



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní



Návrh výroby vázacích prostředků pro novou výrobní halu ve firmě PEWAG s.r.o., Vamberk

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T048 – Strojírenská technologie a materiály
Autor práce: **Bc. Tomáš Bezdíček**
Vedoucí práce: doc. Ing. et Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Bezdíček**
Osobní číslo: **S17000365**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie a materiály**
Název tématu: **Návrh výroby vázacích prostředků pro novou výrobní halu ve firmě PEWAG s.r.o., Vamberk**
Zadávající katedra: **Katedra obrábění a montáže**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Shrnutí poznatků o výrobě vázacích prostředků.
2. Analýza stávajícího stavu výroby vázacích prostředků.
3. Návrh výroby vázacích prostředků pro novou výrobní halu ve firmě PEWAG s.r.o., Vamberk.
4. Realizace řešení.
5. Hodnocení navrhované výroby vázacích prostředků pro novou výrobní halu a porovnání se stávajícím způsobem výroby.
6. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků a vyvození závěrů.

Rozsah grafických prací: **Obrázky, tabulky a grafy - dle potřeby.**

Rozsah pracovní zprávy: **Cca 60 - 70 stran textu.**

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

Seznam odborné literatury:

- 1. KOCMAN, K., PROKOP, K. *Technologie obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERN Brno, s.r.o., 2001. 274 s. ISBN 80-214-196-2.**
- 2. ZELENKA, A., PRECLÍK, V., HANINGER, M. *Projektování procesů obrábění a montáží*. 2. vyd. ČVUT, 1999. ISBN 80-01-02013-4.**
- 3. ZELENKA, A. *Projektování výrobních procesů*. 1. vyd. ČVUT, 1983. ISBN - .**
- 4. VINGER, M., ZELENKA, A., KRÁL, M. *Metodika projektování výrobních procesů*. 1. vyd. Vydavatelství technické literatury SNTL Praha, 1984. ISBN - .**
- 5. Firemní podklady.**

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.**

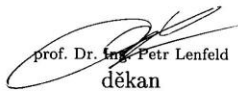
Katedra obrábění a montáže

Konzultant diplomové práce: **Ing. Miloslav Ledvina**

Katedra obrábění a montáže

Datum zadání diplomové práce: **21. listopadu 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2019**


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan

L.S.


doc. Ing. Jan Jersák, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 21. listopadu 2017

Označení DP: 1297

Řešitel: Bc. Tomáš Bezdíček

NÁVRH VÝROBY VÁZACÍCH PROSTŘEDKŮ PRO NOVOU VÝROBNÍ HALU VE FIRMĚ PEWAG s.r.o., VAMBERK

ANOTACE:

Práce se zabývá hodnocením současného stavu výroby vázacích prostředků ve firmě pewag Vamberk s.r.o.

Cílem této práce je návrh výroby vázacích prostředků pro novou výrobní halu, pomocí kterého bylo docíleno zvýšení produktivity výroby vázacích prostředků, snížení logistických časů a zefektivnění toku materiálu. Hlavním přínosem této diplomové práce by mělo být zjednodušení a zefektivnění výroby vázacích prostředků. Nový návrh vychází ze současného způsobu výroby a zahrnuje celkové hodnocení nově realizovaného způsobu výroby.

Klíčová slova: vázací prostředek, výroba

MANUFACTURING DESIGN OF LOAD HANDLING ATTACHMENTS FOR A NEW PRODUCTION HALL OF PEWAG s.r.o. COMPANY IN VAMBERK

ANNOTATION:

The thesis assesses the current state of manufacturing of load handling attachments in pewag Vamberk s.r.o. company.

The aim of this thesis is to design the manufacturing process of load handling attachments for a new production hall in order to increase the manufacturing productivity of load handling attachments, to reduce the time in logistics and to streamline the flow of material. The main benefit of this diploma thesis should be simplification and streamlining of the manufacturing process of load handling attachments. The new design is based on the current manufacturing method and includes an overall assessment of the newly implemented manufacturing method.

Keywords: load handling attachment, manufacture

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: květen 2018

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 80

Počet příloh 0

Počet tabulek: 32

Počet obrázků: 62

Počet grafů: 3



Katedra obrábění a montáže

Evidenční číslo práce: **KOM 1297**

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Bezdíček**

Vedoucí práce: doc. Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D.

Konzultant: Ing. Miroslav Ledvina

Počet stran: 80

Počet příloh: 0

Počet tabulek: 32

Počet obrázků: 62

Počet diagramů: 3

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen 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 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.

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

18. 05. 2018

Podpis:

Bc. Tomáš Bezdíček

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat mé vedoucí diplomové práce doc. Štěpánce Dvořáčkové, Ph.D., za poskytnutí cenných rad, pevné vedení a trpělivost, díky které dospěla tato práce ke zdárnému konci.

Dále bych chtěl poděkovat za vstřícné jednání, cenné informace a možnost zpracování diplomové práce ve firmě pewag, s.r.o. panu Ing. Jiřímí Labskému, panu Pavlovi Souhradovi a panu Petrovi Přikrylovi za nepřeborné množství zkušeností a poznatků, které jsem díky této práci získal.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině, a především mé přítelkyni, která mě podporovala a ona má velký podíl na dokončení této práce.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	14
1. Úvod	15
2. Teoretická část.....	16
2.1 Charakteristika společnosti pewag, s.r.o.	16
2.2 Výrobní program	17
2.2.1 Technické řetězy – vázací prostředky	17
2.3 Současná výroba vázacích prostředků	18
2.4 Výroba hlavních a přechodových článků.....	22
2.5 Výrobní postup.....	22
2.5.1 Skladování polotovaru – tyč a drát.....	23
2.5.2 Dělení polotovaru na délku	24
2.5.2.1 Pásová pila.....	24
2.5.2.2 Cutter.....	25
2.5.3 Ohýbání + značení.....	26
2.5.4 Svařování	29
2.5.5 Tepelná úprava – kalení a popuštění	30
2.5.5.1 Průběžná pec	30
2.5.5.2 Komorová pec	32
2.5.6 Kontrola kvality.....	32
2.5.7 Tryskání	33
2.5.8 Lakování	34
2.5.9 Montáž	35
2.5.10 Balení a naskladnění.....	36
2.5.11 Výroba nekonečného řetězu	37
2.5.12 Výroba koncového komponentu.....	38
3. Experimentální část	39
3.1 Metodika měření	39
3.1.1 Tok materiálu.....	39

3.1.2	Logistické řešení.....	39
3.1.3	Počet pracovníků.....	39
3.2	Nová výrobní hala.....	40
3.2.1	ML objekt	44
3.2.1.1	Skladování tyčí	45
3.2.1.2	Pracoviště dělení polotovaru	47
3.2.1.3	Pracoviště BM52	50
3.2.1.4	Pracoviště BM93	52
3.2.1.5	Pracoviště SA50 a SA150	53
3.2.2	SAI	54
3.2.2.1	Kompletace vázacích prostředků	55
3.2.2.2	Kalibrace řetězu CP1	56
3.2.2.3	Kalibrace řetězu CP2	56
3.2.2.4	Tryskací a omílací stroje.....	57
3.2.2.5	Lakování.....	58
3.2.3	CP1 + sklad.....	60
3.2.3.1	Skladování svitků	61
3.2.3.2	Výroba řetězů CP1	62
3.2.3.3	Sklad	63
3.2.4	CP2 objekt	64
3.2.4.1	Robotizované pracoviště pro ohýbání a svařování řetězu CP2 ..	65
3.2.4.2	Svářečka řetězů 24A	66
3.2.4.3	Svářečka řetězů 23A	67
3.2.5	HT – tepelné zpracování	69
3.2.5.1	Komorová pec	70
3.2.5.2	Indukční pec pro řetěz CP1	71
3.2.5.2	Indukční pec pro řetěz CP2	72
4.	Diskuze výsledků	74
5.	Závěr	79
	POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA.....	80

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Symbol/zkratka	Název
m	metr
s	sekunda
min	minuta
ks	kus
kg	kilogram
ident. karta	identifikační karta
CP1	výroba řetězu velikosti do 20 mm
CP2	výroba řetězu velikosti nad 20 mm
SA50	svářecí stroj hlavních a přechodových článků
SA70	svářecí stroj hlavních a přechodových článků
SA150	svářecí stroj hlavních a přechodových článků
BM52	ohýbací stroj hlavních a přechodových článků
BM93	ohýbací stroj hlavních a přechodových článků
ML	výroba hlavních a řetězových článků
SAI	montáž vázacích prostředků
HT	tepelné zpracování
24A	svářečka nekonečného řetězu
23A	svářečka nekonečného řetězu
34A	ohýbačka nekonečného řetězu
51RBM	ohýbačka nekonečného řetězu
51RSM	svářečka nekonečného řetězu

Všeobecně známé zkratky se zde neuvádějí.

1. Úvod

Vzhledem k neustálému zvyšování světové konkurence v oblasti výroby vázacích prostředků se firma pewag, s.r.o. se sídlem ve Vamberku v České Republice musí posouvat své technologie neustále dopředu. Firma se chce udržet na předních místech světového trhu a je tedy nucena vkládat velké finanční prostředky do vývoje a zavádět nové technologie do výrobního procesu.

Snahou firmy je snižování nákladů na výrobu jednotlivých komponentů, při zachování stejné kvality a zároveň tak vyhovět požadavkům zákazníků, kteří vyžadují spolehlivost a nízkou cenu. Výše zmíněných požadavků je možno dosáhnout snížením výrobních i nevýrobních nákladů při vyšší produktivitě práce. To lze zajistit celkovou optimalizací technologie, změnou sledu operací a správnou logistikou výrobního procesu.

Diplomová práce je zaměřena na návrh výroby vázacích prostředků pro novou výrobní halu zmiňované výrobní společnosti. Výroba vázacích prostředků se rozděluje na výrobu zavěšovacích ok, tj. hlavní a přechodové články a na výrobu nekonečného řetězu, tj. CP1 a CP2. Hlavním přínosem této diplomové práce by mělo být zjednodušení a zefektivnění výroby vázacích prostředků včetně ekonomického porovnání se stávajícím stavem.

Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, a sice do teoretické a experimentální části.

Úvodní teoretická část je zaměřena na analýzu stávajícího výrobního procesu výroby vázacích prostředků. V této kapitole je rozebrána výroba hlavních a přechodových článků a také výroba vysokopevnostního nekonečného řetězu CP1 do průměru 10 mm, který je realizován na třech výrobních linkách.

Experimentální část zahrnuje návrh rozmístění celkové logistiky výroby v nové hale a porovnání s původním procesem. Tento návrh řeší především optimalizaci skladování, technologie dělení materiálu, uspořádání strojů a zavedení automatizace.

Součástí experimentální části je i diskuze výsledků. Diskuze výsledků hodnotí diplomovou práci jako celek.

2. Teoretická část

Teoretická část je věnována analýze stávajícímu stavu výroby ocelových vázacích prostředků ve firmě pewag, s.r.o. V této kapitole jsou popsány jednotlivé výrobní operace od vstupního materiálu až po naskladnění dílu.

2.1 Charakteristika společnosti pewag, s.r.o.

Rakouská společnost pewag, s.r.o., se sídlem ve Vamberku v České republice, má dlouholetou tradici ve výrobě vázacích prostředků a ve světě patří mezi uznávané výrobce. Historie společnosti sahá až do 15. století a řadí se tak k nejstarším výrobcům řetězů na světě.

Společnost se zabývá vývojem, výrobou a prodejem řetězů, doplněným o širokou nabídku služeb. Struktura společnosti se skládá ze šesti základních segmentů, a to ve zkratce z A, B, C, D, F a G obr. 1.



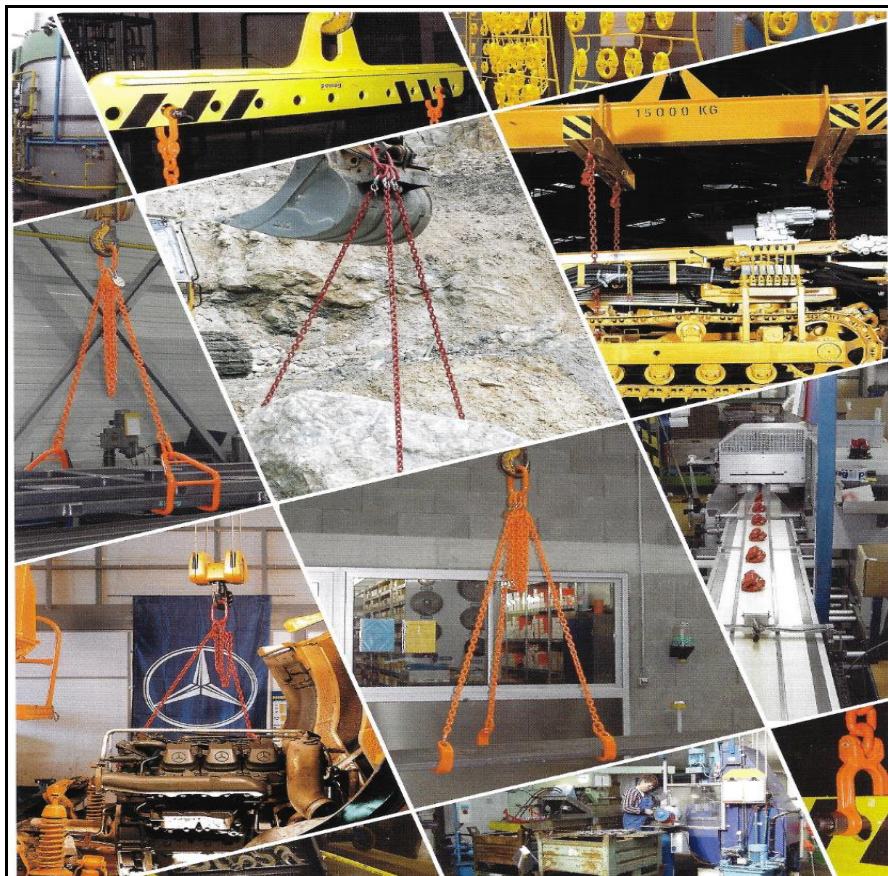
Obr. 1 Rozdělení společnosti pewag [5]

2.2 Výrobní program

Jak již bylo výše zmíněno, výrobní program firmy pewag, s.r.o. se skládá ze šesti hlavních segmentů. Tato práce se zabývá segmentem technických řetězů „F“, které se vyrábějí ve Vamberku.

2.2.1 Technické řetězy – vázací prostředky

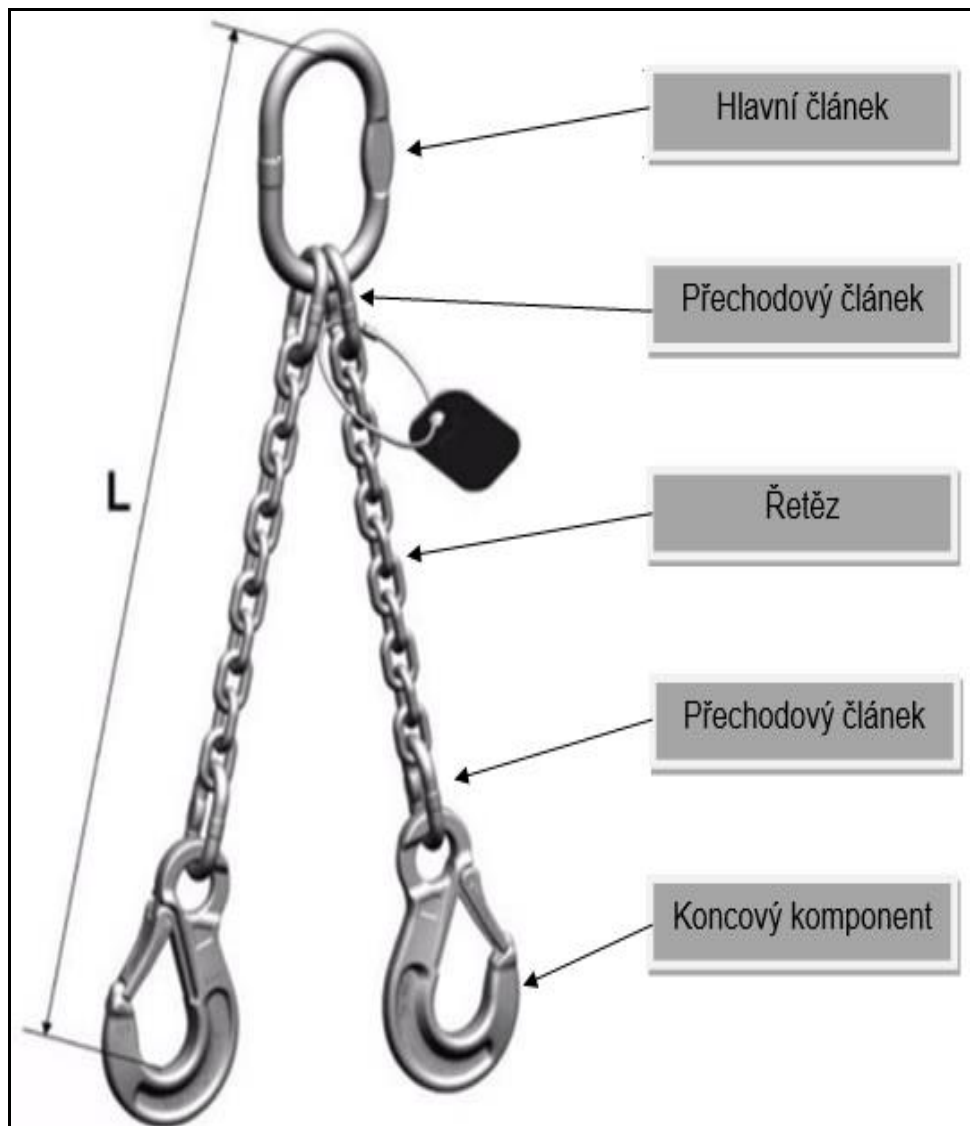
Vázací prostředky se používají pro zvedání standardních i speciálních břemen např. břemena s hrubým povrchem, nepravidelným tvarem atd. Proto nacházejí vázací prostředky uplatnění tam, kde je požadována velká flexibilita. Jejich výhodou je snadná manipulativnost, opravitelnost, a především dlouhá životnost. Jejich nevýhodou je vyšší hmotnost.



Obr. 2 Příklad použití vázacích prostředků [5]

Vázací prostředky dále vazáky rozdělujeme na montované a svařované. Montované vazáky jsou spojovány přechodovými rozebíratelnými komponenty. U svařovaných vazáků obr. 3, jsou přechodové články svařeny s ostatními komponenty, tudíž nejdou rozebrat. Zjednodušeně se vazáky

skládají z hlavního článku, přechodových článků, vysokopevnostního řetězu a koncového komponentu o to například háku, oka a speciálních komponentů podle požadavků zákazníka.



Obr. 3 Svařovaný vázací prostředek

2.3 Současná výroba vázacích prostředků

Tato diplomová práce je zaměřená na návrhu výroby svařovaných vázacích prostředků, které se budou vyrábět v nové výrobní hale. Hlavní a přechodové články, koncové komponenty a vysokopevnostní řetěz do průměru 16 mm se momentálně vyrábí ve dvou výrobních halách ve Vamberku. Řetěz od průměru 19 mm se vyrábí prozatím v mateřském závodě v Rakousku.



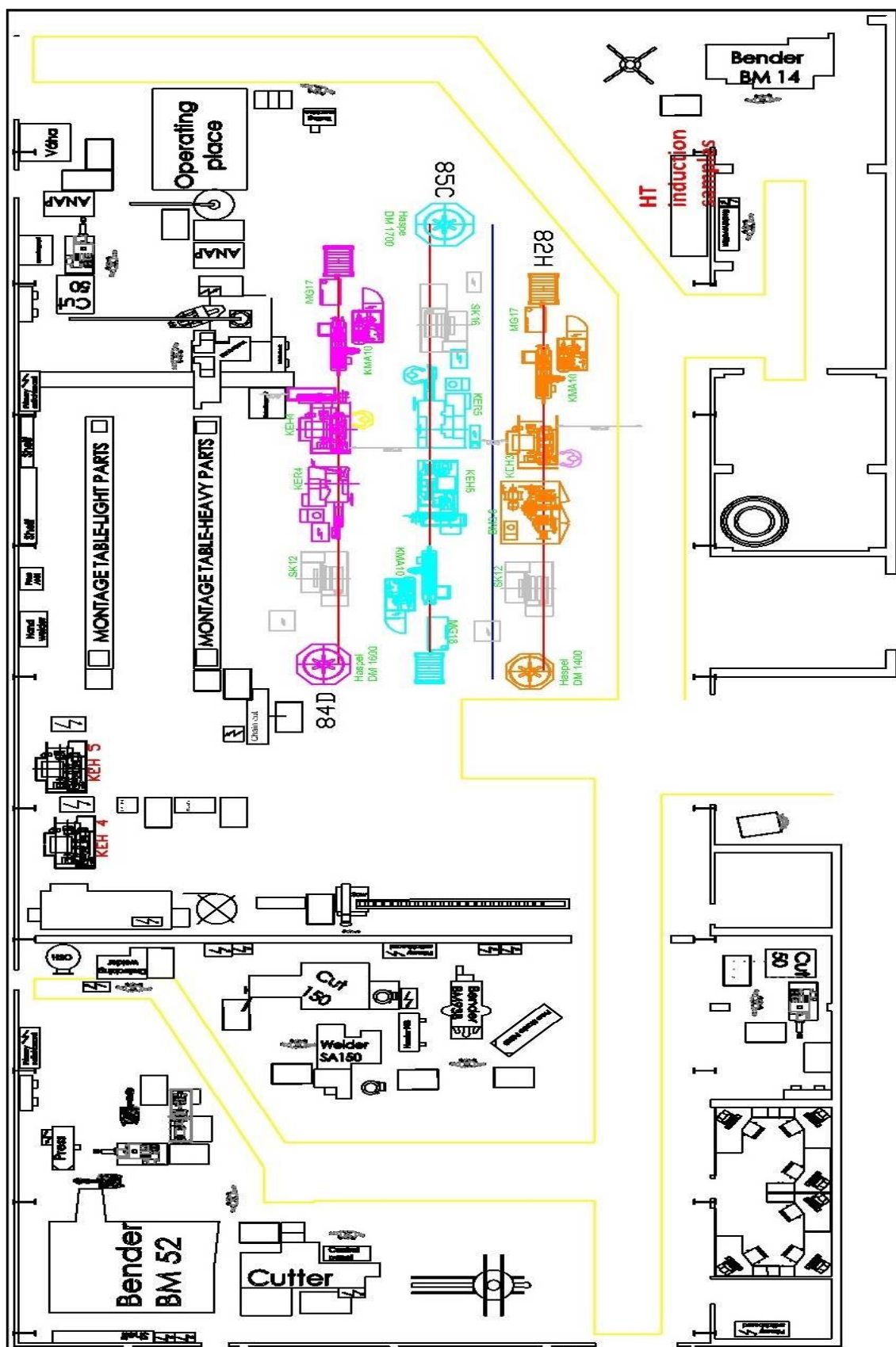
Obr. 4 Satelitní snímek – Výrobní haly pewag [6]

Výrobní hala 1

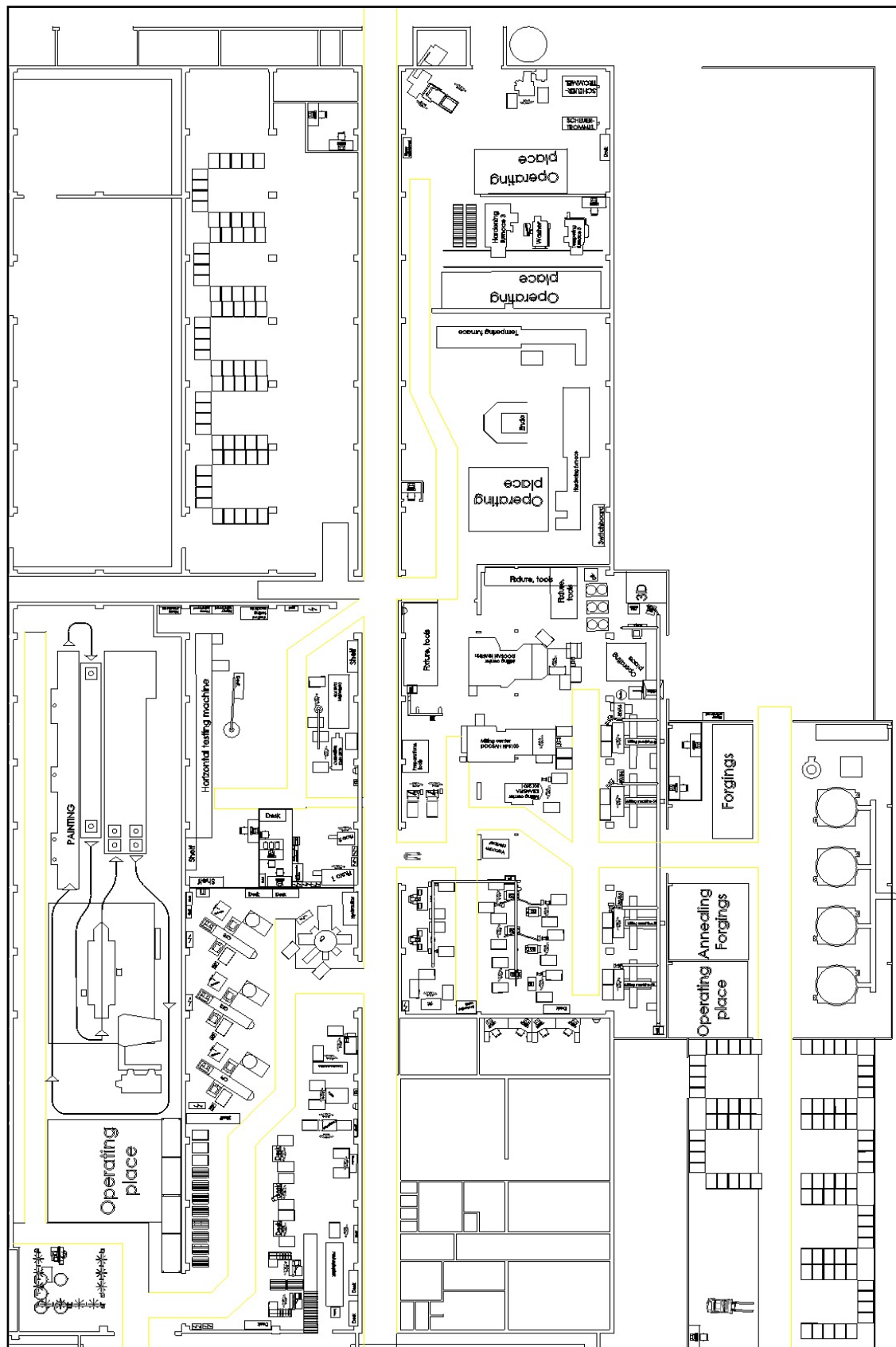
Je určená pro výrobu hlavních a přechodových článků vazáku. Dále se zde vyrábí nekonečný vysokopevnostní řetěz do průměru 16 mm na třech výrobních linkách. Tento řetěz je dále používán pro samotnou montáž svařovaného vázacího prostředku.

Výrobní hala 2

V této hale je prováděno třískového obrábění, tepelné zpracování, kalibrace zkušební silou, veškeré zkušební procesy (defektoskopie – prášková metoda, tahové zkoušky) tryskání, omílání, lakování máčením a následné balení finálního produktu.



Obr. 5 Layout výrobní haly 1 [5]



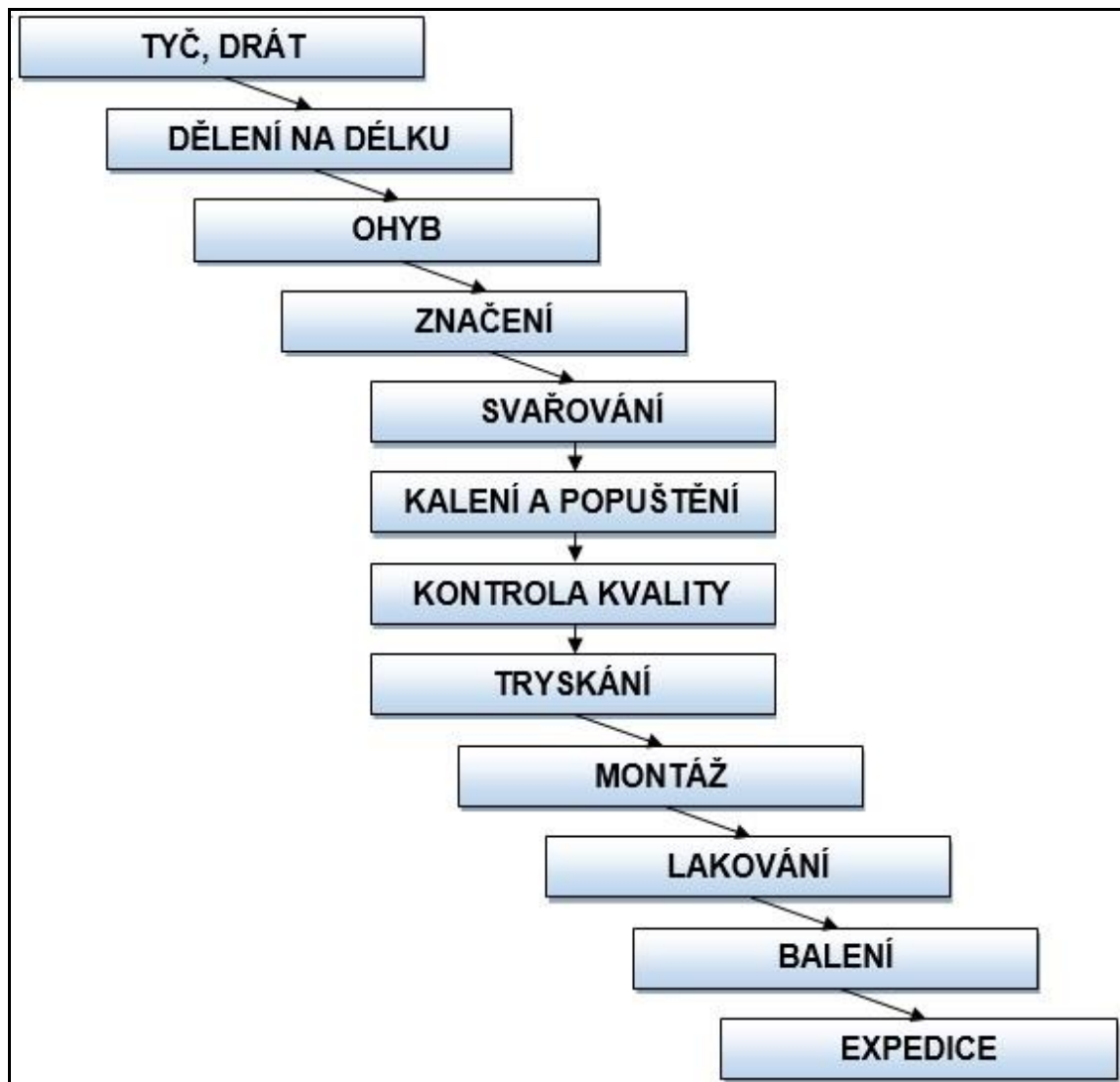
21

2.4 Výroba hlavních a přechodových článků

Hlavní článek nese celou zátěž zvedaného břemene a jsou na něho kladeny vysoké požadavky na pevnost (např. únavové zkoušky, sharpy testy atd.). Veškeré požadavky na tyto díly jsou popsány v příslušných normách.

2.5 Výrobní postup

Články se vyrábí z ocele kruhového průřezu. Pro výrobu článků se používá ocel 1.6541 a 1.6758. Tato ocel musí splňovat požadavky normy EN 1677. Norma udává přesný obsah jednotlivých prvků v oceli a také její mechanické vlastnosti. Technologický postup je patrný z obr. 7.



Obr. 7 Schéma výrobního postupu

2.5.1 Skladování polotovaru – tyč a drát

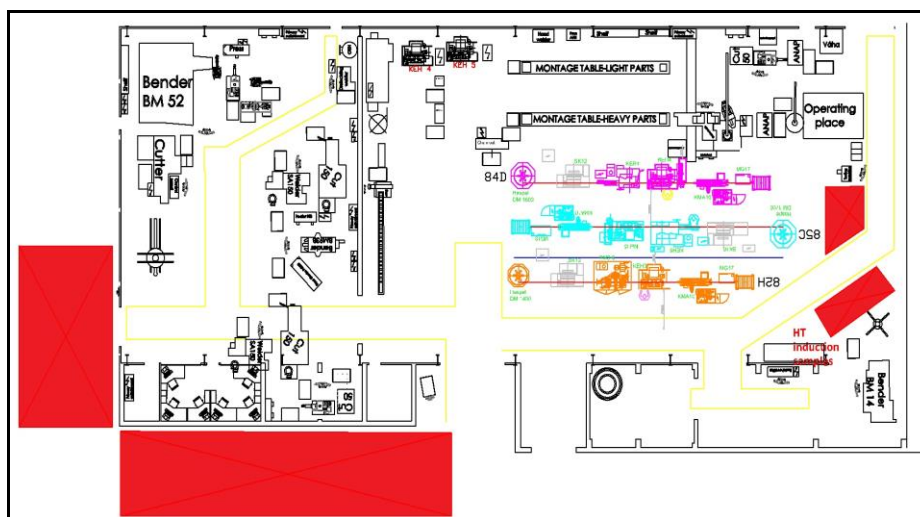
Jako polotovar pro výrobu vazáků se používají tyče obr. 8 o délce 6 m a drátové svitky obr. 8. Drátové svitky se používají pouze do velikostí průměru 18 mm.



Obr. 8 Polotovar – skladování tyčí a svitků

Tyče jsou uskladněny venku kolem výrobní haly obr. 9 (levá část obrázku), bez ochrany před vnějším prostředím. Toto skladování není vyhovující z důvodu vzniku povrchové koroze. V některých případech nadělené tyče, které byly silně povrchově zkorodované, musely před procesem ohýbání projít tryskacím strojem. Tato mezioperace zvyšuje náklady a čas na výrobu.

Svitky jsou oproti tyčím umístěny ve výrobní hale na pravé straně obr. 9, kde není vyřešena jejich logistika a uskladnění. Jejich umístění není přesně definované a je tedy prostorově nevyhovující.



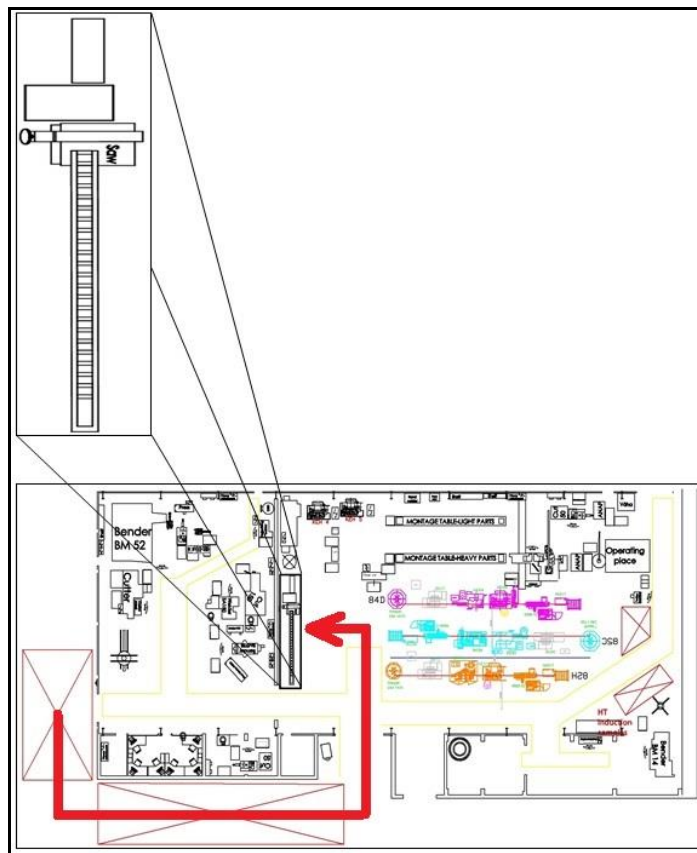
Obr. 9 Výrobní hala 1 - skladování tyčí a svitků [5]

2.5.2 Dělení polotovaru na délku

Dělení tyčí na požadovanou délku se provádí dvěma technologiemi. Řezáním pomocí pásové pily a stříhem na cutteru. Každá technologie má své výhody i nevýhody, které jsou popsány u jednotlivých kapitol.

2.5.2.1 Pásová pila

Tato technologie se používá na dělení veškerého tyčového materiálu od průměru 6 do 70 mm. Tok materiálu k pásové pile je naznačen na obr. 10. Výrobní a logistické údaje jsou uvedeny v tab. 1.



Obr. 10 Výrobní hala 1 - pásová pila [5]

Výhody polotovaru z tyče oproti svitku:

- rovný řez bez deformace
- není potřeba rovnat drát
- žádné otlaky z podavače
- lepší svařitelnost – rovné plochy od řezu
- pokrývá celou škálu průměru drátu

Nevýhody polotovaru z tyče oproti svitku:

- větší procento odpadu materiálu
- delší manipulace
- nižší výkon dělení
- použití pouze do průměru drátu 23 mm

Pracoviště - pásová pila		
	Hodnota	Jednotky
Výrobní údaje:		
Uříznutí tyče pr. 6 - 30 mm	6	[s]
Uříznutí tyče pr. 30 - 50 mm	10	[s]
Uříznutí tyče pr. 50 - 70 mm	20	[s]
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení materiálu ke stroji	40	[min]
Vzdálenost ke stroji	100	[m]
Potřebný počet pracovníků	2	[ks]

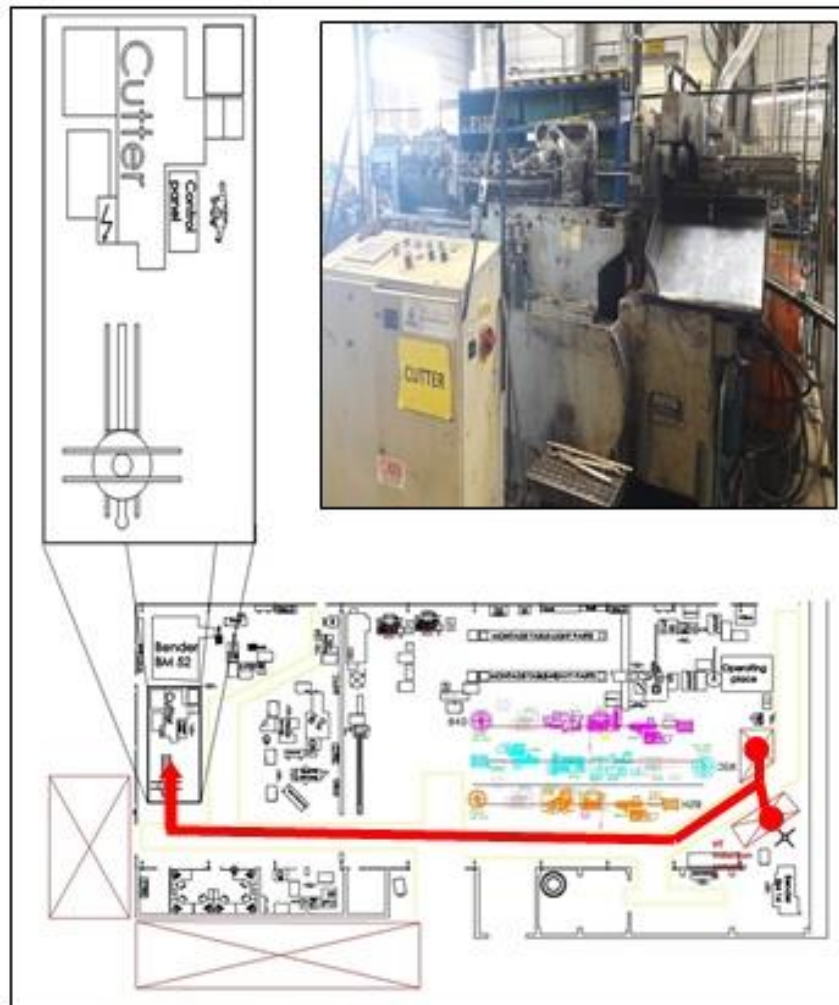
Tab. 1 Výrobní a logistické údaje - pásová pila

2.5.2.2 Cutter

Je jednoúčelový stroj sloužící k dělení polotovaru na požadovanou délku. Vstupním materiálem pro dělení je drát. Tento drát je odvíjen ze svitku a následně rovnán pomocí příčných kladek. Při této operaci dochází k narovnání drátu a tím dochází i k odstranění nežádoucího vnitřního pnutí. Poté pomocí automatického podavače se drát ustříhne na požadovanou délku. Ustříhnutý drát je pomocí gravitační skluzavky dopraven do bedny. Výrobní a logistické údaje jsou uvedeny v tab. 2.

Pracoviště Cutter		
	Hodnota	Jednotky
Výrobní údaje:		
Ustříhnutí tyče pr. 6 - 23 mm	5	[s]
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	30	[min]
Vzdálenost ke stroji	50	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 2 Výrobní a logistické údaje – pracoviště cutter



Obr. 11 Výrobní hala 1 – pracoviště cutter [5]

2.5.3 Ohýbání + značení

Proces ohýbání se skládá z několika operací, a to z předehřevu, vlastního ohybu a následného značení dílu. Díl je nejdříve zahřát na teplotu $\pm 800\text{ }^{\circ}\text{C}$, aby se snížila jeho pevnost. Poté dojde k samotnému ohybu pomocí ohýbacích trnů, a nakonec se díl značí značící hlavou. Ohýbání článků se provádí celkem na dvou pracovištích:

- 1) Pracoviště BM52 (obr. 12) – je automatizované pracoviště, kde dochází k ohřevu, ohýbání a značení pomocí robota Kawasaki. Pracoviště je určené pro ohýbání a následnému svařování drátu od velikosti průměru polotovaru 16 – 33 mm. Svařování je uskutečněné na pracovišti SA70. Analýza výroby a logistiky je uvedena v tab. 3.



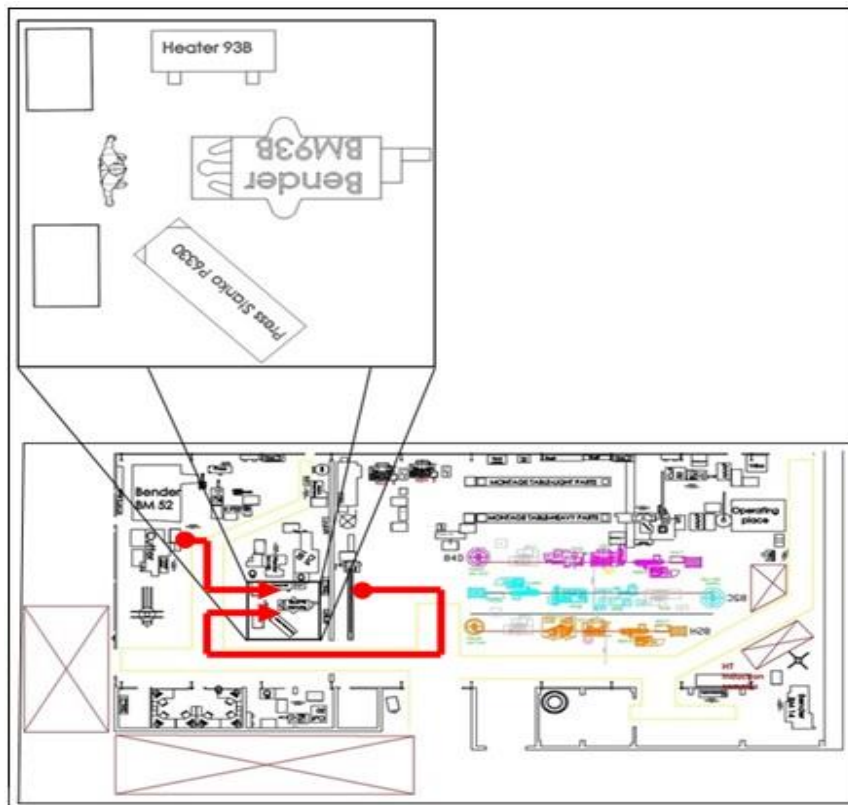
Obr. 12 Výrobní hala 1 - pracoviště BM52 [5]

Pracoviště BM52		
	Hodnota	Jednotky
Výrobní údaje:		
Ohřev	5-20	[s]
Ohnutí	7	[s]
Značení	3	[s]
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji (pásová pila)	10	[min]
Vzdálenost ke stroji	40	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]
Čas potřebný k přivezení ke stroji (cutter)	2	[min]
Vzdálenost ke stroji	10	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 3 Výrobní a logistické údaje – pracoviště BM52

- 2) Pracoviště BM93 (obr. 13) – toto pracoviště není automatizované, všechny technologické procesy jsou zde uskutečněny manuálně obsluhou stroje.

Technologický proces je stejný jako u automatizovaného pracoviště BM52. Na tomto pracovišti se ohýbá veškerá škála polotovarů.



Obr. 13 Výrobní hala 1 - pracoviště BM93 [5]

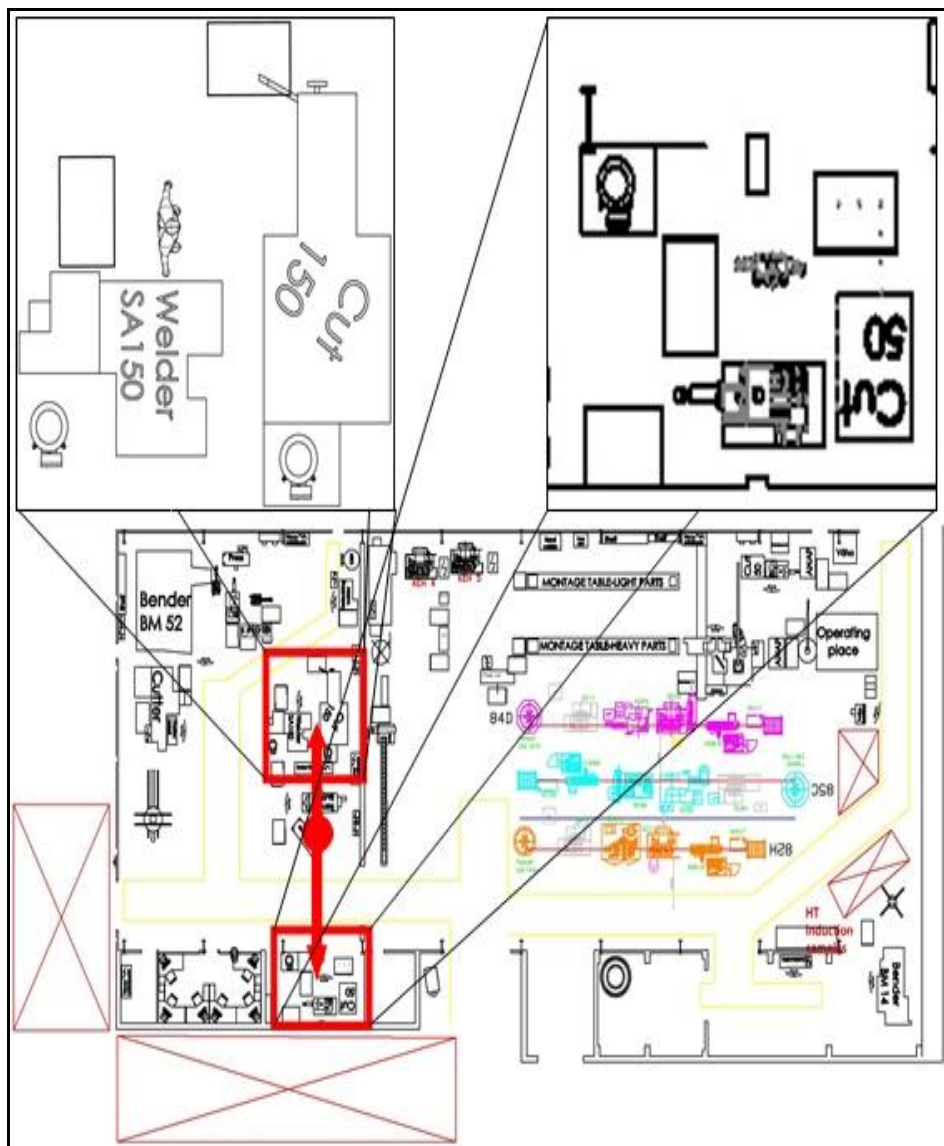
Pracoviště BM93		
	Hodnota	Jednotky
Výrobní údaje:		
Ohřev	5-100	[s]
Ohnutí	15	[s]
Značení	3	[s]
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji (od pásové pily)	8	[min]
Vzdálenost ke stroji	30	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]
Čas potřebný k přivezení ke stroji (od cutteru)	4	[min]
Vzdálenost ke stroji	15	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 4 Výrobní a logistické údaje – pracoviště BM93

2.5.4 Svařování

Princip svařování odtavením je takový, že materiál je před samotným svařováním zahříván na určitou teplotu podle průměru polotovaru např. u průměru 70 mm je čas ohřevu min. 30 min a následně jsou konce materiálu určitých intervalech přechovány do sebe, než vznikne kvalitní svár. Přebytečný materiál, který vznikne po přechování, je po sváření oříznut.

Podle průměru materiálu jsou díly svařovány na jednotlivých pracovištích/ strojích SA50 = do průměru 16 mm a SA150 = do průměru 70 mm.



Obr. 14 Výrobní hala 1 - pracoviště SA50 a SA150 [5]

V tab. 5 a 6 jsou výrobní a logistické údaje pracoviště SA50 a SA150.

Pracoviště SA50		
	Hodnota	Jednotky
Výrobní údaje:		
Ohřev	5-20	[s]
Ohnutí	7	[s]
Značení	3	[s]
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	5	[min]
Vzdálenost ke stroji	20	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 5 Výrobní a logistické údaje – pracoviště SA50

Pracoviště SA150		
	Hodnota	Jednotky
Výrobní údaje:		
Ohřev	5-20	[s]
Ohnutí	7	[s]
Značení	3	[s]
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	5	[min]
Vzdálenost ke stroji	20	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 6 Výrobní a logistické údaje – pracoviště SA150

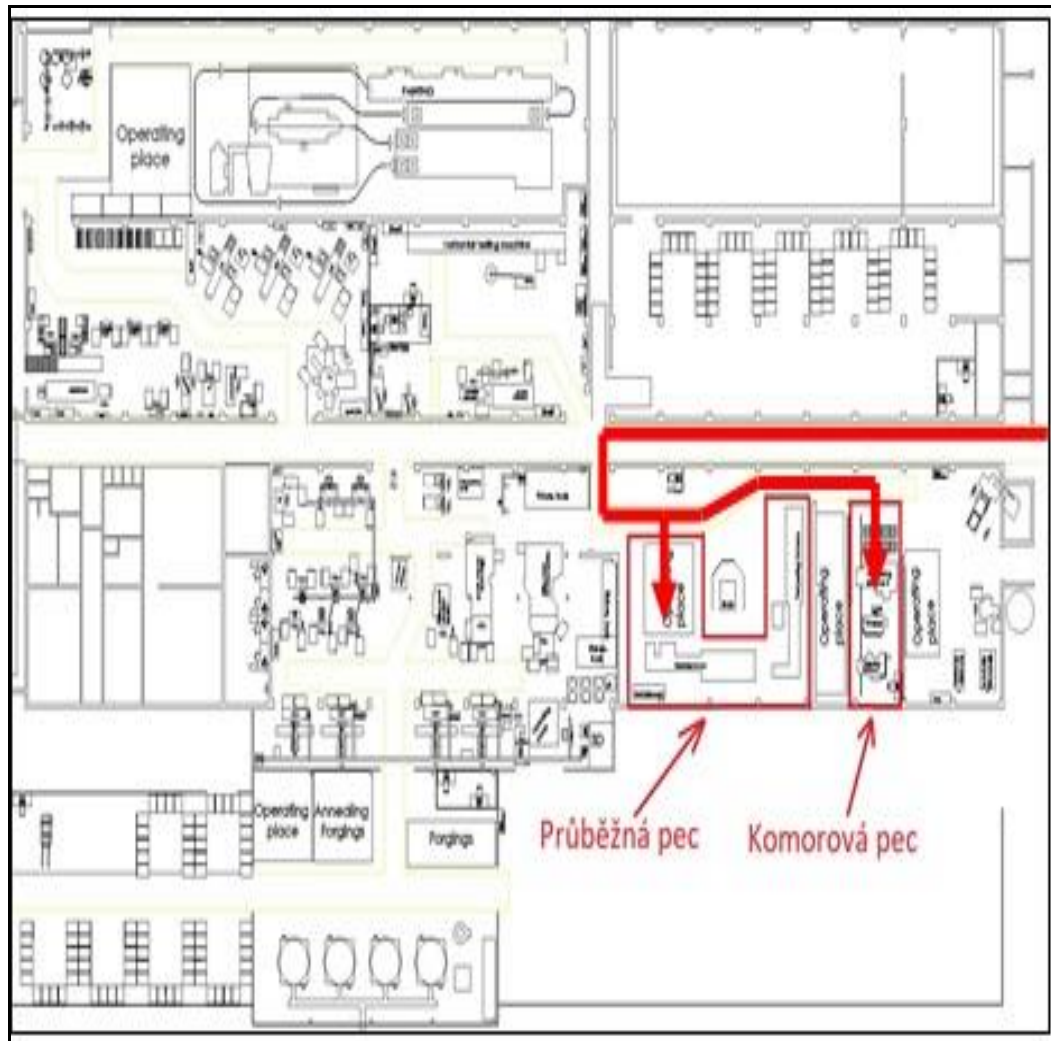
2.5.5 Tepelná úprava – kalení a popuštění

Tepelná úprava je prováděna ve výrobní hale 2, která je vzdálena 500 m od samotného sváření. Převoz mezi jednotlivými halami je uskutečněn pomocí vysokozdvizného vozíku a doba převozu je přibližně 10 minut. Tepelné zpracovávání se provádí na dvou strojích, a to na průběžné a komorové peci.

2.5.5.1 Průběžná pec

Průběžná pec se skládá z násypky, oplachu, kalící pece – ohřevu, kalící nádrže s kalícím olejem, oplachu a popouštěcí pece. Následně je automatickým pásem zahřát na teplotu 880 °C po dobu cca 1 hodiny a následně rychle zchlazen/ zakalen do kalícího oleje. Tento olej má teplotu mezi 60 – 80 °C,

při které má nejlepší vlastnosti pro zakalení. Následně znovu opláchnut a popuštěn peci po dobu cca 1 hodiny. Teplota popouštění je odlišná podle dílu v rozmezí cca 400 – 450 °C. Tato průběžná pec je limitována hmotností a velikostí dílu (do 3,5 kg a výšky 100 mm). Jedná se o automatickou pec s dopravníky, jejíž umístění je zobrazeno na obr. 15.



Obr. 15 Výrobní hala 2 - průběžná a komorová pec [5]

Pracoviště průběžná pec		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	40	[min]
Vzdálenost ke stroji	500	[m]
Potřebný počet pracovníků	0	[ks]

Tab. 7 Výrobní a logistické údaje – pracoviště průběžná pec

2.5.5.2 Komorová pec

Komorová pec (obr. 14) se skládá ze třech pracovišť, a to: kalící pece, oplachu a popouštěcí pece. Proces tepelné úpravy je stejný jako u průběžné pece. Tato pec není automatická a musí být obsluhována pracovníkem tepelné úpravy. Materiál musí být vkládán do jednotlivých strojů.

Pracoviště komorová pec		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	40	[min]
Vzdálenost ke stroji	500	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

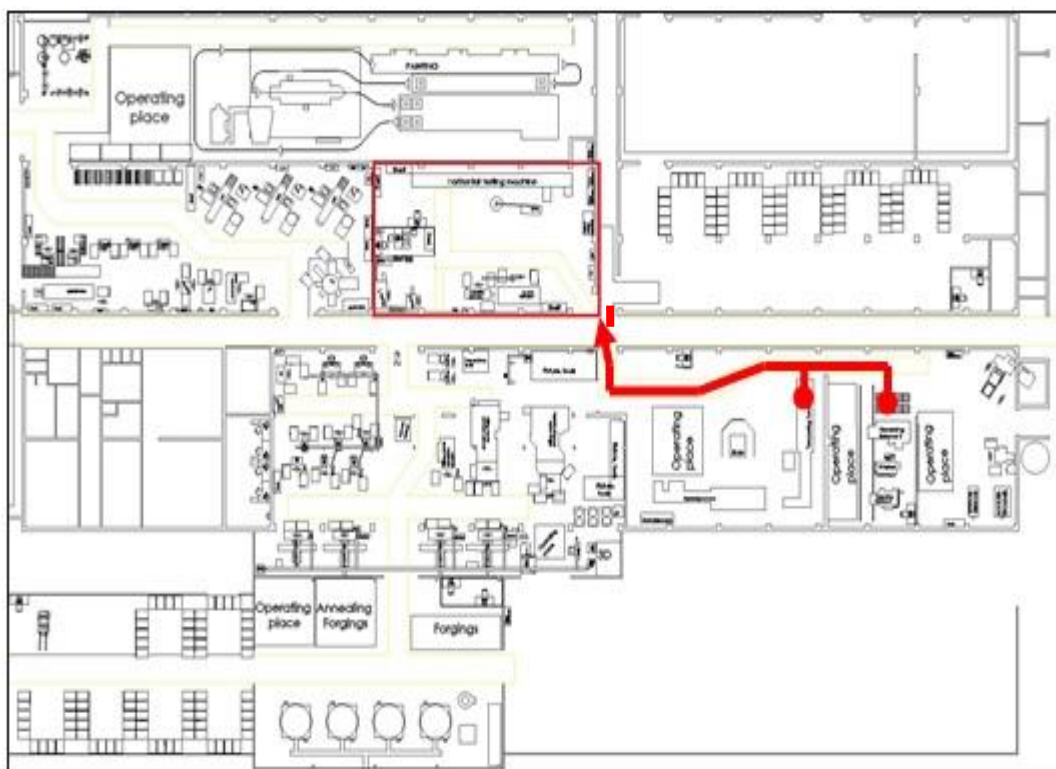
Tab. 8 Logistické údaje – pracoviště komorová pec

2.5.6 Kontrola kvality

K zaručení kvality výrobku je nutná mezioperační a finální kontrola dílu. Každá dávka dílů je podrobena kontrole správného opracování, značení a tepelné úpravy. Z bedny jsou vzaty 3 vzorky (ze spodní, střední a vrchní vrstvy), změřeny a vyzkoušeny na tvrdost jádra, zkušební tahové zkoušky (díl nesmí být deformován více než 1 % daného rozměru), tahové zkoušky do přetržení (na díle musí být vidět jasná deformace po trhačí síle). Díl musí vydržet předepsané hodnoty. A dále podle přiměřené meze kvality jsou díly z dávky podrobny defektoskopii (nedestruktivní kontrola na mikrotrhliny). Tok materiálu na pracovišti kontroly kvality je zobrazen na obr. 16.

Pracoviště kontrola kvality		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	20	[min]
Vzdálenost ke stroji	500	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 9 Logistické údaje - pracoviště kontrola kvality



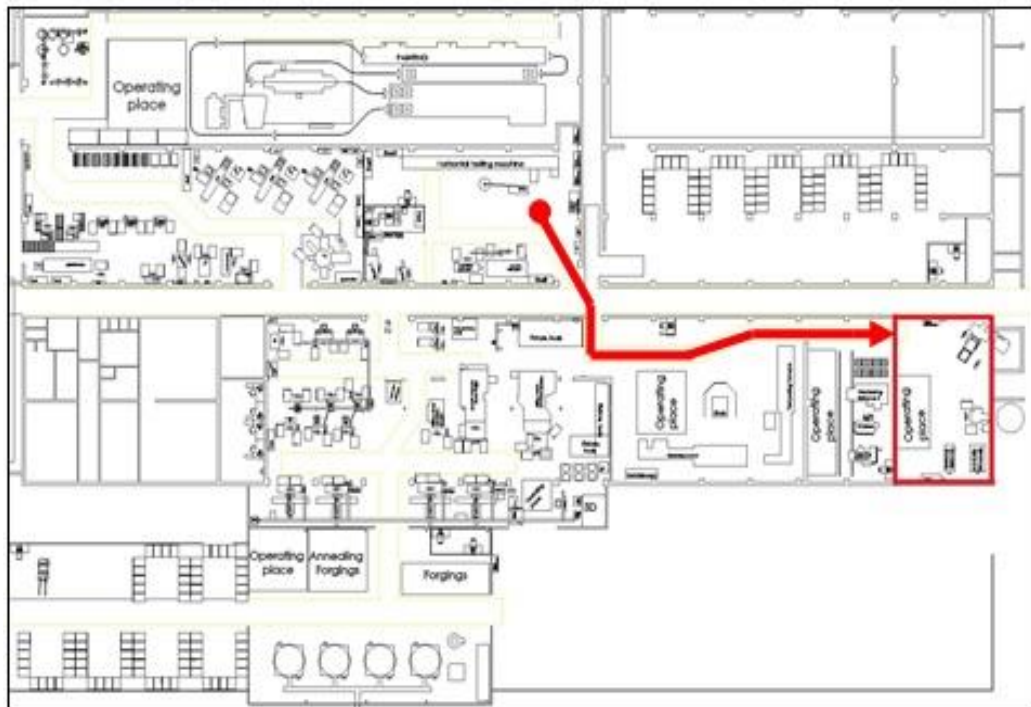
Obr. 16 Výrobní hala 2 - kontrola kvality [5]

2.5.7 Tryskání

Při tomto procesu je povrch dílu očištěn od povrchových a oxidačních nečistot po tepelné úpravě. Pro tryskání se používá ocelové abraziva o velikosti zrn 0,5 – 0,7mm.

Pracoviště tryskání		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	15	[min]
Vzdálenost ke stroji	300	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 10 Logistické údaje - pracoviště tryskání



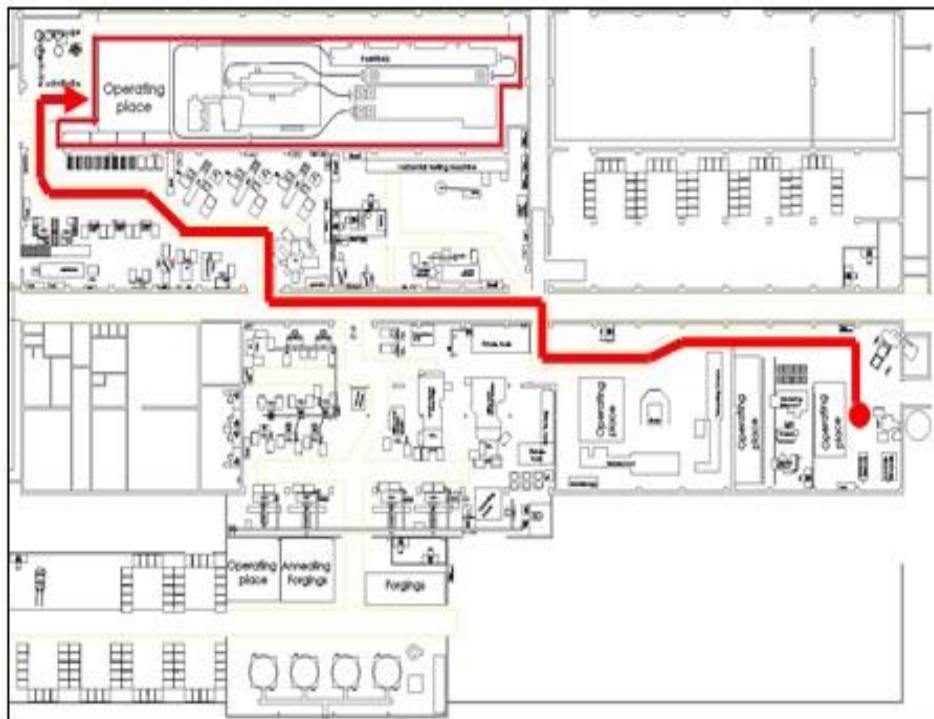
Obr. 17 Výrobní hala 2 - tryskání [5]

2.5.8 Lakování

Proces se skládá z odmaštění dílu, sušení, nanášení práškové barvy, vypalování v peci a chladnutí. Tato úprava zabraňuje vzniku koroze a zlepšuje vzhled dílu. Pro nanášení barvy je používána technologie CORONA, kde je elektrostaticky na díl nanášena prášková barva a následně je tato barva vytvrzena při teplotě 180–190 °C po dobu nezbytně nutnou, závisející na velikosti dílu. Celková doba tohoto procesu je průměrně 2 hodiny.

Pracoviště lakování		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	20	[min]
Vzdálenost ke stroji	500	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

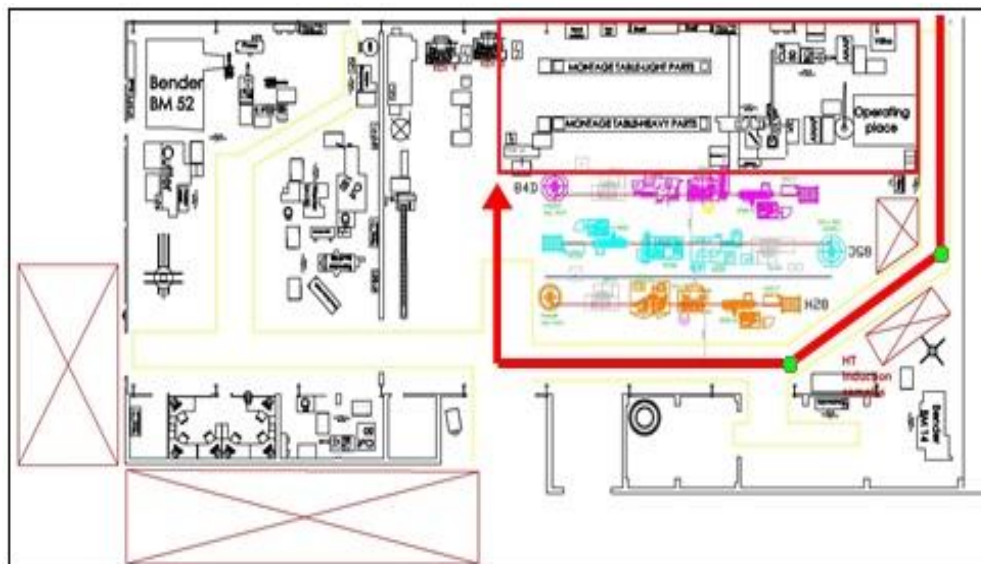
Tab. 11 Logistické údaje - pracoviště lakování



Obr. 18 Výrobní hala 2 - lakování [5]

2.5.9 Montáž

Montáž se provádí ve výrobní hale 1. Díly po lakování jsou zkompletovány a následně zkontrolovány. Kontroluje se značení a funkčnost smontovaného dílu podle výkresové dokumentace.



Obr. 19 Výrobní hala 1 - montáž vázacích prostředků [5]

Pracoviště montáž		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	30	[min]
Vzdálenost ke stroji	600	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 12 Logistické údaje - pracoviště montáž

2.5.10 Balení a naskladnění

Proces balení je poslední proces před finalizací/ naskladněním dílu. Pro zabalení dílu jsou používány ruční a automatické strojové balicí stroje. Díly musí být vizuálně zkontrolovány a následně zabaleny.

1) Automatická balicí linka

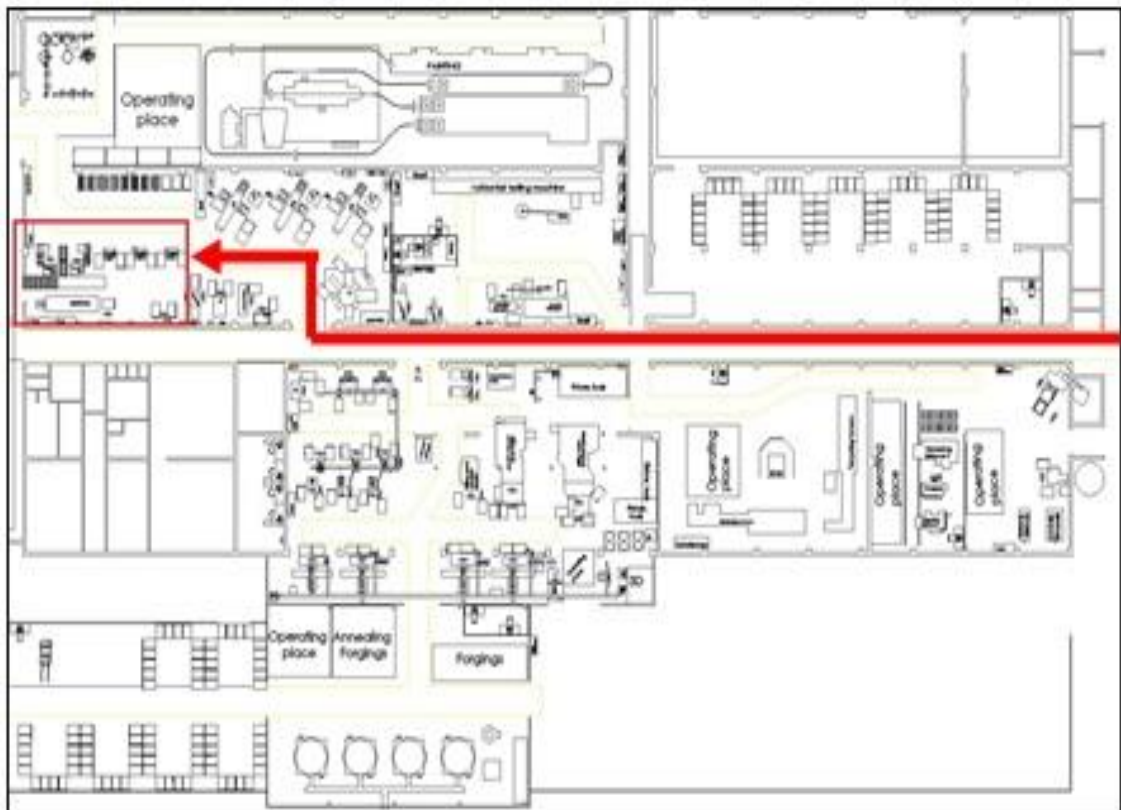
Při automatickém balení je díl po kuse vkládán na pás obsluhou linky. Díl je pak zabalen do předtištěného obalu, následně svařen a oříznut. Na konci linky druhá obsluha vkládá tyto zabalené kusy do kartonů podle balicího předpisu.

2) Ruční balička

Při ručním balení musí obsluha stroje každý díl vložit do příslušného obalu a následně svařit. Pak musí tento díl označit příslušnou etiketou a vložit do kartonu podle balicího předpisu.

Pracoviště balení		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	20	[min]
Vzdálenost ke stroji	500	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

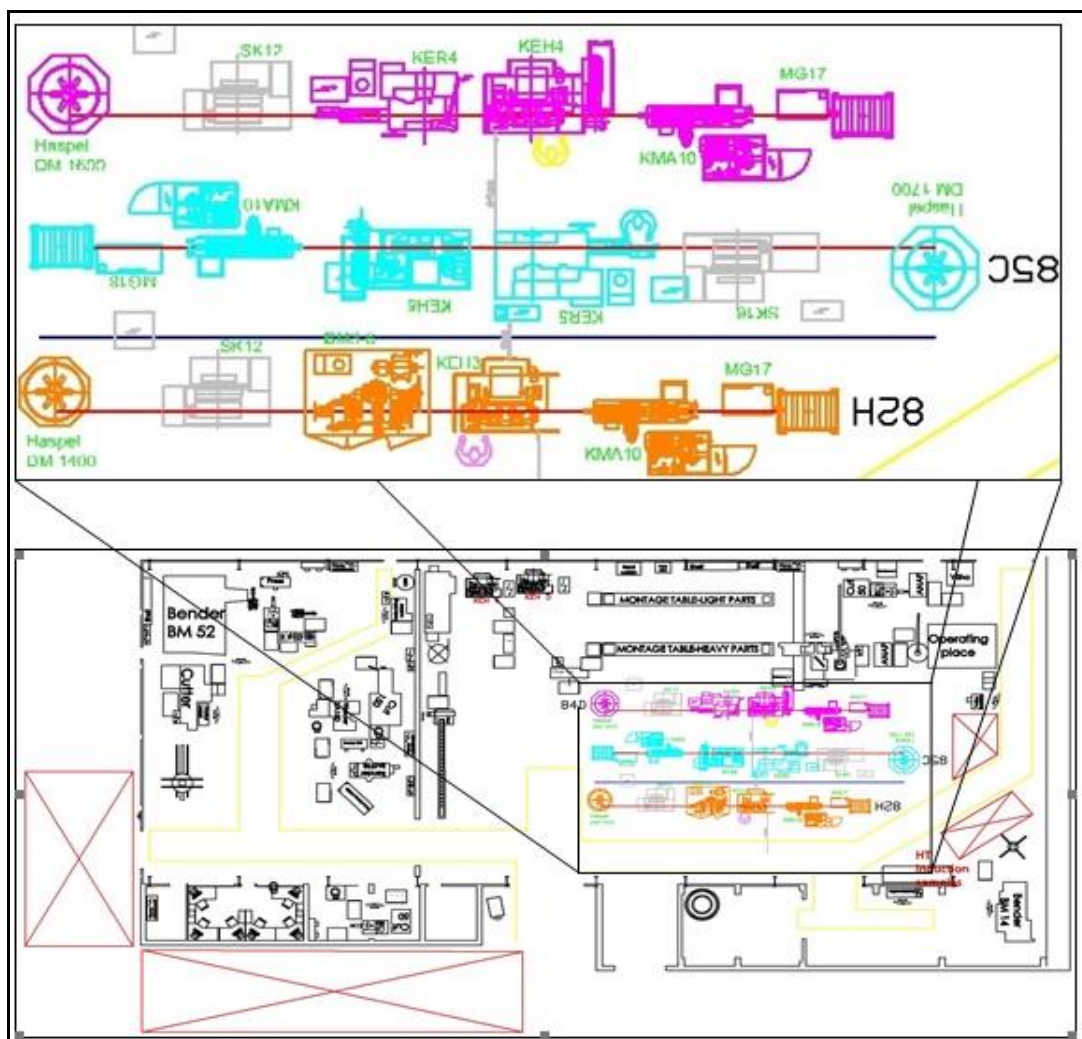
Tab. 13 Logistické údaje - pracoviště balení



Obr. 20 Výrobní hala 2 – balení [5]

2.5.11 Výroba nekonečného řetězu

Nekonečný řetěz se skládá z nekonečného množství ok, které jsou k sobě svařeny na automatických linkách. Technologický proces výroby nekonečného řetězu se nebude výrazně měnit a je popsán v experimentální části této práce.



Obr. 21 Výrobní hala 1 – výroba nekonečného řetězu [5]

2.5.12 Výroba koncového komponentu

Koncový komponent a jeho výroba není součástí projektu pro novou výrobní halu a tím pádem se tato práce touto problematikou nezabývá.

3. Experimentální část

Tato kapitola je věnovaná novému návrhu řešení výroby vázacích prostředků pro novou výrobní halu a porovnání se stávajícím stavem výroby.

3.1 Metodika měření

Práce je zaměřena na vytvoření vhodného uspořádání pracovišť v nové výrobní hale, snížení logistických časů a zvýšení produktivity výroby u některých výrobních technologií.

Pro finální velikost výrobní haly byly potřebné zjistit veškeré výrobní procesy, které se budou provádět v nové výrobní hale. Postup dimenzování nové výrobní haly byl následující. Nejprve musel být dodán soupis veškerých strojů a jejich layoutů. Poté se výrobní hala postupně rozdělila celkem do 6 objektů, podle způsobu výroby a bezpečnostních opatření. Tento proces se opakoval, dokud nebyla nalezena nejvhodnější varianta.

Pro vyhodnocení získaných dat z měření byl zvolen program MS Excell a pro zpracování layoutů DraftSight program.

3.1.1 Tok materiálu

Na základě nově vytvořeného uspořádání strojů a zlepšení vybraných technologických procesů, které jsou popsány níže, byl snížen čas výroby na určitých pracovištích.

3.1.2 Logistické řešení

Hlavní výhodou logistického řešení v nové výrobní hale je ta skutečnost, že všechny výrobní procesy jsou prováděny v jedné hale. Odpadají tedy přejezdy mezi jednotlivými halami, které prodlužovaly logistické časy.

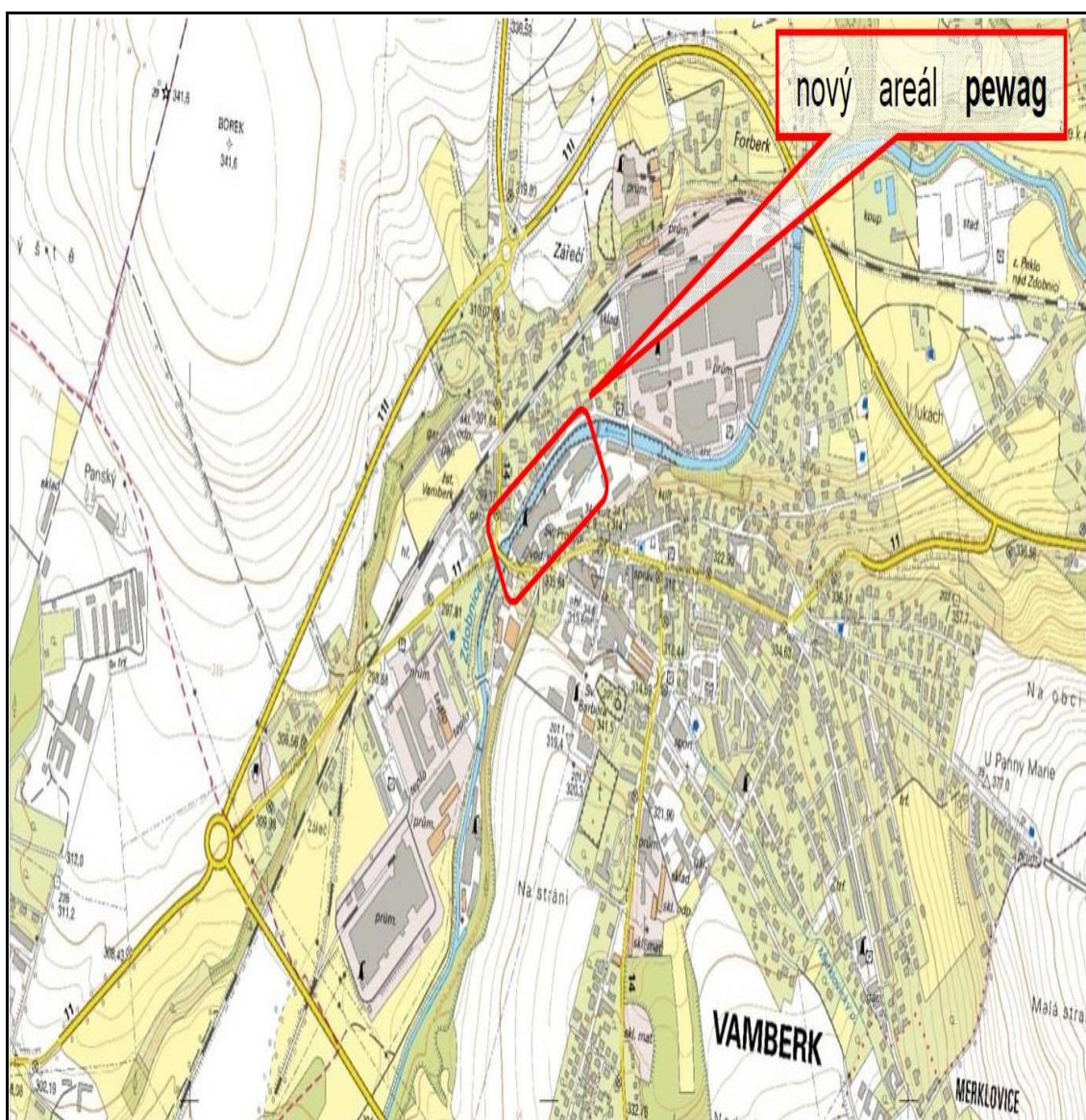
3.1.3 Počet pracovníků

Dále bylo zkoumán počet pracovníků. V rámci optimalizace řešení se některá pracoviště stanou automatizované, u nich je předpoklad snížení počtu pracovníků.

3.2 Nová výrobní hala

Tato diplomová práce vznikla z důvodu plánovaného přesunu výroby nekonečných vysokopevnostních řetězů z rakouského závodu do Vamberka. Toto je důvod pro postavení nové výrobní haly, do které bude přesunuta veškerá výroba z výrobní haly 1 (obr. 23). Z rakouského závodu bude přesunuta výroba nekonečného řetězu, jeho tepelná úprava a lakování.

Nový areál je postaven na druhé straně řeky Zdobnice jižním směrem od stávajícího areálu (obr. 22). Je tedy situován na levém břehu řeky Zdobnice mezi ulicemi Smetanovo nábřeží a ulicí Vilímkova.



Obr. 22 Umístění nové výrobní haly [5]

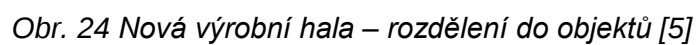


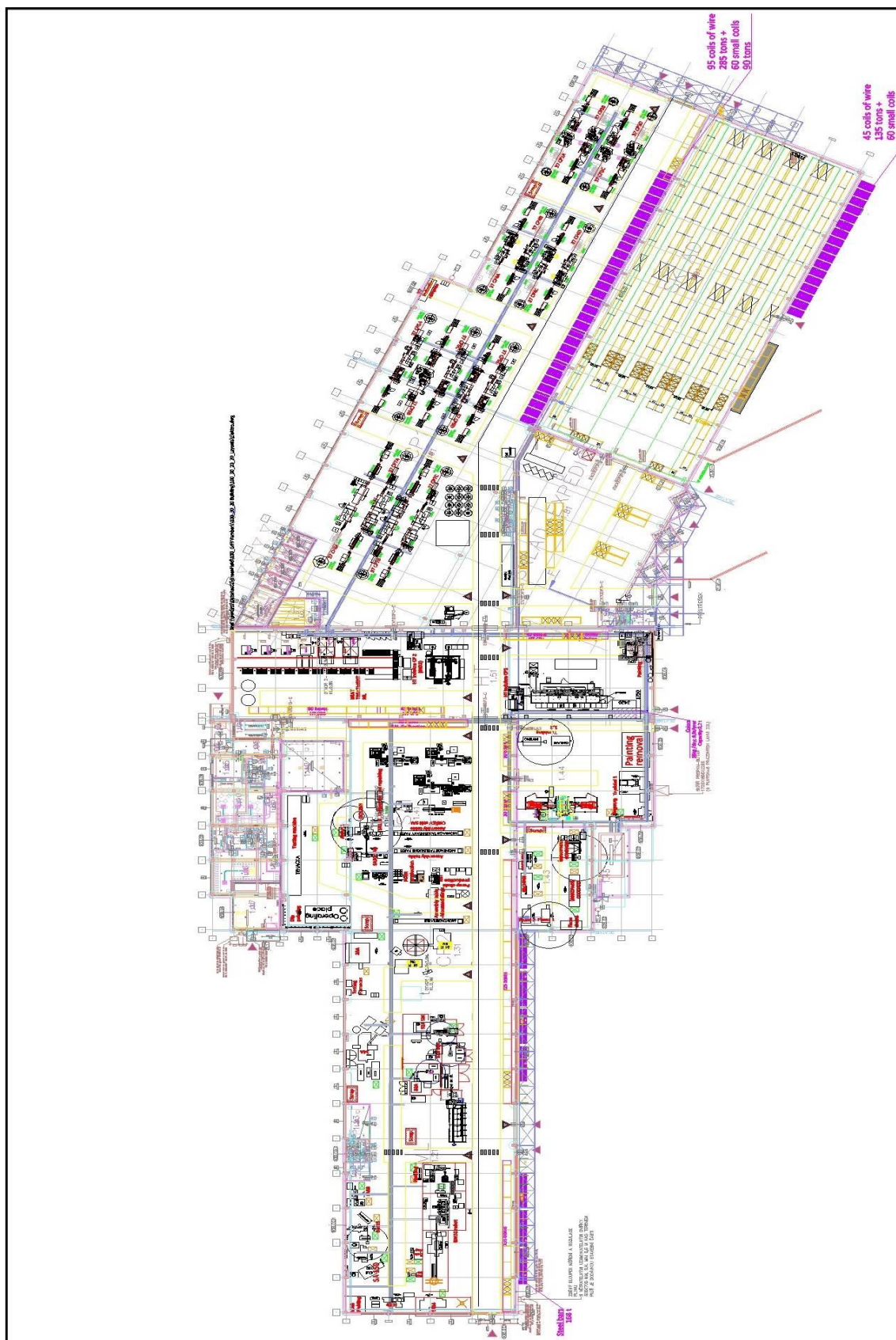
Obr. 23 Umístění nové výrobní haly [6]

Nová výrobní hala je rozdělena do šesti objektů: ML, SAI, CP1, CP2, HT a administrativní část. V tabulce 14 je definována výrobní činnost a plocha jednotlivých objektů.

Nová výrobní hala		
Označení objektu:	Výrobní činnost:	Plocha objektu [m ²] :
ML	Závěsná oka	1030
SAI	Montáž vazáků	1800
CP1+sklad	Výroba malých řetězů	4628
CP2	Výroba velkých řetězů	608
HT	Kalicí pece	958
Administrativa	-	366

Tab. 14 Nová výrobní hala – označení objektů



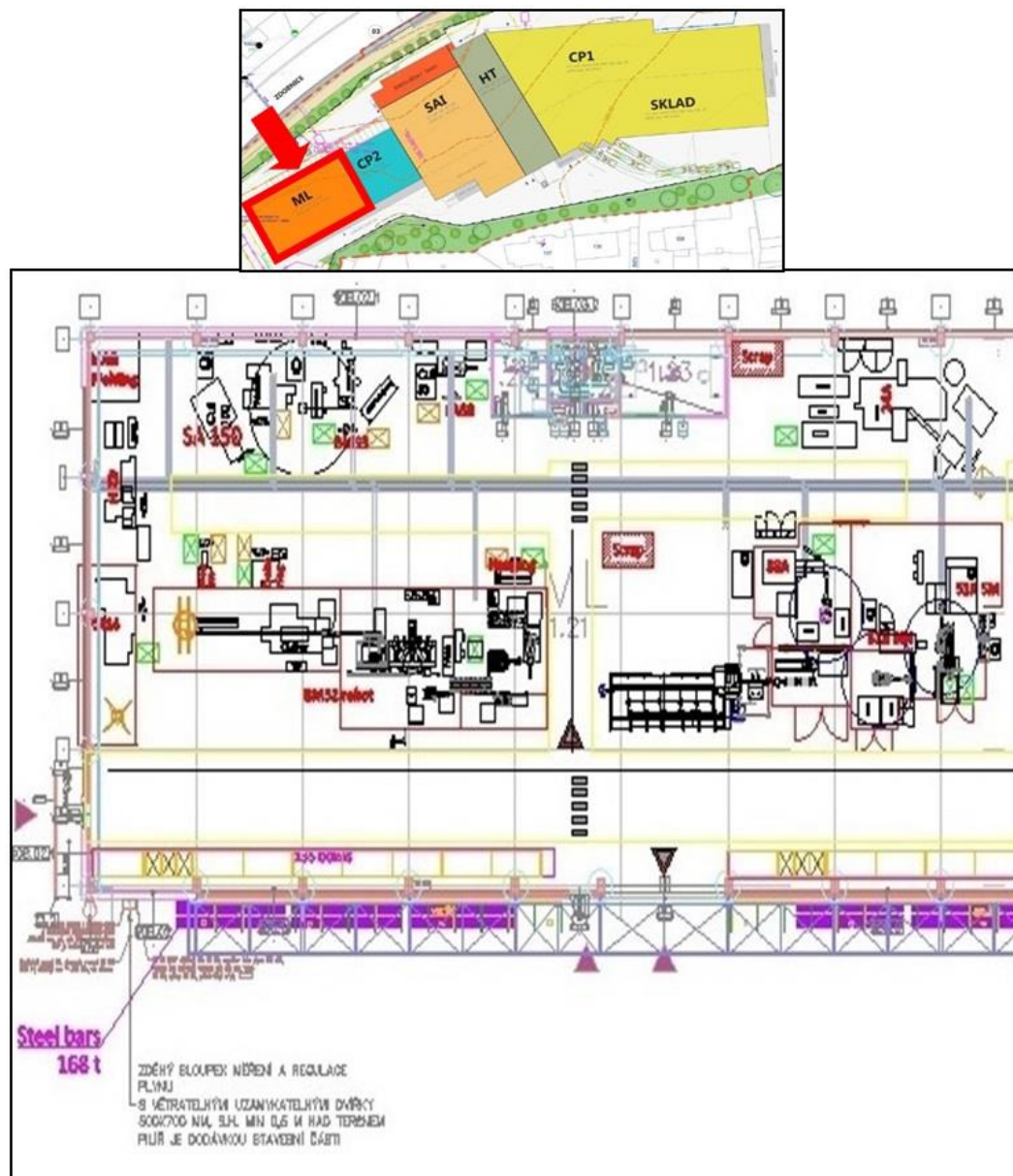


Obr. 25 Nová výrobní hala – umístění strojů [5]

3.2.1 ML objekt

Veškerá výroba hlavních a přechodových článků z výrobní haly 1, byla přesunuta do objektu ML (obr. 25). Skládá se z těchto jednotlivých pracovišť:

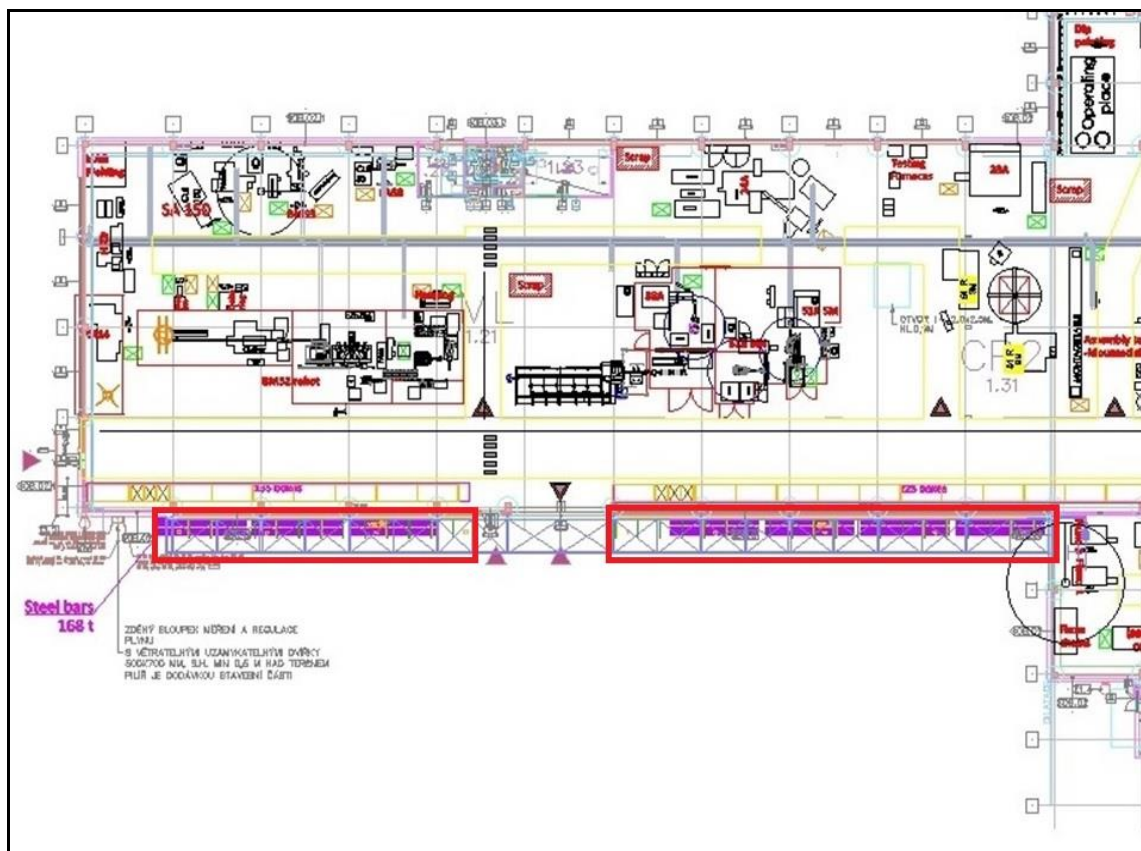
- skladování tyčí
- dělení materiálu
- ohýbání - pracoviště BM52
- ohýbání - pracoviště BM93
- svařování - pracoviště SA50 a SA150



Obr. 26 ML objekt [5]

3.2.1.1 Skladování tyčí

Pro návrh optimálního skladování tyčí se vycházelo z původního provedení a jeho nedostatků. Hlavním nedostatkem bylo uložení materiálu venku, bez ochrany proti vnějšímu prostředí. Pro skladování byl jako nejvhodnější variantou zvolen konzolový regál (obr. 28), který je umístěn venku u obvodové zdi podél nové výrobní haly (obr. 27.). Zde je uskladněn veškerý tyčový materiál, který je potřebný pro výrobu hlavních a přechodových článků. Materiál je přehledně rozdělen podle průměru kulatiny.



Obr. 27 Skladování tyčí - Nová výrobní hala [5]

Výhody nového skladovacího systému v porovnání s původním systémem:

- materiál je přehledně rozdělen podle průměru tyčí
- tyče jsou uskladněny pod střechu nové výrobní haly
- lepší dostupnost a manipulativnost
- 6,5 metrové vstupní dveře do haly (obr. 29) – zlepšení přístupu do haly
- snížení počtu pracovníků na polovinu



Obr. 28 Nová výrobní hala – skladování tyčí [5]



Obr. 29 Nová výrobní hala – vstupní 6,5 metrové vrata [5]

3.2.1.2 Pracoviště dělení polotovaru

Pro dělení tyčového materiálu na požadovaný rozměr byla vybrána kotoučová pila značky ExactCut řady TAC 75 (obr. 30). Pracoviště je určené z 80 % pro dělení materiálu určené pro výrobu nekonečného řetězu CP2. Zbýlých 20 % kapacity výroby je určené pro výrobu hlavních a přechodových článků.



Obr. 30 Kotoučová pila [5]

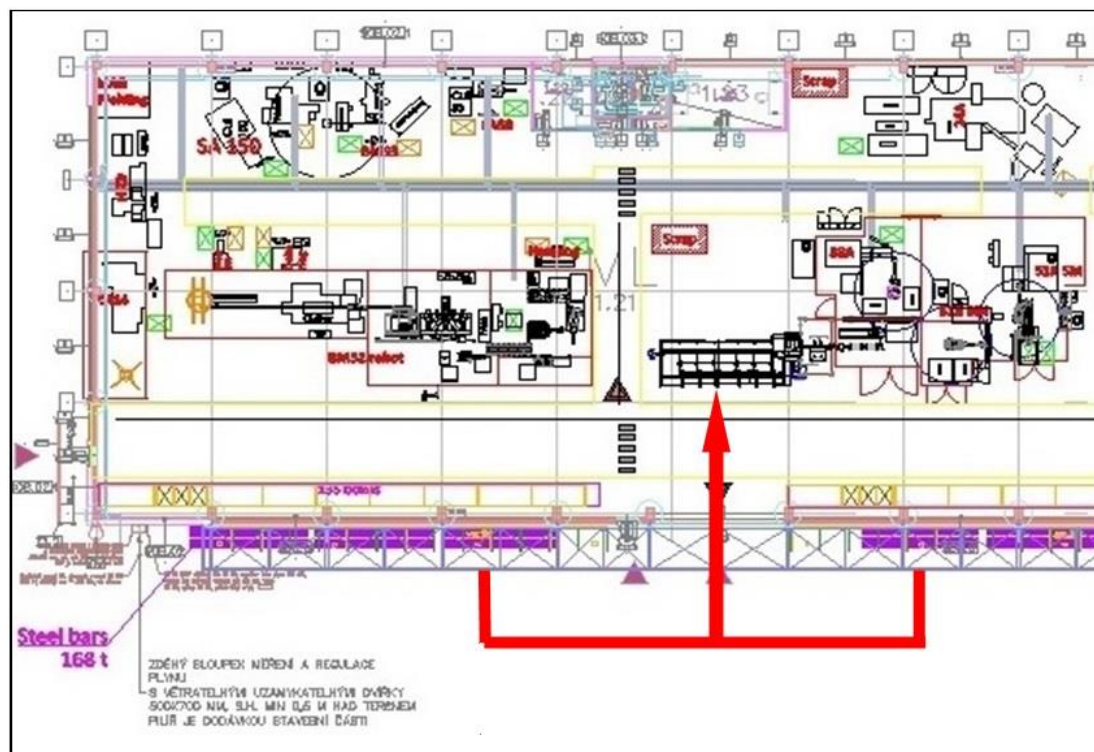
Hlavním kritériem pro výběr kotoučové pily a zlepšení procesu dělení byly tyto požadavky:

- vstupní materiál v minimální délce 6m
- zakládání do zakládače ve svazku
- odjehlování konců tyčí po řezu
- demagnetizace konců polotovaru
- automatizace pro následné ohýbání řetězů CP2

Z tab. 15 je zřejmé, že dělení tyčí na kotoučové pile je rychlejší oproti původní pásové pile. Dále si můžeme všimnout, že čas potřebný k dopravení materiálu ke stroji se snížil více než o 50 %.

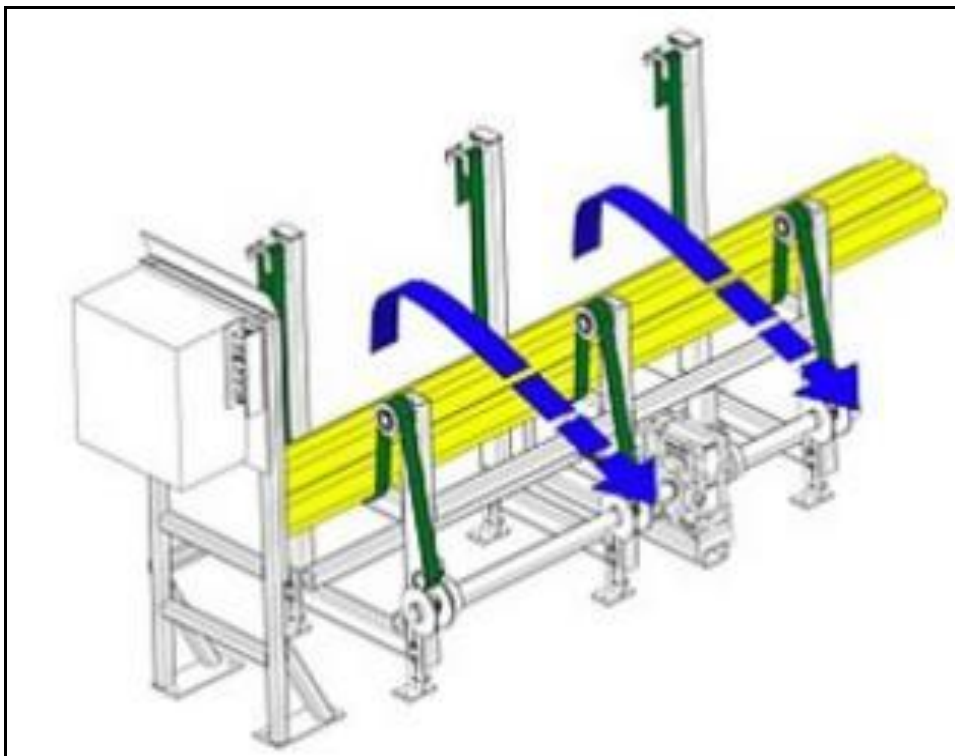
Stroj:	Pásová pila	Kotoučová pila	
	Hodnota	Hodnota	Jednotky
Výrobní údaje:			
Uříznutí tyče pr. 6 - 30 mm	6	2	[s]
Uříznutí tyče pr. 30 - 50 mm	10	4	[s]
Uříznutí tyče pr. 50 - 70 mm	20	6	[s]
Logistické údaje:			
Čas potřebný k přivezení ke stroji	40	18	[min]
Vzdálenost ke stroji	100	50	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	1	[ks]

Tab. 15 Porovnání pasové a kotoučové pily



Obr. 31 Tok materiálu ke kotoučové pile [5]

Vstupní řemenový svazkový automatický zásobník je určený pro poloautomatické nakládání svazků (obr. 32 a 33). Součástí stroje je momentové hlídání vyprazdňování. Zásobník je určen pro šířku svazku 450 mm a max. hmotnost svazku 3000 kg.



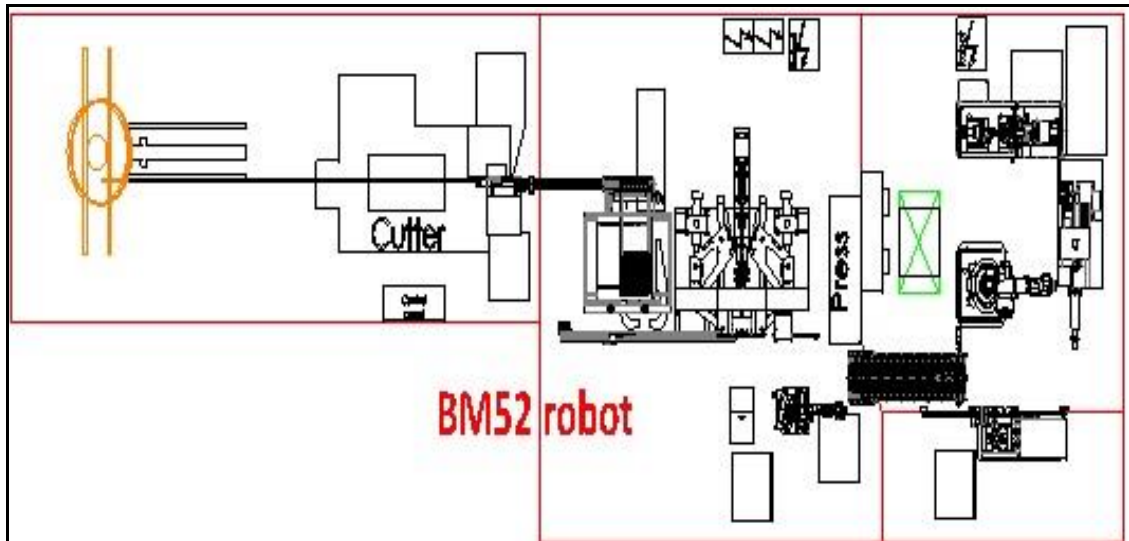
Obr. 32 Schéma řemenového svazkového zásobníku [5]



Obr. 33 Řemenový svazkový zásobník

3.2.1.3 Pracoviště BM52

Optimalizace na tomto pracovišti spočívá v propojení pracoviště cutteru k ohýbačce BM52, pomocí pozičního dopravníku (obr. 34). Dále bylo pracoviště pozičně uspořádáno do jedné linie z důvodu lepší viditelnosti na robotizované pracoviště (obr. 35). Výrobní proces se nezměnil.



Obr. 34 Propojení cutteru k ohýbačce BM52 [5]

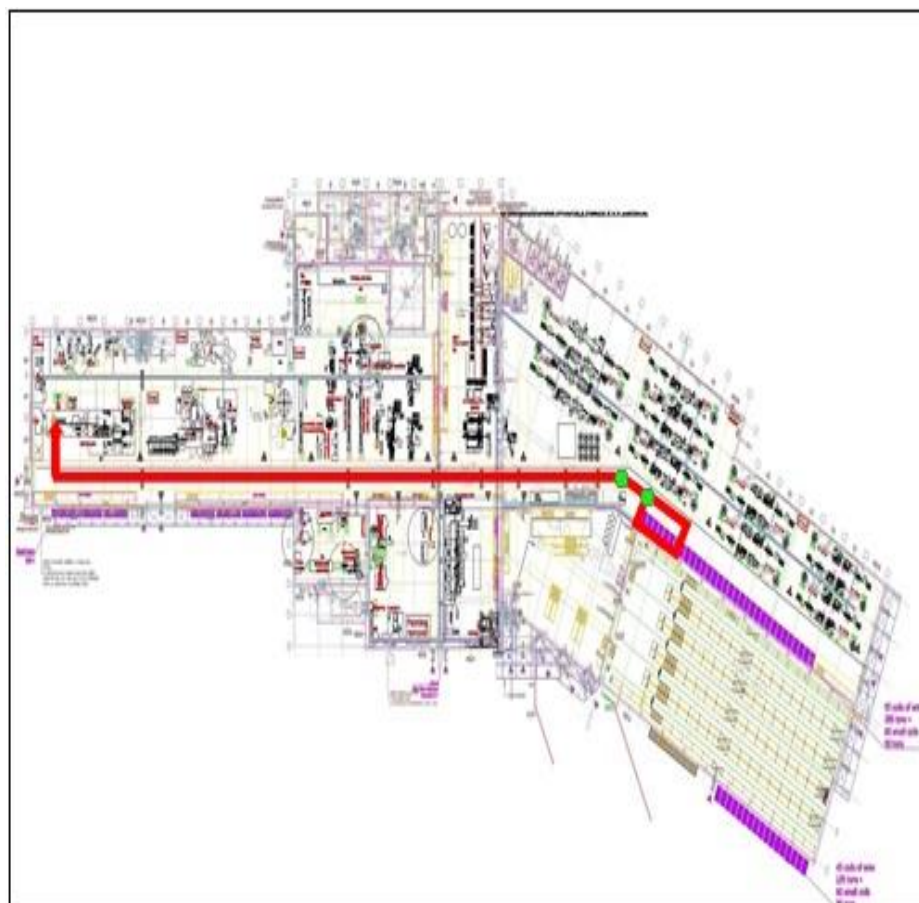


Obr. 35 Poziční dopravník

Z tab. 16 je zřejmé, že čas potřebný k transportu polotovaru ke stroji cutter se snížil o 17 minut, při delší vzdálenosti. To se dá vysvětlit lepším přístupem ke skladovanému materiálu a lepší uspořádanosti.

Pracoviště cutter	Původní stav	Současný stav	
Logistické údaje:			
Čas potřebný k přivezení ke stroji	30	13	[min]
Vzdálenost materiálu ke stroji	48	155	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	1	[ks]

Tab. 16 Logistické údaje – pracoviště cutter



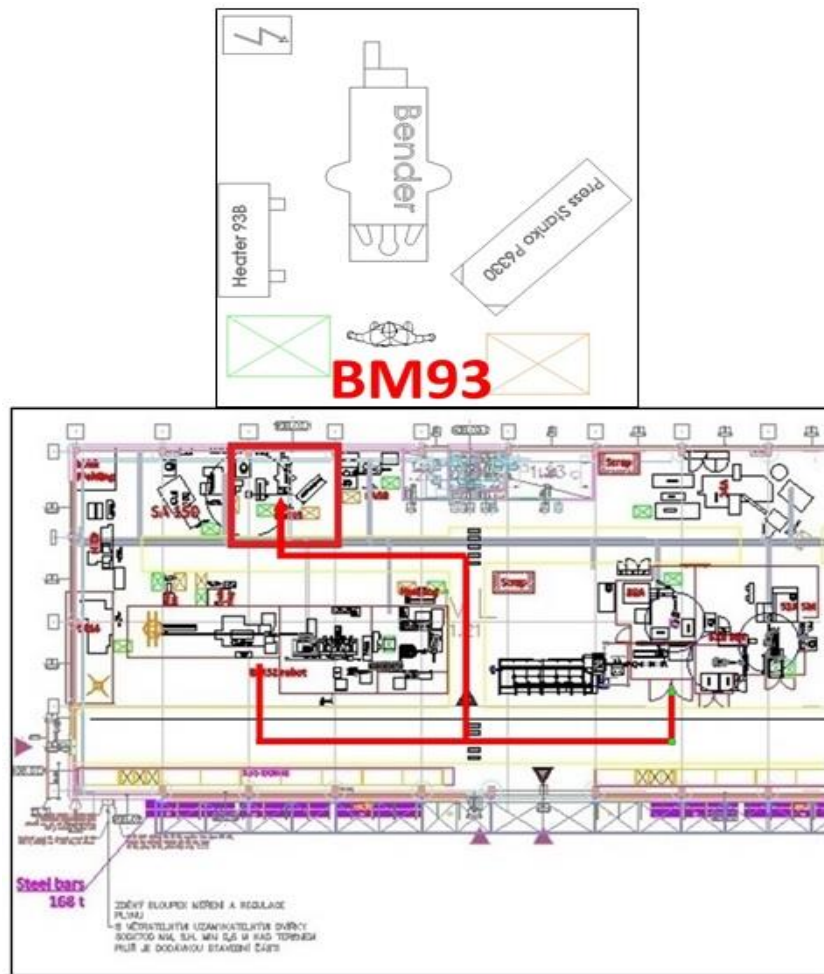
Obr. 35 Tok materiálu k pracovišti BM52 [5]

Pracoviště BM52	Původní stav	Současný stav	
Logistické údaje:			
Čas potřebný k přivezení ke stroji	10	0	[min]
Vzdálenost materiálu ke stroji	10	0	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	0	[ks]

Tab. 17 Logistické údaje - pracoviště BM 52

3.2.1.4 Pracoviště BM93

Toto pracoviště bylo pouze přesunuto z výrobní haly 1 a výrobní proces se tedy neměnil. Hlavní výhodou je vzdálenost svářeček SA50 a SA150, které jsou umístěny z obou stran okolo tohoto pracoviště. Tyče jsou přivezeny z pracoviště kotoučové pily nebo z cutteru (obr. 37). V tabulce 18 jsou porovnány logistické časy.



Obr. 37 Tok materiálu k pracovišti BM93 [5]

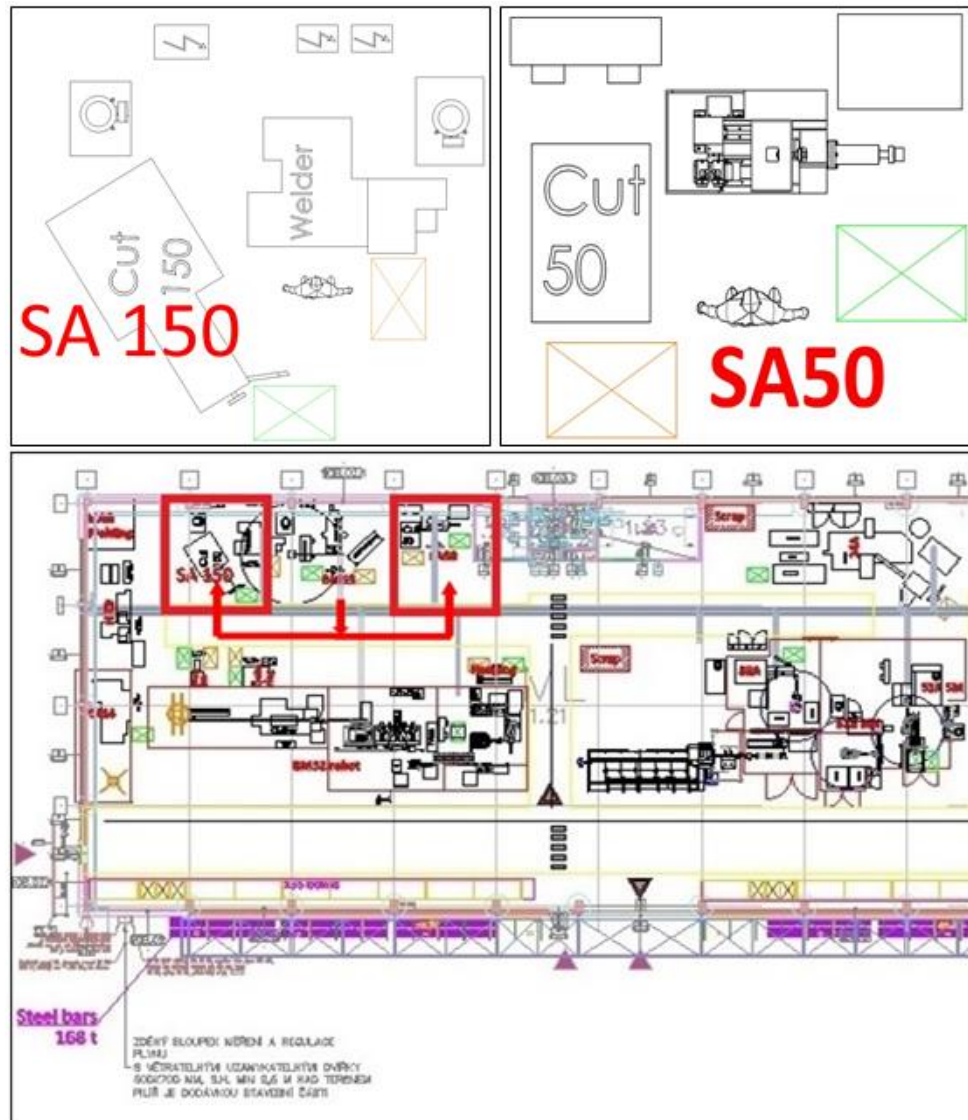
V tab. 18 jsou porovnány logistické údaje původního a současného stavu. Z níž vyplývá, že původní stav zůstal stejný.

Pracoviště BM93	Původní stav	Současný stav	
Logistické údaje:			
Čas potřebný k přivezení ke stroji	8	8	[min]
Vzdálenost ke stroji	30	30	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	1	[ks]

Tab. 18 Logistické údaje - pracoviště BM 93

3.2.1.5 Pracoviště SA50 a SA150

Tyto dvě pracoviště byly pouze přemístěny výrobní haly 1 a výrobní proces se nezměnil.



Obr. 38 Nová výrobní hala – tok materiálu na pracoviště SA50 a SA150 [5]

Vzhledem k tomu, že pracoviště bylo pouze přemístěno, výrobní údaje se nezměnily (tab. 19 a 20).

Pracoviště SA50	Původní stav	Současný stav	
Logistické údaje:			
Čas potřebný k přivezení ke stroji	5	5	[min]
Vzdálenost ke stroji	20	20	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	1	[ks]

Tab. 19 Logistické údaje - pracoviště SA50

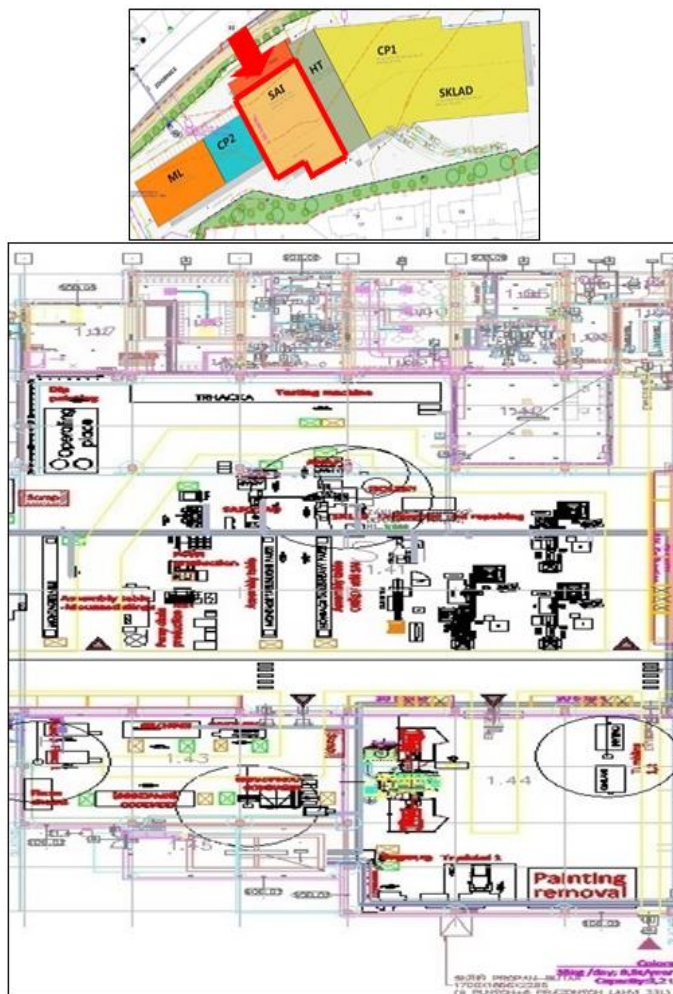
Pracoviště SA150	Původní stav	Současný stav	
Logistické údaje:			
Čas potřebný k přivezení ke stroji	5	5	[min]
Vzdálenost ke stroji	20	20	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	1	[ks]

Tab. 20 Logistické údaje - pracoviště SA150

3.2.2 SAI

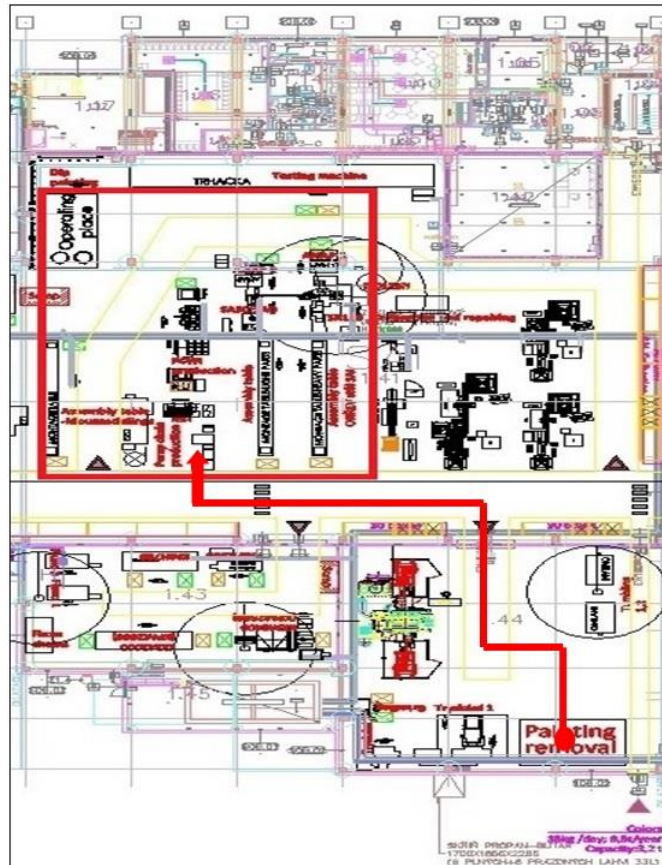
V objektu SAI (obr. 39) nové výrobní haly se nachází pracoviště:

- kompletace vázacích prostředků
- kalibrace řetězu CP1
- kalibrace řetězu CP2
- tryskáč a omílací stroje
- lakování



Obr. 39 Nová výrobní hala – objekt SAI [5]

V této části výroby se uspořilo značné množství transportních a ztrátových časů přesunutím všech potřebných strojů ze čtyř do jedné výrobní haly, kde je optimalizovaný tok materiálu „stroj-stroj“.



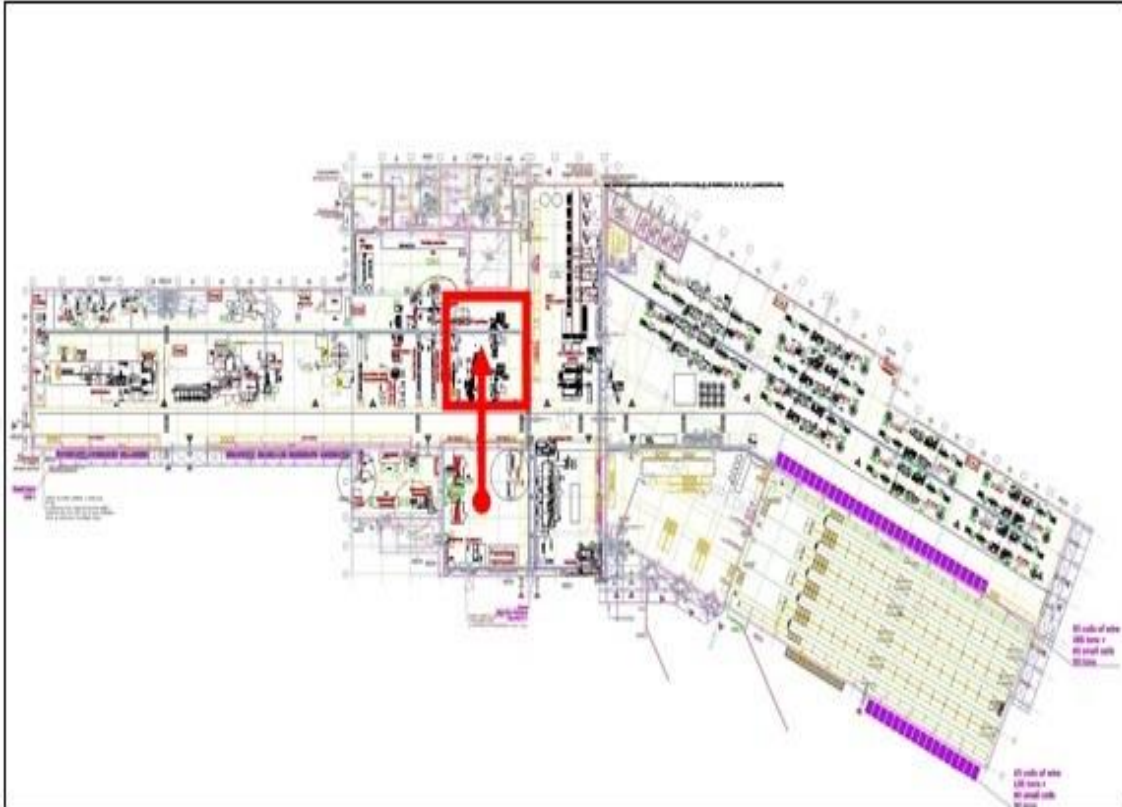
Obr. 40 Tok materiálu od lakování po kompletaci [5]

Pracoviště kompletace vázacích prostředků		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	15	[min]
Vzdálenost ke stroji	150	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 21 Logistické údaje - pracoviště kompletace vázacích prostředků

3.2.2.2 Kalibrace řetězu CP1

Po tepelné úpravě musí projít všechny řetězy kontrolou zatížením na zkušební sílu. Umístění tohoto pracoviště je vedle haly tepelného zpracování z důvodu minimalizace transportních časů.



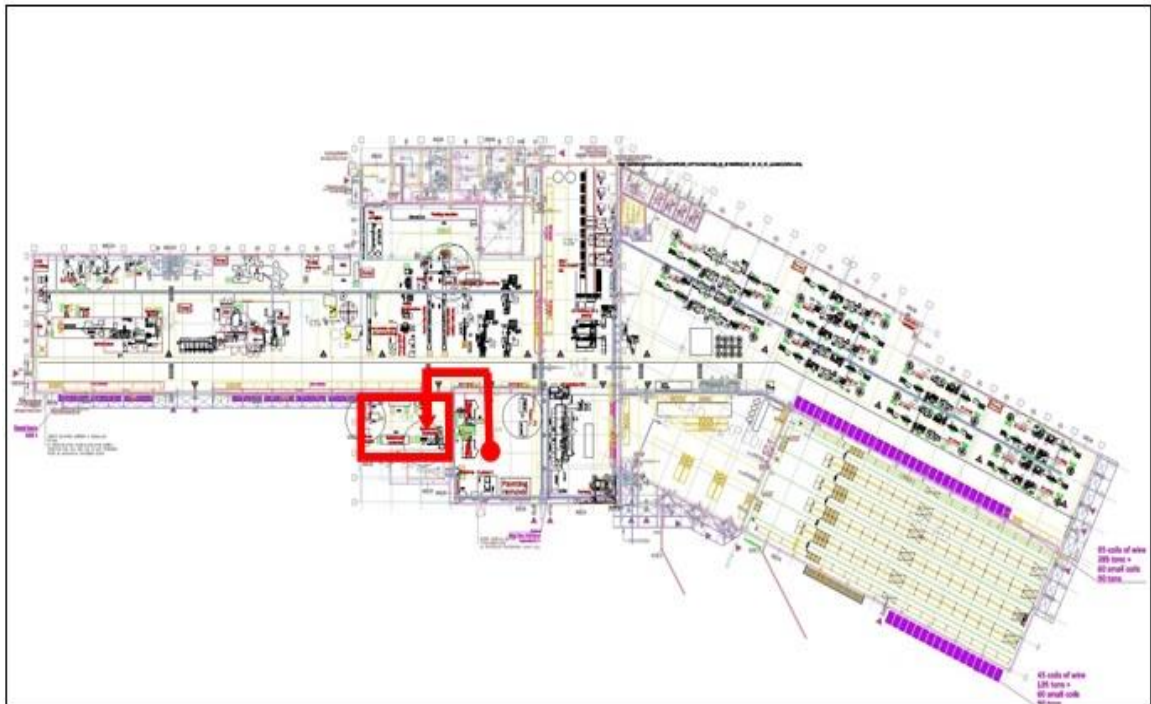
Obr. 41 Tok materiálu z pracoviště tryskání do pracoviště kalibrace řetězu CP1 [5]

Pracoviště kalibrace řetězu CP1		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	5	[min]
Vzdálenost ke stroji	50	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 22 Logistické údaje - pracoviště kalibrace řetězu CP1

3.2.2.3 Kalibrace řetězu CP2

Jedná se o pracoviště, kde jsou prováděny trhací zkoušky velkých řetězů. Z bezpečnostního hlediska je toto pracoviště umístěno v uzavřeném prostoru.



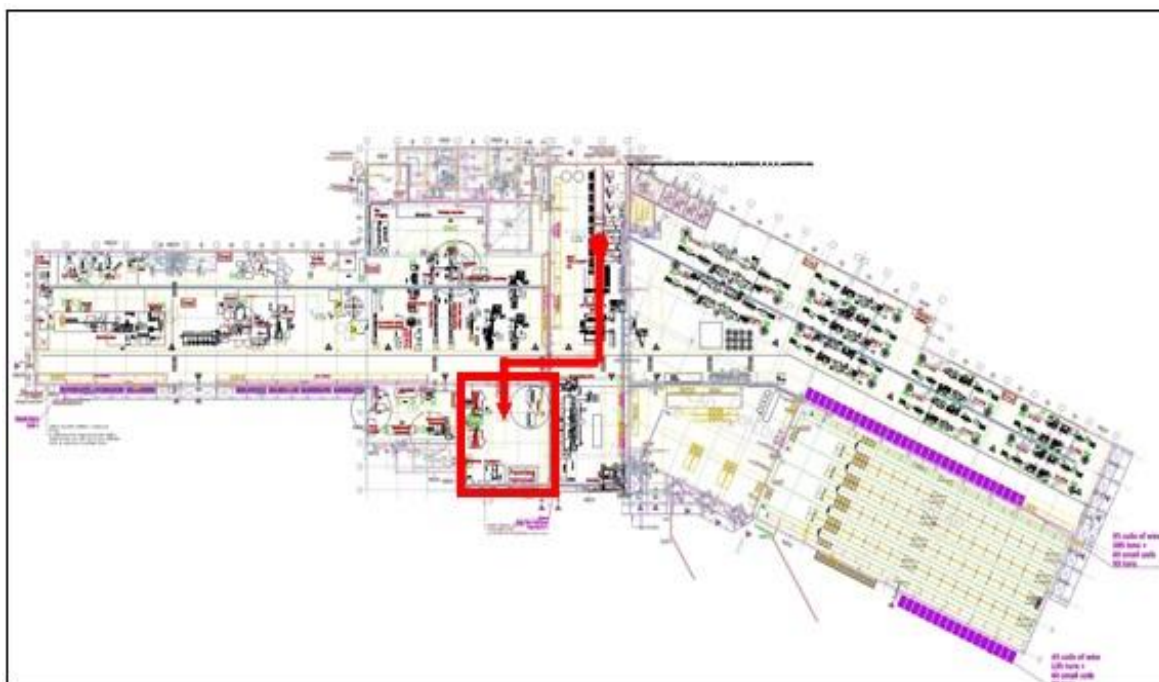
Obr. 42 Tok materiálu z pracoviště tryskání do pracoviště kalibrace řetězu CP2 [5]

Pracoviště kalibrace řetězu CP2		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	8	[min]
Vzdálenost ke stroji	60	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 23 Logistické údaje - pracoviště kalibrace řetězu CP2

3.2.2.4 Tryskací a omílací stroje

Pro tryskání nekonečného řetězu je určený průběžný tryskací stroj. Tento stroj byl také převezen z rakouského závodu a technologie tryskání je tedy odzkoušená. Dále se tu nachází omílací stroje, které byly převezeny z výrobní haly 1.



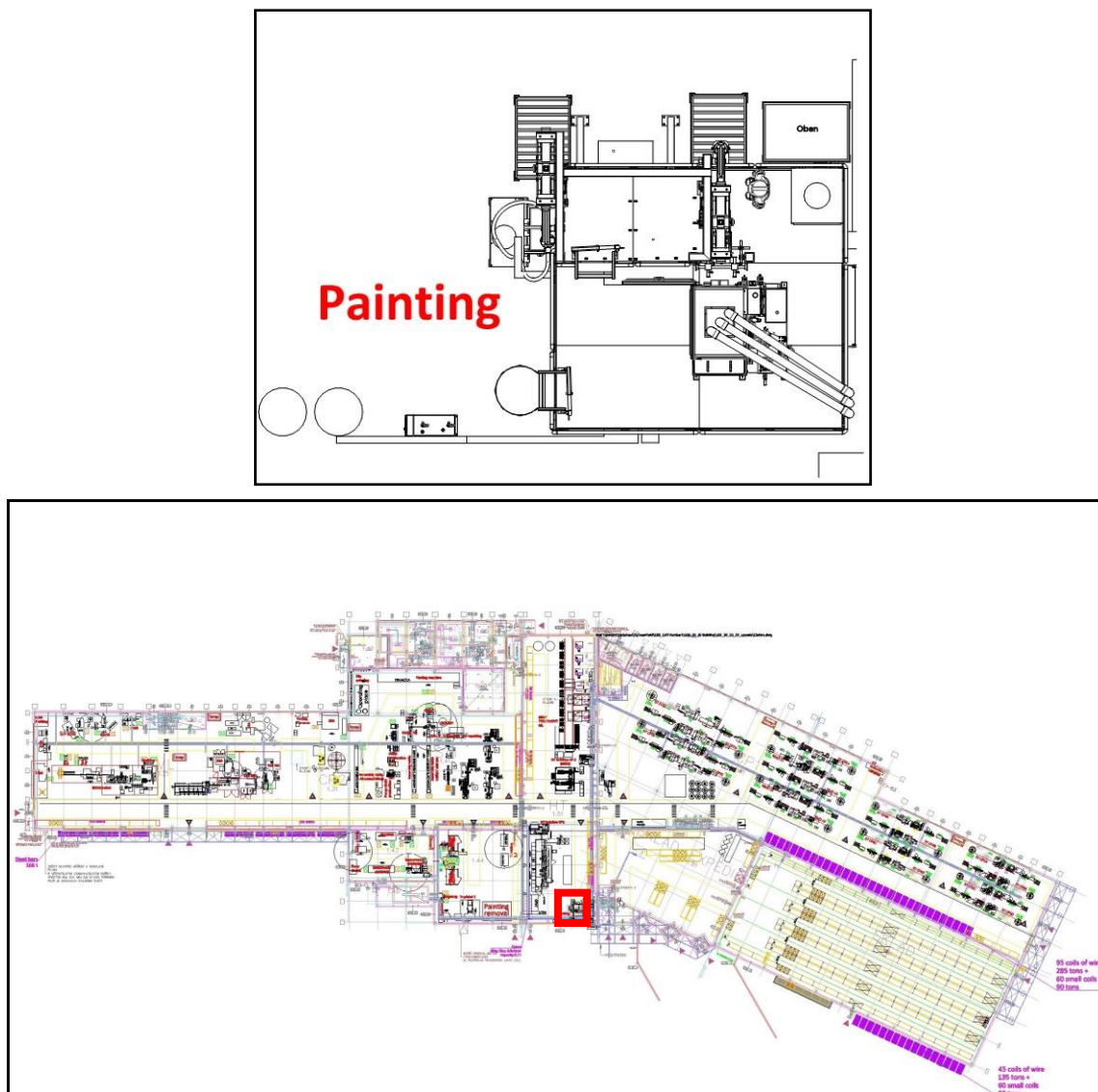
Obr. 43 Tok materiálu z pracoviště HT na pracoviště tryskání [5]

Pracoviště tryskání		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	10	[min]
Vzdálenost ke stroji	100	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 24 Logistické údaje - pracoviště tryskání

3.2.2.5 Lakování

Součástí technologického vybavení nové haly je i zařízení pro povrchovou úpravu výrobků lakováním. Lakovací stroj byl dopraven z rakouského závodu.



Obr. 44 Nová výrobní hala - lakovna[5]

Pracoviště lakování		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	10	[min]
Vzdálenost ke stroji	100	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 25 Logistické údaje - pracoviště lakování

3.2.3 CP1 a sklad

Část CP1 a sklad je co se týče rozlohou největší objekt nové výrobní haly. Její plocha je 4625 m². Skládá se z těchto částí:

- skladování svitků
- výroba řetězů CP1
- sklad hotových dílů

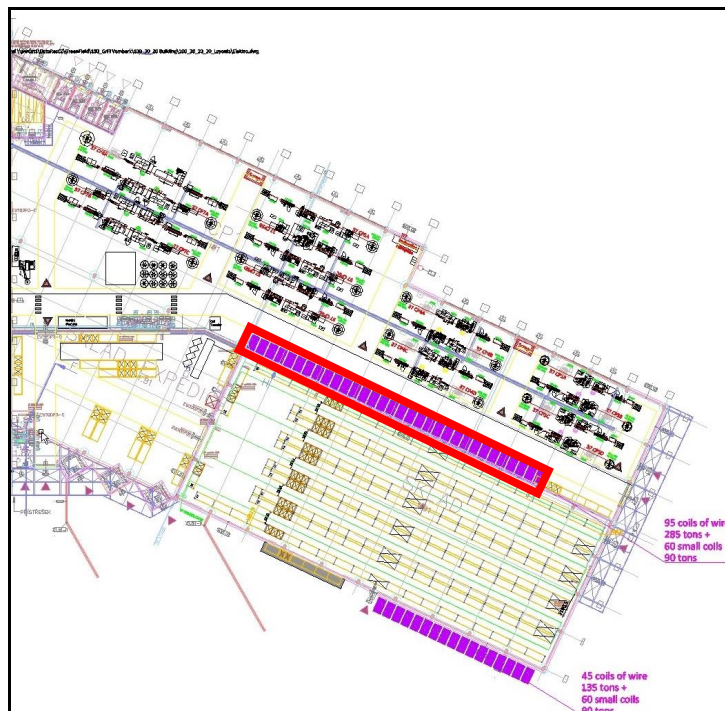
Objekt CP1 je primárně určen pro výrobu řetězů do velikosti průměru 20 mm. Zde se vyrobí 60 % celkové výroby a je potřebné



Obr. 45 Nová výrobní hala -. objekt CP1 a sklad [5]

3.2.3.1 Skladování svitků

Svitky jsou skladovány podél obvodové zdi mezi výrobou CP1 a skladem hotových dílů (obr. 46 a 47).



Obr. 46 Nová výrobní hala - sklad svitků [5]

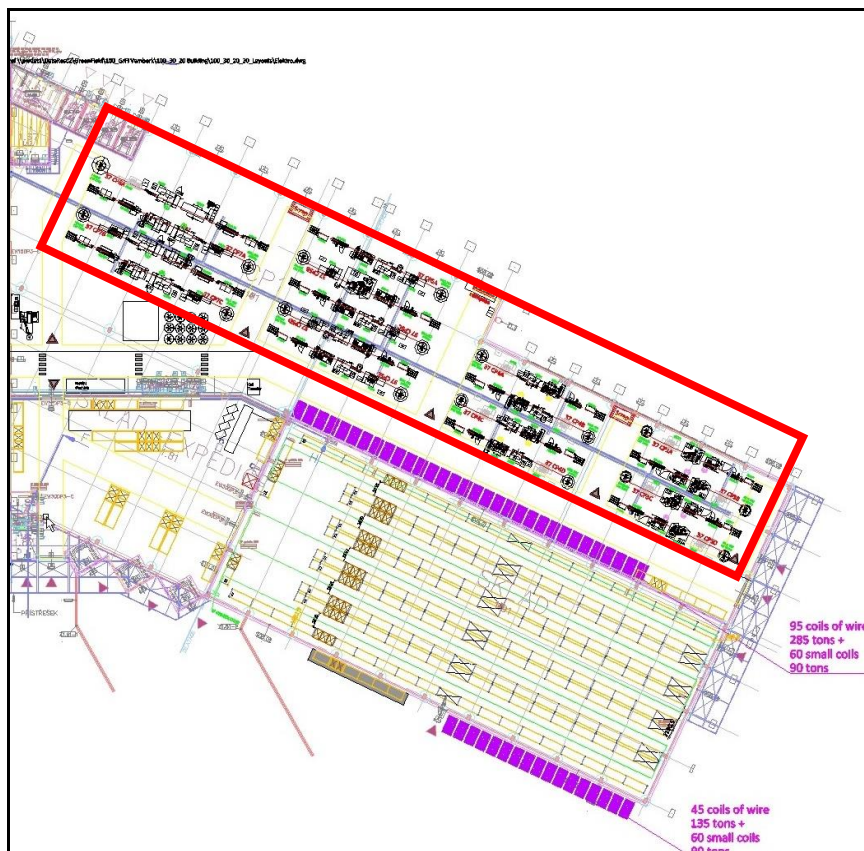


Obr. 47 Sklad svitků

3.2.3.2 Výroba řetězů CP1

Objekt CP1 (obr. 48) se skládá celkem ze 17 automatických linek, na kterých se vyrábějí nekonečné vysokopevnostní řetězy velikosti od průměru 6 mm až po 20 mm.

Vstupním materiál pro výrobu malých řetězů jsou ocelové dráty ze svitků, které jsou umístěny nedaleko obvodové zdi. Součástí linky pro výrobu těchto řetězů je drátotah, ohýbačka, svářečka, kalibrovací stroj, kontrolní stůl a ukladač řetězů do bedny.



Obr. 48 Výroba řetězu CP1 [5]

Proces výroby je následující:

- v drátotahu se drát přetáhne na přesný rozměr
- na ohýbačce se navede drát do drezůry pro rovnání drátu, dále dojde k jeho nastřížení, ohybu kolem trnu a navléknutí dalšího řetězového článku

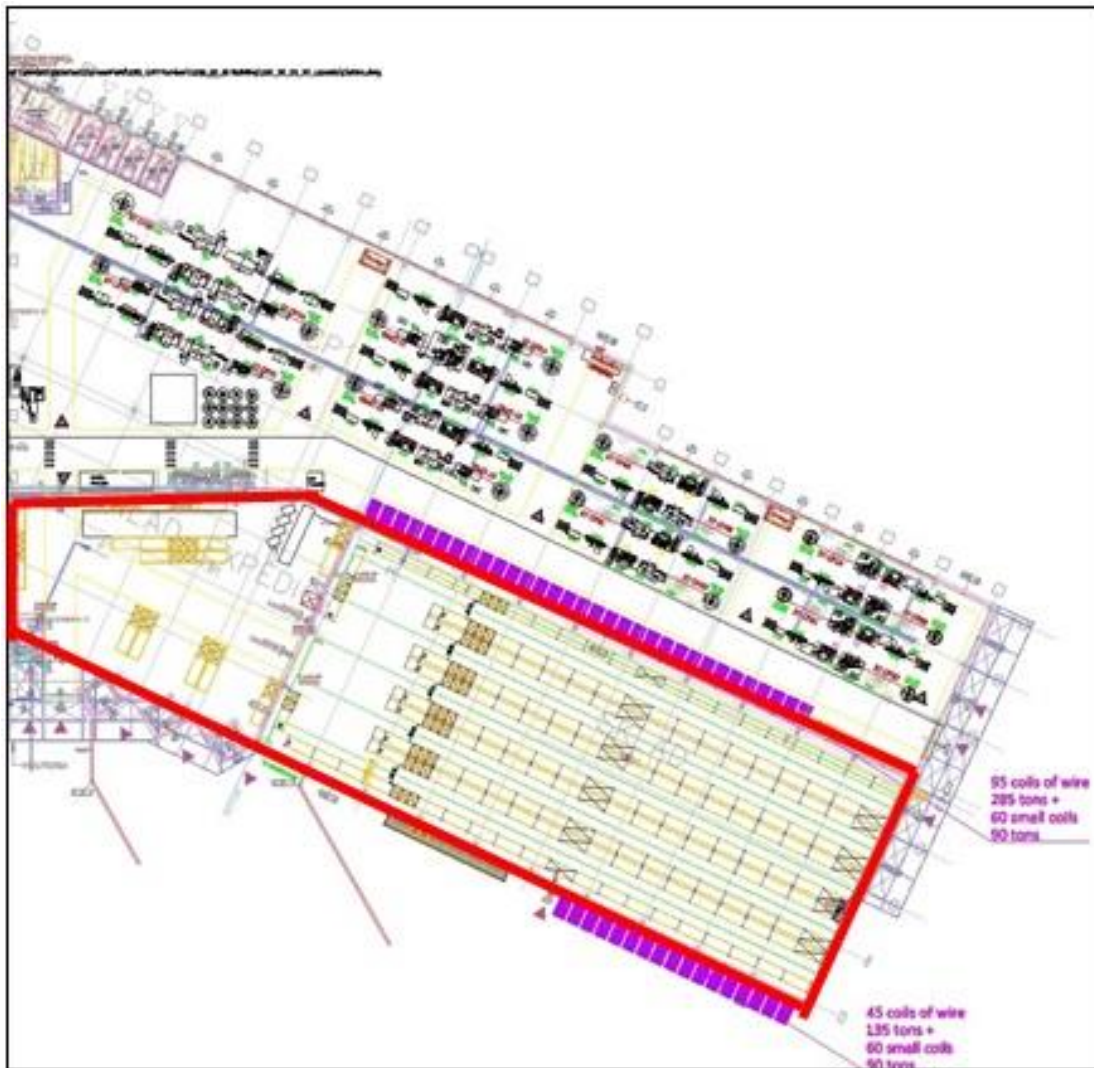
- ve svářečce se článek ustaví na svařovací most, kde dojde k přidržení článku tvarovými čelistmi a jeho odporovému svaření. Přetok, který vznikne svařením je ihned oříznut
- na kalibrovacím stroji je řetěz natažen a vytvarován do požadovaného tvaru a rozměru. Zároveň je zde sledována minimální síla vznikající při natahování, čímž se kontroluje kvalita sváru
- při průchodu přes kalibrovací stolej je provedena kontrola vzhledu a rozměrů řetězu
- ukladač řetězů rovná řetěz do bedny aby nedošlo k jeho zamotání

Pracoviště výroba řetězu CP1		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	5-12	[min]
Vzdálenost ke stroji	50-250	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 26 Výrobní a logistické údaje - pracoviště CP1

3.2.3.3 Sklad

Slouží pro uskladnění hotových dílů pro další kompletaci a výrobků pro koncové uživatele, které jsou skladovány v paletových regálech. Původní sklad se nacházel v dceřiné společnosti v České Třebové. Zde odpadají vysoké náklady na dopravu a čas.

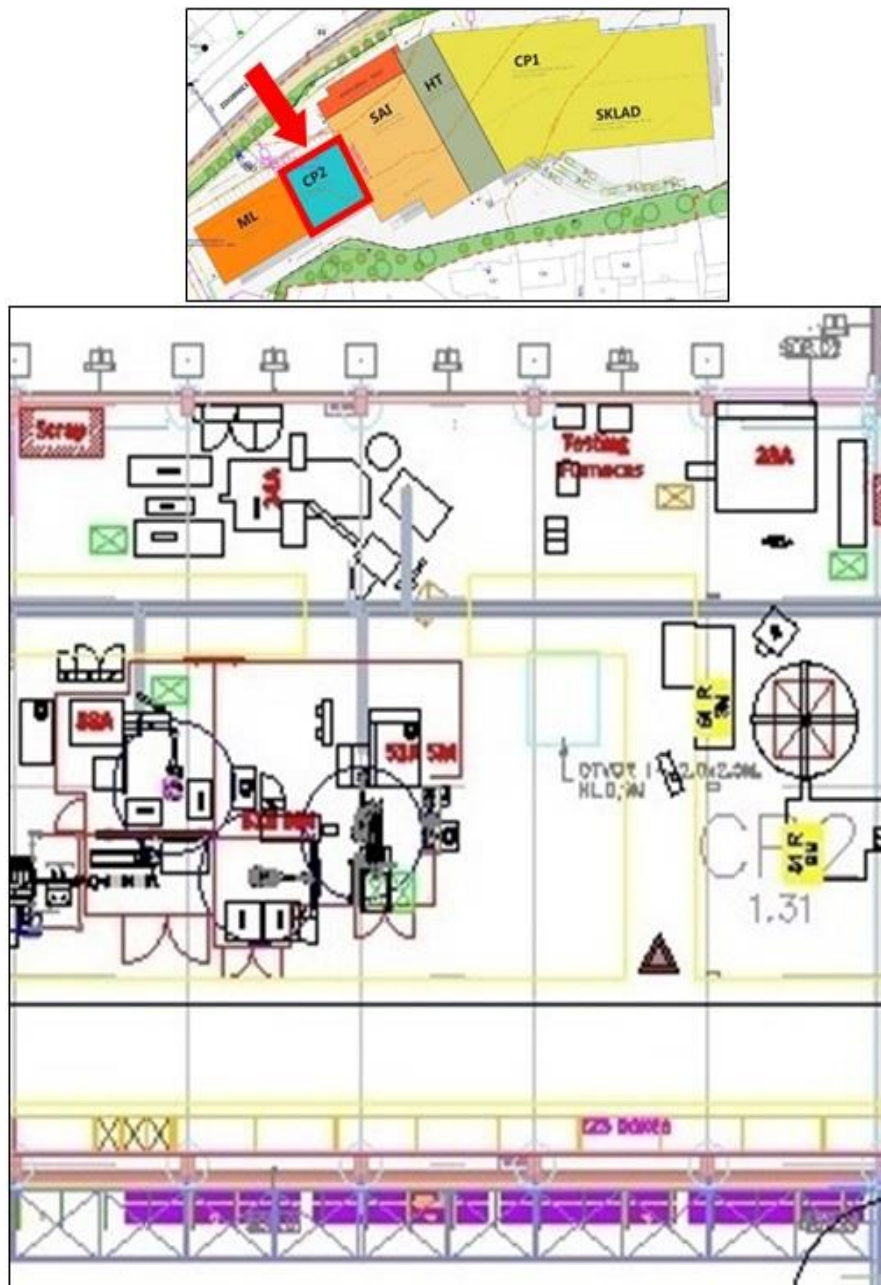


Obr. 49 Sklad hotových dílů [5]

3.2.4 CP2 objekt

Část CP2 je určená pro výrobu nekonečného řetězu nad velikosti průměru 20 mm a můžeme tento objekt rozdělit na:

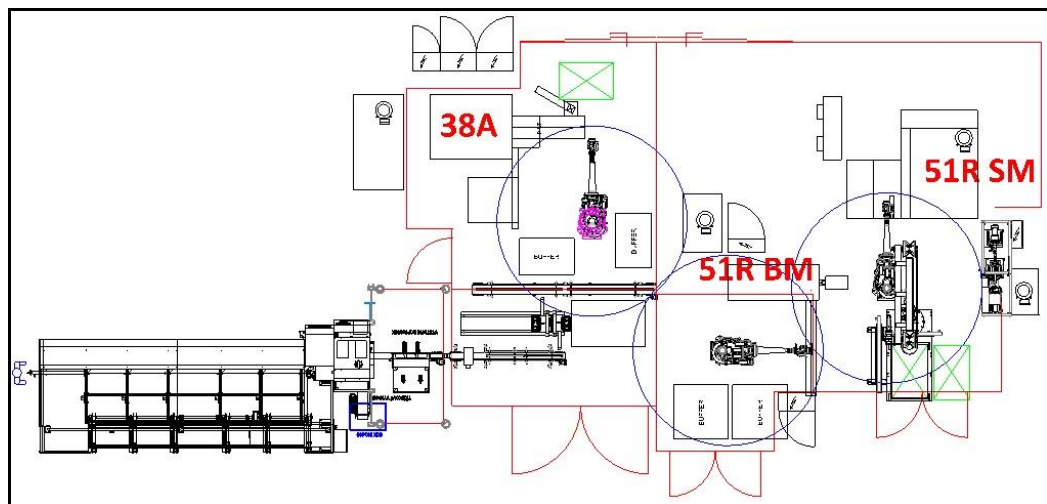
- robotizované pracoviště pro ohýbání a svařování řetězu CP2
- svařování - pracoviště 23A
- svařování - pracoviště 24A



Obr. 50 Nová výrobní hala – objekt CP2 [5]

3.2.4.1 Robotizované pracoviště pro ohýbání a svařování řetězu CP2

Se skládá z kotoučové pily, výstupní třídící skluzavka, pásový dopravník s třídícím hradlem jednostranným a výstup válečkový dopravník. Dále je tu pracoviště ohýbání 34A, 51RBM a pracoviště svařování 51RSM.



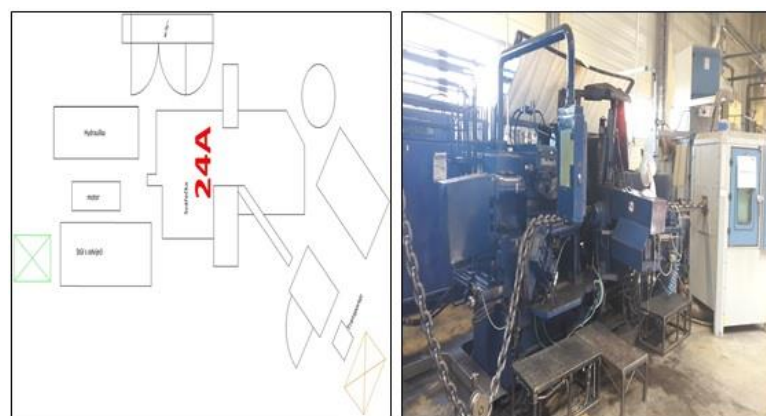
Obr. 51 Schéma robotizovaného pracoviště pro ohýbání a svařování řetězu CP2 [5]

Pracoviště robotizované pracoviště pro výrobu řetězu CP2		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	5	[min]
Vzdálenost ke stroji	50	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

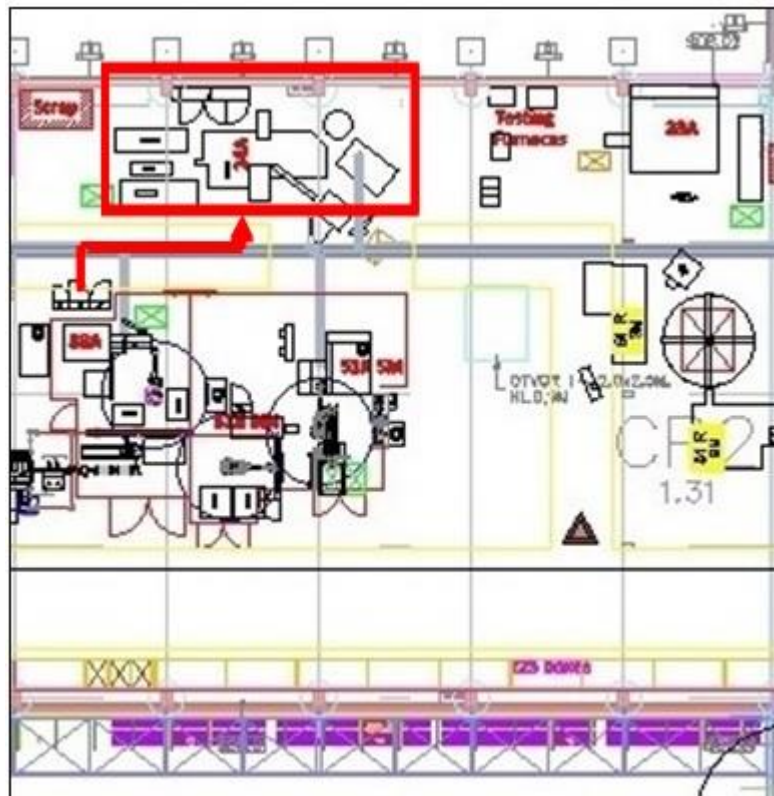
Tab. 27 Logistické údaje - pracoviště pro výrobu a svařování řetězu CP2

3.2.4.2 Svářečka řetězů 24A

Je určena pro svařování nekonečného řetězu výroby CP2. Tok materiálů je naznačen na obrázku 53.



Obr. 52 Svářečka 24A [5]



Obr. 53 Tok materiálu z pracoviště 38A na pracoviště 24A [5]

Pracoviště svařování 24A		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	6	[min]
Vzdálenost ke stroji	30	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

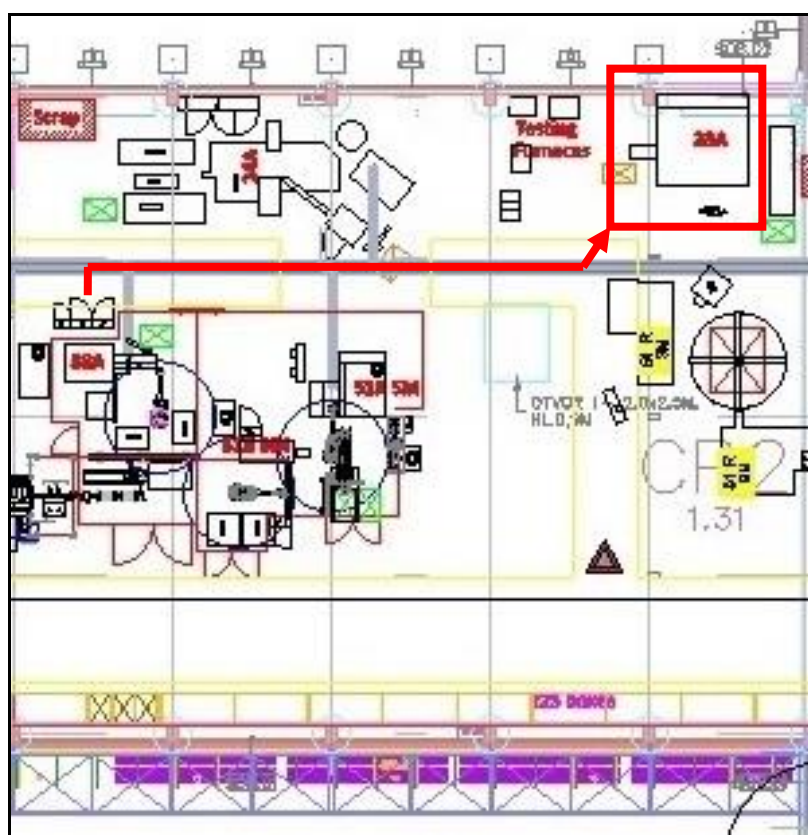
Tab. 28 Logistické údaje pracoviště svařování 24A

3.2.4.3 Svářečka řetězů 23A

Slouží pro svařování pro výrobu nekonečného řetězu nad průměr 22 mm. Tok materiálu je naznačen na obr. 55.



Obr. 54 Svářečka 23A [5]



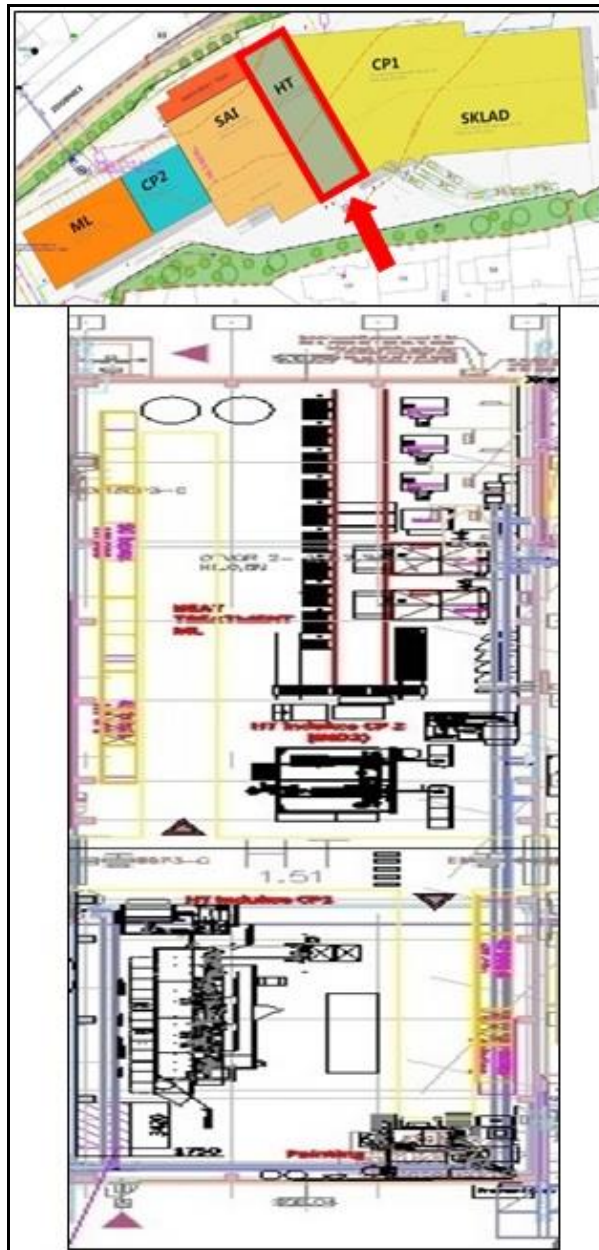
Obr. 55 Tok materiálu z pracoviště 38A na pracoviště 23A [5]

Pracoviště svařování 23A		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	7	[min]
Vzdálenost ke stroji	55	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 29 Logistické údaje - pracoviště svařování 23A

Objekt HT (obr. 56) je určený pro tepelné zpracování hlavních a přechodových článků, ale také nekonečného řetězu CP1 a CP2. Probíhá zde kalení a následné popuštění dílů. Skládá se z těchto technologických zařízení:

- komorová pec
- indukční pec pro řetězy CP1
- indukční pec pro řetězy CP2



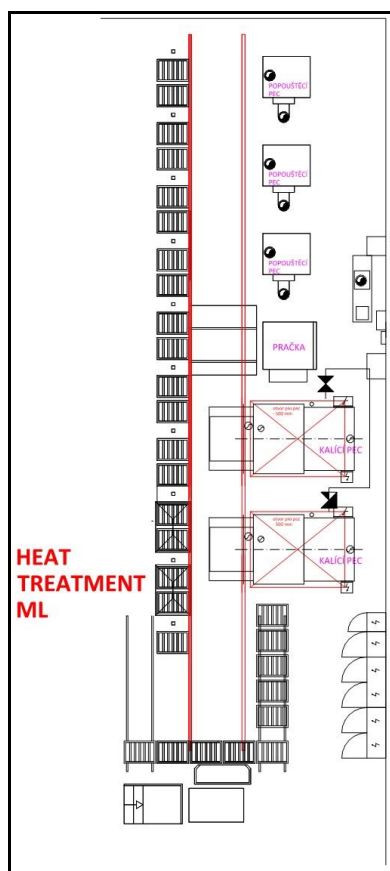
Obr. 56 Nová výrobní hala – objet HT [5]

3.2.5.1 Komorová pec

Tepelné zpracování v komorových pecích je primárně určeno pro kalení hlavních a přechodových článků. Na obr. 57 jsou umístěny dvě komorové pece, jedna pračka a dvě popouštěcí pece.



Obr. 57 Komorové pece, pračka a popouštěcí pece [5]



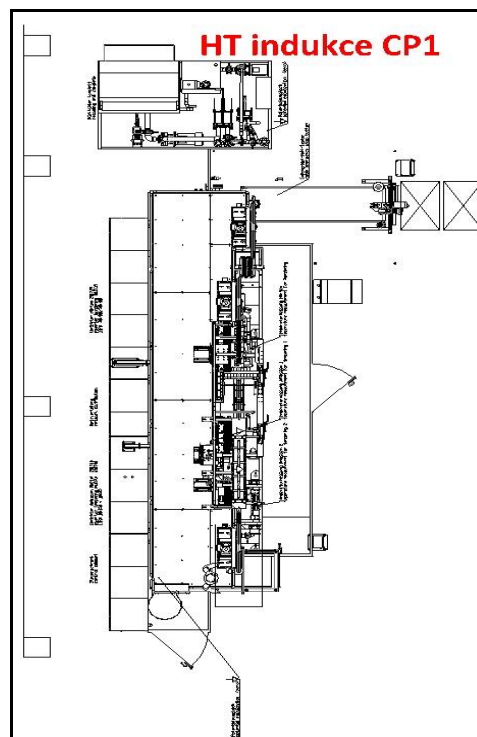
Obr. 58 Layout Komorové pece, pračka a popouštěcí pece [5]

3.2.5.2 Indukční pec pro řetěz CP1

Indukční kalící pece slouží k průběžnému kalení řetězu. Ohřev řetězu až na 950 °C je zajištěn elektromagnetickými indukčními cívkami, kterými řetěz prochází. Kalícím médiem je zde vodní lázeň. Tato pec se používá pro výrobu nekonečného řetězu CP1.



Obr. 59 Indukční pec pro řetěz CP1 [5]



Obr. 60 Layout Indukční pec pro řetěz CP1 [5]

Pracoviště Indukční pec pro řetěz CP1		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	10	[min]
Vzdálenost ke stroji	100	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

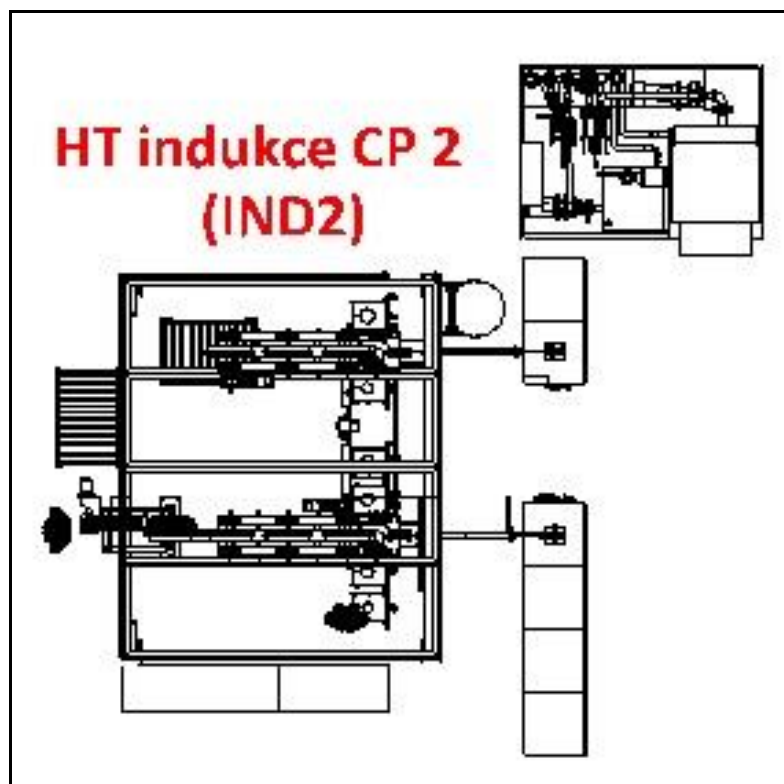
Tab. 30 Logistické údaje - pracoviště Indukční pec pro řetěz CP1

3.2.5.2 Indukční pec pro řetěz CP2

Princip kalení je obdobný jako u indukční pece pro řetěz CP1, a je popsán v předchozí kapitole.



Obr. 61 Indukční pec pro řetěz CP2 [5]



Obr. 62 Layout indukční pec pro řetěz CP2 [5]

Pracoviště indukční pec pro řetěz CP2		
	Hodnota	Jednotky
Logistické údaje:		
Čas potřebný k přivezení ke stroji	8	[min]
Vzdálenost ke stroji	50	[m]
Potřebný počet pracovníků	1	[ks]

Tab. 31 Logistické údaje - pracoviště Indukční pec pro řetěz CP2

4. Diskuze výsledků

Předmětem této diplomové práce bylo navrhnutí a uspořádání strojů pro výrobu vázacích prostředků pro novou výrobní halu. V rámci tohoto řešení byla nejprve provedena analýza stávajícího stavu výroby.

Na základě tohoto zhodnocení byla pozornost věnována slabým místům procesu výroby vázacích prostředků.

Hlavním záměrem bylo nalézt optimální rozmístění strojů do nové výrobní haly a snížit logistické časy.

Výroba vázacích prostředků se rozděluje na výrobu hlavních a přechodových článků, řetězu CP1 a CP2.

1. Výroba hlavních a přechodových článků

V tab. 32 jsou porovnávány toky materiálu mezi operacemi v závislosti na čase, vzdálenosti a počtu pracovníků. Výhody jednotlivých pracovišť nové haly jsou popsány níže. Výsledkem porovnání je čas, který je definován procenty. Zdrojem hodnot je kapitola 3.

První operací při této výrobě je vyskladnění polotovarů a převoz k pracovišti dělení. Oproti původnímu skladování je materiál přehledně rozdělen (konzolový regál) podle průměru tyčí, uložen pod střechou, je zajištěna lepší dostupnost a manipulativnost. Pracoviště dělení je řešeno v původní hale pomocí cutteru a pásové pily. V nové hale je požit stále cutter a pásová pila byla nahrazena za kotoučovou pilu. Vlivem těchto změn je transport materiálu na pracoviště cutteru o 57 % zrychleno, u pracoviště kotoučové pily bylo zaznamenáno zlepšení o 55 %. Další výhodou je urychlení výroby, u kotoučové pily se celkový čas na uříznutí tyče snížil více jak o polovinu (tab. 15).

Následně je materiál ohýbán. Proces ohýbání je prováděn na dvou pracovištích – BM52 a BM93. V nové hale došlo k propojení cutteru s pracovištěm BM52 pomocí pozičního dopravníku, a toto pracoviště se stalo poloautomatizované a tedy odpadl čas na transport. Pracoviště BM93 bylo pouze přesunuto, bez změn.

Na pracovišti SA50 a SA150 je materiál svařován. Logisticky se toto pracoviště nezměnilo, v porovnání s původní halou.

V původní stavu se při procesu tepelného zpracování převážel materiál z výrobní haly 1 do výrobní haly 2. V nové hale je přejezdová vzdálenost kratší, čas je o 80 % rychlejší.

Z pracoviště tepelné úpravy na pracoviště tryskání byla doba transportu zkrácena o 67 %. Díky kratší vzdálenosti mezi pracovišti.

Pracoviště lakování bylo vhodněji umístěno v nové hale a tím byla doba snížena na polovinu.

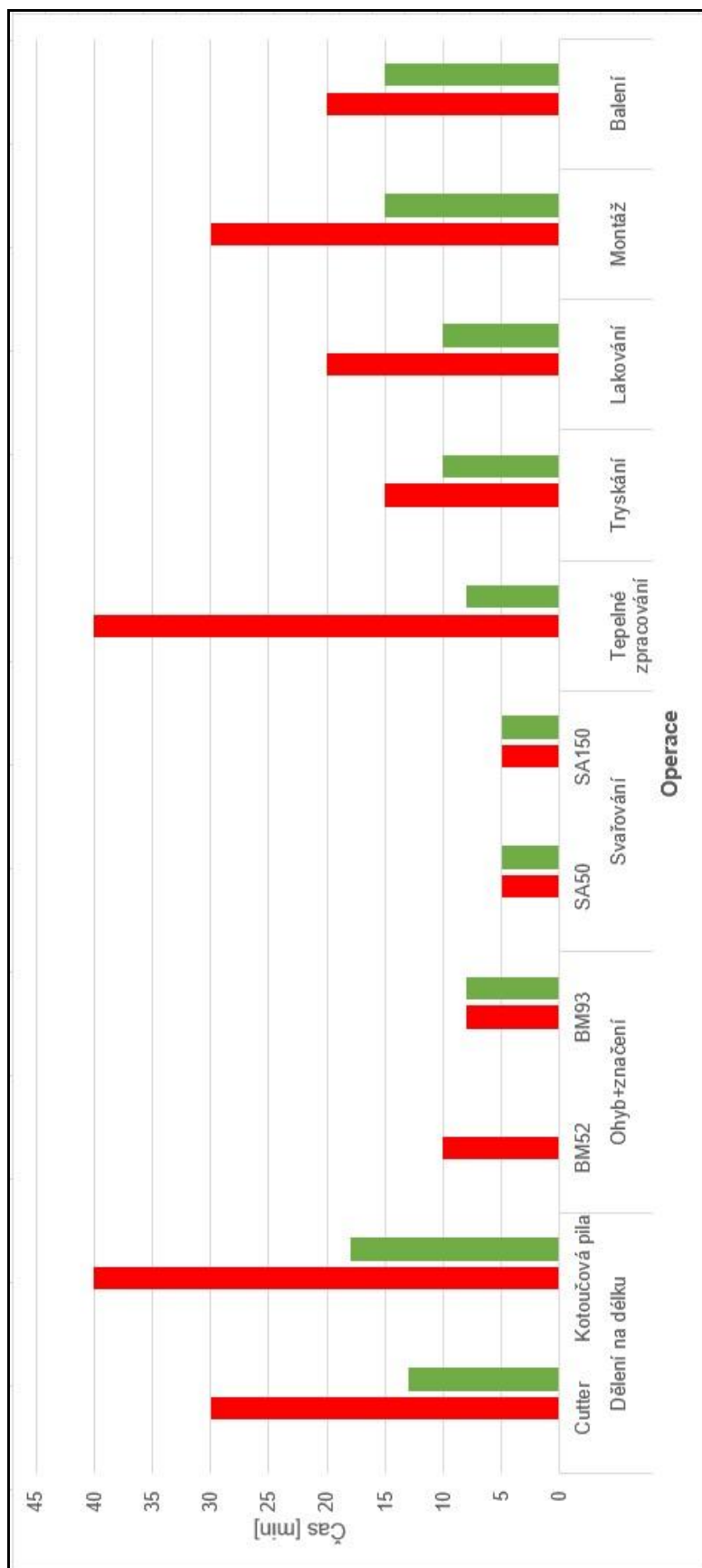
Po technologickém procesu lakování byly díly převáženy na pracoviště montáže, které bylo původně umístěno mimo výrobní halu 1. Dojezdová vzdálenost do haly 2 byla 500 m. Nově je pracoviště montáže umístěno v bližší vzdálenosti od pracoviště lakování.

Pracoviště balení je součástí pracoviště kompletace dílů, kde jsou připravovány k expedici. Potřebný čas pro přesun na toto pracoviště zůstal stejný.

Poslední operací je uskladnění hotových dílů pro koncové uživatele. Původní sklad se nacházel 25 km v České Třebové, nyní jsou výrobky skladovány v místě výroby. Tím pádem dochází k ušetření vysoké nákladů na dopravu a čas.

Výroba hlavních a přechodových článků							
Operace:		Původní stav			Nový stav		
		jednotky			jednotky		
		[m]	[min]	[ks]	[m]	[min]	[ks]
Dělení na délku	Cutter	48	30	1	155	13	1
	Kotoučová pila	100	40	1	50	18	1
Ohyb+značení	BM52	10	10	1	0	0	0
	BM93	30	8	1	30	8	1
Svařování	SA50	20	5	1	20	5	1
	SA150	20	5	1	20	5	1
Tepelné zpracování		500	40	1	50	8	1
Tryskání		300	15	1	100	10	1
Lakování		500	20	1	100	10	1
Montáž		600	30	1	150	15	1
Balení		500	20	1	150	15	1

Tab. 32 Výsledky porovnání toku materiálu při výrobě hlavních a přechodových článků podle času



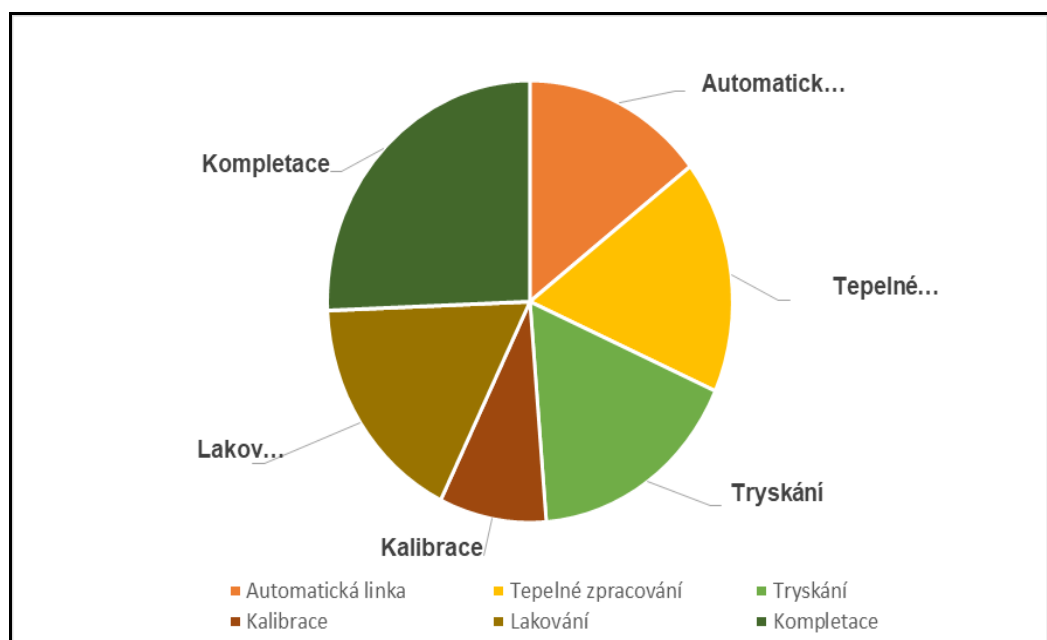
Graf 1 Výsledky porovnání toku materiálu při výrobě hlavních a přechodových článků podle času

2. Výroba nekonečného řetězu CP1

V původní hale byl řetěz CP1 pouze vyráběn, na třech automatických linkách. Další operace byly prováděny v závodě v Rakousku. V nové hale je tento řetěz vyráběn kompletně celý. Nově bylo do technologického postupu v místě výroby přidáno tepelné zpracování, tryskání, kalibrace, lakování a kompletace. Tok materiálu je zhodnocený v tab. 33 a jednotlivé operace jsou popsány v kapitole 3.

Tok materiálu výroby řetězu CP1			
Pracoviště:	jednotky		
	[m]	[min]	[ks]
Automatická linka	150	8,5	1
Tepelné zpracování	100	10	1
Tryskání	100	10	1
Kalibrace	50	5	1
Lakování	100	10	1
Kompletace	150	15	1

Tab. 33 Tok materiálu výroby řetězu CP1



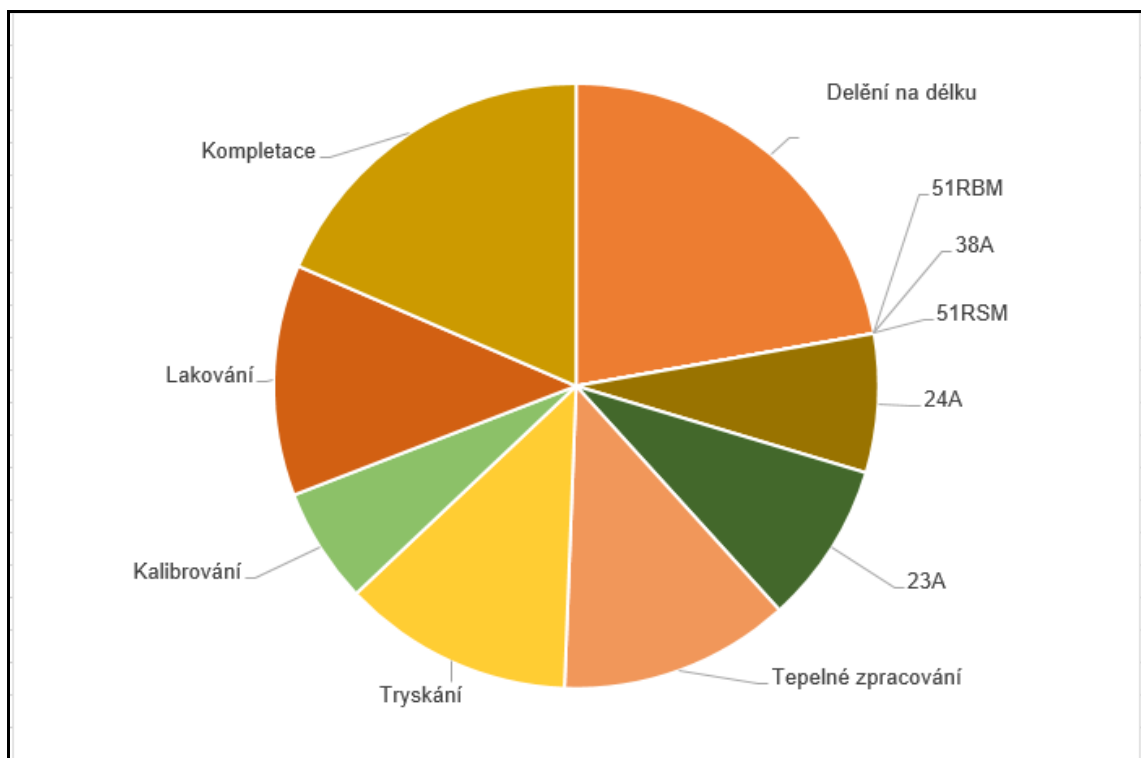
Graf 2 Tok materiálu výroby řetězu CP1

3. Výroba nekonečného řetězu CP2

Výroba řetězu CP2 byla převezena z rakouského závodu. Tok materiálu těchto procesů pro novou výrobní halu je popsán v tab. 34. Z grafu 3 je zřejmé poměrové zastoupení jednotlivých procesů v závislosti na čase.

Tok materiálu výroby řetězu CP2				
Operace:		jednotky		
		[m]	[min]	[ks]
Delění na délku		50	18	1
Ohýbání	51RBM	0	0	0
	38A	0	0	0
Svařování	51RSM	0	0	0
	24A	30	6	1
	23A	55	7	1
Tepelné zpracování		100	10	1
Tryskání		100	10	1
Kalibrování		50	5	1
Lakování		100	10	1
Kompletace		150	15	1

Tab. 34 Tok materiálu výroby řetězu CP2



Graf 3 Tok materiálu výroby řetězu CP2

5. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout rozmístění a uspořádání strojů pro výrobu vázacích prostředků pro firmu pewag s.r.o, v nové hale. Hlavním úkolem bylo optimálně rozmístit pracoviště pro výrobu vázacích prostředků, aby ztrátové časy na dopravu byly co nejmenší.

Na úvod práce bylo nejprve nutno provést analýzu stávajícího způsobu výroby vázacích prostředků, pouze tedy výrobu hlavních a přechodových článků, které se vyrábějí ve Vamberku. Nekonečný vysokopevnostní řetěz CP1 a CP2 se zatím vyráběl pouze v mateřském závodě v Rakousku.

Na základě získaných zkušeností se stávajícím způsobem výroby došlo k uspořádání strojů pomocí počítačového programu DraftSight. Nová výrobní hala byla rozdělena celkem do 6 objektů a to ML, SAI, CP1 a sklad, CP2, administrativa a HT. Každý objekt má specifické požadavky na provoz a bezpečnost.

Z provedených měření a výsledků uvedených v diskuzi lze poukázat na následující hodnocení dle:

1. Toku materiálu – Došlo k celkovému snížení logistických času mezi jednotlivými pracovišti. U výroby hlavních a přechodových článků došlo k celkové úspoře 44 % transportních časů.
2. Logistické řešení – Jednotlivé pracoviště byly uspořádány tak, aby dojezdové vzdálenosti mezi jednotlivými kroky výroby na sebe co nejlépe navazovali.
3. Počet pracovníků – Předpokladem pro novou halu bylo snížení počtu pracovníků vlivem automatizace na některých pracovištích. Spojením cutteru a pracoviště BM52 byla hypotéza potvrzena.

POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA

- [1] KOCMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. Brno: CERM, 2001. ISBN 80-214-1996-2.
- [2] ZELENKA, Antonín, Vratislav PRECLÍK a Milan HANINGER. *Projektování procesů obrábění a montáží*. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-010-2013-4.
- [3] ZELENKA, A., *Projektování výrobních procesů*. 1. vyd. ČVUT, 1983.
- [4] VINGER, M., ZELENKA, A., KRÁL, M. Metodika projektování výrobních procesů. 1.vyd. Vydavatelství technické literatury SNTL Praha, 1984. ISBN –
- [5] Firemní podklady.
- [5] *Google maps* [online]. [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/search/pewag/@50.0109556,16.2226148,11z/data=!3m1!4b1?hl=cs>