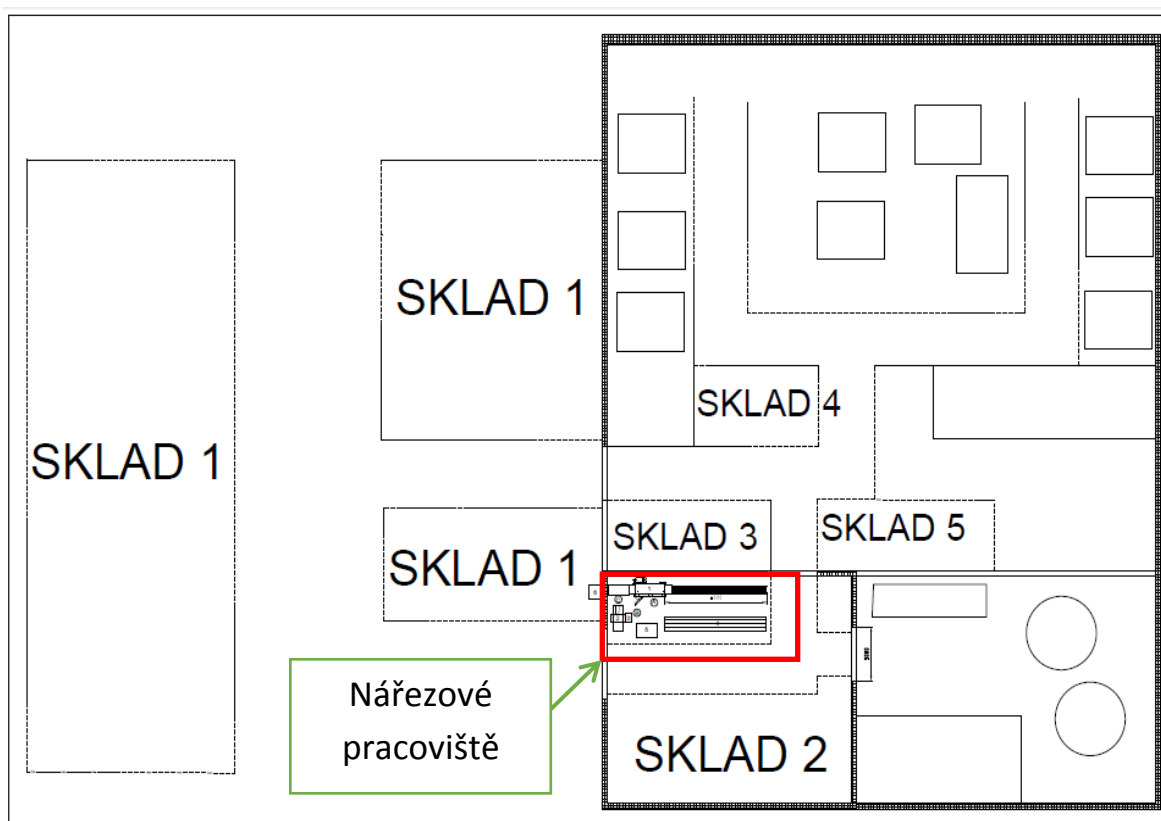
Obr. 1: Výrobní proces dílů LS1 [vlastní]

Konečný výrobek dílů LS1 je součástí pasivních bezpečnostních systémů tzv. deformační zóny. Deformační část karoserie má za úkol pohltit a ztlumit energii nárazu, viz obrázek 2.



Obr. 2: Výrobek LS1 (13)

Rozmístění skladovacích ploch v Obrobně je znázorněno na obr. 3.



Obr. 3: Rozmístění skladovacích ploch

2.4 Stroje a zařízení

Stroje jsou připojeny k centrálnímu rozvodu elektrické energie 400/2300 V a centrálnímu rozvodu tlakového vzduchu 0,6 MPa.

2.4.1 BOMAR AL 500 ANC kotoučová pila na hliník automatická

AL 500 ANC je automatická kotoučová pila na hliník. Tento stroj je určený na dělení profilových a plných materiálů z hliníkových slitin, mědi a tvrdých plastů pod úhlem 90°. Chlazení je umístěno v podstavci pily. Pilový kotouč je upevněn na vyklápěcí konzole.

Materiál se do řezu posouvá automaticky. Automatická kotoučová pila na hliník je standardně vybavena hlavním a podávacím svěřákem, jehož polohování umožňuje kuličkový šroub. Délka každého jednotlivého podání je 500 mm, při vícenásobném podání je možná celková délka až 9999 mm. Nastavení délky podání lze zvolit z ovládacího panelu. Instalovaný frekvenční měnič umožňuje plynule měnit otáčky pilového kotouče. (14)



Obr. 4: BOMAR AL 500 ANC (vlastní)

Tabulka 2: Specifikace stroje BOMAR AL 500 ANC (14)

Řezná rychlost	51 m.s ⁻¹
Rozměry pilového kotouče	500 × 30 × 4,0 mm
Výkon motoru	4,0 KW / 400V / 50 Hz
Hmotnost	550 kg
Celkový instalovaný výkon	5,8 kVA
Nejmenší řezaný průměr	5 mm
Ložná výška materiálu	1060 mm
Rozměry stroje	1550 × 940 × 905 mm

2.4.2 KASTOalu U14

Poloautomaticka pila se spodním výjezdem pilového kotouče na dělení hliníku a umělých hmot. Standardně jsou pily vybaveny:

- hydropneumatickým, plynule regulovatelným posuvem do řezu a rychlým zpětným chodem
 - systémem minimálního mazání
 - tlakovou pistolí s hadicí
 - přípojkou na odsávání třísek
 - tvrdokovovým pilovým kotoučem
 - pilovým kotoučem Ø 400 mm pro dělení pod úhlem
 - ručním nastavením úhlů -90° až $+90^\circ$
plynulým posuvem do řezu ve vertikálním směru
- kryte přes celý řezný prostor
- dvěma vertikálními a dvěma horizontálními
pneumatickými upínacími prvky (15)



Obr. 5: KASTOalu U14 (vlastní)

Tabulka 3: Specifikace stroje KASTIOaluU14 (15)

Řezná rychlost	73 m.s^{-1}
Rozměry pilového kotouče	$400 \times 32 \times 4,0 \text{ mm}$
Výkon motoru	1,8/ 400V / 50 Hz
Hmotnost	185 kg
Provozní tlak	7 bar
Rozměry stroje	$1370 \times 230 \times 100 \text{ mm}$

2.2.3 RASAMAT 2002

Inteligentní systém odjehlování pro komplikované tvary obrobků

Díly:

- Jekly: 20 × 20 do 120 mm
- Délky: od 70 kg
- Tvary výrobků: složité Aulprofily, ohýbané a přímé díly
- Materiál: Ocel, nerezová ocel, hliník, neželezné kovy



Obr. 6: RASAMAT 2002 (vlastní)

Popis funkce

Stejněoměrné odjehlení vnějších i vnitřních hran. Díly lehkým tlakem přitlačit k RASAMAT - Odjehlavací hlavě

- Velmi výkonné kartáče, opakovatelný výsledek, minimální náklady
- Žádné manuální natáčení dílu

Příslušenství

- Výměnné vedení (prisma) pro asymetrické díly
- Externí odsávání

2.4.4 Paletový vozík DB

Paletový vozík pro lehčí provozy a kvalitní podlahy. Standardní paletový vozík na europalety, tandem. Nosnost 2000 kg. Šířka 520 mm, délka vidlice 1150 mm, váha 60 kg. (16)



Obr. 7: Paletový vozík DB (16)

2.4.5 Pilový automat Elumatec SAS 142/42



Obr. 8: Pilový automat Elumatec SAS 142/42 (vlastní)

- Výkonný pilový automat s řízením 2 os a velkým pilovým kotoučem pro efektivní hromadné řezání hliníkových a plastových profilů.
- Otevření řezné spáry zaručuje vynikající kvalitu povrchu řezné plochy
- Posuv materiálu šetřící povrch (taktování) nadzvedávacím systémem profilů u dosedací a příložné plochy
- Velký rozsah řezání u širokých profilů
- Vypínací automatika při dosažení konce profilu

Technické údaje:

- Délka posuvu 5 – 780 mm (u 90° řezů)
- Maximální rozsah řezání viz Řezný diagram
- Otáčky pilového kotouče 2 800 1/min.
- Výkon 5,5 kW při 400 V/ 50Hz
- Přípojka stlačeného vzduchu 7 barů
- Spotřeba vzduchu 50 l na jeden pracovní tak, s mazáním minimálním množstvím maziva 64 l. (17)

2.5 Technologický postup

Technologický postup, po pořízení investice, pro operaci dělení a odjehlení je uveden níže.

Technologický postup

Název: LAENGSTRAEGER L1/RE LS1

Zákazník: BENTELER

Seznam operací:

1	PILA
2	ODJEHLENÍ

Operace:

1	PILA
---	------

Použité nástroje, technologický materiál:

- Pilový automat Elumatec SAS 142/41
- Pilový kotouč 500x30x4,2

Pracovní postup: Profil řezat na délku $L = 879,35 \pm 0,3$ mm

Pracovníci (A) a (B) uchopí 6-ti metrový díl z obou stran a přenesou ho na vstupní dopravník odřezávacího stroje. Stejným způsobem je přenesen i druhý díl. Poté pracovník (A) upevní profil pomocí upínačů, nastaví parametry stroje (první řez je pod úhlem 90° , druhý řez je na délce $L = 879,35 \pm 0,3$ mm od prvního pod úhlem $14,3^\circ$), délku profilu, otáčky, posuv a spustí stroj. Po nařezání prvních dvou kusů pracovník (C) ihned vytáhne kusy ze stroje, otočí se k RSA a uloží díly na stůl vpravo od RSA, pak pracovník uchopí jeden kus a odjehlí hrany z obou stran. Odjehlený kus uloží na stůl vlevo od RSA. Pracovník (B) si vezme odjehlený kus, vyčistí štětkou vnitřek kusu a vloží ho do bedny dle BP. Po naplnění celého objemu bedny (36 ks) pracovník (B) pomocí manipulačního vozíku odveze bednu na sklad č. 1.

Pracovník A – operátor strojů Elumatec SAS 142/42

Pracovník B – pracovník na čištění

Pracovník C – pracovník na odjehlení

Způsob kontroly, použitá měřidla: Dle kontrolního postupu. **Výrobní norma:** 150 ks/hod.

3. Nářezové pracoviště

Prostorové uspořádání pracoviště je znázorněno na obrázku 10.

Dělení materiálu na nářezovém pracovišti se provádí na kotoučových pilách.

3.1 Způsoby dopravy materiálu

Prostředkem manipulace s materiálem jsou vysokozdvizné vozíky NISSAN DX s maximální nosností 1800 t a boční vysokozdvizný vozík COMBILIFT C4000 s maximální nosností 4000 t.

Dalším prostředkem dopravy jsou paletové vozíky kterými pracovník na čištění odváží plné bedny do skladu č. 2. Dohromady je ve výrobě pět paletových vozíků, což je, jak jsem z praxe zjistil, nedostatečné, protože pracovník na čištění občas musí hledat vozík.

Přijímané polotovary, tak jak je přivezou kamiony do přijímacího skladu, jsou ve stejném obalu dopraveny na nářezové pracoviště. Přijímací sklad je značený pod číslem 1 a je znázorněn na obrázku č. 9.



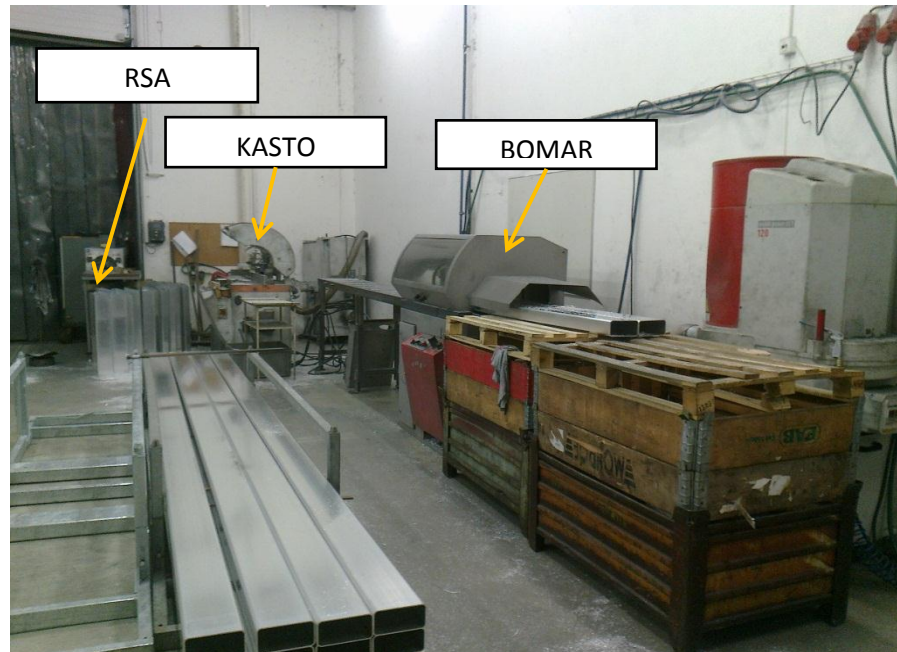
Obr. 9: Přijímací sklad a vlastní obal palety (vlastní)

3.2 Původní řešení

Výroba zde funguje na třísměnném provozu. Na pracovišti jsou obvykle 1 nebo 2 osoby v závislosti na směně.

Pro provoz pil je nezbytný přívod elektrické energie, stlačeného vzduchu a odsávání. Profilový materiál se do nářezového pracoviště přiváží vysokozdvizným vozíkem COMBILIFT 4000. Nadělený materiál se odváží nízkozdviznými vozíky DB z důvodu čistého ovzduší a snadné manipulace.

Původní řešení nářezového pracoviště je znázorněno na obrázku č. 2. Pracoviště se skládá z kotoučové pily na hliník BOMAR AL 500 ANC, kotoučové pily na hliník KASTO alu U14, odjehlovacího stroje RASAMAT 2002 a dvou odsavačů. Pila BOMAR je určena pro rovný řez, KASTO je určeno pro šikmé řezy viz obrázek 5. Stroje BOMAR a KASTO jsou obsluhovány jedním pracovníkem. Celková plocha nářezového pracoviště je 35 m².



Obr. 10: Uspořádání nářezového pracoviště (vlastní)

Nedostatky původního stavu:

- Dlouhé dopravy materiálu ze skladu
- Zbytečná manipulace mezi samostatnými stroji
- Čekání na prázdnou bednu
- Obtížnost při nakládání profilu na vstupní dopravník BOMARu

BOMAR je navíc otočen výstupním dopravníkem od KASTO, takže operátor musí přenést kus na vzdálenost více než 8 metrů. Tím pádem za 8 hodinovou pracovní směnu pracovník nachodí mezi dvěma stroji přibližně 4224 metrů.

Detailní popis činnosti pracovníků je uveden v technologických postupech v kapitole č. 2.5

Schematický náčrt původního uspořádání nářezového pracoviště znázorňuje obrázek č.11. Plochy strojů, zařízení a pracoviště byly zjištěny přímým měřením.

Legenda:

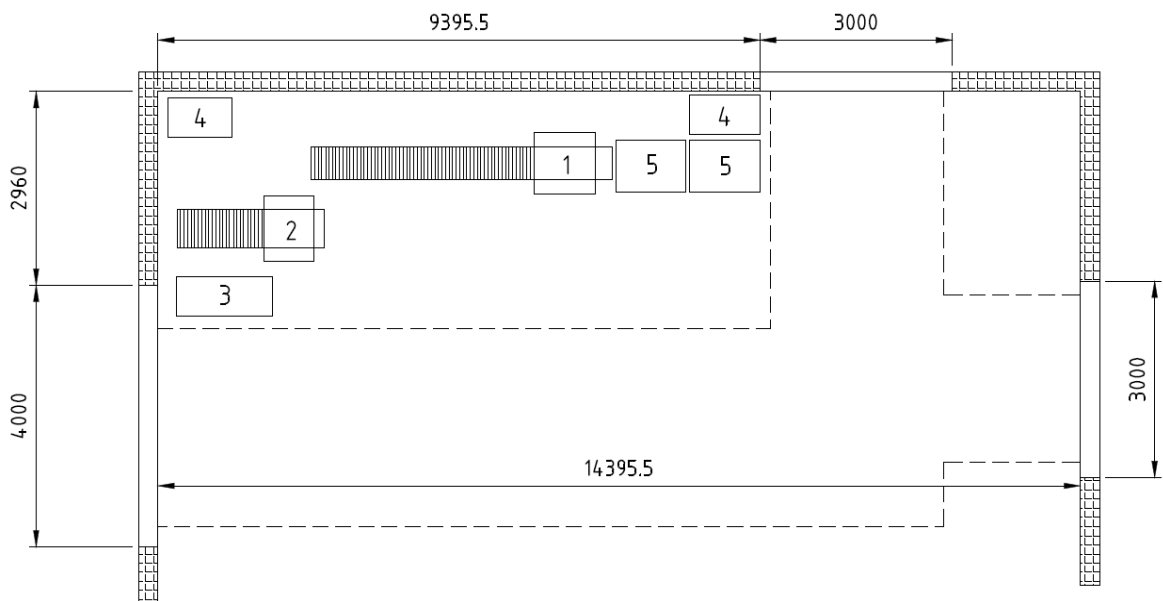
1 - BOMAR AL 500 ANC kotoučová pila na hliník automatická

2 - KASTOalu U14 poloautomaticka pila

3 – RSASMAT 2002 odjehlovací stroj

4 – Odsavač

5 – Dřevěná bedna, která plní funkci výstupního dopravníku



Obr. 11: Schematické znázornění původního uspořádání nářezového pracoviště

3.2.1 Snímek pracovní směny

Byla provedena analýza činností jednotlivých strojů na nářezovém pracoviště při práci jednoho pracovníka za 8 hodinovou pracovní směnu. Analýza byla provedena pomocí metody přímého měření práce - snímku pracovní směny. K měření byly použity hodinky. Za činnost přidávající hodnotu v tabulce vstupních údajů označeno jen jako „práce“.

V tabulce byly uvedeny jednotlivé činnosti rozdělené dle náročnosti vykonávané pracovní činnosti do 14 předdefinovaných kategorií, které jsou následně seskupovány podle přidané či nepřidané hodnoty.

Výstupem ze snímku pracovní směny je koláčový graf č. 2, který rozděluje veškeré činnosti na činnosti přidávající hodnotu a na hodnotu nepřidanou a plýtvání viz příloha č. 2, 3, 4.

Jak je patrné z grafů č.1, 2 prostoje strojů na pracoviště tvoří 82 až 87 %. Pracovník za směnu vyrobil 264 kusů při výrobní normě 35 ks/hod, což je 100,57 % od normy. Značnou část práce tvoří manipulace s materiálem a bednami.

3.2.2 Technologický postup

Technologický postup, původního stavu, pro operaci dělení a odjehlení je uveden níže.

Technologický postup

Název: LAENGSTRAEGER L1/RE LS1

Zákazník: BENTELER

Seznam operací:

1	PILA
2	PILA

Operace:

1	PILA
---	------

Použité nástroje, technologický materiál:

Kotoučová pila Bomar

Pracovní postup: Profil řezat na délku $L = 885 + 2$ mm. U Bomaru pravidelně kontrolovat smirkový papír a filc, v případě opotřebení vyměnit.

Jedna osoba obsluhuje obě pily najednou (jakmile Bomar uřízne kus, obsluha si ho přenesse ke Kastu a uřízne ho, poté se opět vrací k Bomaru pro další kus), druhá osoba odebírá kusy z Kasta, odjehlí čela zvenčí i zevnitř, vyčistí a vloží do bedny dle BP, také odváží plné bedny a vyplňuje dokumentaci. Při nakládání profilu na Bomar pomáhá.

Způsob kontroly, použitá měřidla: Dle kontrolního postupu

Výrobní norma:

36 ks/hod – 1 osoba na obou pilách – včetně manipulace a čištění kusů

72 ks/hod – 2 osoba na obou pilách – včetně manipulace a čištění kusů

2	PILA
---	------

Použité nástroje, technologický materiál:

Kotoučová pila Kasto

Pracovní postup: Kusy zakládat na pilu širší stěnou a výstupkem k obsluze. Profil řezat na délku $L = 879,35 \pm 0,3\text{mm}$ pod úhlem $14,3^\circ$. K nastavení úhlu slouží aretace na otočném stole (viz foto). Odjehlí obě čela a vyčistí štětkou vnitřek kusu.

Jedna osoba obsluhuje obě pily najednou (jakmile Bomar uřízne kus, obsluha si ho přenesse ke Kastu a uřízne ho, poté se opět vrací k Bomaru pro další kus), druhá osoba odebírá kusy z Kasta, odjehlí čela zvenčí i zevnitř, vyčistí a vloží do bedny dle BP, také odváží plné bedny a vyplňuje dokumentaci. Při nakládání profilu na Bomar pomáhá.

Způsob kontroly, použitá měřidla: Dle kontrolního postupu

Výrobní norma:

36 ks/hod – 1 osoba na obou pilách – včetně manipulace a čištění kusů

72 ks/hod – 2 osoba na obou pilách – včetně manipulace a čištění kusů

Technologický postup

Název: LAENGSTRAEGER L1/RE LS1

Zákazník: BENTELER

Tabulka 4: Technologický postup dílu LS1

Číslo operace	Pracoviště	Operace	Čas
01	A	Dělení materiálu	150 ks/h
02	A	Odjehlení	150 ks/h
03	E	Lisování	113 ks/h
04	B	Vrtání a frézování	26 ks/h
05	B	Pračka	60 ks/h
06	C	Výsledná kontrola a balení	26 ks/h

A – nářezové pracoviště

B – CNC

C – balicí pracoviště

E – externí firma

3.3 Pracoviště po pořízení investice

Při sestavování tohoto rozmístění jsem se nejvíce soustředil na zkrácení přesunu materiálu mezi jednotlivými stroji.

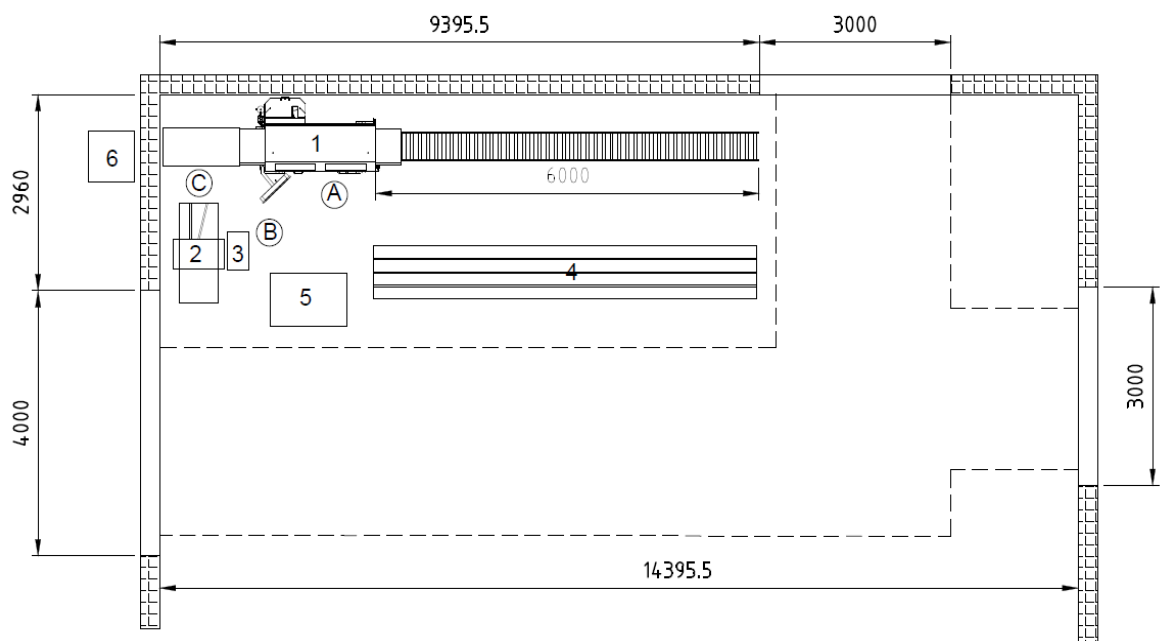
Konečná podoba pracoviště po pořízení investice je znázorněna na obrázku č. 11. Pracoviště se skládá z pilového automatu Elumatec SAS 142/42 a odjehlovacího stroje RASAMAT 2002. Pilový automat Elumatec SAS 142/42 je určen pro rovné a šikmé řezy.

V tomto uspořádání Elumatec SAS 142/42 je umístěn výstupním dopravníkem k RASAMAT. Toto umožnilo značně zmenšit pohyby pracovníků při nakládání profilů na vstupní dopravník tím, že pracovník má snadný přístup k dopravníku. Vzdálenost mezi

výstupním dopravníkem a odjehlovacím strojem je méně než 2 metry, kvůli tomu odpadá potřeba příliš pohybovat s profily, stačí se pouze pootočit se k RSA. Činnost pracovníka na odvoz plně bedny je zůstávají beze změny.

Legenda:

- 1 – Elumatec SAS 142/42 pilový automat
- 2 – RSASMAT 2002 odjehlovací stroj
- 3 – Stůl, do kterého pracovník (C) ukládá díl po odjehlení
- 4 – Bedna s 6-ti metrovými profily
- 5 – Bedna
- 6 – Odsavač
- A, B, C – Rozmístění pracovníků

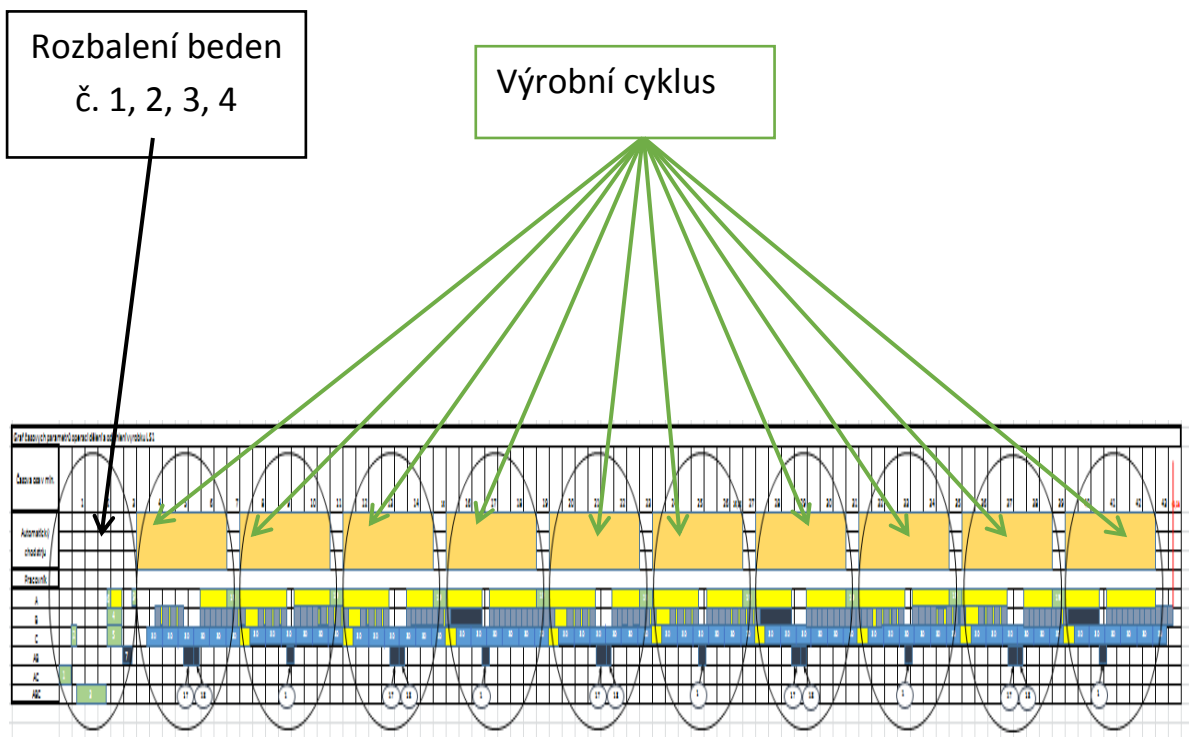


Obr. 12: Pracoviště po pořízení investice

4. Doporučení racionalizace výrobního procesu

Po uspořádání a montáži nového pracoviště byl vypracován graf časových parametrů operací dělení a odjehlení dílu LS1 viz obrázek 12. Na grafu jsou ovály označeny rozbalení beden a cykly dělení profilů. Pro přehlednost byl graf zpracován barevně. Podle tabulky č. 3 má každá činnost na pracoviště svou barvu.

Protože ve studii se vyskytují dvě operace prováděné na 120 kusech, vizualizaci by nebylo možné transparentně předvést v plném rozsahu v rozumném rozlišení. Proto je zde uveden pouze jeden výrobní cyklus a rozbalení beden č. 1, 2, 3, 4.



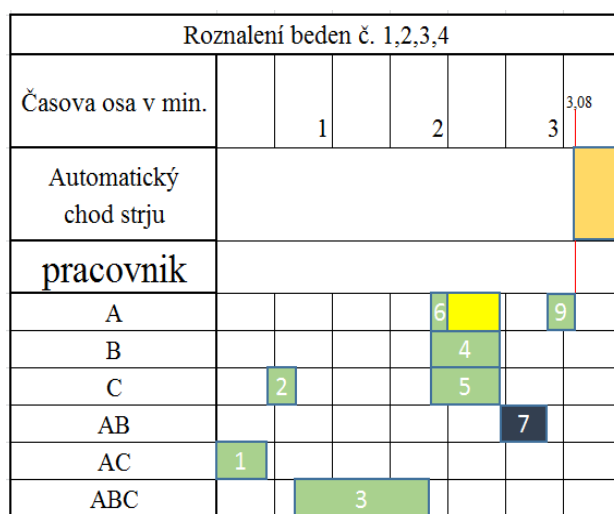
Obr. 13: Graf časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1

Tabulka č. 5 uvádí význam barev v grafu časových parametrů operací dělení a odjehlení.

Tabulka 5: Význam barev

	-	pracovník mimo pracoviště
	-	nakládání dílů
	-	odvoz plný bedny
	-	automatický chod stroje
	-	odjehlení
	-	čekání
	-	rozbalení beden/ výměna profilů
	-	čištění

V grafu č.1 je uveden postup a činnosti pracovníků při rozbalení beden.



1 – Rozbalit bednu č. 1

2 – Sebrat a odnést pásy fólie

3 – Rozbalit bednu č. 2, 3, 4

4 – Sebrat a odnést pásy fólie

5 – Sebrat a odnést fólie

Graf č.1: Rozbalení beden č. 1, 2, 3, 4

Jak je patrné z grafu č. 1, každá činnost při rozbalení beden je očíslována a podrobně popsána v tabulce č.6. V rozbalení se účastní všichni pracovníci.

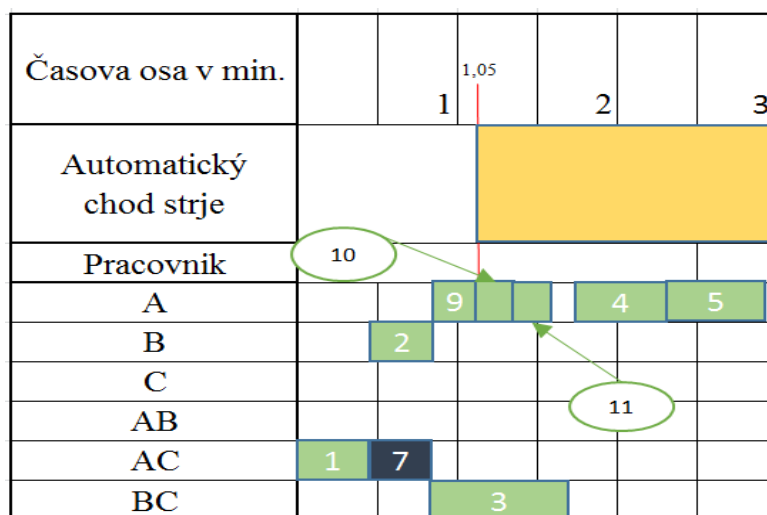
Nevýhoda tohoto postupu spočívá v tom, že ukládání dvou 6-ti metrových dílů na vstupní dopravník stroje se začíná jen po rozbalení všech beden, což je ztráta času. Aby se zmenšily prostoje strojů, byl změněn postup rozbalení beden.

Tabulka 6: Popis činností pracovníků na nářezovém pracovišti

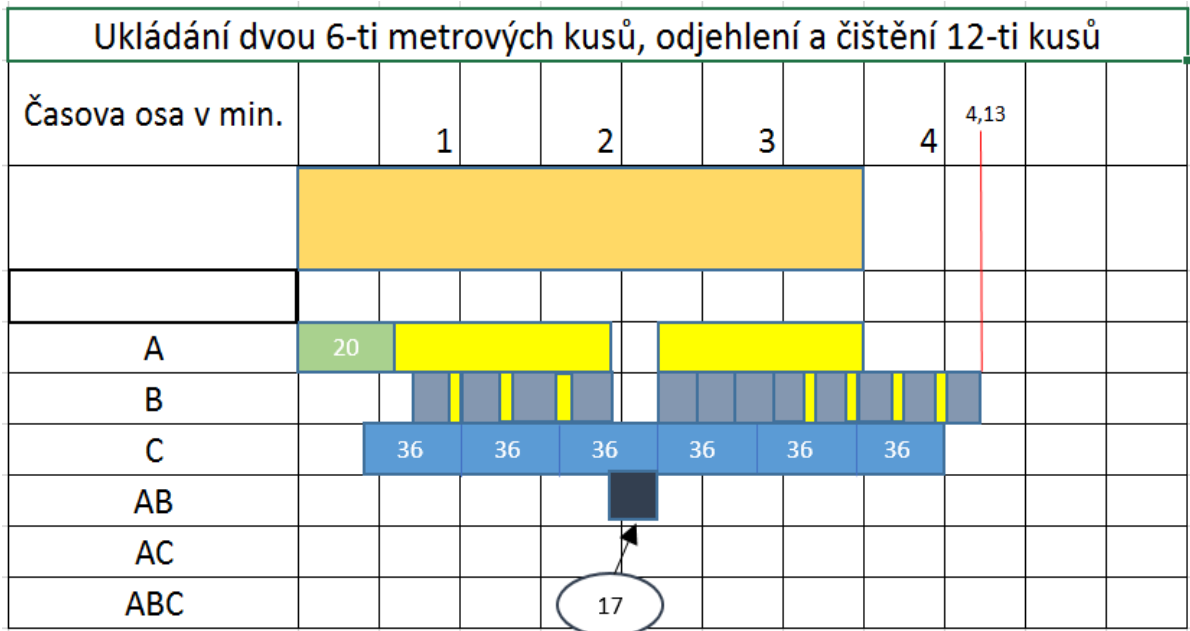
Č. Činnosti	Popis činnosti
1	Rozbalit bednu č. 1
2	Sebrat a odnést pásy s fólie
3	Rozbalit bedny č. 2, 3, 4
4	Sebrat a odnést folii
5	Sebrat a dnést pásy
6	Pootočit dva 6-ti metrových profilů na řebro
7	Ukládání dvou 6-ti metrových profilů do rozřezávacího stroje
8	Přitáhnout bednu
9	Upínání profilů, uzavření vika, spuštění strojů stlačením tlačítka „start,“
10	Spojení dílů
11	Chod spátky, pootočení dvou 6-ti metrových profilů na řebro
12	Čekání na první kus
13	Čekání na další odjehlený kus
19	Zastavení strojů, otevření vika, vyzmoutí spojených dílů ze stroje, vyhození odpadů, upínání dílů, spuštění strojů
20	Smontovat konci dvou 6-ti metrových profilů
22	Odvezení plný bedny
23	Sebrání dřevěných těsnění
26	Čištění a ukládání v bednu dvou kusů
36	Odjehlení dvou kusů

Po změně procesu se ukládání profilů na vstupní dopravník stroje začíná po rozbalení první bedny a tím ušetříme 2 minuty a 3 sekundy viz graf č.2.

Graf č. 2: Rozbalení beden č. 1, 2, 3, 4 (úspora)



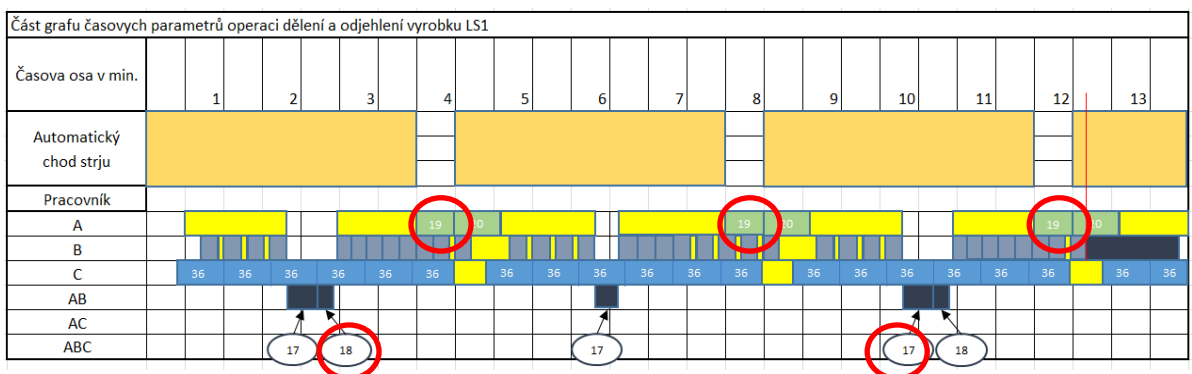
Na následujícím obrázku je uveden přehled výrobního cyklu výrobku LS1, který se skládá ze čtyř základních fází: automatický chod stroje, odjehlení, ukládání do beden a nakládání dvou 6-ti metrových profilů.



Obr. 14: Výrobní cyklus

Z obr. 14 můžeme přehledně vidět, jak probíhá výrobní cyklus. Je patrné, že čas cyklu je dán časem automatického chodu stroje, který byl označen oranžovou barvou podle tabulky č. 6.

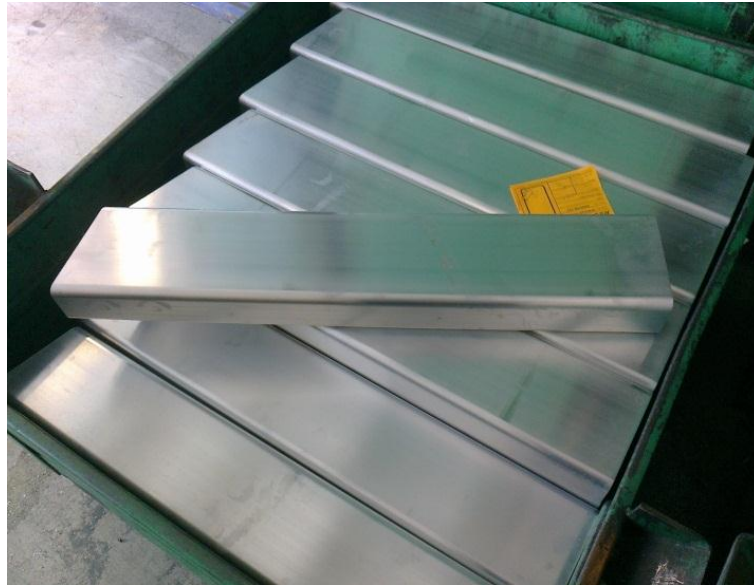
Zkrátit čas automatického chodu stroje nelze z důvodu využití optimálních řezných podmínek. Jedinou zbývající možností je zkrátit celkový čas operací dělení a odjehlení výrobků LS1 pod číslem 19 na obrázku č. 15.



Obr. 15: Část grafu časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1

Došlo zde ke zkrácení času o 13 vteřin tím, že pracovník vyhazuje odpad ze stroje po spuštění automatického chodu stroje. Další 12 vteřin ušetříme tím, že činností pod číslem 18 bude dělat pracovník (A). Činností pod čísly 18 a 19 jsou podrobně popsány v tabulce č. 6.

Tím pádem, při dělení 6-ti dlouhých profilů, což je 36 kusů LS1 nebo-li plná bedna viz obrázek č. 16, ušetříme 60 vteřin pro pracovníky A a B. Přičemž dojde ke zkrácení potřebného času na výrobu 36 kusů o 36 vteřin.



Obr. 16: Plná bedna (vlastní)

Aby po dělení vstupní bedny nezůstávaly poloprázdné bedny s nařezanými díly, byl změněn počet kusů v bednách na výstupu z pracoviště na 40 kusů. Je to dáno tím, že číslo 40 je dělitel čísla 120, tj. po dělení celé bedny s 6-ti metrovými profily na výstupu máme 3 plné bedny s nařezanými díly. Po provedení všech změn ušetříme 1,54 vteřiny na výrobu jednoho kusu LS1 což je 6,4%.

V níže uváděných tabulkách byla rozepsána činnost každého pracovníka na jednotlivé úkony v časovém horizontu. V záhlaví každé tabulky je uvedena barva podle tabulky č. 5.

Tabulka 7: Odjehlení dvou kusů

● Odjehlení dvou kusů										
Operace	Popis operace	Čas (sec)	Čas (sec)							
			5	10	15	20	25	30	35	40
1	Vyjmout 2 kusy z Elumatec	2	■							
2	Uložit vedle Elumatec, pootočit	4	■	■						
3	Uchopit 2 ks, pootočit se k RSA, uložit vedle	4		■	■					
4	Vzít 1 kus, odjehlit jednu stranu	4			■	■				
5	Pootočit a odjehlit druhou stranu	6				■	■			
6	Uložit vedle RSA	2					■			
7	Vzít 2 ks a odjehlit jednu stranu	4						■		
8	Pootočit a odjehlit druhou stranu	6							■	■
9	Uložit vedle RSA a pootočit se k Elumatec za další	4								■
	Celkový čas	36	■							

Tabulka 8: Čištění a ukládání dvou kusů do bedny

● Čištění a ukládání v bednu dvou kusů									
Operace	Popis operace	Čas (sec)	Čas (sec)						
			5	10	15	20	25	30	
1	Odebrat jeden kus z RSA	4	■						
2	Očistit	3		■					
3	Uložit v bednu	4			■				
4	Chod Zpátky	2				■			
5	Odebrat další kus z RSA	4					■		
6	Očistit	3						■	
7	Uložit v bednu	4							■
8	Chod zpátky	2							■
	Celkový čas	26	■						

Tabulka 9: Výměna profilů

● Výměna profilů									
Operace	Popis operace	Čas (sec)	Čas (sec)						
			5	10	15	20	25	30	35
1	Zastavit stroj	2	■						
2	Otevřít stroj	2	■						
3	Vyhodit odpad	6		■	■				
4	Vyjmout zbytky profilů	4			■	■			
5	Upnout dva 6-ti metrových profily ve stroje	14				■	■	■	■
6	Spustit stroj	2							■
	Celkový čas	30	■						

Tabulka 10: Odvezení plné bedny na sklad č. 2

		Odvezení plný bedny																	
Operace	Popis operace	Čas (sec)																	
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
1	Vyplnit kanban kartu	10	■	■															
2	Chod za vozíkem a spátky	15			■	■	■												
3	Zvednout bednu	5					■												
4	Odvést bednu	30						■	■	■	■	■	■	■					
5	Přítáhnout novou bednu	10												■	■				
6	Zaorientovat bednu	5														■			
	Celkový čas	75	■																

Tabulka 11: Ukládání materiálu na vstupní dopravník (2 osoby)

		Ukládání materiálu na vstupní dopravník (2 osoby)					
Operace	Popis operace	Čas (sec)					
			5	10	15	20	25
1	Uchopit profil č.1	2	■				
2	Přenést a uložit profil na vstupní dopravník	6	■	■			
3	Chod spátky	3			■		
4	Uchopit profil č.2	2			■		
5	Přenést a uložit na stroj	6				■	■
6	Chod spátky	3					■
	Celkový čas	22	■				

4.1 Nářezové pracoviště

Podrobně pojednáno v kapitole 3.

4.2 Výrobní proces k realizaci hotového výrobku

Hotový výrobek je stanoven konstrukčním výkresem a je zhotoven dle technologického postupu. Výrobní proces je realizován na pracovištích v Obrobně viz. obrázek 1.

Z výše uvedených kapitol vyplývá že:

- Došlo k poklesu fyzické námahy
- Došlo ke zkrácení manipulačních cest
- Byl změněn počet kusů v bednách na výstupu z nářezového pracoviště
- Byl změněn postup při rozbalení beden, tím pádem došlo k ušetření času
- Došlo ke snížení neproduktivních časů

(shrnout výsledky předchozích změn)

5. Případová studie pro LS1

5.1 Personální obsazení

Současné personální obsazení nářezového pracoviště operací řezání (operace č. 1), odjehlení (operace č. 2) a čištění (operace č. 3) je následující.

Operátor má na starosti zakládání dílů na vstupní dopravník, odstranění odpadů ze stroje, upnutí dílů ve stroji a spuštění automatického chodu stroje. Dalším úkolem operátora je kontrola provedené operace. Kontrola je prováděna na měřícím stanovišti, které je umístěno v blízkosti stroje.

Pracovník na odjehlení má na starosti odebírání dílů z výstupního dopravníku a odjehlení těchto dílů.

Pracovník na čištění má na starosti očištění dílů po odjehlení, ukládání dílů do bedny, odvezení plné bedny do skladů č. 2, zakládání dílů na vstupní dopravník.

5.2 Rodina výrobků odvozená z sortimentu nářezového pracoviště

Jak je patrné z tabulky č. 12, na nářezovém pracoviště se řeže šestnáct různých druhů výrobků.

Tabulka 12: Sortiment nářezového pracoviště

č.	Četnost	Název	Úhel řezu 1	Úhel řezu 2	Drsnost	Tolerance	Způsobilost	Hmotnost
	ks		deg	deg	Ra	mm	Cpk	kg/m
1	70000	DR22-180594 TPD U00 AC.pdf	90	75,7	3,2	0,2	1,33	4,101817335
2	130000	DR22-170720 TPD U00 AC.pdf	90	75,7	3,2	0,2	1,33	4,644687791
3	40000	R231 Zahnleiste Rev AB.tif	90	90	3,2	0,1	1,33	8,026315789
4	40000	Zeichnung Klinke 104131 120.tif	90	90	3,2	0,1	1,33	3,111111111
5	40000	R231 Klinkenhater Rev AB.tif	90	90	3,2	0,1	1,33	3,872340426
6	200000	AU37 219767M04000 AC000 THB T0	45	45	3,2	0,2	1,33	4,7
7	160000	f330.pdf	90	90	3,2	0,2	1,33	1,423936554
8	250000	242 132.pdf	90	90	3,2	0,1	1,33	1,074238796
9	80000	BMCV-197681 TPD 0 AF.pdf	90	90	3,2	0,2	1,33	4,75
10	240000	BMCV_197684M11U01_AGU01_SEI	83,95	96,05	3,2	0,2	1,33	2,71468144
11	200000	MEDIA 110707 7625063 1 E Modul	90	90	3,2	0,1	1,33	
12	120000	BMP7 219256M06000 AF000 HALTE	90	90	3,2	0,2	1,33	
13	300000	2766 001.pdf	90	90	3,2	0,2	1,33	
14	210000	TH 111616M07000 AD.tif	90	90	3,2	0,2	1,33	
15	51000	THB 150074-DD-112 r14.tif	90	90	3,2	0,2	1,33	
16	12000	0708944000000000.A_BVOR_A4_pc	90	90	3,2	0,2	1,33	

5.3 Vstup do nářezového pracoviště

Vstupem do nářezového pracoviště je paleta, která má dvacet 6-ti metrových profilů obdélníkového tvaru viz obrázek č. 17.



Obr. 17: Bedna s dvaceti 6-ti metrovými kusy

Jsou vyráběny z hliníku metodou vysokotlaké extruze, tzv. tažený profil. Vyznačují se především vysokou mechanickou odolností. Podrobně pojednáno v kapitole č. 2 . Rozměry profilu jsou uvedeny v příloze č. 1.

5.4 Výstup z nářezového pracoviště

Výstupem z nářezového pracoviště je plechová paleta PBH, která obsahuje 40 kusů zpracovaných podle technologického postupu. Podrobný postup opracování těchto dílů je uveden v kapitole 2.5.



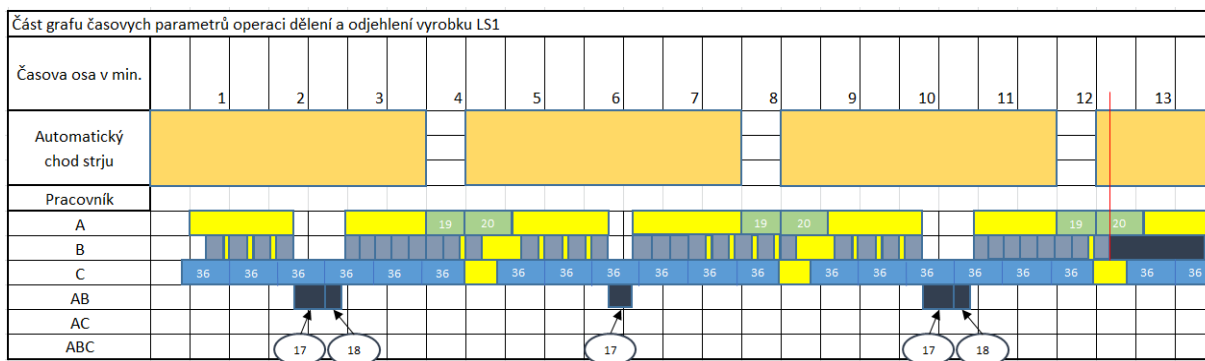
Obr. 18 : Plná bedna na výstupu z nářezového pracoviště (vlastní)

5.5 Rytmus práce ve výrobní buňce

5.5.1 Původní rytmus po pořízení investice

Buňka pracuje v rytmu 36 ks (bedna) za 12 minut a 5 vteřin viz obrázek 19. Což znamená, že každých 725 sekund od spuštění automatického chodu stroje z pracoviště odhází bedna s 36 kusy. Podrobně je výrobní cyklus popsán v kapitole č.4.

Řidič vysokozdvížného vozíku musí navážet, na nářezové pracoviště dvě prázdné bedny každých 24 minut a 10 sekund.

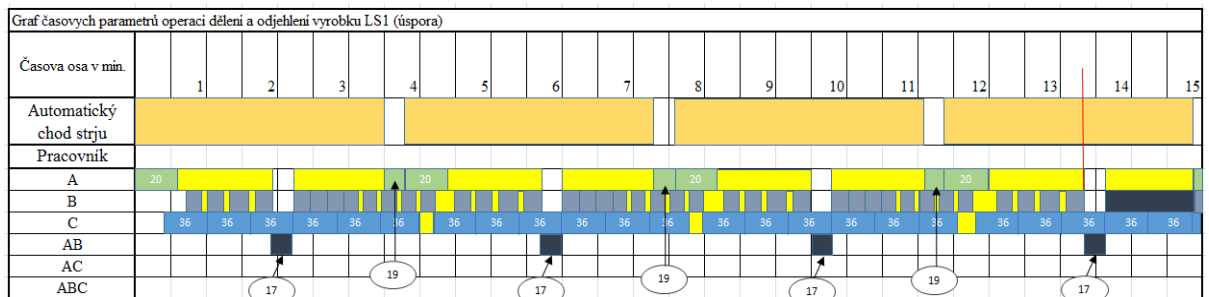


Obr. 19: Část grafu časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1

5.5.2 Navrhovaný rytmus po pořízení investice

Kvůli tomu, že byl změněn počet kusů v bedně na výstupu z nářezového pracoviště, došlo ke změně ve výrobním rytmu. Po změně buňka pracuje v rytmu 40 ks (bedna) za 13 minut a 20 sekund. Což znamená, že každých 800 sekund od spuštění automatického chodu stroje odhází z pracoviště bedna o 40 kusech, viz obrázek č. 20.

Řidič vysokozdvizného vozíku musí navážet, na nářezové pracoviště, po dve prázdné bedny každé 26 minuty a 40 sekund.



Obr. 20: Část grafu časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1 (úspora)

5.6 Návrhy řešení

Dále navrhuji:

- 1) Rozšířit sortiment realizovaný ve výrobní buňce (viz Rodina výrobků),
- 2) Rozšířit metodiku na ostatní výrobky zařazené do výrobní buňky,
- 3) Realizovat zásady LP v celém výrobním procesu.

6. Doporučení metodiky řízení výroby (výrobní etapa)

Ve výrobní etapě aplikovat hodnoty, zásady a principy štlíhlé výroby. Zejména uplatnit poznatky z kapitoly 1.

6.1 Rodina výrobků

Uplatnit rodinu výrobků a pro tuto rodinu výrobků aplikovat navrhovaná opatření z kapitoly 5.

6.2 Nářezové pracoviště

Rozšířit sortiment výrobku na nářezovém pracovišti. Uplatnit rodinu výrobků, viz kapitola 5.

6.3 Operativní řízení výroby ve výrobní etapě

Uplatnit operativní řízení výroby pro produkci realizovanou v určených výrobních procesech.

7. Ekonomické zhodnocení

Společnost Obrobna RESL.s.r.o kvůli smluvním závazkům s dodavateli není oprávněna poskytovat třetím osobám nákupní ceny materiálů. V následujícím ekonomickém propočtu nebylo možno použít hodnoty, které by se shodovaly s nákupními podmínkami společnosti. Z tohoto důvodu je nutné toto ekonomické zhodnocení brát pro účely společnosti jako přibližné.

7.1 Hodnocení nákladů původního řešení

7.1.1 Náklady na zaměstnance

Na nářezovém pracovišti jsou 2 osoby. Při výpočtu je počítáno s průměrnou hrubou mzdou 23 640 Kč + 34 %, které představují náklady zaměstnavatele na zdravotní a sociální pojištění zaměstnance. Předpokládáme, že nářezové pracoviště pracuje na 3 směny pondělí – pátek . Výkon práce je prováděn 24 hodin denně, po dobu 5 pracovních dní v týdnu.

Výrobní kapacita dílů LS1 je přibližně 80 000 dílů ročně. Při výrobní normě 72 ks/hod, na výrobu 80 000 kusů Obrobna potřebuje 1111 hodin což je 159 směn.

$$NPZ = n_{\text{prac.za směnu}} \cdot M \cdot n_{\text{odprhod.}} \quad [Kč/80\ 000\ \text{ks v } 159\ \text{směnách}] \quad [1]$$

kde:

$n_{\text{prac.za směnu}}$ počet pracovníků na směně [ks],

M hodinová hrubá mzda pracovníka navýšená o příspěvek na sociální a zdravotní pojištění (34%) [Kč],

$n_{\text{odpr. hod.}}$ počet odpracovaných hodin [-].

$$NPZ_{\text{původní řešení}} = 2 \cdot 180 \cdot 1111 = 399\ 960 \quad [Kč/80\ 000\ \text{ks v } 159\ \text{směnách}]$$

Náklady na 1 kus jsou 4,9995 Kč.

7.1.2 Náklady na spotřebu elektrické energie

Maximální příkony strojů a zařízení jsou znázorněny v následující tabulce.

Obr. 21: Maximální příkony strojů a zařízení (původní řešení)

Řešení	Stroj (zařízení)	Max. příkon (kW)
Původní řešení	BOMAR AL 500 ANC	4
	KASTOalu U 14	1,8
	RASAMAT 2002	1,6
	Odsavač 1	1,2
	Odsavač 2	1,2
Celkem		9.8

Provozní náklady na nářezovém pracovišti byly zjištěny z ročního vyúčtování elektrické energie za rok 2013, což je 90 Kč/m².

Plocha nářezového pracoviště 35 m² což je 7560 Kč za dva a půl měsíce. Náklady na 1 kus činí 0,0945 Kč

7.1.3 Mazivo – olej

Spotřeba oleje: 1 litr oleje za 12 hodin.

Cena: 150 Kč/litr

Na výrobu 80 000 kusů je potřeba 44,5 litrů oleje což je 6675 Kč.

Náklady na 1 kus jsou 0,0834 Kč

7.1.4 Přebroušení

Po vyrobení 3000 kusů se provádí přebroušení pilového kotouče.

Na výrobu 80 000 kusů je potřeba 27 přebroušení. Cena za přebroušení pilového kotouče o 120 zubech je 360 Kč. V provozu máme dvě kotoučové pily o 120 zubech (BOMAR, KASTO).

Náklady na 1 kus jsou 0,243 Kč

7.1.5 Odjehlovací kartáče

Po odjehlení 3000 kusů se provádí výměna kartáčů na RSA. Cena za sadu je 700 Kč.

Na výrobu 80 000 kusů je potřeba 27 výměn což je 18 900 Kč.

Náklady na 1 kus činí 0,2363 Kč

7.1.6 Odpis budovy

Odpis budovy za měsíc 200 000 Kč (plocha budovy 2000 m²), což je 100 Kč/m². Plocha nářezového pracoviště je 35 m², což je 8400 Kč za dva a půl měsíce.

Náklady na 1 kus činí 0,105 Kč.

7.2 Hodnocení nákladů po pořízení investice

5.2.1 Investiční náklady

Investiční náklady zahrnují náklady na stroj včetně odsávání, dopravu a montáž. V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty jednotlivých nákladů.

Tabulka 13 : Investiční náklady

Položka	Investiční náklady (Kč)
(1) Pilový automat Elumatec SAS 142/42, odsávání, válečkový dopravník.	1 500 000
(2) Doprava	10 000
(3) Montáž	18 000
Celkem	1 528 000

7.2.2 Náklady na zaměstnance

Na nářezovém pracovišti jsou 3 osoby: operátor Elumatec, osoba na odjehlení a osoba na čištění. Při výpočtu je počítáno s průměrnou hrubou mzdou 23 640 Kč + 34 %, které představují náklady zaměstnavatele na zdravotní a sociální pojištění zaměstnance. Předpokládáme, že nářezové pracoviště pracuje na 3 směny. Výkon práce je prováděn 24 hodin denně, po dobu 5 pracovních dní v týdnu.

Výrobní kapacita dílů LS1 je přibližně 80 000 dílů ročně. Při výrobní normě 150 ks/hod, na výrobu 80 000 kusů Obrobna potřebuje 534 hodiny, což je 77 směn.

$$NPZ = n_{\text{prac.za směnu}} \cdot M \cdot n_{\text{odprhod.}} \quad [\text{Kč}/80\ 000\text{ks v } 77 \text{ směnách}] \quad [1]$$

kde:

$n_{\text{prac.za směnu}}$ počet pracovníků na směně [ks],

M hodinová hrubá mzda pracovníka navýšená o příspěvek na sociální a zdravotní pojištění (34%) [Kč],

$n_{\text{odpr. hod.}}$ počet odpracovaných hodin [-].

$$NPZ \text{ současný stav} = 3 \cdot 180 \cdot 534 = 288\ 360 \quad [\text{Kč}/80\ 000\text{ks v } 77 \text{ směnách}]$$

Náklady na 1 kus jsou 3,6045 Kč.

Mzdové náklady na 1 kus poklesly v průměru o 27,9 %.

7.2.3 Náklady na spotřebu elektrické energie

Maximální příkony strojů a zařízení je znázorněn v následující tabulce.

Tabulka 14: Maximální příkony strojů a zařízení (po pořízení investice)

Řešení	Stroj (zařízení)	Max. příkon (kW)
Původní řešení	BOMAR AL 500 ANC	4
	KASTOalu U 14	1,8
	RASAMAT 2002	1,6
	Odsavač 1	1,2
	Odsavač 2	1,2
Pracoviště po pořízení investice	Elumatec SAS 142/42 s odsáváním nečistot	8,5
	RASAMAT 2002	1,6

Jak je patrné z tabulky č.14, spotřeba elektrické energie nářezového pracoviště před pořízením investice a po pořízení je přibližně stejná 9,8 a 10,1 kW. Protože celá plocha pracoviště se nezměnila hodnoty nákladů na elektrickou energii, světlo a topení jsou zvoleny totožné jako u původního řešení – 90 Kč/m².

Plocha nářezového pracoviště 35 m², což je 4725 Kč za měsíc a půl.

Náklady na 1 kus jsou 0,059 Kč.

Provozní náklady na elektrickou energii poklesly v průměru o 38,1 %.

7.2.4 Odpisy

7.2.4.1 Odpis budovy

Odpis budovy za měsíc 200 000 Kč (plocha budovy 2000 m²), což je 100 Kč/m².

Plocha nářezového pracoviště je 35 m², což je 5250 Kč za měsíc a půl.

Náklady na 1 kus činí 0,066 Kč.

Náklady na odpisování budovy poklesly v průměru o 37,1 %.

7.2.4.2 Odpis stroju Elumatec SAS 142/42

Odpisový plán na celou předpokládanou životnost stroje

Elumatec SAS 142

Kupní cena stroje: 1 500 000 Kč

Náklady na dopravu: 10 000 Kč

Náklady na instalaci: 18 000 Kč

a) Rovnoměrné daňové odpisy

Podle zákona o dani z příjmů jsou obráběcí stroje zařazeny do druhé odpisové skupiny – doba odpisování 5 let, které odpovídají tyto sazby: 11% pro první rok a 22,25% pro další léta odpisování.

Tabulka 15: Rovnoměrné odpisování stroju Elumatec SAS 142/42

Rok	Rovnoměrné odpisování, Kč		
	Roční odpis	Oprávky	Zůstatková cena
2014	168 080	168 080	1 359 920
2015	339 980	508 060	1 019 940
2016	339 980	848 040	679 960
2017	339 980	1 188 020	339 980
2018	339 980	1 528 000	0

b) Zrychlené daňové odpisy

Koeficienty pro zrychlené odpisování: 5 [-] pro první rok a 6 [-] pro další léta odpisování.

Tabulka 16: Zrychlené odpisování stroju Elumatec SAS 142/42

Rok	Zrychlené odpisování, Kč		
	Roční odpis	Oprávky	Zůstatková cena
2014	305 600	305 600	1 222 400
2015	488 960	794 560	73 440
2016	366 720	1 161 280	366 720
2017	244 480	1 405 760	122 240
2018	122 240	1 528 000	0

Při rovnoměrném odpisování odpis za měsíc činí 14 007 Kč. Jak je patné z kap. 7.1.2, na výrobu 80 000 kusů Obrobna potřebuje 77 pracovních směn, což je 1 měsíc a 11 dnů. Průměrný počet pracovních dnů v měsíci je 22. Předpokládáme, že délka pracovní doby činí 40 hodin týdně.

7.2.5 Mazivo – olej

Spotřeba oleje: 1 litr oleje za 12 hodin.

Cena: 200Kč/litr

Na výrobu 80 000 kusů je potřeba 44,5 litrů oleje, což je 8900 Kč.

Náklady na 1 kus jsou 0,1112 Kč

7.2.5 Přebroušení

Po dělení 3000 kusů se provádí přebroušení pilového kotouče.

Na výrobu 80 000 kusů je potřeba 27 přebroušení. Cena za přebroušení pilového kotouče o 120 zubech je 360 Kč.

Náklady na 1 kus jsou ve výši 0,1215 Kč

Náklady na přebroušení pilových kotoučů poklesly v průměru o 50 %.

7.2.5 Odjehlovací kartáče

Po odjehlení 3000 kusů se provádí výměna kartáčů na RSA. Cena za sadu je 700 Kč.

Na výrobu 80 000 kusů je potřeba 27 výměn, což je 18 900 Kč.

Náklady na 1 kus jsou 0,2363 Kč

Náklady na kartáče zůstávají stejné.

7.3 Kalkulace nakladů na 1 kus výrobku LS 1

Hodnoty nezahrnují režii (správní, obchodní, výrobní), zahrnují náklady přímé (materiál, mzdy) a ostatní přímé náklady (plocha, odpisy ap.)

Tabulka 17: Kalkulace nakladů na 1 kus výrobku LS 1

Položka	Náklady na 1 kus		Výsledek*,(%)
	Původní řešení,(Kč)	Pracoviště po pořízení investice, (Kč)	
Náklady na zaměstnance	4,9995	3,6045	+ 38.7
Náklady na spotřebu elektrické energie	0,0945	0,0590	+ 37.6
Mazivo – olej	0,0834	0,1112	- 33.3
Přebroušení	0,2430	0,1215	+ 50
Odjehlovací kartáče	0,2363	0,2363	0
Odpis budovy	0,105	0,0660	+ 37.1
Celkem	5,7617	4,1985	+ 27.1

* “+” – finanční úspora

“-” – navýšení náklad

Jak je patrné z tabulky č. 17, v důsledku uspořádání nářezového pracoviště po přízení investice a následné racionalizace došlo k zkrácení tržeb na 1 kus o 27,1 %. K tomu ještě by měly přidat náklady na odpisování stroju Elumatec SAS 142/42, které tvoří 14 007 Kč měsíčně při rovnoměrném odpisování.

8. Závěr

Bakalářská práce se zabývá vypracováním návrhu pro racionalizace výrobního procesu hliníkového profilu ve firmě Obrobna RESL s.r.o. v Liberci. Prioritním cílem projektu je zavedení nového uspořádání nářezového pracoviště po pořízení investice ve společnosti.

V úvodu bakalářské práce je vypracována literární studie, která po teoretické stránce rozebírá řešenou problematiku této práce. Kromě základních informací potřebných k postupu návrhu uspořádání pracovišť jsou zde popsány i pravidla ergonomie, bezpečnosti a hygieny na pracovištích. Následuje část zaměřená na poskytnutí základních informací o společnosti Obrobna RESL s.r.o v Liberci. Z hlediska vyráběného produktu lisovací linky jsou zde poskytnuty obecné informace o výrobě a použitém materiálu profilu.

Praktická část je věnována detailní analýze současného stavu uspořádání nářezového pracoviště. Seznámení se současným stavem je provedeno prostřednictvím reálných fotek s popisy a schematickým náčrtem. Pomocí časového snímku pracovní směny je graficky znázorněna analýza činností strojů a pracovníků. Nejdůležitější informace udané v této části popisují množství výroby, aktuální rozmístění výroby, popisují způsoby dopravy materiálu na pracoviště, vytížení jednotlivých strojů.

Dále je uveden samotný návrh nového uspořádání výroby tak, aby se docílilo co nejmenší fyzické námahy při co nejmenších drahách. Jsou zde kompletní data nově navržené výroby již pro zracionalizovanou výrobu.

Navrhované řešení přináší společnosti Obrobna Resl s.r.o. úsporu v nákladech na výrobu jednoho díku LS1o 27,1%. Po pořízení nové investice došlo ke značnému zvýšení výrobní kapacity o 50 %, snížení fyzické namahy pracovníků a nadbytečné manipulace s profily. Po další racionalizaci došlo ke zkrácení času na výrobu jednoho dílu LS1 o 6,4 %.

Seznam použité literatury

- (1). <http://e-api.cz>. *Academy of Productivity and Innovations*. [Online] [Citace: 10. 04 2014.]. Dostupné na: <http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba/>.
- (2). **VAVRUŠKA, J.** *Metoda 5S*. Liberec : Technická univerzita v Liberci.
- (3). <http://e-api.cz>. *Academy of Productivity and Innovations*. [Online] [Citace: 10. 04 2014.]. Dostupné na: <http://e-api.cz/article/69253.metoda-5s-8211-zakladni-kamen-stihle-vyroby/>.
- (4). <http://e-api.cz/>. *Academy of Productivity and Innovations*. [Online] [Citace: 12. 04 2014.]. Dostupné na: <http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>.
- (5). *Academy of Productivity and Innovations*. [Online] [Citace: 26. 04 2014.]. Dostupné na: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>.
- (6). **KAVAN, M.** *Výrobní a provozní management*. Vyd. 1. Praha : Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0199-5.
- (7). **KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. et al.** *Štíhlý a inovativní podnik*. Vyd. 1. Praha : Alfa, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- (8). **HEŘMAN, J.** *Řízení výroby*. Vyd. 1. Melandrium : Slaný, 2001. ISBN 80-86175-15-4.
- (9). **KEŘIKOVSKÝ, M.** *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 1. V Praze : C.H. Brck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.
- (10). **ZELENKA, A., KRÁL, M.** *Projektování výrobních systémů*. Vyd. 1. Praha : ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- (11). <http://www.obrobna.cz>. [Online] Obrobna Resl s.r.o. [Citace: 15. 04 2014.]. Dostupné na: <http://www.obrobna.cz/profil.php>.
- (12). Wikipedia. The Free Encyclopedia [Online]. [Citace: 14. 03 2014.]. Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlin%C3%ADk>.
- (13). Daimler AG Corporate Headquarters. [Online] [Citace: 10. 05 2014.]. Dostupné na: <http://www.daimler.com/technology-and-innovation/safety-technologies/protection>.
- (14). (*Katalog strojů*), (Stránky prodejce strojů) [Online]. [Citace: 12. 04 2014.]. Dostupné na: <http://www.bomar-pily.cz/Kotoucove-pily-na-kov/BOMAR-AL-500-ANC-kotoucova-pila-na-hlinik-automaticka.html>.

- (15). (*Katalog strojů*), (Stránky prodejce strojů) [Online]. [Citace: 25. 03 2014.]. Dostupné na: <http://www.kasto.cz/cs/rada-kastoalu/>.
- (16). <http://www.eulift.cz>. [Online] [Citace: 23. 03 2014.] <http://www.eulift.cz/paletove-voziky/152-paletovy-vozik-db.html>.
- (17). (*Katalog strojů*), (Stránky prodejce strojů) [Online]. [Citace: 28. 03 2014.] Dostupné na: <http://www.elumatec.com/CZ/Produkte/index.html>.
- (18). <http://cs.wikipedia.org>. [Online] [Citace: 14. 03 2014.] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlin%C3%ADk>.
- (19). <http://www.tools.cz>. [Online] [Citace: 27. 03 2014.] <http://www.tools.cz/cs/stroje/rsa-cutting-systems/odjehlovani-srazeni-hran-faze/slozite-tvarove-profil-y-ohybane-a-rovne-trubky/>.

Seznam obrázků

Obr. 1: Výrobní proces dílů LS1 [vlastní].....	22
Obr. 2: Výrobek LS1 (13)	22
Obr. 3: Rozmístění skladovacích ploch	23
Obr. 4: BOMAR AL 500 ANC (vlastní)	24
Obr. 5: KASTOalu U14 (vlastní)	25
Obr. 6: RASAMAT 2002 (vlastní)	26
Obr. 7: Paletový vozík DB (16).....	26
Obr. 8: Pilový automat Elumatec SAS 142/42 (vlastní)	27
Obr. 9: Přijímací sklad a vlastní obal palety (vlastní)	29
Obr. 10: Uspořádání nářezového pracoviště (vlastní)	30
Obr. 11: Schematické znázornění původního uspořádání nářezového pracoviště .	31
Obr. 12: Pracoviště po pořízení investice	35
Obr. 13: Graf časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1.....	36
Obr. 14: Výrobní sykus.....	39
Obr. 15: Část grafu časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1	39
Obr. 16: Plná bedna [vlastní]	40
Obr. 17: Bedna s dvaceti 6-ti metrovými kusy	45
Obr. 18 : Plná bedna na výstupu z nářezového pracoviště (vlastní).....	46
Obr. 19: Část grafu časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1	46
Obr. 20: Část grafu časových parametrů operací dělení a odjehlení výrobku LS1 (úspora).....	47
Obr. 21: Maximální příkony strojů a zařízení (původní řešení).....	50

Seznam tabulek

Tabulka 1: Chemické složení materiálu AL - LEG – 6063 (1).....	20
Tabulka 2: Specifikace stroje BOMAR AL 500 ANC (14).....	24
Tabulka 3: Specifikace stroje KASTIOaluU14 (15)	25
Tabulka 4: Technologický postup dílu LS1	34
Tabulka 5: Význam barev	37
Tabulka 6: Popis činností pracovníků na nářezovém pracovišti	38
Tabulka 7: Odjehlení dvou kusů	41
Tabulka 8: Čištění a ukládání dvou kusů do bedny	41
Tabulka 9: Výměna profilů	41
Tabulka 10: Odvezení plné bedny na sklad č. 2.....	42
Tabulka 11: Ukládání materiálu na vstupní dopravník (2 osoby)	42
Tabulka 12: Sortiment nářezového pracoviště.....	44
Tabulka 13 : Investiční náklady	51
Tabulka 14: Maximální příkony strojů a zařízení (po pořízení investice)	52
Tabulka 15: Rovnoměrné odpisování stroju Elumatec SAS 142/42.....	54
Tabulka 16: Zrychlené odpisování stroju Elumatec SAS 142/42	54
Tabulka 17: Kalkulace nakladů na 1 kus výrobku LS 1	56

Seznam příloh

- Příloha 1** **Konstrukční výkres dílu LS1**
- Příloha 2** **Analýza činností stroje RSA**
- Příloha 3** **Analýza činností stroje KASTO ALU U14**
- Příloha 4** **Analýza činností stroje BOMAR AL 500 NC**
- Příloha 5** **Analýza činností operátora (RSA, BOMAR, KASTO)**