

Diplomová práce

Řešení ergonomie provozu pletárny

Studijní program:

N0723A270003 Průmyslové inženýrství

Autor práce:

Bc. et Bc. Miroslava Domabylová

Vedoucí práce:

Ing. Monika Vyšanská, Ph.D.

Katedra technologií a struktur

Liberec 2023



Zadání diplomové práce

Řešení ergonomie provozu pletárny

Jméno a příjmení:

Bc. et Bc. Miroslava Domabylová

Osobní číslo:

T20000059

Studijní program:

N0723A270003 Průmyslové inženýrství

Zadávací katedra:

Katedra hodnocení textilií

Akademický rok:

2022/2023

Zásady pro vypracování:

1. Provedte rešerši na téma ergonomie provozu dílny. Zaměřte se na splétané výrobky.
2. Popište současný stav úseku výroby splétaných šňůr v konkrétním podniku z hlediska ergonomie.
3. Stanovte kritéria pro ergonomii výroby splétaných šňůr.
4. Na základě rešerše, potřeb kontinuity výroby a stanovených kritérií navrhnete optimální variantu ergonomie provozu dílny.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování práce:

tištěná/elektronická

Jazyk práce:

Čeština

Seznam odborné literatury:

1. KYOSEV, Yordan. *Braiding technology for textiles: Principles, design and processes*. Elsevier, 2014
2. KEŘKOVSKÝ, Miroslava a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck, 2012
3. MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě – Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996.

Vedoucí práce:

Ing. Monika Vyšanská, Ph.D.
Katedra technologií a struktur

Datum zadání práce:

17. března 2023

Předpokládaný termín odevzdání: 2. června 2023

L.S.

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
děkan

Ing. Roman Knížek, Ph.D., MBA
vedoucí katedry

V Liberci dne 3. května 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, 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 nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

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

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Velké poděkování patří paní Ing. Bc. Monice Vyšanské, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a trpělivost při tvorbě této práce. Srdečně také děkuji mému konzultantovi a rodině za veškerou podporu a pochopení během studia.

Anotace

Cílem této diplomové práce je návrh optimalizace prostorového uspořádání pletárny za účelem zlepšení ergonomie pracovního prostředí. V první části je seznámení se základními pojmy výroby splétaných výrobků, definování možných metod a nástrojů pro optimalizaci a zlepšení ergonomie, vysvětleny jsou také možnosti technologického uspořádání dle doporučení průmyslového inženýrství se zohledněním typu výroby. V druhé části jsou stanovena kritéria a shromáždění dat pro nový návrh. Seznámení s konkrétním pracovištěm a provedenou analýzou současného stavu z hlediska toku materiálu a následné shrnutí nedostatků. Práce je zakončena technickým zhodnocením navržené změny pracovního prostoru a posouzení celkového užitku předloženého řešení.

Klíčová slova

Ergonomie, optimalizace, proplétací stroj, prostorové uspořádání, tok materiálu.

Annotation

The aim of this thesis is to propose new layout for the production process of braided products. The first part contains an introduction to the basic concepts of the production of braided products, the possibilities of methods and tools to solved the ergonomics, the possibilities of technological arrangement according to the recommendations of industrial engineering, taking into account the type of production, are also explained. The second part sets out the criteria and data collection for the new proposal. It specifies the layout and the analysis of the current state in terms of material flow and the subsequent summary of shortcomings. The thesis ends with a technical evaluation of the proposed changes to the layout and an assessment of benefit of the presented solution.

Keywords

Ergonomics, optimization, braiding machine, layout, material flow.

Obsah

Seznam použitých zkratk, značek, symbolů	13
Úvod	15
Analytická část.....	16
1 Výrobní proces	18
1.1 Struktura řízení výroby	18
1.2 Výrobní systém a rozlišení typu výroby	20
2 Průmyslové inženýrství.....	21
2.1 Technologické uspořádání.....	23
2.2 Předmětné uspořádání výroby a layout	23
2.3 Technologie výroby a strojní zařízení	24
2.3.1 Proplétací stroj	25
2.3.2 Soukací zařízení	30
2.3.3 Ostatní zařízení.....	30
2.3.4 Adjustační zařízení.....	31
2.4 Ergonomie pracoviště	31
3 Produktivita a metody optimalizace	33
3.1 Analýza současného stavu	34
3.2 Analýza a měření práce ve výrobě.....	35
3.3 Koncepte Just-in-Time.....	37
4 Statistické vyhodnocení	38
Experimentální část.....	39
5 Provoz pletárna	40
5.1 Situační analýza	43
5.2 Současný stav procesů.....	43

5.3	Materiálové toky.....	45
5.4	Analýza struktury výroby	48
5.5	Automatizace, nové příslušenství pro stroje a pomocné pracovní pomůcky	50
6	Návrh optimalizace pracoviště	52
7	Experiment – obsluha proplétacího zařízení.....	54
7.1	Návrh experimentu.....	54
7.2	Způsob provedení experimentu	55
7.3	Numerické výsledky	57
7.4	Zhodnocení výsledků experimentu	58
8	Technické zhodnocení	59
9	Závěr	62
	Seznam použité literatury	63
	Seznam příloh.....	66

Seznam Obrázků

Obrázek 1. Schéma strategie rodinné firmy [1]	16
Obrázek 2. Výše nákladů v závislosti na druhu výroby [1]	20
Obrázek 3. Tvary layout [4]	22
Obrázek 4. Souvislost a)typy výroby, b)uspořádání pracovišť [1].....	24
Obrázek 5. Plochá guma	25
Obrázek 6. Oplet a)jádro kabel 3x0,75, b)jádro čtyři šňůry, c)bez výplně	26
Obrázek 7. Dotex PSJ 16/3	26
Obrázek 8. Měření hustoty splétání délkové textilie	27
Obrázek 9. Olejová vana vlevo se soukolím a)zvenku, b)uvnitř, c)bez soukolí.....	27
Obrázek 10. Vodící dráha a)PSJ24 dutinový, b)PSJ21 plochý.....	28
Obrázek 11. PSJ 16 a)křídlová kola a systém křížení dvou soustav A, B [10], b)sběrač.....	28
Obrázek 12. PSJ 40 a)s prázdnými paličkami, b)s návlekem	29
Obrázek 13. Druhy soukacích zařízení zn. a)BTTO, b)neznámý, c)Talleres Ratera	30
Obrázek 14. Adjustační zařízení poloautomatické a)pro šňůry, b)lana, výplně.....	31
Obrázek 15. Doplnující informační karta výroby.....	37
Obrázek 16. Diagram organizační struktury podniku.....	39
Obrázek 17. Dílna pletárny a)vlevo, b)vpravo.....	39
Obrázek 18. Provoz pletárny a)pracovní proces, b)tok materiálu	41
Obrázek 19. Diagram využitelné pracovní doby zaměstnance pletárny.....	42
Obrázek 20. Schema hlavních cílů optimalizace	44
Obrázek 21. Průnik pohybu zaměstnanců.....	44
Obrázek 22. Layout s materiálovými toky.....	46
Obrázek 23. Pletárna layout uspořádání - současný stav	46
Obrázek 24. Layout nedostatky.....	47
Obrázek 25. Graf rozdělení typu výroby 2022	48
Obrázek 26. Graf znázornění typu výroby stroj a)PSJ12, b)PSJ16, c)PSJ40.....	49
Obrázek 27. Soukací zařízení a)stávající, b)Ratera NX-100 [22].....	50
Obrázek 28. Příslušenství a)stávající, b)Ratera collector 800x400 [23]	51
Obrázek 29. Manipulační plošina [24].....	51

Obrázek 30. Nový layout pletárna.....	52
Obrázek 31. Tok materiálu nový	52
Obrázek 32. Nové úseky toku materiálu po optimalizaci pracoviště.....	53
Obrázek 33. Návlek hlavy proplétacího stroje a)plný, b)postupná výměna cívek.....	55
Obrázek 34. Jádrový odhad hustoty výroby postup A, B	57

Seznam Tabulek

Tabulka 1. Hodnoty měření využitelné pracovní doby zaměstnance	42
Tabulka 2. SWOT analýza pletárny	43
Tabulka 3. Základní statistická analýza dat	57
Tabulka 4. Výsledky analýzy ANOVA	58
Tabulka 5. Množství výrobku a čas obsluhy postup A, B	58
Tabulka 6. Zhodnocení odstranění nedostatků.....	59
Tabulka 7. Výsledky optimalizace toku materiálu.....	60
Tabulka 8. Technické zhodnocení	61

Seznam použitých zkratk, značek, symbolů, pojmů

<i>symbol</i>	<i>popis</i>
ANOVA	Analysis Of Variance
atd.	a tak dále
CATIA	Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application
cell	volně přeloženo „buňka“
cm	centimetr
ČSN	česká technická norma
den	denier
dtex	decitex
EN	evropská norma
fixed	volně přeloženo „pevný“
g	gram
HPP	hlavní pracovní poměr
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just-In-Time
kap.	kapitola
layout	volně přeloženo „prostorové uspořádání“
m	metr
m ²	metr čtverečný
mm	milimetr
N	Newton
např.	například
Nm/Čm	číslo metrické
position	volně přeloženo „pozice“
process	volně přeloženo „proces“
PSJ	proplétací stroj jednohlavý
Sb.	Sbírka zákona
spine	volně přeloženo „páteř“
SWOT	situační analýza
T	jemnost
tj.	to jest

TP	technologický předpis
tzv.	tak zvaný
α	hladina významnosti alfa

Úvod

Diplomová práce volně navazuje na práci bakalářskou, přičemž pojitkem je aktuální problematika rodinné firmy, ve které je textilní výroba zaměřena zejména na přírodní stáčená lana a splétané šňůry.

Cílem této diplomové práce je provedení analýzy prostorového uspořádání pletárny a na základě zjištěných skutečností navrhnout nové možnosti uspořádání pracoviště za účelem zlepšení pracovních podmínek.

Diplomová práce je rozdělena do dvou základních částí. První část je teoretická a jejím hlavním cílem je vysvětlení základních pojmů, definování dostupných metod a nástrojů optimalizace, seznámení se strojním zařízením dílny a výrobními souvislostmi, zejména potom s podmínkami technologického uspořádání prostoru z hlediska průmyslového inženýrství.

Druhá část je praktická a skládá se z několika dílčích částí. Úvodem je seznámení s pracovištěm pletárny a jeho výrobním programem. Na situační analýzu pletárny navazuje rozbor typu výroby předešlého roku a analýza současného stavu výrobního procesu z hlediska toku materiálu. Dále jsou shrnuty nedostatky k řešení a zpracován nový layout. Důležitou součástí praktické části je také provedení experimentu srovnání dvou pracovních postupů obsluhy proplétacího stroje. Zakončena je technickým zhodnocením navržené změny pracovního prostoru a posouzením celkového užitku předloženého řešení.

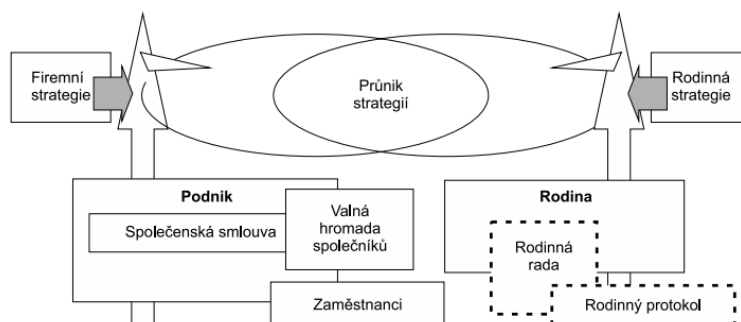
Analytická část

V období 90. let 20. století se začalo rozmáhat mnoho podnikatelských aktivit, což způsobilo i rozvoj rodinných podniků, převážně těch, které chtěly navázat na věhlas a řemeslo svých předků. Jednalo se ale také o jednotlivce, kteří pouze jen cítili v novém svobodnějším prostředí podnikatelskou příležitost a začali budovat vlastní rodinnou tradici. Díky různým nástrahám, mezerám v legislativě a zejména žádným zkušenostem se samotnou podnikatelskou činností jen málo podnikatelů a jejich rodinných podniků obstálo a provozují svoji činnost i dnes [1].

Rodinný podnik

V dnešní době se situace pro rodinné podniky naopak mírně zlepšuje. Majitelé, kteří často bývají zároveň zaměstnanci, mívají mnoho závazků nejen v podniku, ale především vůči rodině. Hlavním motorem je především zodpovědnost za vynakládání soukromých prostředků. Z těchto důvodů jsou tyto firmy daleko pružnější a více zaměřené na své cíle než firmy vedené externě jmenovanými manažery. Práce v rodinné firmě ale bývá často vysoce emocionální ve vnímání, v komunikaci a také v řízení, což je obvykle rozhodující a nezbytné pro další růst. Sám podnik prezentuje životní dílo podnikatele, a pokud přestává fungovat, boj o zlepšení situace je daleko tvrdší než v podnicích nerodinných.

V rodinné firmě se protínají dva světy - systémy: systém rodiny a systém podniku. Přičemž součástí těchto světů jsou jeho vlastní cíle, priority a očekávání. Rodinný systém je charakteristický svou silnou emoční stránkou, pracovní firemní svět si žádá racionalitu a výsledky. Pro členy rodiny je tedy nutností se naučit chápat, jakým způsobem se mění vztahy v míře, v jaké se rodinní příslušníci pohybují v obou systémech, názorně Obrázek 1.



Obrázek 1. Schéma strategie rodinné firmy [1]

Strategie firmy souvisí se stanovením dlouhodobého vývoje a rozhodování o investičním plánu podniku a předání moci na následující generaci [1].

Podniková strategie

Dle známého hesla „myslet globálně, ale konat lokálně“ je klíč k realizaci marketingové koncepce a k dosažení konkurenční výhody podniku. Buď jedinečností v nákladech nebo jedinečností ve výrobku (užitné vlastnosti).

Podniková strategie tedy vymezuje zásadní rysy strategie řízení výroby a jejího fungování.

1. Strategie diference – firma konkuruje převážně díky specifickým vlastnostem svých výrobků a služeb, výroba musí být schopna ve velmi krátkém období produkovat inovované výrobky, být pružná a adaptabilní k požadavkům zákazníka, ale za vyšší ceny produktů. Této strategii vyhovuje kusová a malosériová výroba, ale vyšší celková technická úroveň zařízení.

2. Strategie nákladová – je založena na konkurenci využíváním nízkých nákladů a cen, výroba se tedy zaměřuje především na minimalizaci nákladů, nutná je stabilní poptávka a vysoce produktivní výroba, aby se nezvyšovaly výrobní náklady. Zařízení pracoviště u sériové a hromadné výroby bývá buňkové a předmětné [1].

1 Výrobní proces

Výroba a její systém je lidmi organizovaný plynulý tok, ve kterém se řadou operací za pomoci strojů suroviny a materiály zpracují a vznikne finální výrobek. Výrobní procesy se dělí na technologické a netechnologické a obvykle se sdružují do etap:

- předvýrobní – vývoj, zajištění materiálu, příprava strojů a obsluhy;
- výrobní – přeměna materiálu na výrobek;
- dokončovací a odbytová – adjustace a expedice hotového výrobku zákazníkovi.

Řízení systému výroby se zaměřuje na optimální fungování výrobního procesu vzhledem k vytyčenému cíli. Jedná se o koordinaci zaměstnanců, prostor provozu, surovin, zařízení, informací, finančních prostředků, energií, odpadů, aj. Přičemž cíle výrobního řízení by měly být vyvozeny ze stanovených cílů podnikové strategie, jako je maximální uspokojení potřeb zákazníků a efektivní využití disponibilních výrobních zdrojů. Dílčí cíle řízení se stanovují dle konkrétních podmínek výroby:

- jakost a spolehlivost dodávek dle očekávání odběratele,
- vysoká adaptabilitnost výroby při změně požadavků zákazníka,
- zkracování výrobních termínů a expedice výrobků,
- snižování nákladů, zásob a polotovarů výroby,
- efektivní využití dostupných výrobních kapacit,
- zabezpečení informačních toků v systému [2].

1.1 Struktura řízení výroby

Řízení výroby obsahuje všechny řídicí procesy a funkce v podniku, které souvisí s řízením výrobních systémů a procesů. Jsou to například funkce:

- plánování termínů,
- zabezpečení výroby,
- operativní řízení a evidence,
- řízení jakosti,
- hodnotová analýza,
- rozvoj výrobní základny,

- technologická dokumentace (technologické postupu, výkonové normy),
- personální zabezpečení výroby,
- řízení zásob,

ze kterých pak vyplývají běžná rozhodování jako jsou dle autorů [1]:

výrobní program – účast na rozhodování o podstatných směrech rozvoje výrobního programu, spolurozhodování o zakázkách velkého objemu;

kapacity a zařízení – hlavní směry rozvoje a úspornosti, rekonstrukce, objem a rozmístění zdrojů,

plánování a řízení výroby – koncepce a metody plánování a řízení výroby, pojetí využití informačních technologií v řízení výroby;

řízení jakosti – koncepce řízení jakosti výroby, dlouhodobé tendence vývoje a opatření;

řízení zásob – způsob zajišťování, rozhodování o hlavních dodavatelích, objem a rozmístění, úspornost;

pracovní síla – mzdová politika, motivace, zvyšování kvalifikace;

organizace – organizační struktura, typ organizace výroby, úlohy, pravomoci, odpovědnosti;

integrace – vztahy se zákazníky a dodavateli, vztahy v týmu na pracovišti.

Taktické řízení výroby

Je střednědobé řízení a navazuje na strategické. Je většinou uskutečňováno v závodech a provozech. Mezi úlohy taktického řízení patří:

- příjem objednávek menšího a středního objemu,
- výběr dodavatelů a udržování spolupráce s nimi,
- obnova a modernizace strojního vybavení,
- lhůtové plánování,
- obsazení pracovních pozic.

Operativní řízení výroby

Jedná se o časové plánování a řízení výroby konkrétního týdne, max. měsíce, kde cílem je zajistit plánovaný průběh výroby při maximálně hospodárném využití vstupů [1].

1.2 Výrobní systém a rozlišení typu výroby

Výrobní proces je uskutečňován výrobním systémem, tj. přeměnou výrobních faktorů na zboží a je vymezen:

- určením výrobku,
- objemem a variací výrobků,
- použitými technologiemi, uspořádáním a organizací výroby,
- stabilitou a adaptabilitou výroby na aktuální poptávku.

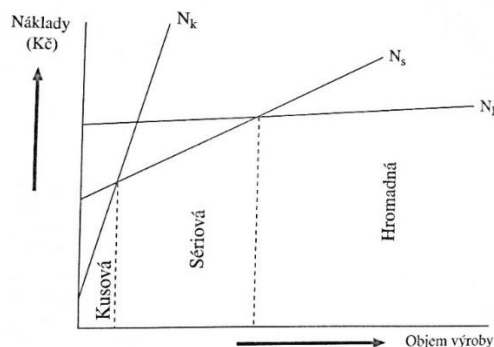
Výroba bývá rozlišována:

- plynulou, tj. nepřetržitou,
- přerušovanou, tj. v předem určených časech, kde je výrobní proces po určitých částech přerušován a pokračuje na dalším pracovišti, popř. zůstává, ale věnuje se jinému procesu výroby.

Výrobní proces [1] a typ výroby se dále rozlišuje z hlediska množství a počtu druhů produktů na:

- **kusovou výrobu**, která je uskutečňována ve velmi malých objemech s velkým množstvím variant produktu, může se opakovat, a pokud se jedná pouze o výrobu dle konkrétní objednávky zákazníka, nazývá se zakázková,
- **sériovou výrobu**, kde jsou produkty vyráběny ve větších dávkách, výrobky se obměňují,
- **hromadnou výrobu**, kde se produkuje pouze jeden druh výrobku ve velkém objemu.

Obrázek 2 naznačuje odraz struktury výroby na výši nákladů.



Obrázek 2. Výše nákladů v závislosti na druhu výroby [1]

2 Průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství je mezioborová disciplína, která se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro specifikaci a hodnocení výsledků využívá společně s inženýrskými metodami specifických metod z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu. Poskytuje mnoho metod, které slouží jako nástroj pro dosažení rovnováhy vstupů a výstupů a aby výsledek procesu byl kvalitní při nejnižších možných nákladech. Vybrané metody jsou popsány v následující kapitole a aplikovány v praktické části práce [3].

Materiálový tok představuje organizovaný pohyb materiálu ve výrobním oběhu nebo procesu. Charakterizují ho následující vlastnosti: směr, intenzita, délka, výkon, frekvence, vlastnosti přepravovaného materiálu a dopravní techniky. Pro jeho plánování je nezbytné mít kvalitní zdroje informací tvořící základní předpoklad kvalitních výsledků při určování materiálového toku. Cílem při určování materiálového toku je zajistit, aby se subjekty dostaly na požadované místo, a to co nejefektivněji a s minimálními náklady. Subjektem zde může být hmotný prvek jako například suroviny, polotovary nebo hotové výrobky. Ale také nehmotný prvek, a to především informace k zakázkám: technické požadavky, výkresová dokumentace nebo objednávky [1].

Při plánování výroby je důležité rozlišení struktury procesu, jedná se o věčné, časové nebo prostorové hledisko.

Věčné hledisko

Věčné hledisko zahrnuje zkoumání výrobního profilu, možnosti podniku dané souhrnem výrobních kapacit a výrobního programu, tj. přehled výrobního portfolia na trhu.

Základní zdroj informací pro plánování a řízení samotného průběhu výroby od předvýroby po dokončení produktu bývá určen technologickým předpisem, který obsahuje popis posloupnosti fází a konkrétních operací úseků a pohybů.

Časové hledisko

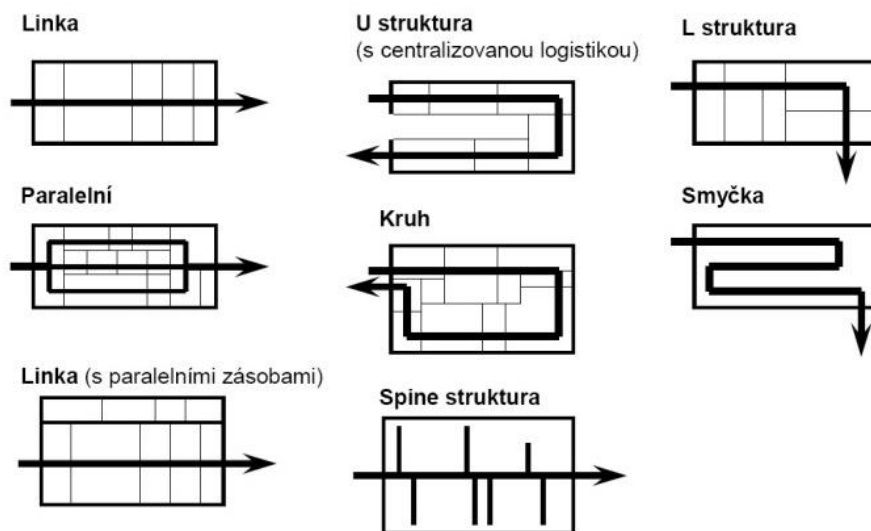
Časové hledisko zahrnuje především uspořádání výrobního systému a jeho posloupnosti operací na jednotlivých pracovištích plus určení termínu jejich předpokládané realizace. Dále

v kolika pracovních směnách je výroba uskutečňována v návaznosti na využití výrobních kapacit. Také zahrnuje časové prostoje jednotlivých pracovišť a peněžní vyjádření hodnoty výrobních zdrojů nedokončené výroby [3].

Prostorové hledisko

Vhodné rozmístění strojů má velký vliv na kapacitu celé výrobní soustavy a ovlivňuje výrobní náklady. Provoz by měl být uspořádán tak, aby zajistil co nejefektivnější cestu a manipulaci s materiálem (surovina, polotovary, výrobek).

Layout řeší materiálové toky skrze výrobní systém a uspořádání pracovišť z hlediska prostorového a organizačního uspořádání. Tvar hlavního toku materiálu je též důležitý pro zvažování rozvržení prostorového uspořádání strojů, což je názorné z Obrázku 3.



Obrázek 3. Tvary layout [4]

Uspořádání výroby se rozděluje do tří základních skupin:

1. technologické (kap. 2.1),
2. předmětné (kap. 2.2),
3. kombinované, to využívá charakteristických vlastností předchozích dvou uspořádání [5].

2.1 Technologické uspořádání

Toto uspořádání se vyznačuje společnými technologickými úkony prováděnými na daném výrobním úseku. Výrobní úsek se obvykle orientuje dle technologické činnosti. Technologické uspořádání se může vyskytovat v několika podobách:

- Struktura pracovišť, kdy jednotlivé stroje nebo zařízení působí jako samostatné jednotky a nejsou na sebe ve výrobním procesu vázány, např. adjustační, měřící atd.
- Dílenské uspořádání využívá spojení stejných strojů do skupin, např. proplétacích, soukacích.

2.2 Předmětné uspořádání výroby a layout

Předmětné uspořádání má několik variant, je typické svým uspořádáním dle výrobních operací určité součásti, např. jádra šňůry.

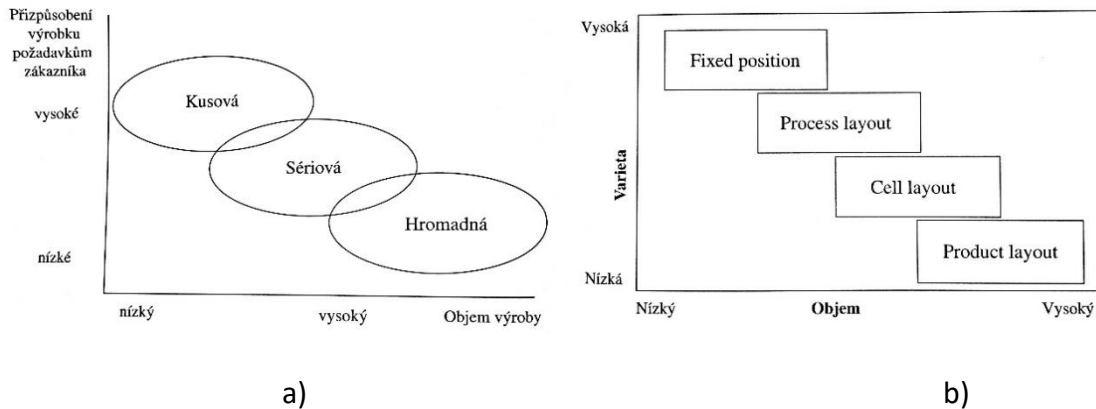
Hnízdová struktura a cell layout využívá volné časové návaznosti jednotlivých operací, které jsou shlukovány do skupin, např. řadové, buňkové, volné, aj. V buňce je uspořádání pracovišť do skupin tak, aby části výrobního procesu mohly být uskutečněny na jednom místě, je to kombinace process a product layout.

Linková struktura a product layout – pracoviště jsou seřazena účelově dle technologického postupu výroby produktu s minimálními přesuny mezi nimi, je využívána k výrobě vybrané skupiny výrobků, které jsou si velmi podobné (tvarem, rozměry, technologií výroby). Toto uspořádání je vhodné v případě užšího výrobního sortimentu a většího objemu výroby [1, 5].

Layout lze dále dělit na:

- fixed position – kde vstupní materiál se v průběhu procesu nepřesouvá, ale přesouvají se pracovníci a strojové zařízení,
- process layout – kde jsou pracoviště technologicky uspořádaná dle druhu zařízení, ale nejsou seřazena s ohledem na technologický postup výroby a rozpracované produkty se musí dle potřeby přesouvat mezi pracovišti, mezioperační přeprava by měla být co nejplynulejší a minimální [1].

Stejně jako při plánování uspořádání výroby, je i u výběru správného uspořádání pracovišť nutno vzít v úvahu faktory objemu výroby a množství poptávaných druhů výrobků, znázorněno na Obrázku 4.



Obrázek 4. Souvislost a) typy výroby, b) uspořádání pracovišť [1]

Nástroje plánování:

- úsečkový Ganttův diagram, který je nástrojem plánování, vyznačuje délku a druh činnosti v časové ose;
- síťový graf znázorňuje graficky strukturní plán, definování činností a ohodnocení časovou jednotkou, určení vazeb a analýzu časového rozvrhu pro každou činnost, zjištění časových rezerv a určení kritické cesty, která určuje celkovou dobu trvání projektu [1].

2.3 Technologie výroby a strojní zařízení

Rozsah vyráběného sortimentu, objem součástí, sériovost a opakovatelnost definuje základní výrobní program výroby:

Výroba na sklad (make-to-stock)

Hotové výrobky jsou přemístěny do skladu a odtud expedovány k zákazníkovi na základě objednávky. Určeno pro výrobky standardního provedení a druhy, u kterých jsou objednávky dobře predikovatelné.

Montáž na objednávku (assemble-to-order)

Hotové výrobky jsou sestavovány na objednávku, avšak ze standardních dílů, které jsou skladem.

Výroba na objednávku, zakázková výroba (make-to-order)

Výrobky jsou vyrobeny pouze na základě závazné objednávky. Vhodná do podmínek kusové a malosériové výroby, z hlediska strategie odpovídá typu diferenciaci, je ale nutný dostatek pravidelných zakázek [1].

2.3.1 Proplétací stroj

Daňek [6] uvádí, že základním principem splétání (proplétání) je vzájemné provazování jednou nebo několika soustavami nití o stejné jemnosti.

K provádění této operace je určen proplétací stroj jednohlavý (PSJ). Používá se k výrobě technického nebo ozdobného úpletu. Lze na něm splétat příze jemností od 50 tex z nejrůznějších materiálů (přírodních, syntetických, latexových, kovových).

Dle výrobního provedení stroje (počet a uložení běžců, typ vodící dráhy) lze vyrábět různé druhy splétaných výrobků. Úplet vzniká na základě principu posouvání běžců křídlovými koly náhonového soukolí na kruhových drahách. U plochých výrobků se jedná pouze o jednu soustavu běžců, u dutinných výrobků se jedná o soustavy dvě. Soustavy se na desce vzájemně kříží (materiálu v tzv. sběrném bodu) a tím vzniká úplet. Plynulý odtah je zajištěn odtahovým zařízením a je společný pro všechny hlavy stroje, stejně jako elektromotor, který stroj pohání. Stroj má automatické vypínání a při přetrhu materiálu se zastaví [7, 8].

- Ploché PSJ jsou určeny k výrobě pruženek, gum, prýmků a dalších, názorně na Obrázku 5 níže.



Obrázek 5. Plochá guma

- Dutinové PSJ jsou určeny pro úplety, šňůry, lana, gumolana, je možno s nimi oplétat nejrůznější výplně, jako jsou kabely, hadice a jiné šňůry z přírodní, syntetické, kovové či latexové příze, názorně na Obrázku 6 níže.



a)

b)

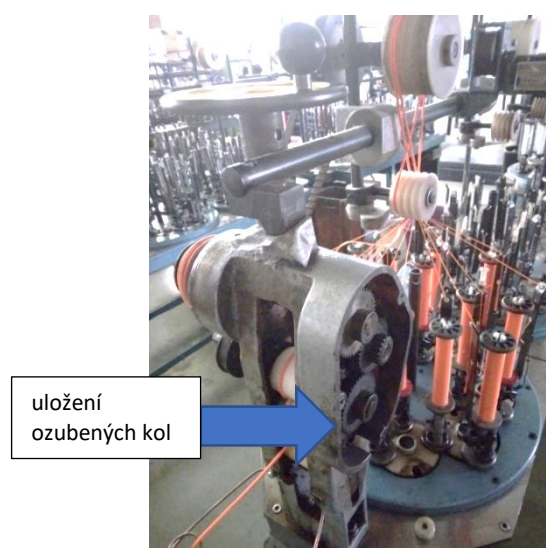
c)

Obrázek 6. Oplet a) jádro kabel 3x0,75, b) jádro čtyři šňůry, c) bez výplně

- Styčné PSJ jsou určeny k výrobě prýmků a plochých úpletů složitých vzorů.

Výsledné parametry výrobku jako je hmotnost [g/m], průměr nebo šíře [mm], pevnost do přetrhu [N], protažení do přetrhu [mm] ovlivňuje především materiálové složení, jemnost a počet vláken v prameni, počet pramenů, hustota splétání [1/cm] a typ výplně (jádra).

Základem proplétacího stroje je soustava uspořádaných výměnných kol uložených v převodové skříni (Obrázek 7). Soustava se skládá ze 3 až 4 kol s různým ozubením 18 až 60 zubů, které do sebe zapadají a udávají počet otáček odtahu [8].

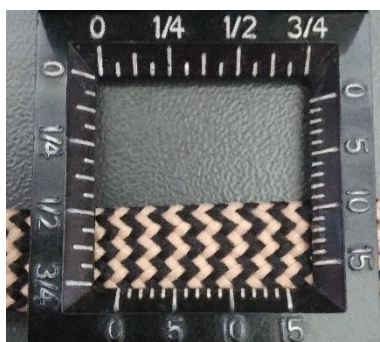


uložení
ozubených kol

Obrázek 7. Dotex PSJ 16/3

Umožňují tím měnit hustotu splétání v rozsahu 4 – 40 úpletů/cm splétaného výrobku. Hustota splétání je určena počtem propletů \acute{u} na jednotku délky [1/cm] v podélném směru výrobku. Měření se obvykle provádí pomocí tzv. tkalcovské lupy dle Obrázku 8. Teoretický počet úpletů \acute{u} lze též vypočítat dle rovnice 1 níže, kde z udává počet zubů kola [8]:

$$\acute{u} = 4,8 * \frac{z_2 * z_4}{z_1 * z_3} \quad (1)$$



Obrázek 8. Měření hustoty splétání délkové textilie

Hlavní části stroje:

1. Náhonové soukolí, které je umístěno ve skříni v olejové lázni tvaru vany (Obrázek 9). Horní vodící deska s kruhovou nebo půlkruhovou dráhou paliček na Obrázku 10 (následující strana) tvoří víko skříně. Dolní deska s ocelovým ložem jsou spojeny dohromady. Podpírají motor, pohání nosnou desku vřetena a tažné rameno s ozubenými koly. Celkově vytváří olejovou vanu, která absorbuje veškeré možné vibrace procesu splétání.

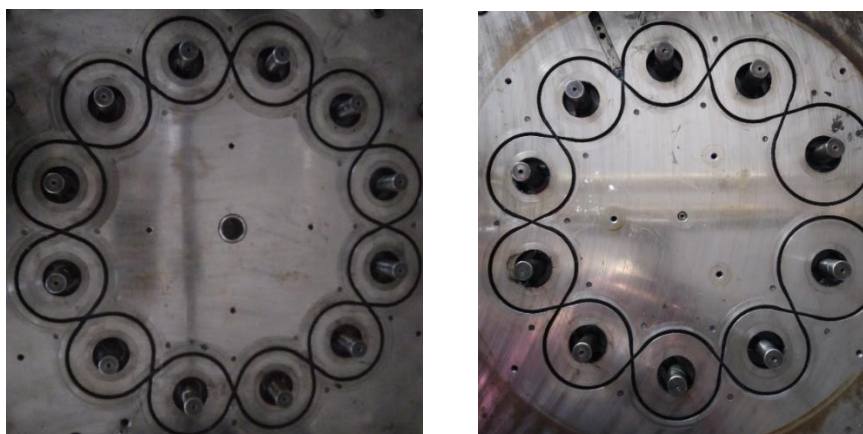


a)

b)

c)

Obrázek 9. Olejová vana vlevo se soukolím a)zvenku, b)uvnitř, c)bez soukolí

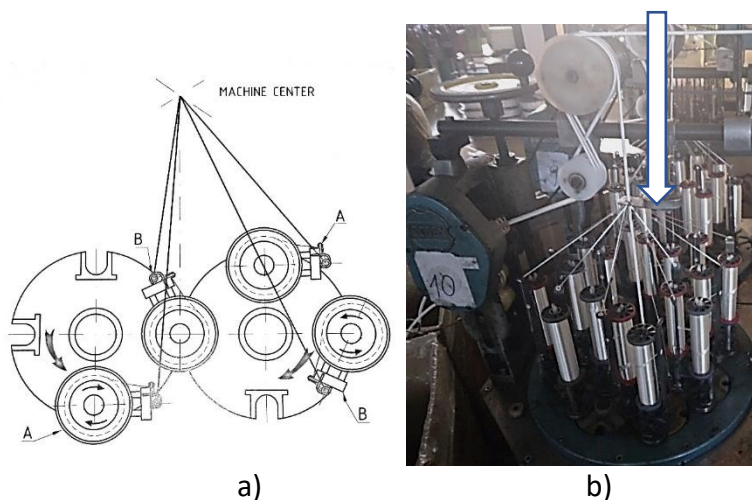


a)

b)

Obrázek 10. Vodící dráha a)PSJ24 dutinový, b)PSJ21 plochý

2. Proplétací hlava, kterou tvoří soustava paliček pohybujících se díky soukolí. A již zmiňovaným křížením soustav vytváří úplet, který je odváděn sběračem do systému odtahu [8, 9]. Znázorněno na Obrázku 11 níže.



a)

b)

Obrázek 11. PSJ 16 a)křídlová kola a systém křížení dvou soustav A, B [10], b)sběrač

Odtahovým zařízením je stojan se třemi válečky, které odvádí splétaný výrobek ze stroje, otáčky těchto válečků jsou závislé na soustavě ozubených kol v převodové skříni odtahu.

Aby bylo možné začít proplétat je nutné založit návlek. Návlekem (Obrázek 12) jsou míněny cívky s předem nasoukaným materiálem (na soukacích zařízení kapitola 2.3.2). Počet cívek (8, 12, 16, 24, 30, 40, 48,..) odpovídá modelu stroje a ve finále i počtu pramenů výrobku. Cívky se

jedna po druhé zasadí do paliček na vodící dráze (návlek hlavy) a jejich materiál se zavede systémem oček na paličky až do sběrače k propletení.



a) b)
Obrázek 12. PSJ 40 a) s prázdnými paličkami, b) s návlekem

Sběrný bod hlídá kolektor s mikrospínačem, pro detekci případného nežádoucího tažení příze. Po zapnutí stroje je šňůra odváděna odtahovým zařízením ze stroje a padá volně do konve. Pokud během procesu proplétání dojde materiál na cívce, je nutno cívku vyměnit za plnou novou a stejným způsobem protáhnout začátek pramene nasoukané příze až ke konci pramene měněné cívky. Tyto konce je nutno spojit, protáhnout skrz sběrný bod, tím se výměnu zafixovat cca 5cm úpletu, odstávající příze se začistí zastřihnutím [8, 9].

Druhy proplétacích strojů pletárny:

11x proplétací stroj (12 paliček) okrouhlý

16x proplétací stroj (16 paliček) okrouhlý

4x proplétací stroj (21 paliček) okrouhlý 2ks, plochý 2ks

2x proplétací stroj (24 paliček) okrouhlý

1x proplétací stroj (30 paliček) okrouhlý

16x proplétací stroj (40 paliček) okrouhlý

Surovina pro výrobu

Základní surovinou pro výrobu proplétaného výrobku (šňůry, lana, prýmku) je příze. Ze syntetických vláken se pro výrobu převážně používá multifil polypropylen 1000/1100 dtex,

polyester 550/1100/1670 dtex a 167x2 dtex, polyamid 6 (6.6) 470/940/1400 dtex. Z přírodních vláken je to bavlněná příze od 40 tex, len od 105tex a latexové nitě pro pružné výrobky.

2.3.2 Soukací zařízení

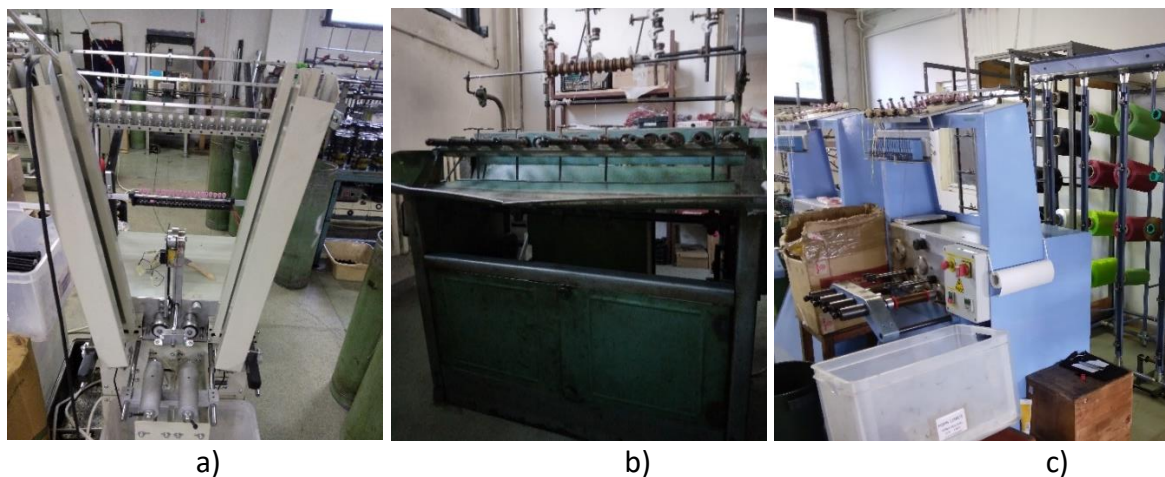
Příprava materiálu pro splétání je uskutečňována na soukacím zařízení. Tento stroj může být poloautomatický nebo plně automatizován. Je určen k navinování a případnému družení přízí na válcové cívky s čelem - dle rozměru cívky je použit příslušný druh stroje, není možné soukat všechny velikosti a typy cívek současně na jednom zařízení.

Stroje umožňují obvykle navíjení 2-10 cívek stejného druhu najednou, při družení materiálu až desetinásobném. Navinované cívky jsou upnuty mezi vřeteny a hroty unášeny pohonem zařízení, počet otáček a tím určená délka návinu je řízena automaticky počítadlem s předvolbou, ukázka soukacích zařízení na Obrázku 13 [11].

Na provozu pletárna je 7x soukací zařízení:

3x pro soukání cívek délky 15cm

4x pro soukání cívek délky 12cm



Obrázek 13. Druhy soukacích zařízení zn. a)BTTO, b)neznámý, c)Talleres Ratera

2.3.3 Ostatní zařízení

Zařízení, které je přistaveno jako pomocný mechanismus za soukací zařízení se nazývá cívečnice. Jedná se o stojan, na kterém jsou uloženy cívky se surovinou pro výrobu a jejich nitě vedou do soukacího zařízení.

Průmyslové váhy jsou nezbytné k průběžnému vážení hmotnosti. Pro vizuální kontrolu jakosti a měření délky je využíváno měřící zařízení s počítadlem.

Dále jsou pro provoz pletárny nezbytné přesné elektronické váhy HT-CE/HTR-CE. K učení parametrů vstupních surovin a zjištění hmotnosti zadaných vzorků délkových textilií.

2.3.4 Adjustační zařízení

Mechanické nebo poloautomatické zařízení určené pro vizuální kontrolu jakosti a převíjení výrobku volně loženého na požadovaný druh kotoučové cívky.

Na provozu jsou 3 adjustační jednotky viz Obrázek 14:

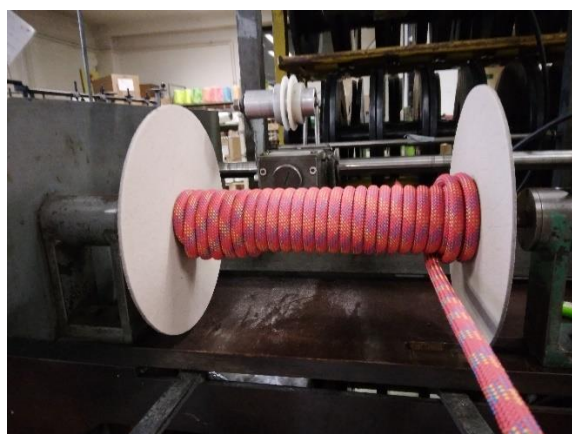
1x pro šňůry a lana 0,5 – 8mm (poloautomatická, vč. měřícího zařízení)

1x pro šňůry 0,5-3mm (poloautomatická, vč. měřícího zařízení)

1x pro lana od průměru 10mm, kabely s opletem (manuální)



a)



b)

Obrázek 14. Adjustační zařízení poloautomatické a) pro šňůry, b) lana, výplně

2.4 Ergonomie pracoviště

Obor Ergonomie usiluje o odstraňování časově, fyzicky i psychicky náročných, příliš rizikových nebo zdraví škodlivých jednotvárných pracovních činností, za účelem zvýšení produktivity práce. Tento obor zahrnuje též pracovní rozsahy a prvky bezprostředního kontaktu člověka a stroje. Ergonomie pracoviště je úzce spjatá s pojmem racionalizace a optimalizace, které lze vnímat jako prvky řízení zdokonalování stávající situace výrobního procesu. Využívání jednotlivých faktorů výroby či schopnost výrobního systému rychlé adaptace výkonu každého článku technickým, výrobním a odbytovým změnám [12].

Pro stanovení základních ergonomických principů pro řešení pracovních systémů byla vydána norma ČSN ISO 6385, dále je důležité dodržovat bezpečnost a ochranu zdraví při práci, tj. dodržovat „legislativou stanovená pravidla nebo opatření, jejichž úkolem je předcházet ohrožení nebo poškození lidského zdraví při pracovním procesu“ [13, 14].

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Nesmí se také opomenout zajistit správné „Podmínky ochrany zdraví při práci“. Ty jsou stanoveny a dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., dále Nařízení vlády č. 101/2005 Sb.

Upravují též podrobnější požadavky pro pracoviště:

Umístění a uspořádání pracovních zařízení a pracovních pomůcek, skladů, pracovních a komunikačních ploch by mělo být zvoleno tak, aby byly společně soustředěny pracovní prvky s podobnými vlastnostmi, případně s obdobnými vlastnostmi škodlivin a vlivů na okolí.

Upevnění pracovních prostředků a zařízení musí být zajištěno před nechtěným uvolněním. Je nutno stanovení rozsahu a zodpovědnosti osoby, která vede provozní dokumentaci pracoviště. Dokumentace by měla zahrnovat rozsah a termíny kontrol, zkoušek, revizí, oprav a rekonstrukce technického vybavení, doporučený způsob užívání vybavení a doporučení výrobce na obsluhu.

Ve skladových prostorech musí být viditelně umístěny informace o maximální nosnosti podlahy a regálů. Regály musí být též opatřeny informacemi o maximální nosnosti polic a maximálním celkovém zatížení. Šířka uliček mezi regály musí být alespoň o 0,4 m větší, než je šířka manipulačních prostředků používaných při uskladnění. Je třeba zajistit, aby skladovací plochy byly rovné, zpevněné, odvodněné, aby nemohlo dojít k jeho nechtěnému uklouznutí.

Objemový prostor pro práci jednoho zaměstnance typu pracoviště třídy I, II je 12 m². Minimální rozměry podlahové plochy pro jednoho zaměstnance určené pro trvalou práci jsou nejméně 2 m². Nesmí do nich ale zasahovat spojovací cesty ani žádné zařízení [15, 16].

Dále lze říci, že šířka uličky pro průjezd manipulačních vozíků musí být alespoň o 0,4 m větší než největší rozměr šířky manipulačních vozíků nebo nákladu a že základní šířkou komunikací pro osoby je šíře 0,6 m. Ta se pak v závislosti na počtu osob či manipulace zvětšuje o 0,15 m [15, 17].

3 Produktivita a metody optimalizace

Dnešnímu zaměstnanci v podniku už nestačí jen vědět, co má udělat, ale potřebuje také vědět, proč a jaké souvislosti má mít jeho práce s ostatními procesy v podniku. Úloha správného vedení pracovníků, komunikace a zvyšování jejich kvalifikace patří k důležitým strategiím. Jsou však důležité i další aspekty, jako například postupování kompetencí a odpovědností na nižší úroveň, důvěra a tolerance, využívání silných stránek zaměstnanců a jejich týmová spolupráce.

Autorka M. Jurová tvrdí: „Produktivita jakékoliv operace ve výrobním systému se rovná podílu výstupu a práce nutné k jeho dosažení. Z toho je zřejmé, že jednou z cest, jak zvýšit produktivitu, je dělat vše, co se dělá v současné době, ale dělat rychleji.“ [18].

Dosáhnout toho lze buď optimalizací pracovního prostoru nebo zvýšením snahy operátora. Změní se pouze způsob, jak bude tutéž práci zaměstnanec vykonávat rychleji. Dle výše uvedeného tvrzení totiž vyplývá, že čím více činností proběhne ve výrobním procesu, tím větší výstup se produkuje a tím se nutně musí zvýšit výkon za hodinu. To lze pomocí strojové automatizace.

Ale zvýšení produktivity lze i způsobem změny podstaty vykonávané práce, pracovat lépe. Je tedy důležité produktivitu zvyšovat uspořádáním materiálových i pracovních toků ve výrobním systému tak, aby jednotlivé operace produkovaly vysoké výstupy, ale s vysokou účinností. Aby bylo možno tímto způsobem zvýšit účinnost, musí se nejdříve vytvořit procesní mapa existujícího výrobního procesu. Ta musí obsahovat všechny činnosti. Poté je třeba tyto operace spočítat a zapsat počáteční množství. Dále se vytyčí rámcový cíl snížení počtu činností a aplikovat tzv. – princip štíhlé výroby.

Jde o zjištění, které činnosti nemají v pracovním procesu praktický význam a provádějí se pouze ze zvyklosti, návyku [3].

Klasifikace plýtvání dle Toyoty:

1. Nadvýroba je označována za nejhorší druh plýtvání. Z ekonomického pohledu vyžaduje dodatečné náklady na skladování i na dodatečnou práci při znehodnocování výrobku, pokud nebyl prodán.

2. Čekání je zjevným plýtváním, když pracovník čeká na dodávku materiálu, na opravu stroje aj.
3. Nadbytečná manipulace a transport je nejčastějším druhem plýtvání, jedná se o zejména o vícenásobnou přepravu a délky cest materiálu (tok materiálu).
4. Špatný pracovní postup (metoda) a další (vysoké zásoby, zbytečné pohyby, chyby pracovníků) [3].

3.1 Analýza současného stavu

Dle autora M. Keřkovského [1] dodržujeme zásadu „je-li něco navrhováno, mělo by být nejdříve analyzováno“.

Jednotlivá kritéria mají v každém podniku jinou váhu, dle strategie, kterou firma sleduje.

Níže uvedená kritéria, která budou dále analyzována, zpracována a vyhodnocena v praktické části této práce jsou:

- produktivita, efektivnost využití výrobního zařízení, zaměstnanců, surovin, energií;
- vhodnost uspořádání jednotek výrobního procesu.

Mezi další doporučená kritéria patří:

- plnění poptávky z hlediska dodržování termínů, množství, cen, jakosti a pružnosti k požadavkům zákazníků;
- množství výrobních kapacit z hlediska uskutečňování poptávky a s ohledem na vývoj trendu;
- výše výrobních nákladů;
- stabilita a spolehlivost výrobních systémů;
- úspornost a účinnost procesů řízení výroby, systému řízení zásob, technické obsluhy.

Ke strategické analýze se převážně používá **SWOT analýza**, k identifikaci faktorů a skutečností, které představují pro daný objekt silné(S) a slabé(W) stránky, příležitosti(O) a hrozby(T) [1]. Původně bývaly dvě analýzy SW a OT. Doporučení je začínat s OT, které přicházejí z vnějšího prostředí, to jak z makroprostředí (politicko-právní, ekonomické, sociálně-kulturní, technologické) tak i z mikroprostředí (zákazníci, odběratelé, dodavatelé, veřejnost,

konkurence). Po ní následují SW stránky, které se týkají vnitřního prostředí firmy (cíle, systémy, firemní zdroje, organizační struktura, mezilidské vztahy).

SWOT by měla být objektivní a zaměřovat se na podstatná fakta a jevy, závěr by měl být zhodnocen s ohledem na účel, pro který byla analýza zpracována [19].

3.2 Analýza a měření práce ve výrobě

Analýza práce se zabývá studiem pracovních metod s cílem rozpoznat neproduktivní činnosti a plýtvání. Poté, co jsou tyto nedostatky zjištěny, se snažit vykonávanou prací zlepšit a zjednodušit, výstupem by měl být potom optimalizovaný proces.

Práci analyzujeme s cílem nalézt nejvhodnější metodu jak dělat požadované činnosti a dosáhnout tím vyšší produktivity. Měření práce znamená určení spotřeby času u jednotlivých činnostech a detailní sledování pracovního výkonu. Mělo by sloužit jen jako informativní vyjádření pro stanovení nového výrobního postupu a stanovení objektivní normy spotřeby času.

Metody měření spotřeby času můžeme využít pouze za předpokladu, že pracovník je zaučený, vykonává práci dle pracovního postupu a při dostatečném objemu výroby. Využívá se přímé měření s časovým záznamem, jak bylo uvedeno výše [20].

Postup analýzy práce u vybrané konkrétní pozice, která má být zkoumána:

- Zaznamenat detaily o vykonávané práci.
- Přezkoumat jakým způsobem je práce vykonávána.
- Navrhnout vhodnější, efektivnější metody jak práci vykonávat.
- Zhodnotit tyto různé varianty pro zlepšení vykonávané práce.
- Definovat novou metodu.
- Zavést novou metodu.
- Udržovat nový stav, kontrola slouží jako prevence proti návratu ke stavu původnímu.

Na analýzu navazuje souhrn metod jak získat přehled o výrobním systému, a také nástroje, které se zaměřují na pohyb pracovníka a materiálu po pracovišti a odhalují zmíněnou neefektivnost při výkonu práce pro:

- záznam pohybu pracovníka a materiálu

- Metoda *procesního diagramu*, který slouží k popisu účinnosti a výkonnosti procesu. Je velmi efektivní pro popis výroby procházející několika dílčími procesy a obsahuje velký podíl přesunů, čekání a překážek. Účinná pomůcka při tvorbě a inovaci layoutu (kap. 2.2), předpokladem je, že jsou známé doby trvání každé činnosti.
- *Nitkový diagram* je grafické znázornění postupu výroby hlavních částí výrobku po pracovištích. Jednoduchými spojnicemi jsou na sebe navázány pracovní místa přesně dle výrobního postupu.
- *Spaghetti diagram* je kreslený záznam pohybu zaměstnance po pracovišti v jasně daném časovém úseku. Záznam zahrnuje jak práci, tak pohyby v souladu s pracovním postupem, ale i mimovolné pohyby pracovníka po pracovišti.
- *Sankeyho diagram* znázorňuje průběh a druh materiálového toku mezi objekty pomocí tloušťky/délky/šipky/barvy vyznačené čáry.
- souslednost procesů
 - procesní diagram zaměstnance, materiálu, zařízení
 - diagram obouřučných procesů (levá ruka uchopí, pravá ruka uchopí,...)
 - diagram vícenásobné obsluhy (dva pracovníci na jeden produkt)
- záznam časového průběhu
 - snímek pracovního dne (podrobný časový záznam průběhu směny)
 - chronometráž (přímé pozorování a měření času pracovních operací)
 - videozáznam [20]

Možnosti optimalizace činností a procesů:

- účel operace – zda lze sloučit nebo vyřadit nějaké operace
- konstrukce výrobku – zda je možné díly výrobků sjednotit, popř. snížit počet komponentů
- kvalita – zkonkretizovat požadavky na přesnost, využití POKA YOKE (zabránění neúmyslné chyby při práci)
- materiál do výroby – nejekonomičtější varianty, standardizace
- výrobní proces – počet operací, vzdálenosti, automatizace
- nastavení zařízení a nástrojů – opakovatelnost výroby
- manipulace s materiálem – vzdálenosti

- layout úseku a materiálové toky – zda se nekříží
- úroveň ergonomie pracovníka a jeho zatížení na pozici [18]

3.3 Konceptce Just-in-Time

Ke koncepci Just-in-Time (JIT) lze přistupovat trojím způsobem. Z užšího hlediska se jedná o metodu plánování a řízení výroby, ze širšího pojetí jde o soubor technik pro řízení výroby a nebo JIT lze uchopit komplexně jako filozofii, která zapojuje všechny pracovníky.

V této práci je zvolen komplexní přístup tedy jako firemní filozofie, která usiluje především o plynulost toku materiálů, výrobků, informací a o synchronizaci jednotlivých operací. Snaží se o eliminaci ztrát a zdržení, důsledkem je tedy zkrácení výrobních procesů a flexibilnější reakce na požadavky zákazníků.

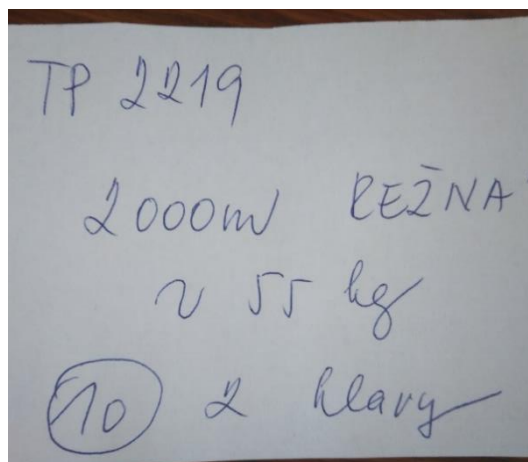
Podmínkami pro uplatnění této koncepce do praxe je vyřešení dvou oblastí:

technické – setřídění pracovišť, hledání cest zkracování časů aj.,

sociální – motivování pracovníků [1, 18].

Kanban

Kanban je nosičem informací s nejrůznějším využitím ve výrobě dle aplikačního stupně koncepce JIT. Pro pletárnu byl zvolen jako jednoduchý nástroj na podporu plánování a koordinaci činností ve výrobě [1]. S použitím jako informační karta. Tato informační karta je výrobní příkaz pro příslušný úsek a má nahradit současný informační lístek podniku viz Obrázek 15 níže.



Obrázek 15. Doplnující informační karta výroby

4 Statistické vyhodnocení

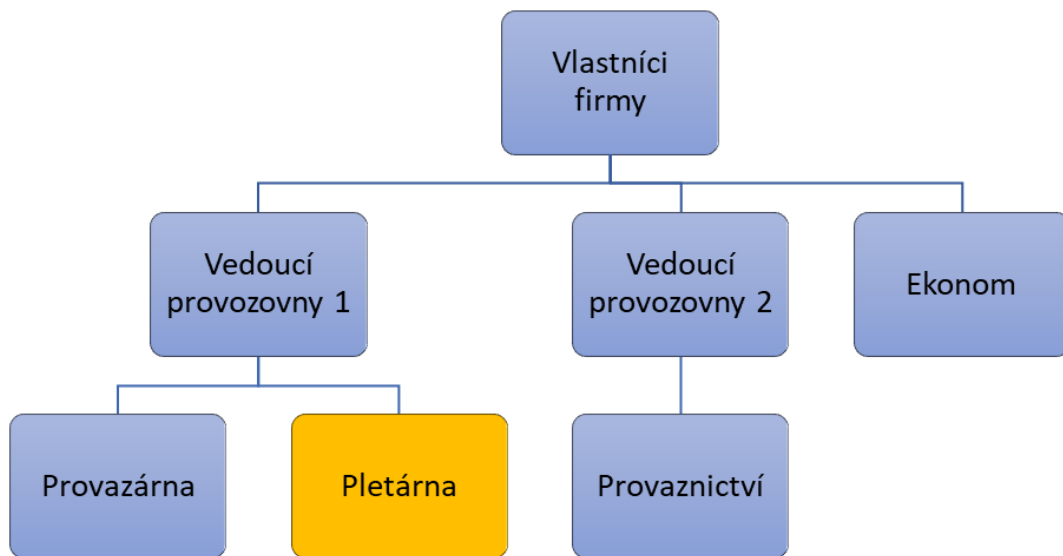
K základnímu statistickému vyhodnocení v praktické části experimentu (kap. 7) bude z důvodu malého počtu dat účelně zvolena analýza malých výběrů dle Hornova postupu. Tato metoda je založena na pořádkových statistikách, využívá se u počtu 4-20 vzorků měření, kde základním parametrem je hloubka pivotu pro n -prvkovou množinu. Výsledkem je užší interval spolehlivosti než u obvyklého intervalu spolehlivosti Studentova t -testu.

Dále bude provedena analýza datových souborů pomocí porovnání dvou výběrů. Cílem analýzy je zhodnocení porovnání středních hodnot $E_{(x)}$, $E_{(y)}$ nezávislých výběrů x (pracovní postup A), y (pracovní postup B).

Analýzou rozptylu (ANOVA), bude následně testována významnost vlivu faktoru (pracovního postupu A, B) na střední hodnotu souboru (množství vyrobené šňůry za danou směnu). Cílem je rozhodnout, zda se střední hodnoty souborů s různými faktory různí, či jsou shodné a významnost faktoru vyhodnotit. Za předpokladu normality dat [21].

Experimentální část

Součástí malého rodinného podniku, jehož organizační struktura je zobrazena na Obrázku 16, je zkoumané výrobní pracoviště nazývané pletárna. V úseku pletárny jsou v jedno-směnném provozu zaměstnání (HPP) 4 pracovníci – 1 technický pracovník a 3 operátorky výroby. Jejich přímým nadřízeným je vedoucí provozovny 1.



Obrázek 16. Diagram organizační struktury podniku

Pletárna se skládá z dílny (Obrázek 17), skladu a technické místnosti. Vyrábí se zde šňůry, lana a speciální oplety. Z hlediska dlouhodobé obchodní strategie firmy je ze 70% výroba specifických výrobků a 30% nízkonákladová. Bohužel vzhledem k celosvětovému útlumu dodávek do automobilového průmyslu je krátkodobá predikce nejasná a proto



a)



b)

Obrázek 17. Dílna pletárny a)vlevo, b)vpravo

5 Provoz pletárna

Vedoucí provozovny 1 dle potřeby zpracovává měsíční, popřípadě týdenní plán výroby pomocí Ganttova diagramu. Řídí se objednávkami, stálými odběry, fondem produktivní doby práce a rychlostí produkce stroje.

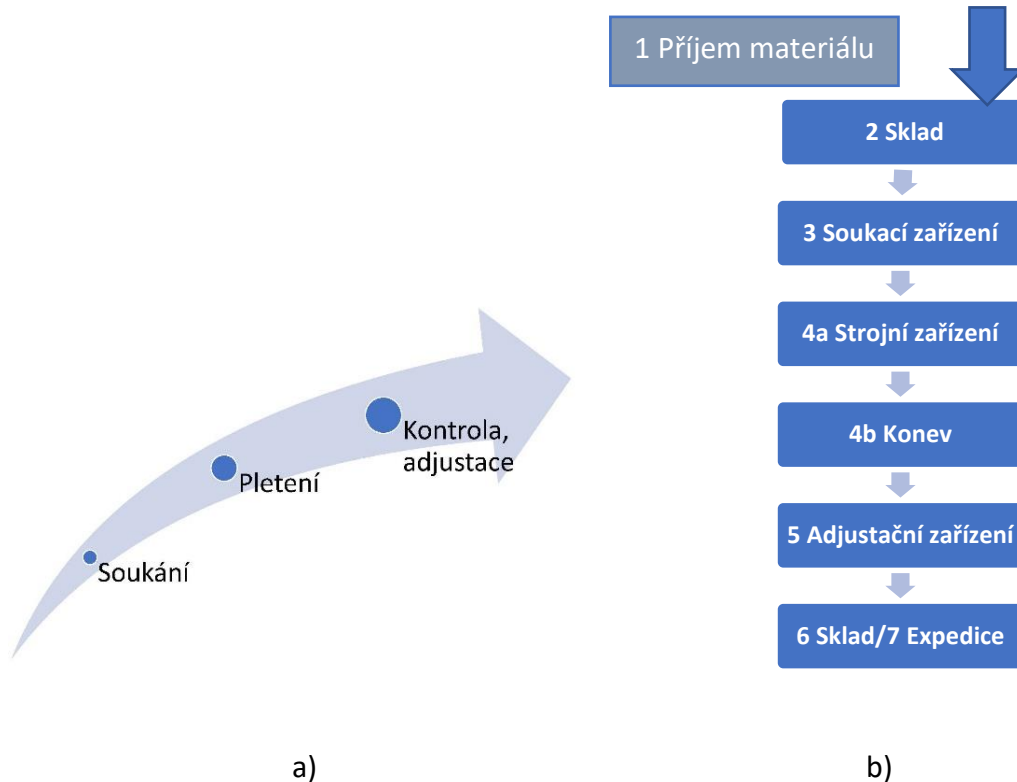
Každý druh výrobku má technický předpis, který specifikuje jeho proces výroby a vlastnosti. Obsahuje nezbytné informace k jednotlivým pracovním činnostem a požadovaných parametrech výsledného produktu.

Navazující úkony a dokumentace výrobního procesu pletárny

0. Objednávka (Potvrzení objednávky, výrobní plán)
1. Vyskladnění materiálu – sklad materiálu (technologický postup, skladová karta)
2. Nasoukání materiálu na cívky – cívečnice, soukací zařízení (technologický postup)
3. Osazení stroje a zvolený způsob obsluhy – pracovní postup A nebo B (Kanban)
4. Nastavení rychlosti odtahu (technologický postup)
5. Spuštění stroje a plnění konve splétaným výrobkem – začátek výroby (Kanban)
6. Vypnutí stroje - konec výroby, přestřih výrobku (Kanban)
7. Přesun konve – manipulační prostory (Kanban)
8. Kontrola, Adjustace výrobku z konve – adjustační, měřící zařízení (technologický postup)
9. Balení a expedice hotového výrobku – prostory expedice (Fakturace, výrobní plán)

Surovina je dodávána na velkých návinech, kterou je potřeba převinout popř. sdružit na cívku vhodného velikosti pro daný druh proplétacího stroje. Tento proces probíhá na soukacím zařízení. Po nasoukání určeného počtu cívek je materiál v boxu přemístěn k určenému proplétacímu stroji. Operátorka založí první návlek, údržba nastaví rychlost odtahu. Proces pletení je spuštěn. Po průběžném doplňování návleku (způsob A nebo B – vysvětleno v kap.7) je napleteno určené množství výrobku. Výrobek, který padal ze stroje volně do konve je třeba dále adjustovat (zkompletovat, zabalit) dle požadavku zákazníka. Současně s adjustací je

prováděna také vizuální kontrola výrobku. Celý výrobní proces přibližuje schema na Obrázku 18. Materiálový tok je dále znázorňován v layoutu v následujících kapitolách.



Obrázek 18. Provoz pletárny a)pracovní proces, b)tok materiálu

Denní využitelná pracovní doba pracovníka

Pracovní doba je souhrnný objem dostupných pracovních hodin v rámci fondu pracovní doby, za kterou jsou zaměstnanci placeni. Tato částka tedy připadá jak na čas využívaný pro práci, tak pro čas produktivní nečinnosti, tzv. prostoje. Ty jsou zapříčiněny různými důvody (osobní, špatné plánování, nevhodné podmínky na pracovišti aj.). Další neproduktivní část pracovního času jsou práce zbytečné vlivem např. nedostatečné kvalifikace, špatného technologického postupu, špatně seřízeného stroje. Pro tento provoz byla využitelná pracovní doba operátorky zhodnocena na základě náhodného pozorování běžné denní směny [3]. Hodnoty měření jsou zaznamenány v Tabulce 1 a názorně rozděleny v diagramu viz Obrázek 19 na další stránce.

Tabulka 1. Hodnoty měření využitelné pracovní doby zaměstnance

Druh činnosti	Počet /8h	Trvání [min]	Celkem [min]
toaleta	4	10	40
pití	16	1	16
mytí	8	5	40
pomocné vážení, předpis	1	20	20
cívečnice, výplň	8	10	120
obsluha stroje	1	244	244
Celkem			480



Obrázek 19. Diagram využitelné pracovní doby zaměstnance pletárny

Zaměstnanci jsou součástí výrobního systému zatíženého hlukem, na dvou pracovních pozicích. U pozice operátora jsou úkony jednoduché, které se opakují v jednotvárném tempu. Operátorky mají základní odborné znalosti, ale znají výrobní souvislosti. Při práci stojí, jejich pracovní činnost má často omezený rozsah a úkony jsou vykonávány jen některými svalovými skupinami. Naopak pracovník údržby má odborné kvalifikační předpoklady, získané praxí a předchozím studiem. Rozumí konstrukci strojů, zná jeho funkční parametry a ovládá i širší výrobní souvislosti, aby mohl posuzovat a dělat rozhodnutí v rámci kvality výrobků.

5.1 Situační analýza

SWOT analýzou (kap. 3.1) v Tabulce 2 posuzujeme silná a slabá místa provozu pletárny (S – W analýza) a zároveň také provádíme rozbor příležitostí a možného omezení z vnějšího prostředí (O – T analýza). Na základě komplexního hodnocení může firma přistoupit k určení cílů plánovaného období.

Tabulka 2. SWOT analýza pletárny

<p>Silné stránky (S) český výrobce, know-how provaznictví stálí zákazníci věrní značce rodinný podnik zaměstnanci s odbornou praxí rychlá reakce na požadavky zákazníka eshop</p>	<p>Slabé stránky (W) žádné marketingové strategie nedostatek informací o cílovém trhu nedostatek přímých dodavatelů staré technologie, poruchovost strojů nedostatky v uspořádání výrobního prostoru</p>
<p>Příležitosti (O) čerpání dotací EU další vzdělávání nové příležitosti českého trhu proniknutí za zahraniční trh</p>	<p>Hrozby (T) velké pokrytí trhu rapidní zvýšení cen energií, surovin restrikce dovozu surovin</p>

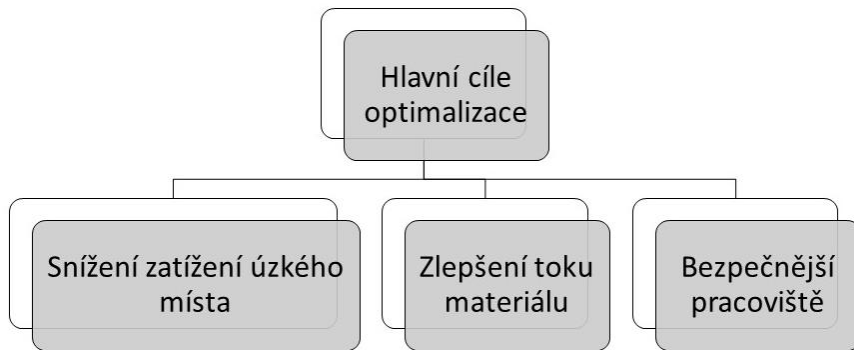
Zhodnocení této dílčí analýzy:

Silná motivace pro management je rodinný podnik českého výrobce s tradicí, který má zkušené a spolehlivé zaměstnance. V krátkodobém horizontu se nabízí možnost odstranění nedostatků a nové uspořádání výrobního prostoru. Pro střednědobé plánování jsou možnosti nových příležitostí a také upevnění pozice na trhu podmíněny zajištěním silné podpory marketingu ve společnosti. Pro dlouhodobé plánování a upevnění pozice na trhu popř. proniknutí na zahraniční trh je nezbytností další vzdělávání či stáže, využití dotačních programů pro automatizaci a zvýšení produktivity výrobních procesů.

5.2 Současný stav procesů

Z vyhodnocení situační analýzy vyplývá, že z krátkodobého hlediska bude firmě prospěšná vhodná optimalizace pracovního prostoru pletárny. Schéma je znázorněno na Obrázku 20.

Pro zpracování nového návrhu byla zvolena koncepce Just-in-Time (JIT), která se prioritně orientuje na zkracování časů a usiluje o plynulost toků materiálů. Jako kritérium posuzování byl vybrán typ výroby na tomto provozu pletárny a s ním spojené technické podmínky. Teoretické základy byly již popsány v rešeršní části této práce (kap. 3).



Obrázek 20. Schema hlavních cílů optimalizace

Analýza práce

Nejprve byl proveden záznam pohybu čtyř zaměstnanců během osmihodinové pracovní doby s využitím Spaghetti diagramu (Příloha 2). Průnik těchto diagramů je barevně znázorněn na Obrázku 21. Zaměstnanec č. 1 modrou, č. 2 žlutou, č. 3 šedou, č. 4 zelenou barvou.



Obrázek 21. Průnik pohybu zaměstnanců

Ze znázornění průniku pohybu zaměstnanců lze konstatovat, že pohyb po pracovišti není uspořádaný, trasy se kříží.

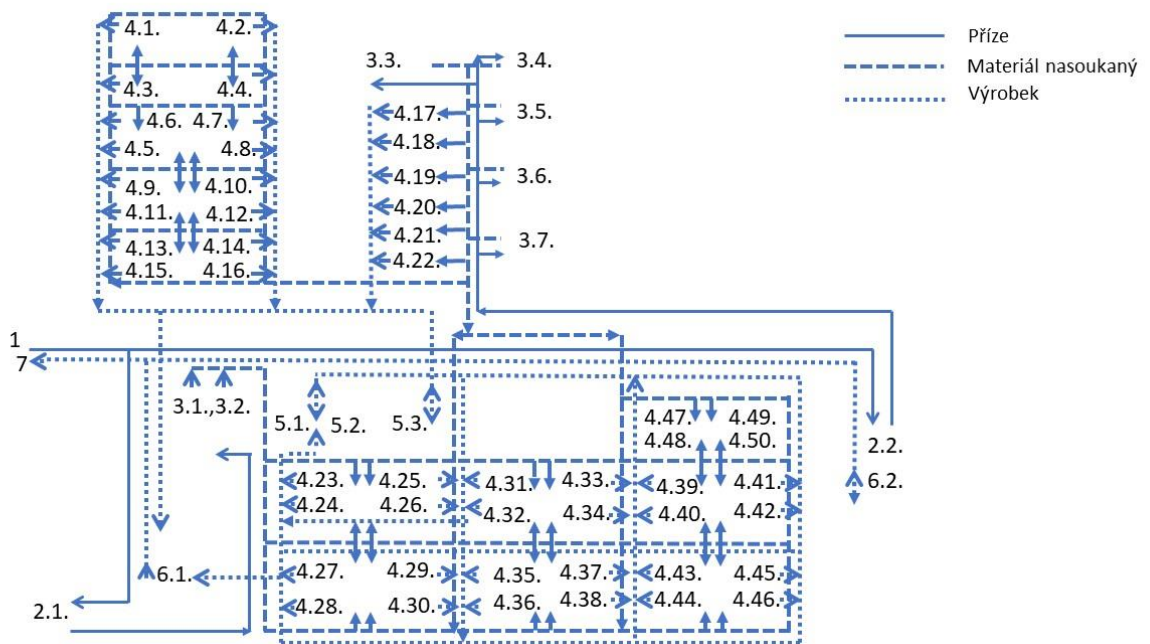
Na modrém úseku obsluhuje operátorka tři soukací zařízení a zároveň tři proplétací stroje. Na soukacích zařízeních připravuje materiál na cívky nejen pro svůj úsek, ale také pro 10 dalších proplétacích strojů.

Žlutý úsek obsluhuje technický pracovník, který přibližně polovinu pracovní doby obsluhuje 6 až 12 proplétacích strojů a jedno soukací zařízení, druhou polovinu pracovní doby se stará o správný chod všech strojních zařízení, nastavuje také rychlost odtahu u všech strojů dle konkrétních technologických předpisů, provádí měření, adjustuje na jednom adjustačním zařízení.

Šedo-zelený úsek obsluhují dvě operátorky společně, jedna převážně souká na dvou soukacích strojích, adjustuje výplně a hotové výrobky na dvou adjustačních zařízeních, příležitostně obsluhuje proplétací stroje. Druhá operátorka převážně obsluhuje 10-15 strojů, dále souká na dvou soukacích zařízeních dle dispozice výrobního plánu.

5.3 Materiálové toky

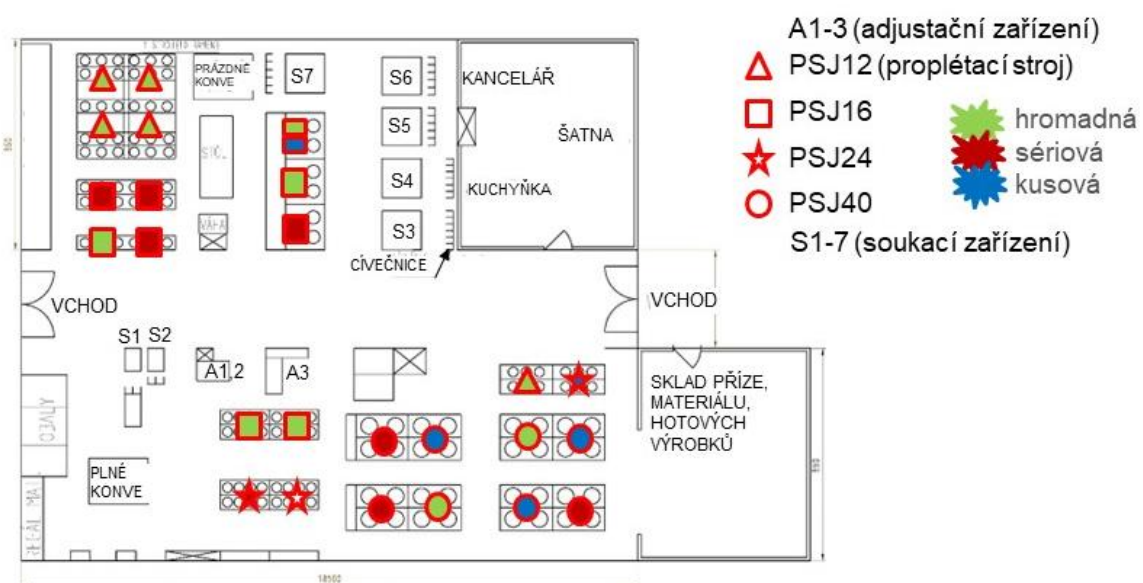
V rámci zpracování nového návrhu pracoviště je třeba provést rozbor materiálového toku (suroviny příze, nasoukaného materiálu, výrobku) s ohledem na vzájemné vztahy mezi pracovním prostředím a člověkem, ale také na výslednou komplexnost daného řešení. Současný layout spine struktury s materiálovými toky je níže na Obrázku 22. Vzdálenost předpokládaných cest materiálů je 291,5m.



Obrázek 22. Layout s materiálovými toky

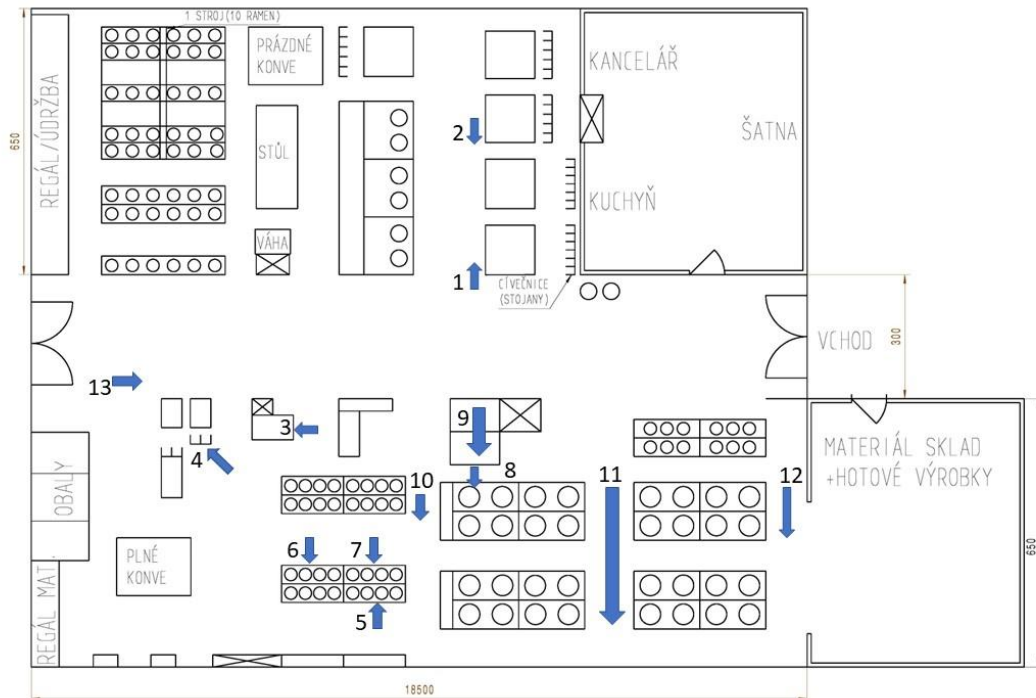
Dále je potřeba dobře posoudit vstupní faktory, jako jsou dispozice pracoviště, strojové vybavení, technologie a druh výroby, charakteristické vlastnosti výrobku, bezpečnost zaměstnanců a ergonomické vlivy.

Rozmístění strojů na pracovišti (Obrázek 23) je z aktuálního pohledu nahodilé. Na toto uspořádání má nepochybně vliv historie firmy, ale i nedostatečný zájem o materiálové toky a jejich optimalizace.



Obrázek 23. Pletárna layout uspořádání - současný stav

Byla provedena fyzická analýza pracoviště, kde byly vyšetřeny hlavní nedostatky, které budou eliminovány průběžně v následujících kapitolách. Problematická místa jsou označena na následujícím Obrázku 24 a shrnuta do Tabulky 2.



Obrázek 24. Layout nedostatky

Tabulka 2. Problematická místa na pracovišti

1, 2	Volně položené boxy s nasoukaným materiálem na materiálovém toku – nebezpečí úrazu
3	Nevyhovující místo adjustačního zařízení – příliš vzdálené, špatně orientované post.
4	Část soukacího zařízení v úrovni očí zasahuje do materiálového toku – nebezpečí úrazu
5, 6, 7, 8	Dlouhodobě nevyužívané stroje - efektivně nevyužitý prostor
9	Hromadění volně ložených šňůr pro výplň i adjustaci – úzké místo výroby-adjustace výrobků a výplní 0,5-8mm
10, 11, 12	Neprůchodné cesty toku materiálu a hotových výrobků – neefektivní tok materiálu

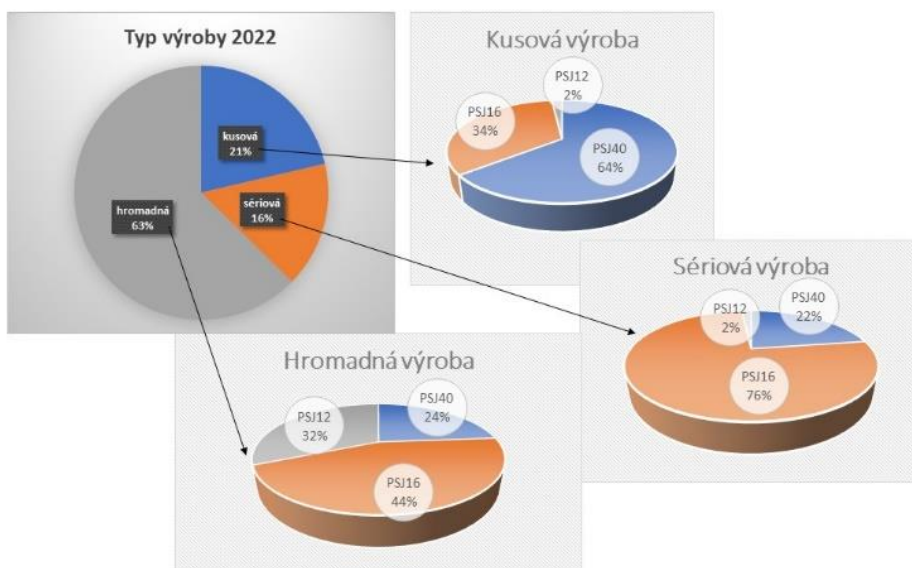
13	Neoznačená ulička pro manipulační vozíky – nebezpečí úrazu
----	---

5.4 Analýza struktury výroby

Objem produkce, množství poptávaných výrobků a použité technologie ve výrobním procesu nazýváme typem výroby. Pro každý typ výroby je dle doporučení oboru průmyslového inženýrství vhodné jiné prostorové uspořádání (kap.2).

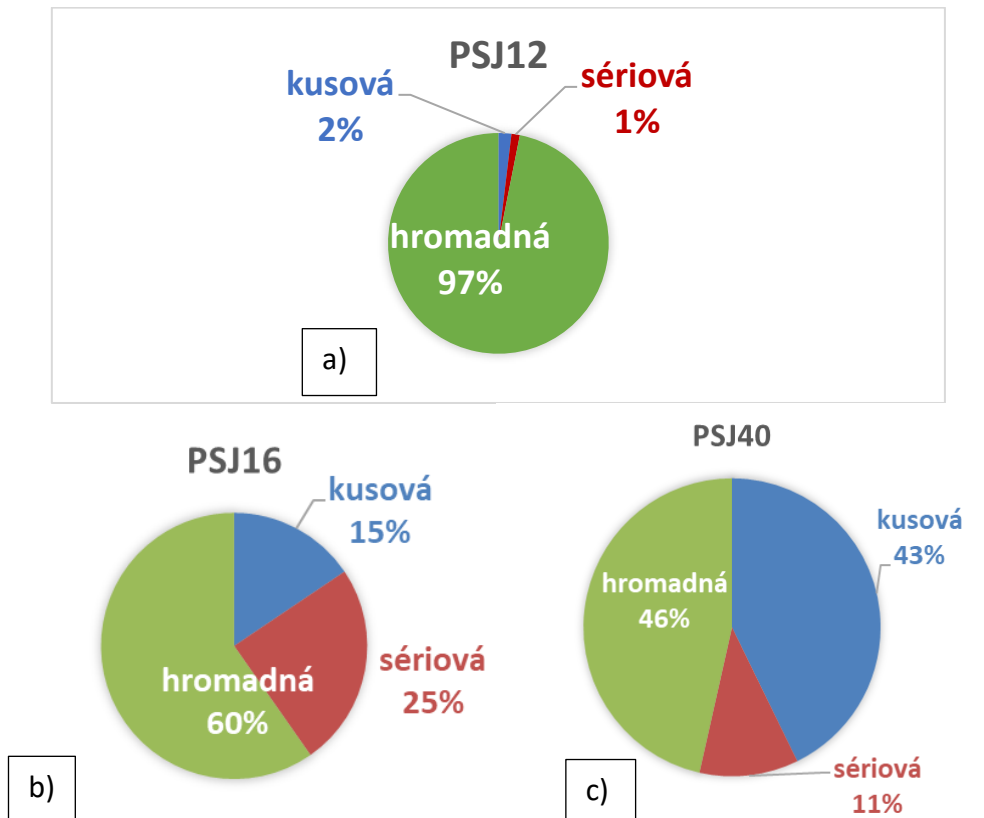
Z hlediska dlouhodobé obchodní strategie firmy je ze 60% výroba specifických výrobků a 40% hromadná. Bohužel vzhledem k dlouhodobému útlumu stabilních dodávek do automobilového průmyslu je krátkodobá predikce nejasná. Z tohoto důvodu byl podkladem a kritériem pro zpracování nového uspořádání prostoru zvolen rozbor typu výroby analýzou fakturace účetního období roku 2022, za předpokladu, že trend výroby 2023 bude shodný s tímto obdobím.

Z dat společnosti bylo zjištěno (Obrázek 25), že 63% z celkové výroby je hromadná produkce, 21% kusová produkce a 16% sériová produkce.



Obrázek 25. Graf rozdělení typu výroby 2022

Rozdělení typu výroby bylo dále převedeno na konkrétní druh proplétacího stroje zkoumaného pracoviště (Obrázek 26 na následující straně), a tím byla stanovena již konkrétní kritéria pro nové uspořádání.



Obrázek 26. Graf znázornění typu výroby stroj a)PSJ12, b)PSJ16, c)PSJ40

Zhodnocení dílčí analýzy:

Po analýze struktury výroby a uvážení typu výroby jako kritéria pro nové uspořádání všech skutečností, kdy bylo zjištěno, že z 97% se na strojích PSJ12 uskutečňuje pouze hromadná výroba, budou všechny tyto stroje typu PSJ12 sdruženy do uspořádání technologického s process layout.

U strojů typu PSJ16 bude část ponechána v seskupení technologickém process layout dle současné dispozice pracoviště a zbylé budou v tzv. uspořádání předmětném s product layout. Část strojů typu PSJ40 pro kusovou a sériovou výrobu budou seskupeny do předmětného uspořádání s cell layout společně se 2 soukacími zařízeními, zbývající stroje PSJ40 využívané pro hromadnou výrobu budou uspořádány do seskupení technologického s process layout.

Strojní zařízení, které není dlouhodobě využíváno (kap. 5.4. - Tabulka 2) bude buď uskladněno nebo použito na náhradní díly.

5.5 Automatizace, nové příslušenství pro stroje a pomocné pracovní pomůcky

Vzhledem k časté poruchovosti by bylo vhodné pořízení automatického soukacího zařízení, které nahradí stávající poloautomatické, viz Obrázek 27. Parametry zařízení jsou uvedeny v Příloze 2.



a)



b)

Obrázek 27. Soukací zařízení a) stávající, b) Ratera NX-100 [22]

Dále je doporučeno pořízení 2ks příslušenství k PSJ16 Ratera. Za stávajícího stavu výrobek (šňůra) padá volně konve, názorně Obrázek 28a, poté následuje proces adjustace. Navíječ na Obrázku 28b (na následující straně) po připojení ke stroji automaticky převíjí ze stroje vyrobenou šňůru na buben (adjustuje). Tento druh adjustace je vhodný především pro polotovar (výplň šňůry).



a)



b)

Obrázek 28. Příslušenství a)stávající, b)Ratera collector 800x400 [23]

Zhodnocení pořízení nového zařízení a příslušenství:

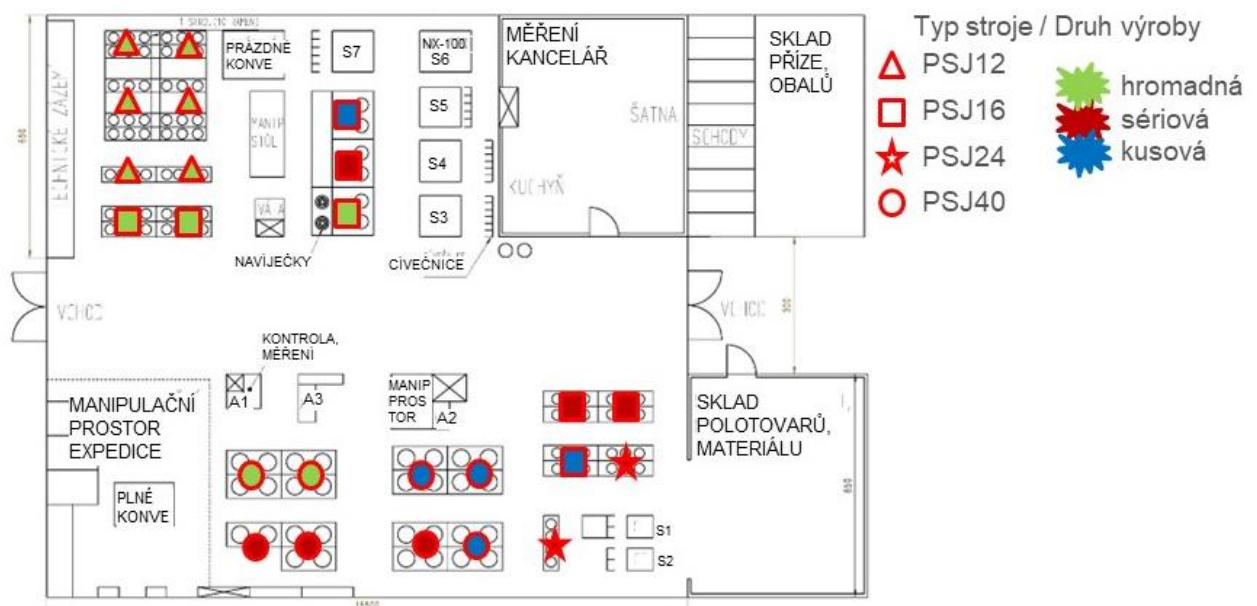
Z pohledu ergonomie nové soukací zařízení sníží fyzickou zátěž operátora, zvýší stabilitu výrobního systému, zefektivní pracovní proces soukání. Pořízením navíjecích bubnů k proplétacím strojů se zkrátí výrobní proces o jeden stupeň, sníží se také zatížení úzkého místa výroby (kap. 5.4 – Tabulka 2). K dalšímu zrychlení toku materiálu a snížení fyzické zátěže člověka je vhodné pořízení manipulačních plošin viz Obrázek 29.



Obrázek 29. Manipulační plošina [24]

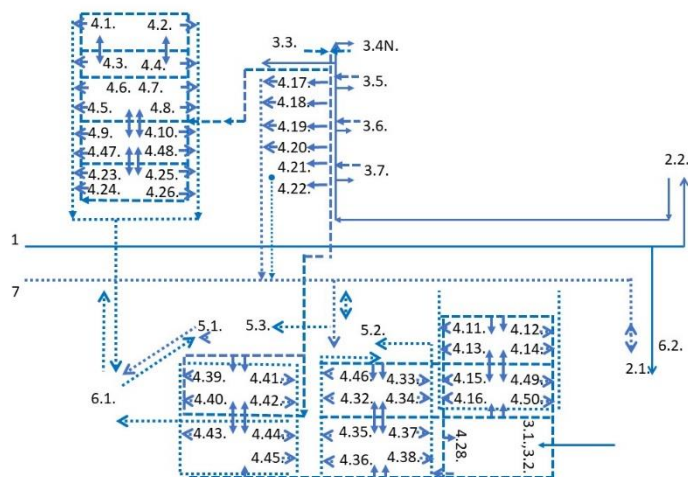
6 Návrh optimalizace pracoviště

Návrh optimalizace pracoviště byl zpracován na základě všech dílčích analýz a v souladu s koncepcí JIT (kap. 3.3). Vychází z teoreticky zpracovaných podkladů rešeršní části této práce, především z principů a metod průmyslového inženýrství, dle zásad BOZP a v souladu s ČSN EN ISO 6385 a Nařízením vlády č. 361/2007(Obrázek 30). V Příloze 3 je přiložen originální návrh layoutu pletárny zpracovaný v programu CATIA V5.



Obrázek 30. Nový layout pletárny

V této části je také znázorněn optimalizovaný tok materiálu dle navrženého uspořádání pracoviště, viz Obrázek 31. Nová vzdálenost cest materiálových toků je celkem 239,5m.



Obrázek 31. Tok materiálu nový

Po optimalizaci pracoviště a určení nového toku materiálů byly také upraveny úseky pracovníků (Obrázek 32). V rámci ergonomie pracovního úseku je také nezbytné zhodnocení hlavních pracovních činností, především určení způsobu obsluhy strojních zařízení. Za tímto účelem byl proveden experiment, který je popsán v následující kapitole 7.



Obrázek 32. Nové úseky toku materiálu po optimalizaci pracoviště

Cílem bylo snížení vzdáleností cest na daném úseku, plynulejší toky surovin a materiálu mezi procesy. Porovnání toku materiálu rozdělených úseků před a po optimalizaci úseků je zaznamenáno v Příloze 4.

7 Experiment – obsluha proplétacího zařízení

Při výrobě splétaných šňůr není produkce kontinuální, je nutná průběžná výměna návleku stroje, tj. výměna prázdných cívek za plné (s předem nasoukanou přízí). K výměně je možno použít minimálně dva základní pracovní postupy:

Pracovní postup A

Vždy s výměnou prázdné cívky je nutné vyměnit i všechny ostatní, aby před znovuspuštěním stroje byla hlava stroje plná cívek s nasoukanou přízí. Stroj pracuje vzhledem k parametrům výrobku nepřetržitě 1-6 hodin bez nutné obsluhy, pokud neuvažujeme náhodné chyby.

VÝHODY: stroj pracuje kontinuálně dle druhu šňůry až 6 hodiny bez nutné obsluhy (pokud nedojde k neočekávanému zastavení –např. při přetruhu nitě)

NEVÝHODY: nutné vymotání zbytků materiálu pro nový návlek – ačkoli cívky by měly být ze soukacího stroje plné stejným množstvím příze, nikdy neskončí všechny prázdné vzhledem k postupnému nasazování po jedné cívce na stroj nebo pokud se na cívečnici mění cívky s materiálem, nemusí dosahovat stanovené množství příze (uzly nejsou přípustné).

Pracovní postup B

Vždy při automatickém vypnutí stroje, které je způsobeno nedostatkem materiálu na cívce, se dle potřeby vymění na hlavě stroje pouze prázdné cívky (1 a více) za plné cívky s přízí.

VÝHODY: 0 zbytek příze

NEVÝHODY: výměna cívek je nahodilá, nepřehledná a chaotická

7.1 Návrh experimentu

Experiment byl stanoven jako dvojúrovňový srovnávací experiment, kdy se na základě praktické zkoušky v reálných podmínkách pletárny uskutečnilo měření v květnu 2021. Měření proběhlo na 4 proplétacích strojích shodných parametrů (RATERA PSJ 16/2), které splétají totožnou šňůru dle TP 2117 (Příloha 5). Experimentem se porovnávají 2 rozdílné pracovní postupy A a B výměny návleku (Obrázek 33 na následující straně) vzhledem k objemu vyrobeného produktu za daný čas.



a)

b)

Obrázek 33. Návlek hlavy proplétacího stroje a)plný, b)postupná výměna cívek

7.2 Způsob provedení experimentu

S ohledem na plán výroby bylo stanoveno 5 měření pro každý z postupů. Jedno měření teoreticky odpovídá jedné reálné osmihodinové pracovní směně, ve které je zaměstnanec produktivní 4 pracovní hodiny (kap. 5.1). Celkem se jedná o měření 40 hodin produktivního času, tj. 2 pracovní týdny zaměstnance při jednosměnném provozu.

Oba dva postupy započnou výměnou plného návleku jako se provádí vždy při změně technického předpisu šňůry. Návlekiem je míněno osazení hlavy stroje, tj. 16ks cívek s nasoukaným materiálem (Obrázek 33a).

Zapisování skutečností:

- 1) Měření času - prodlevy, kdy jsou všechny stroje v chodu a není potřeba výměna žádné prázdné cívky.
- 2) Vážení vyrobeného produktu.
- 3) Měření času vymotávání zbylého materiálu z cívek u postupu A

Odezvou je počet vyrobených metrů za 1 měření (tj. 4 produktivní pracovní hodiny), počet volného času obsluhy pro jiné pracovní úkony a statistické vyhodnocení efektivnosti pracovního postupu A oproti B.

Postup provedení 1. měření pro pracovní postup A:

- Zaznamenat čas start, nasadit návlek plných cívek na stroji č. 1 a spustit stroj,
- nasadit plný návlek na stroji č. 2 a spustit stroj,
- nasadit plný návlek na stroji č. 3 a spustit stroj,
- nasadit plný návlek na stroji č. 4 a spustit stroj,
- zaznamenat čas konce obsluhy a následně zaznamenávat příchody a odchody od strojů po dobu 4 hodin k výměně plného návleku hlavy stroje,
- ukončit měření zastavením strojů a zvážením upletené šňůry,
- po každém ukončeném měření vymotat zbylý materiál z cívek a zaznamenat celkový čas.

Postup provedení následujícího 2.-5. měření:

Následně zaznamenávat příchody na výměnu celého návleku stroje, popř. k poruše a odchody od obsluhy strojů po dobu každého měření (4 hodiny). Ukončit každé měření zastavením strojů a zvážením napletené šňůry.

Postup provedení 1. měření pro pracovního postup B:

- Zaznamenat čas start, nasadit plný návlek na stroji č. 1 a spustit stroj,
- nasadit plný návlek na stroji č. 2 a spustit stroj,
- nasadit plný návlek na stroji č. 3 a spustit stroj,
- nasadit plný návlek na stroji č. 4 a spustit stroj,
- zaznamenat čas konce obsluhy a následně zaznamenávat příchody a odchody od strojů po dobu měření – výměny 1 prázdné cívky za 1 plnou,
- ukončit měření zastavením strojů a zvážením napletené šňůry.

Postup provedení následujícího 2.-5. měření:

Pokračování ze stavu předešlého měření, zaznamenat čas start a zapnout postupně stroje 1-4. Zápis příchodů na výměnu 1 plné cívky za prázdnou, popř. k poruše a odchody od obsluhy strojů po dobu měření. Ukončit každé měření zastavením strojů a zvážením napletené šňůry. Při zastavení více strojů najednou, kdy se nabízí možnost výměny více než jedné cívky, probíhá nutná výměna v čistě náhodném sledu.

7.3 Numerické výsledky

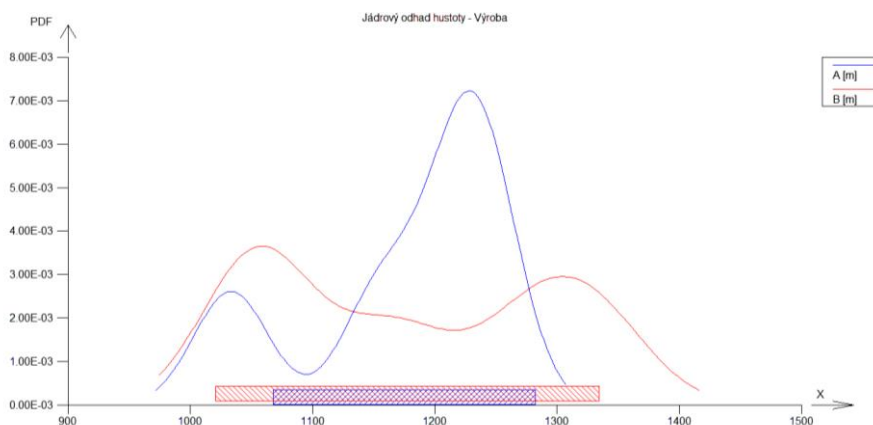
Záznam měření postupu A je v Příloze 5, postupu B je Příloze 6. Z naměřených hodnot byla nejprve dle technologického předpisu (Příloha 4) přepočítána hmotnost na jednotku délky metr (9g/m). Analýza dat dle Hornova postupu s hladinou významnosti $\alpha=0,05$ byla statisticky vyhodnocena softwarem QC Expert v Tabulce 3.

Tabulka 3. Základní statistická analýza dat

VÝROBA	[m]	
Analýza malých výběrů	A	B
N :	5	5
Střední hodnota :	1194,4	1166,7
Spodní mez (5%) :	1087,9	862,2
Horní mez (95%) :	1301,0	1471,1
Spodní mez (2.5%) :	1031,6	701,3
Horní mez (97.5%) :	1357,3	1632,0
Pivotové rozpětí :	77,8	222,2

Z výsledků porovnání dvou nezávislých výběrů vyplývá, že rozptyly, průměry i rozdělení souborů jsou shodná. Podrobnější statistická data jsou uložena v Příloze 7.

Pro vizualizaci výsledných hodnot intervalů spolehlivosti obou postupů byl využit jádrový odhad hustoty Obrázek 34.



Obrázek 34. Jádrový odhad hustoty výroby postup A, B

Dále analýzou ANOVA byly testovány rozptyly hodnot vstupních dat, kde byla testována významnost vlivu typu pracovního postupu (faktoru) na množství vyrobené šňůry. Za předpokladu, že data pocházejí ze souborů s normálním rozdělením, byl tento faktor byl vyhodnocen jako NEVÝZNAMNÝ, viz Tabulka 4.

Tabulka 4. Výsledky analýzy ANOVA

Test významnosti celkového vlivu faktoru :			
Závěr	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
Nevýznamný	5,31765507	0,001048768	0,974959

Naměřené hodnoty objemu výroby každého měření směny jsou uvedeny v Tabulce 5.

Tabulka 5. Množství výrobku a čas obsluhy postup A, B

Měření č.	pracovní postup A [m]	pracovní postup B [m]	produktivní čas obsluhy A [min]	produktivní čas obsluhy B [min]
1	1033,3	1055,6	125	121
2	1233,3	1055,6	71	111
3	1155,6	1166,7	133	108
4	1211,1	1277,8	79	182
5	1244,4	1333,3	101	74
suma	5877,8	5888,9	509	596

7.4 Zhodnocení výsledků experimentu

S ohledem na výrobní plán pletárny byl experiment proveden ve 2 pracovních týdnech v květnu 2021.

Při porovnání dvou nezávislých výběrů bylo zjištěno, že rozptyly, průměry i rozdělení souborů měření jsou shodná. Analýzou ANOVA byl faktor pracovní postup A/B vyhodnocen jako nevýznamný. Využití postupu A ani B neovlivňuje z krátkodobého hlediska (1 směna) produkci výroby, ani délku produktivního času obsluhy stroje.

Avšak za celkový čas 40 produktivních pracovních hodin, kdy se vyrobí pracovním postupem A i B přibližně stejné množství šňůry, je pracovním postupem A výrazně kratší čas obsluhy stroje, a to o 87min. Tento čas lze tedy považovat za ztracený a neproduktivní, pokud by byl zvolen pracovní postup B.

Závěrem lze konstatovat, že pracovní postup A je vhodný uplatnit u hromadného a sériového typu výroby, kde krátkodobě nedochází k technologickým změnám výroby a dají se tedy předpokládat kumulace ušopených časů.

8 Technické zhodnocení

Cílem této kapitoly je technické zhodnocení vypracovaného návrhu.

Tabulka 6. Zhodnocení odstranění nedostatků

Pol.	Popis nedostatku	Řešení nedostatku	Zhodnocení
1, 2	Volně položené boxy s nasoukaným materiálem na materiálovém toku – nebezpečí úrazu	Pro boxy s nasoukaným materiálem byl vyhrazen manipulační prostor – stůl mezi úseky.	Odstraněno.
3	Nevyhovující místo adjustačního zařízení AJ2 – příliš vzdálené, špatně orientované postavení	Adjustační zařízení AJ2 bylo v rámci optimalizace pracoviště přemístěno.	Odstraněno.
4	Část soukacího zařízení S2 v úrovni očí zasahuje do materiálového toku – nebezpečí úrazu	Soukací zařízení S2 bylo v rámci optimalizace pracoviště přemístěno.	Odstraněno.
5, 6, 7, 8	Dlouhodobě nevyužívané stroje - efektivně nevyužitý prostor	Stroje byly uskladněny pro použití na náhradní díly.	Odstraněno.
9	Hromadění volně ložených šňůr pro výplň i adjustaci – úzké místo výroby-adjustace výrobků a výplní 0,5-8mm	Snížení zátěže úzkého místa – 2 nové automatické navijáky pro výplně.	Částečně odstraněno.
10, 11, 12	Neprůchodné cesty toku materiálu a hotových výrobků – neefektivní tok materiálu	V rámci optimalizace pracoviště byly cesty (uličky) rozšířeny.	Odstraněno.
13	Neoznačená ulička pro manipulační vozíky – nebezpečí úrazu	Ulička byla řádně označena.	Odstraněno.

Cílem návrhu nového pracoviště bylo zjednodušení toku materiálu, a tím dosažení snížení času potřebného k přesunu příze, nasoukaného materiálu a výrobku. Porovnání vzdáleností původního a navrženého toku materiálu je vyhodnoceno v Tabulce 7 níže. Došlo tedy ke snížení vzdáleností o 21,7%, přičemž časová úspora je 62 sekund při uvažované průměrné rychlosti chůze 3km/h.

Tabulka 7. Výsledky optimalizace toku materiálu

Tok úsek č.	Celkem tok původní	Celkem tok optimalizovaný	Celkem tok úspora [m]
1	93,4	62,7	30,7
2	65,9	66,3	-0,4
3	132,3	110,5	21,8
Celkový tok [m]	291,5	239,5	52,0

Informační tok

Již zmíněná koncepce úspory časů JIT (kap. 3.) podporuje koordinaci činností ve výrobě pomocí informačního karty Kanban. Tento štítek vystaví vedoucí provozovny návazně na zařazení určitého výrobku do výrobního plánu a předá operátorce.

Zpracováním kap. 3.3 byly zjištěny nedostatky současné informační karty. Obsahuje pouze základní informace, k dalším informativním sdělením k výrobě je využívána nástěnka, která je umístěna v centru dílny. Pro ušetření vzdálenosti a času operátora, zároveň jako zpětná vazba výroby (štítek se vrátí zpět k vedoucímu provozovny) byla navržena nová karta, která obsahuje následující údaje.

Přední strana:

- datum vystavení, začátek a předpokládaný termín výroby
- druh je označen číslem technologického předpisu
- barva šňůry dle konkrétní objednávky
- minimální množství [m] a typ pracovního postupu (A nebo B)
- označení čísla stroje a počet hlav využitých pro výrobu
- jméno operátora.

Zadní strana této karty obsahuje základní převod jednotek, popis pracovního postupu A a B, druhy cívek pro adjustaci šňůr a lan dle jejich průměru. Návrh nové karty Kanban viz Příloha 9.

V Tabulce 8 je uvedeno technické zhodnocení provedených veškerých změn.

Tabulka 8. Technické zhodnocení

PROVEDENÉ ZMĚNY	TECHNICKÉ ZHODNOCENÍ
přesun strojů a příslušenství	✓ odstranění nedostatků 90% přispělo ke snížení vzdáleností = zvýšení bezpečnosti práce
nově uspořádané úseky, nástroj Kanban, určení způsobu obsluhy proplétacího stroje	✓ zlepšení plynulosti toků materiálu, snížení vzdáleností a zrychlení informací = zvýšení produktivity práce
náhrada stávajících strojů za nové	✓ automatizace = snížení času obsluhy a urychlení procesu soukání = zvýšení produktivity práce
nové příslušenství ke strojům- navíječky	✓ částečné snížení zatížení úzkého místa výrobního procesu adjustace = snížení prostoje

Odstraněním nedostatků, čímž se dosáhlo přizpůsobením uspořádání prostoru bylo dosaženo zjevného zlepšení toku materiálu a ke zvýšení bezpečnosti práce. Tento optimalizovaný prostor byl rozdělen na nové úseky pro zaměstnance, na kterých byl standardizován pracovní postup obsluhy proplétacího stroje a inovován štítek Kanban s cílem zlepšení plynulosti výroby a toku informací. K dalším úsporám času a fyzického zatížení přispívá návrh automatizace včetně pořízení nového příslušenství a zařízení.

9 Závěr

Byla provedena rešerše na vybrané téma řešení ergonomie provozu pletárny. Byl popsán současný stav provozu na základě provedení situační analýzy, zhodnoceno současné prostorové uspořádání výrobního prostoru, jeho nedostatky a reálné materiálové toky.

Provedený rozbor produkce vedl ke stanovení aktuálního objemu a typu výroby na pletárně. Tyto hodnoty byly dále převedeny na konkrétní druh proplétacího stroje, čímž byla stanovena kritéria pro nové uspořádání dle doporučení průmyslového inženýrství.

Návrh optimalizace pracoviště byl zpracován na základě všech dílčích analýz praktické části a v souladu s koncepcí Just-In-Time. Vychází z teoreticky zpracovaných podkladů analytické části této práce, především z principů a metod průmyslového inženýrství, dle zásad BOZP, doporučení zmiňovaných technických norem a příslušného vládního nařízení.

Nově byly uspořádány pracovní úseky zaměstnanců. V rámci ergonomie pracovního úseku byl standardizován pracovní postup obsluhy proplétacích strojů a pro zlepšení informačního toku byla inovována informační karta Kanban.

Filozofií zvolené koncepce je zjednodušení materiálového toku, zkrácení cest a doby trvání přesunů materiálu a výrobků, a to bylo splněno zkrácením vzdálenosti materiálového toku o 21,7%. Optimalizované řešení ergonomie pracoviště je zároveň motivačním prvkem pro zaměstnance, čímž se stává nástrojem zvýšení produktivity práce.

Na základě zpracování této práce již byly započaty kroky k realizaci tohoto návrhu. Nová informační karta je již součástí výrobního procesu.

Seznam použité literatury

- [1] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Valsa, Ondřej. Moderní přístupy k řízení výroby. Praha: C. H. Beck, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [2] elearning tul. [Online] TUL, 2013. [Citace: 22. 01 2023.]
file:///C:/Users/MB/Downloads/NOP9-Vyroba.pdf.
- [3] MAŠÍN, Ivan a Vytlačil, Milan. CESTY K VYŠŠÍ PRODUKTIVITĚ - Strategie založená na průmyslovém inženýrství. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [4] ŠRAJER, Vladimír. Disertační práce-Uspořádání výrobního systému s ohledem na konstrukčně-technologické řešení produktu. *Digitální knihovna Západočeské univerzity v Plzni*. [Online] 2014. [Citace: 30. 03 2023.]
https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/15230/1/Disertace%20VI_Srajer_Final.pdf.
- [5] ZELENKA, Antonín a Mirko, Král. Projektování výrobních systémů. Praha : ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- [6] DANĚK, V. Speciální technologie a programování výroby - speciální pletářské technologie. místo neznámé : Liberec : VŠST, 1991. ISBN 80-7093-00-0.
- [7] KYOSEV, Yordan. Braiding technology for textiles: Principles, design and processes. Elsevier : 2014. 978-0-85709-921-1.
- [8] Návod k obsluze. *Proplétacích strojů PSJ*. Nový Jičín : DOTEX spol. s r.o., 1991.
- [9] VYŠANSKÁ, Monika. *Základy technologie splétání*. Liberec : TUL, 2015.
- [10] Instructions manual. *Braiding Machine 16B-E104*. Manresa : Talleres Ratera SA, 2016.
- [11] Instructions manual. *Winding Machine 4PVLU/330*. Manresa : Talleres Ratera SA, 2016.
- [12] NOVÁK, Josef a Šlampová, Pavlína. Projekty s podporou EU. projekty.fs.vsb.cz. [Online] Fakulta strojní, VŠB-TU Ostrava, 2012. [Citace: 22. 01 2023.]
<https://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>.

- [13] Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i.
file:///C:/Users/MB/Downloads/Uplatn%C4%9Bn%C3%AD_znalost%C3%AD_ergonomie_p%C5%99i_%C5%99e%C5%A1en%C3%AD_pracovn%C3%ADho_m%C3%ADsta_a_pracovn%C3%ADch_postup%C5%AF_u_strojn%C3%ADch_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD%20(1).pdf. <http://mapis.vubp.cz>. [Online] [Citace: 30. 06.2021.]
- [14] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. *ČSN EN ISO 6385 - Ergonomické zásady navrhování pracovních systémů*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017. 501571.
- [15] Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí. *Zákony pro lidi*. [Online] AION CS, s.r.o., 2010-2023. [Citace: 01. 02 2023.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-101>.
- [16] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. *Zákony pro lidi*. [Online] AION CS, s.r.o, 2010-2023. [Citace: 01. 02 2023.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>.
- [17] Uličky a dopravní komunikace na pracovišti. www.bozpinfo.cz. [Online] Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., 2002 - 2023. [Citace: 10. 02 2023.] <https://www.bozpinfo.cz/ulicky-a-dopravni-komunikaci-na-pracovisti>. ISSN 1801-0334.
- [18] JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2016. ISBN 978-80-271-9330-1.
- [19] JAKUBÍKOVÁ, Dagmar. *Strategický marketing - Strategie a trendy*. České Budějovice : Grada Publishing ISBN 978-80-247-2690-8, 2008. ISBN 978-80-247-2690-8.
- [20] VAVRUŠKA, Jan. *educom*. www.kvs.tul.cz. [Online] 12. Duben 2011. [Citace: 02. 02.2023.] http://educom.tul.cz/educom/inovace/VSY_II/2011_IV_12_VSY2_P%C5%99+Cv1%20Vavru%C5%A1ka%20Anal%C3%BDza%20a%20m%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20pr%C3%A1ce_MZ_2.pdf.
- [21] www.trilobyte.cz. *trilobyte.cz*. [Online] TriloByte Statistical Software, 2021.

[Citace: 10. 06 2021.] <https://www.trilobyte.cz/index.php>

- [22] Ratera.com. RATERA S.A. [Online] TALLERES RATERA S.A., 2021. [Citace: 01. 02 2023.] https://ratera.com/wp-content/uploads/2021/07/RATERA_Bobinadoras_automaticasESP.pdf.
- [23] Ratera.com. RATERA S.A. [Online] TALLERES RATERA S.A., 2021. [Citace: 01. 02 2023.] <https://ratera.com/en/productos/autonomous-collector-with-an-oscilating-arm-800x400/>.
- [24] Přepravní podvozky. auer-packaging.cz. [Online] New Work SE. [Citace: 02. 02 2023.] <https://www.auer-packaging.com/cz/cs/P%C5%99epravn%C3%AD-podvozky-kompaktn%C3%AD-s-gumov%C3%BDmi-kole%C4%8Dky/RO-64-GU-BO.html>.

Seznam příloh

Příloha 1 – Pohyby zaměstnanců

Příloha 2 – Parametry automatického soukacího zařízení NX-100

Příloha 3 – Nový návrh - layout pletárna

Příloha 4 – Porovnání vzdáleností materiálového toku úseků

Příloha 5 – Technický předpis

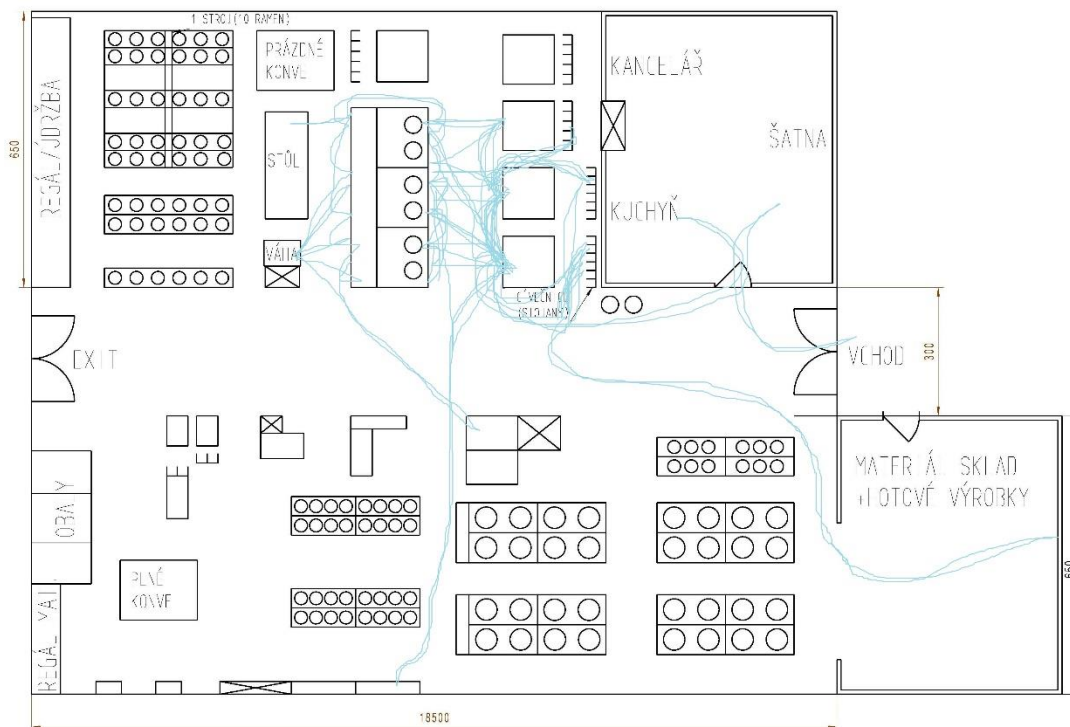
Příloha 6 – Záznam měření A

Příloha 7 – Záznam měření B

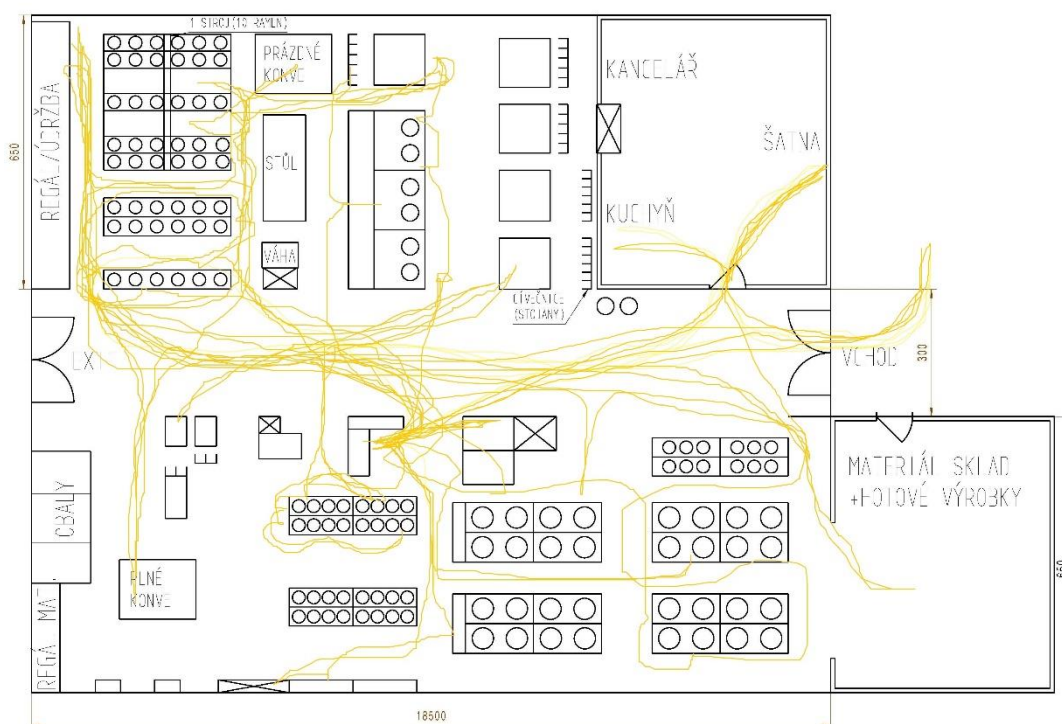
Příloha 8 – Statistické výsledky měření

Příloha 9 – Karta Kanban

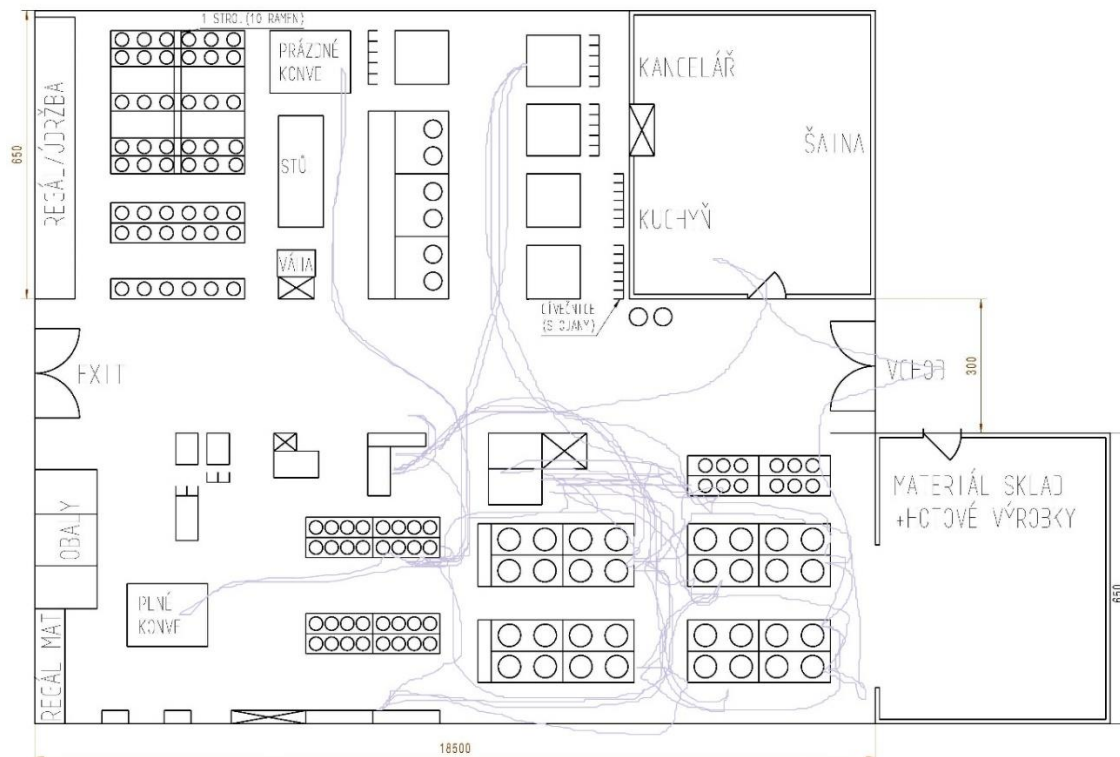
1a – Pohyb zaměstnance č. 1



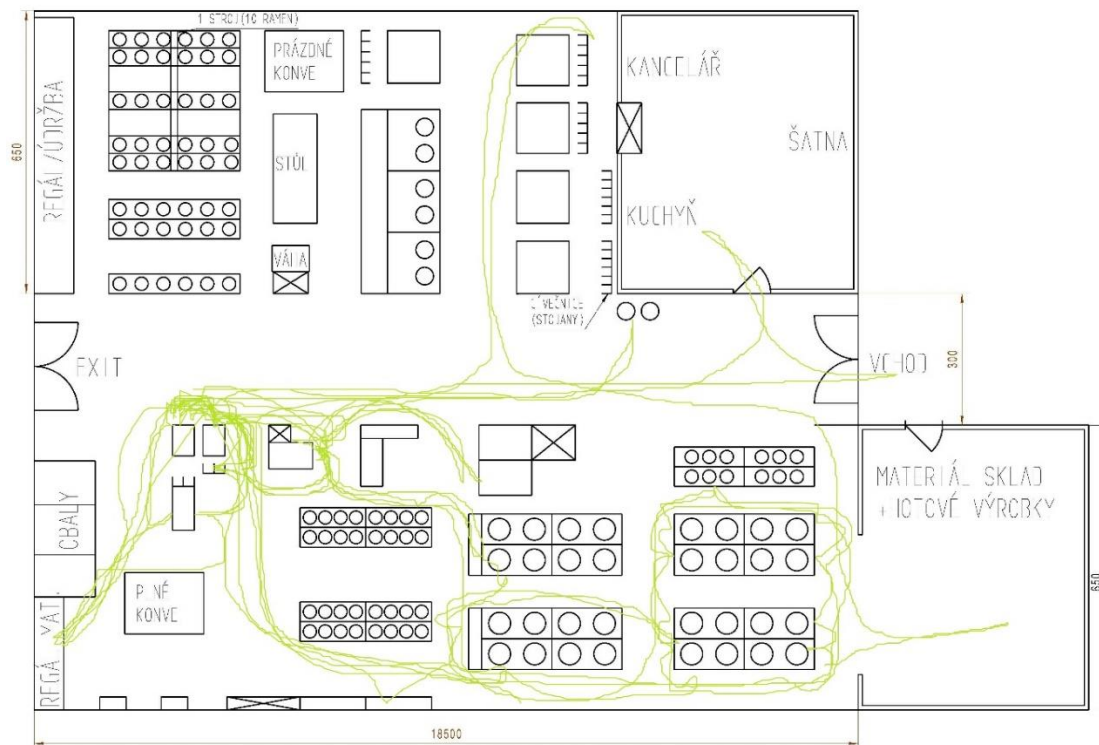
1b – Pohyb zaměstnance č. 2



1c – Pohyb zaměstnance č. 3


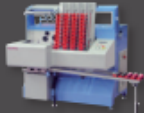



1d – Pohyb zaměstnance č. 4



Complementarias

Características Técnicas

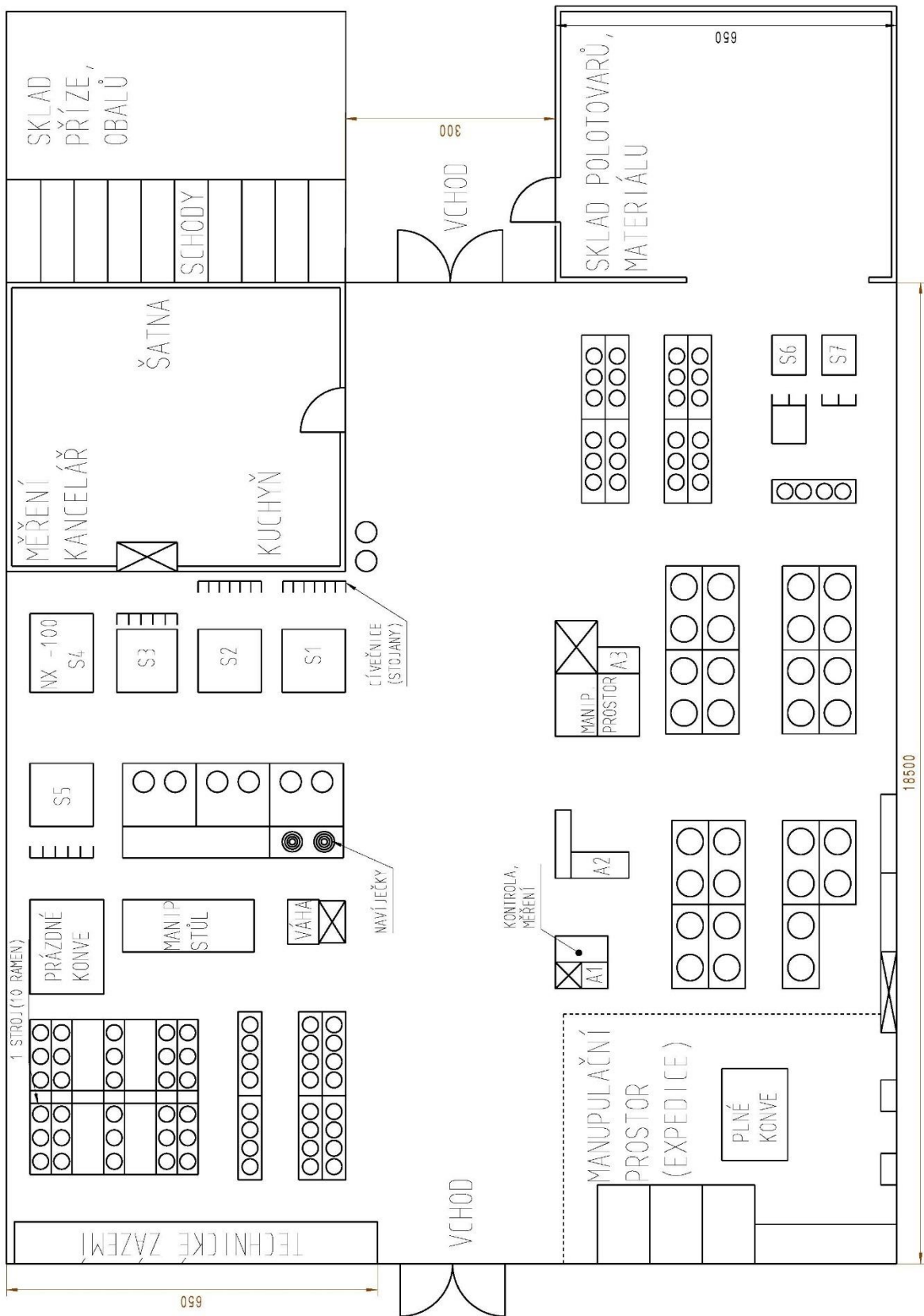




Standard

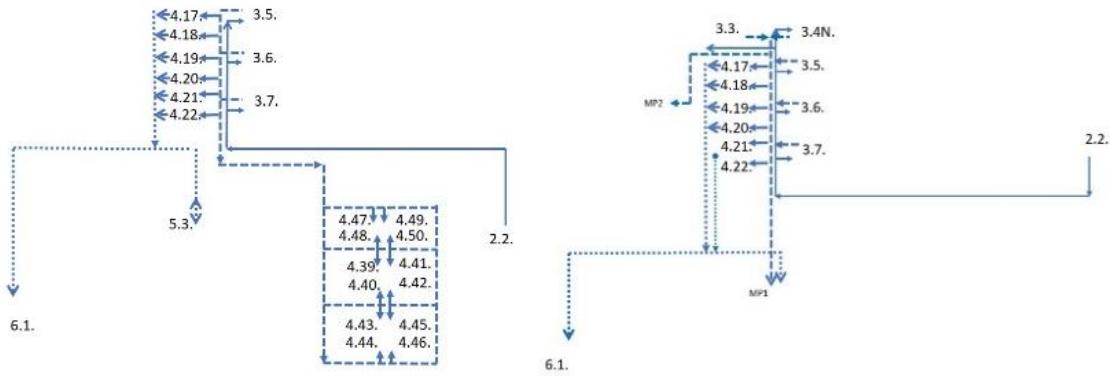
	NX-100	BA-4U/140	ML-100
Nº de bobinas	4	4	4
Sistema	Uhing	Uhing	Motor Lineal
Ø de la valona	De 38 a 80 mm	De 55 a 78 mm	De 38 a 80 mm
Carrera	De 100 a 220 mm	De 170 a 280 mm	De 100 a 220 mm
Variación del paso	De 0 a 5 mm	De 0 a 16 mm	De 0,3 a 8 mm
Velocidad cabezales	De 1.000 a 5.300 rpm	De 77 a 3.000 rpm	De 1.000 a 5.300 rpm
Velocidad máxima hilo	500 metros / minuto	330 metros / minuto	500 metros / minuto
Potencia motor	1,1 Kw	1,1 Kw	1,1 Kw
Tensores	1 x bobina	-	1 x bobina
Disparos	4 x bobina	-	4 x bobina
Presión aire	6b mínimo	6b mínimo	6b mínimo
Corte de hilo tijeras	Sí	Sí	Sí
Corte con resistencia eléctrica	Sí	Sí	Sí
Pantalla táctil	Sí	Sí	Sí
Cuenta metros	Sí	Sí	Sí
Contador de capas	No	No	Sí
Menú de recetas	No	No	Sí
Multi bobina	No	No	Sí
Longitud (A)	1.810 mm	2.400 mm	1.810 mm
Anchura (B)	1.420 mm	1.800 mm	1.420 mm
Altura (C)	1.800 mm	1.750 mm	1.800 mm
Peso	580 Kg	700 Kg	580 Kg

Opciones

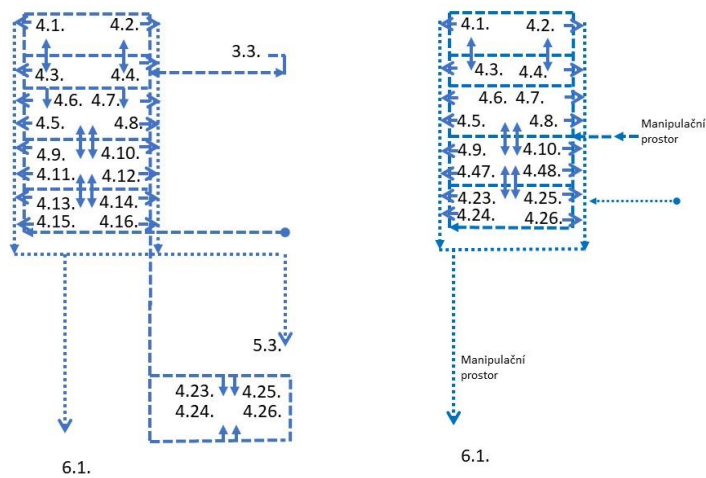
	NX-100	BA-4U/140	ML-100
Otros tamaños de bobinas	Sí	Sí	Sí
Velocidad constante del hilo	Sí	Sí	Sí
Disparos (máximo)	8 x bobina	10 x bobina	8 x bobina
Control de tensión	Sí 1 hilo x bobina	Sí 1 hilo x bobina	Sí 1 hilo x bobina
Para hilos de sutura	Sí	No	Sí
Para fibra compositas	Sí	Sí	Sí
Clipadora	Sí	Sí	Sí
Fileta alimentación	No	No	No



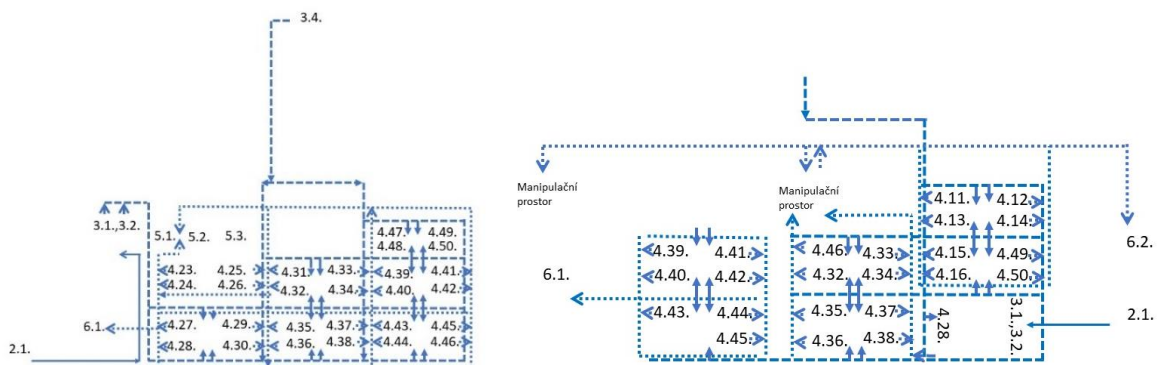
a) Porovnání materiálového toku před a po optimalizaci – modrý úsek



b) Porovnání materiálového toku před a po optimalizaci – žlutý úsek



c) Porovnání materiálového toku před a po optimalizaci – šedo-zelený úsek



Záznam pracovní postup A

13.05.2021	start	Obsluha stroje		konec [min:s]	doba [min]	Odpad [min]	váha šňůry [kg]	
		odchod	příchod					
1. směna	10:48	11:28		11:48	0:40			
	12:37		14:06					
		14:22	14:24		0:16			
		14:38	14:39		0:14			
		14:54	14:57		0:15			
		15:10		15:37	0:13	0:27	9,3	
2. směna	7:03		8:28					
14.05.2021		8:41	8:44		0:13			
		8:57	8:59		0:13			
		9:11	9:15		0:12			
		9:29		11:03	0:14	0:19	11,1	
3. směna	11:12	11:27	11:44	11:51	0:15			
	12:36	12:43	12:45		0:14			
		12:58	13:03		0:13			
		13:17	14:51		0:14			
		15:04	15:20		0:13			
		15:30	15:34		0:10			
		15:43	15:55	15:57	0:09	0:45	10,4	
4. směna	16:08	16:17		16:38				
17.05.2021	7:00		7:03					
		7:09	8:05		0:06			
		8:08	8:15		0:03			
		8:27	8:45		0:12			
		8:57	9:02		0:12			
		9:14	9:20		0:12			
		9:33	10:17		0:13			
		10:18		10:30	0:01	0:20	10,9	
5. směna	10:30		10:38					
		10:39	10:52		0:01			
		10:54	11:06		0:02			
		11:18	11:34		0:12			
		11:47	11:54		0:13			
		12:03	12:22		0:09			
		12:32	13:50		0:10			
		14:03	14:27	14:30	0:13	0:41	11,2	
		časy obsluhy (stroje/vymotání):			5:57	2:32		
		hmotnost šňůry celkem [kg]:					52,9	
		čas obsluhy celkem [h:min]:				8:29		

Záznam pracovní postup B

	start	Obsluha stroje		konec [min:s]	doba [min]	váha [kg]
		odchod	příchod			
10.05.2021						
1. směna	7:04		7:04			
		7:50	10:26		0:46	
		11:41		11:04	1:15	9,5
2. směna	12:39			14:00		
11.05.2021	7:04		7:35			
		9:16	9:17		1:41	
		9:27		9:43	0:10	9,5
3. směna	9:47		10:53			
		11:45		11:45	0:52	
	12:34		13:30	14:34	0:56	10,5
4. směna	14:37			15:22		
12.05.2021	7:02		7:02			
		9:07	9:23	10:20	3:02	11,5
5. směna	10:26		10:26			
		10:45	10:46	11:50	0:19	
	12:39		13:50			
		14:45		15:15	0:55	12
		čas obsluhy celkem [h:min]:			9:56	
		hmotnost šňůry celkem [kg]:				53

Statistické výsledky

Sloupce :	A [m]	B [m]
Průměr :	1175,556	1177,778
Spodní mez :	1068,069	1020,476
Horní mez :	1283,043	1335,079
Rozptyl :	7493,827	16049,38
Směr. odchylka :	86,56689	126,6862
Dolní mez	51,8651	75,90188
Horní mez	248,7548	364,0397
Robustní směr.odch.	49,42	164,7333
Detrendovaná směr.odch.(65,01182	49,25138
Šikmost	-0,9996	0,152744
Odchylka od 0 :	Nevýznam	Nevýznam
Špičatost :	2,473858	1,373151
Odchylka od 3 :	Nevýznam	Nevýznam
Polosuma	1138,889	1194,444
Modus :	1258,519	1151,852
Geometrický průměr	1172,882	1172,359
Harmonický průměr	1170,084	1167

Test normality Moment.

Sloupce :	A [m]	B [m]
Normalita :	Přijata	Přijata
Testové kritérium :	2,678891	0,065377
Kritický kvantil $\chi^2(22)$:	5,991465	5,991465
p-hodnota :	0,261991	0,96784

Porovnání dvou výběrů

název úlohy: délka

hladina významnosti: 0,05

Porovnávané sloupce :	A [m]	B [m]
Počet dat :	5	5
Průměr :	1175,556	1177,778
Směr. odchylka :	86,56689	126,6862
Rozptyl :	7493,827	16049,38

Korel. koef. $R(x,y)$: 0,56567

Test shody rozptylů

Poměr rozptylů :	2,141680388	
Počet stupňů volnosti :	4	4
Kritická hodnota :	6,388232909	
Závěr :	Rozptyly jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0,239448909	

Test shody průměrů pro SHODNÉ rozptyly

t-statistika :	0,032384689	
Počet stupňů volnosti :	8	
Kritická hodnota :	2,306004135	
Závěr :	Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0,974958669	

Test shody průměrů pro ROZDÍLNÉ rozptyly

t-statistika :	0,032384689	
Redukované stupně volnosti	7	
Kritická hodnota :	2,364624252	
Závěr :	Průměry jsou SHODNÉ	
Pravděpodobnost :	0,975069324	

Test dobré shody rozdělení dvouvýběrový K-S test

Diference DF :	0,4
Kritická hodnota :	0,858938817
Závěr :	Rozdělení jsou SHODNÁ

ANOVA

Název úlohy: délka [m]

Vybraná data: pracovní postup A, B

Celkový průměr :	1176,666667
Celkový rozptyl :	10465,02054
Průměrný čtverec :	9418,518487
Reziduální rozptyl :	11771,6049
Reziduální součet čtverců :	94172,83919
Celkový součet čtverců :	94185,18487
Vysvětlený součet čtverců :	12,34568321

Počet úrovní faktorů: 2

Sloupec	Počet hodnot	Efekty faktorů	Průměr úrovně
A [m]	5	-1,1111113	1175,555555
b [m]	5	1,1111113	1177,777778

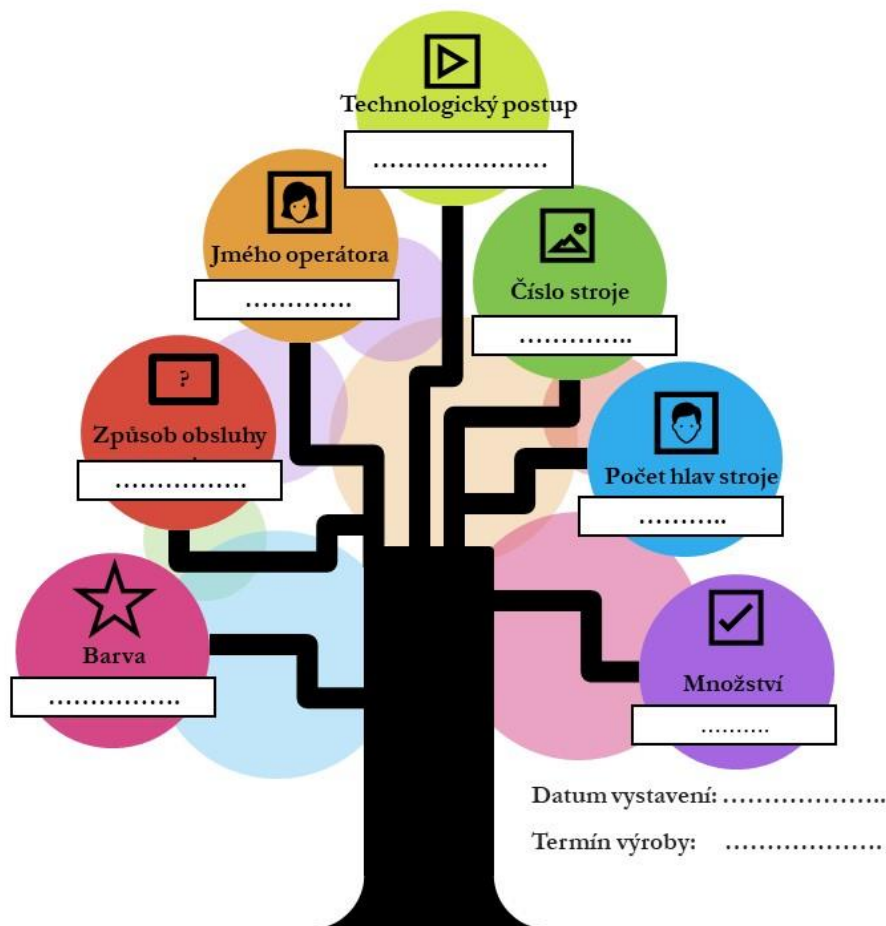
Test významnosti celkového vlivu faktoru

Závěr	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
Nevýznamný	5,317655072	0,001048768	0,974958669

Párové porovnávání dvojic úrovní Scheffého metoda

Srovnávaná dvojice	Rozdíl	Významnost	Pravděpodobnost
A vs. B	-2,2222226	Nevýznamný	0,974958669

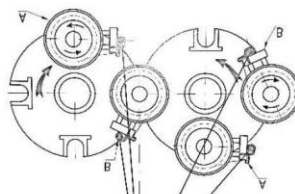
Informační karta Kanban - přední strana



Návrh Kanban karty

Informační karta Kanban – zadní strana

NÁPOVĚDA



ZPŮSOB OBSLUHY proplétacího stroje

PRACOVNÍ POSTUP A

Vždy s výměnou prázdné cívky je nutné vyměnit i všechny ostatní, aby před znovu spuštěním stroje byla hlava stroje plná cívek s nasoukanou přízí.

PRACOVNÍ POSTUP B

Vždy při automatickém vypnutí stroje, které je způsobeno nedostatkem materiálu na cívce, se dle potřeby vymění na hlavě stroje pouze prázdné cívky (1 a více) za plné cívky s přízí.

ZÁKLADNÍ PŘEVODY jednotek

1 TEX = 10 DTEX

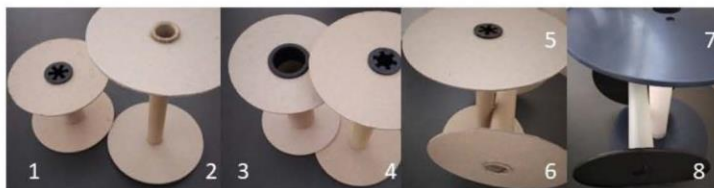
1 DEN = 10/9 DTEX

1 TEX = 1000/ČM(NM)

(NAPŘ. 840DEN = 840*10/9 DTEX = 934 DTEX)

jednoduchá příze (x1), dvojmo skaná příze (x2) = 2x jednoduchá

DRUHY CÍVEK



ADJUSTACE šňůr na cívky

Cívka č. 1 – 120x90mm plast. spojka – šňůra do průměru 2mm (max. 200m)

Cívka č. 2 – 130x180mm – šňůra průměr 3mm (max. 250m)

Cívka č. 3 – 130x160mm plast. spojka – šňůra průměr 4mm (max. 100m)

Cívka č. 4 – 150x190mm plast. spojka – šňůra průměr 5, 6mm (max. 100m)

Cívka č. 5 – 194x235mm plast. spojka – šňůra 5, 6mm (max. 200m) nebo 8mm (max. 100m)

Cívka č. 6 – 194x234mm – 8-pramenné POP šňůry 3-8mm (max. pr. 3mm-500m, pr. 4mm-400m)

Cívka č. 7 – 250x270mm plastová – lana průměr 10mm (max. 100m)

Cívka č. 8 – 300x350mm plastová – lana průměr 12mm (max. 100m)