VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PROCESNÍ MANAGEMENT

PROCEDURAL MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

OPTIMALIZACE VÝROBY PŘESNÝCH BEZEŠVÍCH TRUBEK

OPTIMIZATION OF PRECISION SEAMLESS TUBES PRODUCTION

BAKALÁŘSKA PRÁCA

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE SAMUEL MIKULA

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D

SUPERVISOR

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA PODNIKATELSKÁ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav managementu
Student:	**Samuel Mikula**
Studijní program:	Procesní management
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	**Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.**
Akademický rok:	2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Optimalizace výroby přesných bezešvých trubek

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu procesu výroby bezešvých trubek
Optimalizace procesu výroby
Přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Návrh optimalizace procesu výroby přesných bezešvých trubek, které povede zeštíhlení výroby (Lean Manufacturing). Práce by měla obsahovat čtyři části:
– analytická část – globální analýza procesů firmy, detailní analýza procesu výroby bezešvých trubek
– teoretická část
– návrhová část – návrh zlepšení výroby přesných bezešvých trubek
– zhodnocení návrhu

Základní literární prameny:

IMAI, M. Gemba. Kaizen-Řízení a zlepšování kvality na pracovišti. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2005. 324 s. ISBN 80-251-0850-3.

JUROVÁ, Marie, Vojtěch KORÁB, Pavel JUŘICA, Zdeňka VIDECKÁ a Vladimír BARTOŠEK. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada, 2016. 254 s. ISBN: 978-80-247-5717- 9.

ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 281 s. ISBN 978-80-247-2252-8.

TAPPING, Don, Tom LUYSTER a Tom SHUKER. Value stream management: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements. New York: Productivity Press, 2002, 169 s. + 1 CD-ROM. ISBN 1-56327-245-8.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby. Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D. ředitel	doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D. děkan

Abstrakt

Táto bakalárska práca sa zaoberá optimalizáciou výrobných procesov bezšvíkových rúr vo výrobnom podniku Železiarne Podbrezová a.s. Práca obsahuje predstavenie firmy a analýzu súčasného stavu výrobných procesov v prevádzkarni Ťahareň rúr Dielňa 1, ako aj materiálový tok skrz celý výrobný proces. Záver práce rieši návrhy pre optimálnejší a efektívnejší chod daného výrobného úseku.

Kľúčové slová: Modelování procesu, Optimalizace, Lean management, 5S,

Abstract

Theme of my final bachelor thesis is optimization of precision seamless tubes production. The thesis covers overall analysis of the company and current state of production processes at given production hall. Thesis also describes material flow through whole production process. In conclusion there are described suggestions to optimise and to improve efficiency of production.

Keywords: process modelling, optiization, Lean management, 5S

Bibliografická citácia

MIKULA, Samuel. *Optimalizace výroby přesných bezešvých trubek.* Brno, 2020. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127552. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

Čestné prehlásenie

Čestne prehlasujem, že na bakalárskej práce na tému Optimalizácia výroby bezšvíkových rúr som pracoval sám a všetky použité zdroje, z ktorých som čerpal sú riadne uvedené v použitej literatúre.

.....

Samuel Mikula

V Brně dňa 17.5.2020

Poďakovanie

Touto cestou chcem poďakovať vedúcej mojej bakalárskej práce pani profesorke Ing. Zdeňke Videckej, Phd za konzultácie počas vypracovávania tejto práce, za jej cenné rady a trpezlivosť. Tiež ďakujem spoločnosti Železiarne Podbrezová a.s., kde som získaval prax a vedomosti v oblasti výroby bezšvíkových rúr ťahaných za studena a za vytvorenie ideálnych podmienok na vypracovanie mojej bakalárskej práce. Poďakovanie patrí najmä pánovi Ing. Adriánovi Vrbovskému a jeho kolegovi Ing. Marcelovi Nepšinskému za poskytnutie potrebných dokumentov a literatúry a za čas venovaný mne a mojej práci.

Obsah

1. Úvod ... 10
2. TEORETICKÁ ČASŤ ... 11
   2.1. Produkt ... 11
      2.1.1. Cyklus tržnej životnosti produktu ... 11
      2.1.2. Podnikový proces ... 12
   2.2. Výrobný proces ... 12
      2.2.1. Požadované vlastnosti výrobného systému ... 13
      2.2.2. Potreba zlepšovania procesov ... 14
      2.2.3. Demingov Cyklus ... 15
   2.3. Štíhla výroba (Lean manufacturing) ... 16
      2.3.1. Metóda 5S ... 16
      2.3.2. SMED ... 17
      2.3.3. Six Sigma ... 17
   2.4. Business process reengineering (BPR) ... 18
      2.4.1. Metodiky procesného reengineeringu ... 18
   2.5. Procesné modelovanie ... 19
      2.5.1. Jazyk procesného modelovania ... 20
3. ANALYTICKÁ ČASŤ ... 21
   3.1. O firme ... 21
      3.1.1. Stratégia Spoločnosti ... 22
      3.1.2. Kľúčové ukazatele ... 22
      3.1.3. Výroba a predaj ... 23
      3.1.4. Organizačná štruktúra ... 24
   3.2. Globálna analýza ... 26
      3.2.1. Plánovanie ... 27
      3.2.2. Oddelenie kontroly ... 28
      3.2.3. Príprava výroby ... 28
      3.2.4. Ťahanie rúr ... 30
      3.2.5. Tepelné spracovanie ... 31
      3.2.6. Úprava ... 33
      3.2.7. Kontrolný rošt ... 34
      3.2.8. Expedícia ... 35
   3.3. Detailná analýza ... **Error! Bookmark not defined.**
      3.3.1. Príprava výroby ... 38
      3.3.2. Ručné hrotovanie (AVS 25,Crollman) ... 40
      3.3.3. Ťahanie za studena ... 43

3.3.4. Žíhanie 45
3.3.5. Úprava 46
3.3.6. Kontrola 47
3.3.7. Expedícia 48
3.4. Problémy a nedostatky ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.4.1. Hrotovanie 49
3.4.2. Ťahacie stolice 50
3.4.3. Úprava 53
4. NÁVRHOVÁ ČASŤ 56
4.1. Návrhy na zlepšenia 56
4.1.1. Hrotovanie 56
4.1.2. Ťahacie stolice 57
4.1.3. Úprava 61
4.1.4. Zhodnotenie Návrhov 64
5. Použitá Literatúta 66

1. Úvod

Podľa vývoja trhu je zrejmé, že neustále prispôsobovanie sa požiadavkám zákazníkov a ich potrebám je kľúčové pre udržanie konkurencieschopnosti podniku. Dôležitým prvkom v tomto sledovanom cieli je znižovanie všetkých druhov plytvaní a nákladov. Preto k naplneniu týchto požiadaviek je nevyhnutné neustále zlepšovanie výrobných procesov.

Hlavným cieľom mojej bakalárskej práce je návrh optimalizácie výroby bezšvíkových rúr ťahaných za studena v spoločnosti Železiarne Podbrezová a.s..

Prvá časť mojej práce je teoretické podloženie danej problematiky. Hlavnou úlohou tejto časti je oboznámiť čitateľa o teoretickom pozadí produktu, podnikových procesov, Lean manufacturing, procesnom reengineeringu a procesnom modelovaní.

V analytickej časti popisujem samotnú firmu a jej základné finančné ukazovatele. Ďalším bodom je globálna analýza výrobného procesu, ktorej hlavnou úlohou je analyzovať súčasný stav výroby bezšvíkových rúr, tiež aj vo forme mapy procesu. Popisová časť analytickej časti zahŕňa detailnú analýzu každého úseku výroby, kde sú odhalené tiež aj nedostatky a problémy získané meraním a pozorovaním priamo vo výrobe.

V poslednej kapitole mojej práce sa venujem samotným návrhom na zlepšenia a riešenia nájdených problémov. Pri návrhoch riešení som dbal na to, aby boli ekonomicky aj technologicky realizovateľné

Cieľ práce

Bakalárska práca rieši optimalizáciu výroby bezšvíkových rúr ťahaných za studena. Cieľom optimalizácie výroby je zefektívniť výrobné procesy a minimalizovať plytvania tvorené zlou organizáciou výroby.

Návrh vyplýva z analýzy súčasného stavu. Vychádza z teórie štíhlej výroby a smeruje ku zlepšeniu výrobného procesu.

2. TEORETICKÁ ČASŤ

2.1. Produkt

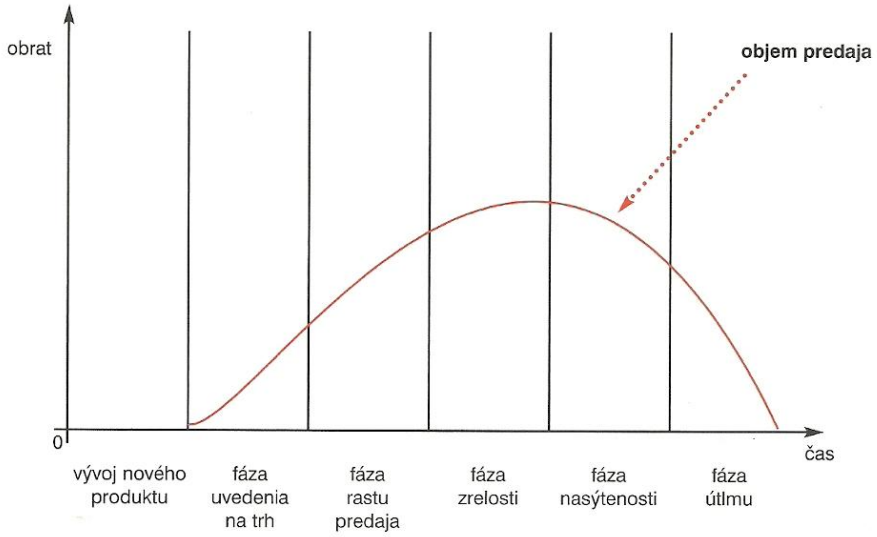
Produkt je fyzická jednotka (fyzický výrobok) a zameranie výkonu (služby), ktoré tvoria zväzok vlastností podľa individuálne odlišných potrieb a očakávaní užívateľskej hodnoty. Management neberie v úvahu rozhodovanie a chovanie ponúkajúceho, ktoré súvisia s kombináciami a variáciami jednotlivých vlastností produktu. Komplex výkonov v podniku tvorí celková ponuka, ktorú vo výrobnom podniku rozumieme ako plán výroby.

Cieľom výroby a podniku je zabezpečiť produkty, ktoré vyžaduje trh. Tento princíp sa nazýva pull princíp. Opačný princíp (push) je založený na predpoklade, že sa vyrába to, čo si žiada firma. Firma musí zabezpečiť, aby produkt úspešne dosiahol prebiehajúcu krivku životnosti, aby uspokojoval potreby stále narastajúceho segmentu zákazníkov s tým, že bude vyhovovať kapacitným, technologickým, akostným a personálnym možnostiam firmy. (1)

2.1.1. Cyklus tržnej životnosti produktu

Tržná životnosť produktu sa znázorňuje krivkou cyklu životnosti. Počas tohto cyklu prechádza produkt piatimi etapami: zavedenie, rast, zrelosť, nasýtenie a úpadok. Dĺžka cyklu je u rôznych produktov odlišná. Analýzy cyklu tržnej životnosti sú významnými metodickými základmi strategického plánovania. Na vývoj krivky životnosti pôsobí aj marketingová politika firmy, cena produktu, poskytovanie ďalších služieb (servis) a pod. Ďalej je potrebné brať do úvahy, že konkrétny produkt má svoj špecifický vývoj životnosti v rámci vývoja určitej triedy, či druhu produktu. Taktiež je ovplyvňovaný aj vývojom výrobného odboru rozvoja technológií.

obr. 1 Životný cyklus produktu (1)



Silný výrobok je taký, ktorý má vysokú úžitkovú hodnotu, má vysokú kvalitu, je lacný (primeraná cena), je sprevádzaný službami od dodávateľa. (2)

2.1.2. Podnikový proces

Podnikový proces je súhrn činností, ktoré transformujú súhrn vstupov do výstupov. Pre realizovanie procesu sa využíva ľudská pracovná sila a nástroje. Po uspokojení zákazníkových potrieb je pre podnik veľmi dôležitá aj jeho spätná väzba, aby sa vedeli ďalej rozvíjať v prospech zákazníka. (3) Pod podnikovým procesom je možné si predstaviť postup vybavenia zákazníka , čo zahŕňa aj zabalenie, predanie produktu a prijatie platby od zákazníka.

obr. 2 Schéma podnikového procesu (3)

Rozdelenie vstupov

Vstupy môžu byť rozdelené do štyroch základných skupín:

- Kontrolovateľné – vstupy, ktoré môžu byť zmenené na ovplyvnenie výstupu.
- Štandardné operačné procedúry – inštrukcie, ktoré opisujú ako vykonávať prácu, ako zabehnúť, riadiť a kontrolovať proces.
- Hlasité – vstupy, ktoré ovplyvňujú výstup, ale sú nekontrolovateľné, alebo len ťažko, za vysokých nákladov.
- Kritické – vstupy, ktoré majú hlavný vplyv na rozdielnosť výstupu. (4)

2.2. Výrobný proces

Výroba po vytvorení produktu alebo služby umožňuje uspokojiť potreby zákazníka. Je dôležitou a rozhodujúcou súčasťou tvorby hodnoty. Vďaka efektívnemu riadeniu výrobných procesov firma zaisťuje svoju ekonomickú existenciu a dosahuje konkurenčnú výhodu.

Výrobný proces je výsledok cieľavedomého ľudského chovania, ktorý pri použití vstupných faktorov zaisťuje pomocou transformačného procesu čo najhodnotnejší výstup. Inými slovami, je to premena vstupu na výstup. Za vstupy je potrebné považovať širokú škálu výrobných faktorov, ktoré členíme podľa Gutenberga takto:

- <u>Elementárne</u> – potencionálne: pracovná sila a výrobné prostriedky (budovy, pozemky, sklady, dopravné prostriedky atď.)

- spotrebné: materiály, ktoré tvoria podstatnú časť výrobku (suroviny, produkty druhovýroby, polotovary, cudzie diely a výrobky, normované diely a súčasti)
- materiály tvoriace nepodstatnú časť výrobku (pomocné materiály
- prevádzkové: režijne materiály
- obchodné tovary: nakupované položky

- Dispozitívne – management výroby (riadiace zložky, nástroje) (1)

3 druhy výrobných procesov:

- hlavné – prinášajú hodnotu podniku
- riadiace – činnosti, ktoré riadia správnu funkciu spoločnosti. Hodnotu neprinášajú
- podporné – tiež neprinášajú hodnotu podniku, no podporujú správnu činnosť hlavných a riadiacich procesov. Napr. záujem o zákazníkove potreby. (1)

2.2.1. Požadované vlastnosti výrobného systému

Výrobný systém má mnoho vlastností, ktoré ho charakterizujú. Avšak len dve charakterizujú jeho rozhodujúce predpoklady úspešného uplatnenia – kapacita a elasticita.

Kapacita

Kapacita je schopnosť výkonu výrobnej jednotky alebo výrobného systému – ľubovoľného druhu, veľkosti a štruktúry – v danom časovom úseku. Schopnosť výkonu je možno popísať kvalitatívnymi a kvantitatívnymi komponentami. Druh a akosť kapacitnej jednotky určujú jej kvalitatívnu schopnosť výkonu.

Podstata kapacity z hľadiska kvantitatívneho je určená kvantitatívnou schopnosťou výkonu a merateľnou jednotkou. Ak je kapacita meraná pri výstupe, tak bude určená vo vzťahu k časovému úseku (mesiac, rok...), aby bolo možné vymerať rozsah kapacity. Tento kvantitatívny ukazovateľ nám hovorí o tom, že aký maximálny rozsah výkonu je kapacitná jednotka za dané obdobie schopná podať.

- Maximálna intenzita výroby (I_{max}) – najvyššia možná rýchlosť výroby.
- Maximálny užitočný kapacitný prierez (W_{max}) – u homogénnych výrobných jednotiek predstavuje počet týchto pracovných systémov.

- Maximálny možný čas výkonu behom obdobia (počet časových jednotiek za obdobie) dané kapacitné jednotky (T_{max}).

Násobením týchto veličín získame maximálne množstvo výrobkov za obdobie. Výrobky sa uvádzajú v jednotkách kusov, metrov, ton, litrov atď. Záleží to od druhu výrobku. (1)

Elasticita výrobného systému

Elasticitou rozumieme flexibilitu, prestaviteľnosť, schopnosť adaptácie výrobného systému na zmeny. Elasticita má kvalitatívny aj kvantitatívny aspekt.

Pod kvalitatívnou sa rozumie schopnosť obsadenia výrobného systému s alternatívnymi druhmi použitia. Výrobné prostriedky je nutné rozlišovať, či sú jednoúčelové (špeciálne) alebo viacúčelové (univerzálne).

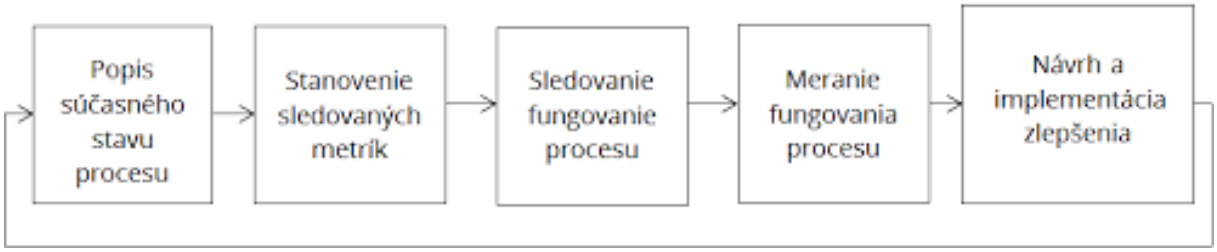
Kvantitatívna elasticita je schopnosť výrobného systému reagovať na množstevné zmeny v objeme výroby. Pri elasticite výrobného procesu je potrebné uvažovať s tromi prispôsobeniami:

- Intenzívne - počíta s alternatívnymi možnosťami rýchlostí vykonania operácií
- Časové - pri zmene úlohy vyjadruje za akú dobu je možné pokračovať v práci
- Prierezové – v kapacitnom priereze

Kvantitatívna elasticita výrobného systému sa určuje tým, ako rýchlo je možné zrealizovať prestavby pracovísk na zmenené výrobné úlohy a procesy – rýchlosť prispôsobenia. (1)

2.2.2. Potreba zlepšovania procesov

Zlepšovanie procesov je pre podnik nevyhnutná aktivita pre udržanie si konkurencieschopnosti a celkovo udržateľnosti na trhu. Vyplýva z toho, že zákazník neustále vyžaduje lepší a kvalitnejší produkt či služby. Preto je dôležité zlepšovať procesy formou priebežného zlepšovania. Tento prístup je založený na pochopení a meraní procesov, z ktorých vyplývajú podnety k zlepšeniu – prirodzený procesný prístup.



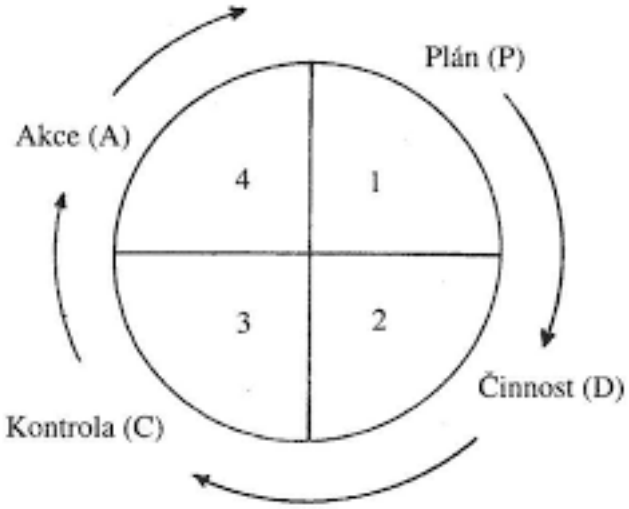
obr. 3 Priebežné zlepšovanie procesu

Po náraste konkurencie a vývoji nových technológií (internet, big data) potreba zlepšovania procesov akceleruje. Už nestačí prirodzene priebežné zlepšovanie, no je nutné zavádzať

radikálnejšie a dramatickejšie zmeny pre udržanie konkurencieschopnosti. Jedným z prístupov dramatického zlepšovania procesov je tzv. Reengineering podnikových procesov (BPR). (3)

2.2.3. Demingov Cyklus

Demingov cyklus bol pomenovaný po doktorovi W.E Demingovi, ktorý ho prvý krát popísal japonským inžinierom. Tento cyklus pozostáva zo štyroch jednoduchých krokov, ktoré sú priebežne opakované.



obr. 4 Demingov Cyklus (5)

- Plán (P) – v tomto kroku je dôležité si uvedomiť, čo je potrebné zlepšovať a naplánovať si činnosti, ako k tomuto zlepšeniu najefektívnejšie dospejeme. Najlepšie pomocou brainstormingu a podobnými metódami plánovania.
- Činnosť (D-Do) – v tomto kroku si otestujeme plán z predchádzajúceho kroku, a zavedieme opatrenia do užívania.
- Kontrola (C-Control) – po zavedení opatrení do užívania je potreba ich sústavne kontrolovať či zodpovedajú plánu, ktorý bol vytvorený v prvom kroku. Poprípade navrhnúť nové riešenia.
- Akcia (A-Action) – vykonávanie zmien, ktoré sa časom štandardizujú, pri ktorých môžeme zachytiť prípadné chyby.

Tieto 4 kroky sa neustále plynutím času opakujú. (5) (6)

Podniková filozofia riadenia Lean Manufacturing sa najmä zaoberá elimináciou plytvania. Podľa rozdelenia MUDA (zadefinuj výraz MUDA) poznáme 7 druhov plytvania:

- Transport – zbytočné premiestňovanie materiálu a produktu
- Skladovanie – obmedzenie prebytočného inventára
- Pohyb – neefektívny pohyb zamestnancov
- Čakanie – prestoje
- Nadvýroba – výroba nad rámec požiadaviek zákazníka
- Nadbytočné spracovanie – kvalita a spracovanie, ktoré nevyžaduje zákazník
- Chyby – výroba defektných výrobkov (5)

2.3. Štíhla výroba (Lean manufacturing)

Lean management je podniková filozofia, ktorej zámerom je neustále zlepšovanie vo všetkých oblastiach. Snaží sa zamedziť zbytočnému plytvaniu, zvýšiť efektivitu procesov s čo najvyšším uspokojením zákazníkových potrieb.

Najznámejší a najdôležitejší prístup pri tvorbe hodnoty je Lean Manufacturing (štíhla výroba). Je to metodológia zameraná na odstránenie všetkých druhov plytvania z výrobných procesov. Lean v sebe ukrýva niekoľko metód, ktorých úlohou je obmedziť vplyv ľudského faktora, zvýšiť efektivitu a znížiť spotrebu času a nákladov pri zachovaní rovnakej kvality výrobku. (5)

2.3.1. Metóda 5S

Metóda 5S pozostáva z piatich pilierov, ktoré zlepšujú prehľad a systém na pracovisku. Dva najdôležitejšie prvky sú nastavenie poriadku a triedene, na ktorých závisí úspech zlepšovania činností. Týchto päť pilierov je definovaných ako triedenie, poriadok, lesk, štandardizácia a zachovanie. Tým, že názvy týchto slov sú pôvodom z japončiny a začínajú na S je táto metóda označovaná ako 5S. (7)

- Prvý pilier – **Seiri** (triedenie) – prvý krok v metóde 5S zodpovedá zásade JIT (just-in-time), teda mať pri sebe len to, čo je potrebné a v čase kedy to je potrebné. Triedi sa to, čo je na pracovisku počas činnosti zbytočné a naopak to, čo je nevyhnutné. Metód triedenia je viacero, napríklad označovanie farebnými visačkami predmety, ktoré musia byť vyhodnotené ako potrebné či nepotrebné. Ďalej sa pýtať pri jednotlivých predmetoch či je predmet potrebný. Ak áno, je potrebný v tomto množstve? Ak je potrebný, je na správnom mieste? (7 s. 26)

- Druhý pilier – **Seiton** (poriadok) – nastavenie poriadku znamená, že predmety a nástroje na pracovisku sú ľahko použiteľné, a viditeľné na konkrétnom mieste, kde ich vždy každý nájde a vie rýchlo a jednoducho použiť. Tento krok je veľmi podstatný, lebo eliminuje rôzne plytvania, ako napr. pohybom, ľudskou energiou, nadbytočnými zásobami, hľadaním vo výrobe, ale aj v administratíve a iné (7 s. 40).
- Tretí pilier – **Seiso** (lesk) – lesk je expresné slovo, ktorým sa myslí, že všetko by sa malo udržovať čisté a zametené. Všetko je potrebné udržovať a pravidelne čistiť, aby v prípade potreby všetko bolo pripravené k použitiu. Činnosť lesku má výrazný vplyv na efektivitu a bezpečnosť práce. Tak isto má vplyv na morálku zamestnancov. (7 s. 58)
- Štvrtý pilier – **Seiketsu** – (štandardizácia) – je to metóda, ktorá sa používa na zachovanie predchádzajúcich troch pilierov. Je potreba vytvoriť spôsob, akým sú procedúry vykonávané. V tomto prípade je potrebné nájsť spôsob, ktorým sa udržia predchádzajúce 3S. Napr. rozhodnúť, kto je za čo zodpovedný. Pravidelná kontrola, či sú 3S dodržiavané. (7 s. 70)
- Piaty pilier – **Shitsuke** (zachovanie) – zachovať vytvorený návyk z pravidelného a riadneho dodržovania správnych procedúr. Zachovanie je niekedy náročné udržať. Veľakrát ihneď po triedení sa nepotrebné veci vracajú na pracovisko. Preto je dobré zaviesť penalizácie za nedodržiavanie predchádzajúcich „S“ a naopak odmeny za ich dodržiavanie. (7 s. 88)

2.3.2. SMED

Single Minute Exchange of Die je metóda, ktorej cieľom je zaistiť rýchly prechod z jedného typu výrobku na druhý, a tým umožniť výrobu v malých dávkach. Taká výroba je viac pružnejšia a zabezpečuje nižšiu rozpracovanosť výroby. (5)

2.3.3. Six Sigma

Metóda Six Sigma pomáha detekovať chyby ešte skôr ako sa vyskytnú. Pozostáva z piatich fáz pri zlepšovaní procesov tzv. DMAIC:

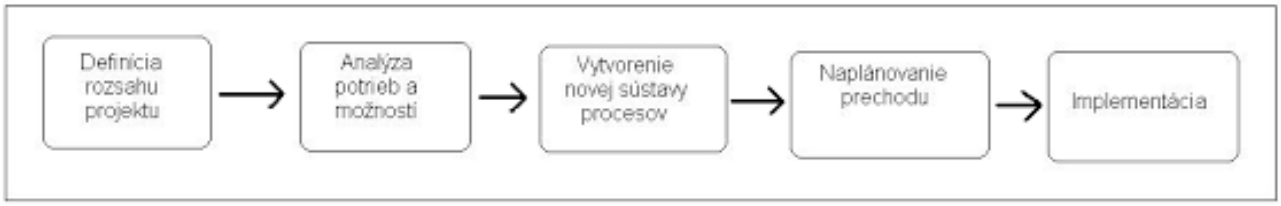
- Definovať (Define) –definovanie cieľa. Tak isto je potreba si určiť, či nám zlepšenie prinesie finančné prínosy. Vytvorenie plánu komunikácie a určiť kto

a za čo bude v tíme zodpovedať a definovať deň kontroly a priradiť človeka na kontrolu

- Merať (Measure) – zhotoviť mapu toku hodnoty, tiež vytvoriť operačné definície a plán zberu dát, následné ich zbieranie. Stanovenie spôsobilosti procesu. Určiť kvantitatívne hodnoty procesu
- Analyzovať (Analyze) – identifikácia potenciálnych kľúčových príčin a ich obmedzenie, stanovenie vstupov, odhad vplyvu na hlavné vstupy, stanovenie priorít
- Zlepšenie (Improve) – vytvorenie riešenia, vybrať a optimalizovať najlepšie riešenie, vytvoriť ideálnu mapu toku hodnoty, zaviesť riešenia, vytvorenie úplného plánu riešenia
- Riadenie (Control) – zavedenie prevencie chýb, vytvorenie plánu školenia a riadenia procesu, zavedenie riešení a trvalé merania procesu. (5) (6)

2.4. Business process reengineering (BPR)

BPR je úplne iným prístupom ako priebežné zlepšovanie procesov. BPR predpokladá, že súčasný proces je nevyhovujúci a nefunkčný a je potreba zmien od začiatku. Takto radikálny prístup umožňuje procesným inžinierom úplne čistý pohľad na proces, umožňuje sa odpútať od predchádzajúceho a začať pracovať na úplne novom procese, ktorý bude efektívnejší. (3)



obr. 5 Postup procesného reengineeringu

2.4.1. Metodiky procesného reengineeringu

Na svete existuje viacero metodík reengineeringu líšiacich sa rozsahom a zameraním na praktickej a teoretickej úrovni. Najdôležitejším prvkom týchto metód sú informačné technológie a ich využitie do budúcnosti. Významnú rolu v reengineeringových metódach hrá aj ľudský faktor (tímová práca). (3)

Metodika Hammera a Champyho

Hammer a Champy sa považujú za klasikov procesného reengineeringu, ktorí ho definujú ako fundamentálne premýšľanie a radikálnu rekonštrukciu strategicky kritických podnikových procesov (Hammer, M.,Champy, J., 1993). Ako hlavný problém považujú nedostatočne definované ciele a zlý management. Zlepšenie týchto faktorov vedie k úspešnému reengineeringu procesov. Zainteresovanosť ľudí (zamestnancov) berú len ako okrajový faktor, ktorý je dnes považovaný za hlavnú prekážku implementácie nového systému procesov. (3)

Metodika T. Davenporta

Stredobodom pozornosti pri metodike T. Davenporta sú informačné technológie. Podľa neho majú vysoký potenciál inovácie. Do centra pozornosti dáva aj organizačné a personálne záležitosti a ich súmerné chovanie, ktoré podnikové procesy vyžadujú. Pri riadení zmeny sa Davenport prikláňa k tradičnému chápaniu riadenia a to tzv. "funkčného-líniového" ako napr. plánovanie, prikazovanie, sledovanie a tradičné postupy rozhodovania a komunikácie (Davenport, T.H., 1993) (3)

Metodika ARIS prof. Scheera

Táto metodika nedefinuje žiadny presný postup, ale skôr poskytuje ucelený pohľad na proces skrz procesné modely.

Je postavený na piatich základných postupoch:

- Organizačný pohľad popisuje pracovné a organizačné jednotky, ich zloženie a väzby medzi nimi
- Dátový pohľad je tvorený stavmi a udalosťami
- Funkčný pohľad obsahuje: popis funkcií, štruktúru vzťahov medzi funkciami.
- Procesný pohľad zachytáva vzťahy medzi jednotlivými pohľadmi
- Výkonový pohľad, ktorý nebol používaný v starších metodikách, no pri tejto metodike predstavuje hlavný nástroj realizácie priebežného zlepšovania procesu

2.5. Procesné modelovanie

Procesné modelovanie je činnosť, ktorá pozostáva z tvorby procesných máp. Procesná mapa nám vizuálne umožňuje mať ucelený pohľad na daný proces s využitím symbolov. Popisuje hlavné procesné aktivity a určuje ich hranice. Procesné mapy by mali byť pravidelne obnovované. Je možné ich využiť pri ľubovoľnom procese.

2.5.1. Jazyk procesného modelovania

Prvá verzia bola predstavená v novembri 2002 (BPML). Tento jazyk je zameraný na koordináciu podnikových procesov medzi obchodnými partnermi. Preto je definovaný ako štandard protokolu B2B. Je koncipovaný ako exekutívny jazyk - modely sú spustiteľné v definovanom prostredí. Textová podoba jazyka a modelu vychádza z jazyka XML (Extensbile Markup Language). Popis procesu je kód, ktorý sa analyzuje pomocou softwarových nástrojov.

Podľa dokumentu (BMPI 2002) je definovaných niekoľko základných grafických symbolov, z ktorých sa skladá jazyk BPML:

- **Udalosti** – akákoľvek udalosť v procese (začiatok a koniec činností, zmena stavu činnosti).
  - počiatočná – začiatok procesu
  - koncová - koniec procesu
  - medzikrok – podstatná udalosť v procese
- **Činnosti** – aktivita, vykonávaná v rámci procesu.

- **Brána** – miesto v procese, kde sa rozchádzajú alebo schádzajú rôzne alternatívne cesty. Ich úlohou je modelovať primitívne logické vetvy (OR,XOR,AND brány).

- **Tok** - vyjadruje poradie činností v procese (sekvenčné toky).

Základný typ sekvenčného toku

- Podmienkový sekvenčný tok.

- Defaultný sekvenčný tok (Po bráne XOR).

- Tok správ

3. ANALYTICKÁ ČASŤ

V analytickej časti mojej bakalárskej práci sa zameriavam na predstavenie spoločnosti Železiarne Podbrezova a.s., ich stratégiu, výrobný sortiment všetkých častí podniku, predaj zameraný konkrétne na bezšvíkové rúry v rámci EÚ a export bezšvíkových rúr do krajín sveta a taktiež organizačnú štruktúru spoločnosti. V ďalšej časti riešim globálnu analýzu výrobného procesu v ťahárni (Dielňa 1), ktorá poskytuje ucelený pohľad na tok materiálu a hodnoty skrz celý výrobný proces, ktorý je tiež znázornený v procesnej mape výrobného procesu.
Detailná analýza poskytuje pohľad na každý proces zvlášť a detailný popis každej operácie v súčasnom stave. Práve vďaka tejto analýze budú odhalené nedostatky vo výrobnom procese, na ktoré budú v samostatnej časti tejto práce navrhnuté opatrenia na ich odstránenie.

3.1. Železiarne Podbrezová a.s.

Spoločnosť Železiarne Podbrezová a.s. (ďalej ŽP a.s.) má sídlo na strednom Slovensku v obci Podbrezová (okres Brezno). Sú integrovaným výrobcom oceli a oceľových bezšvíkových rúr. V mojej bakalárskej práci sa budem zameriavať na výrobný sortiment bezšvíkových rúr, ktoré sú vyrábane pomocou technológie ťahania za studena. Ročná výroba bezšvíkových rúr je 160 000 ton. Vďaka tomuto číslu sa ŽP a.s. zaraďujú k popredným výrobcom oceľových bezšvíkových rúr. Spoločnosť má vlastnú obchodnú a marketingovú sieť, vďaka čomu môžu realizovať svoj obchod vo viac ako 50 krajinách sveta.
Železiarne Podbrezová a.s. majú dlhú a bohatú históriu, ktorá sa začala písať už v 19. storočí a to konkrétne v roku 1840. Výnimočné na tom je to, že počas tak dlhej histórii dokázala čeliť viacerým nepriaznivým faktorom, ako napríklad prvá a druhá svetová vojna, zoštátnenie a podobne. Napriek týmto ťažkým podmienkam si udržala výborné postavenie medzi hutníckymi fabrikami.
Spoločnosť sa riadi filozofiou, že úspech a výsledky firmy závisia najmä od ľudí. Preto si spoločnosť už od mladého veku vychováva svojich zamestnancov vo vlastnej Súkromnej strednej odbornej škole hutníckej a vo svojom súkromnom gymnáziu.
Z môjho pohľadu,táto časť Slovenska - oblasť Horehronie, čo sa zamestnanosti týka významne závisí od činnosti Železiarní Podbrezová a.s. Patria totiž k najväčším zamestnávateľom v tomto regióne. (9)

3.1.1. Stratégia Spoločnosti

Stratégia podnikateľskej činnosti ŽP a.s., je zameraná na rozdeľovanie svojich investícií, predajných záujmov do troch základných pilierov. Táto metóda sa nazýva diverzifikácia. Spoločnosť rozvíja hlavne hutnícku výrobu (výroba ocele), oceľových bezšvíkových rúr, presných bezšvíkových rúr a hutnícku druhovýrobu.

Marketingová stratégia

Je upriamená na 3 základné ciele :

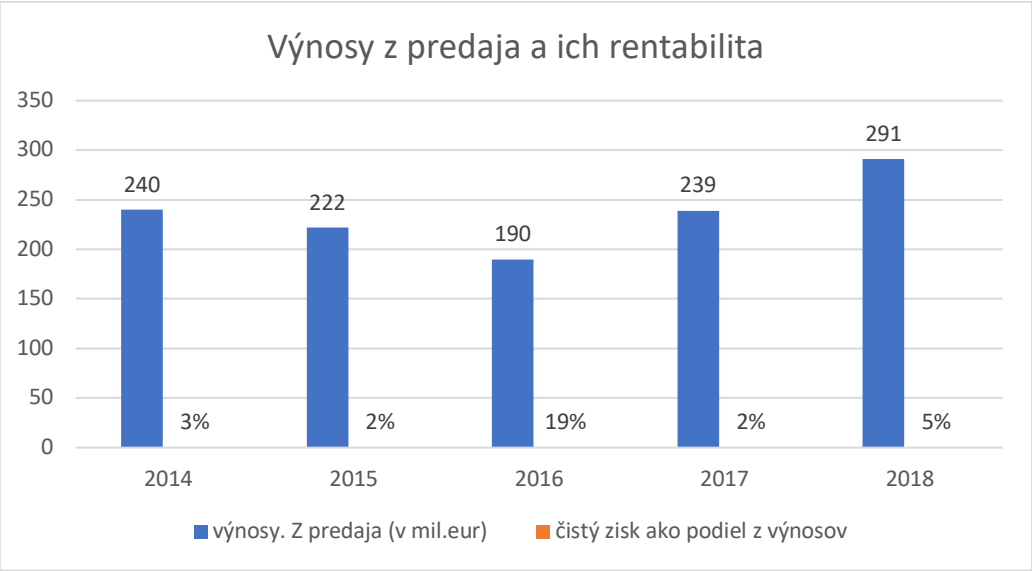
- Uspokojenie potrieb odberateľov bezšvíkových rúr a zvýšenie podielu rúr na špeciálne použitie ako napr. rúry kotlové, výmenníkové, ložiskové, konštrukčné legované
- Získanie nových zákazníkov pre oblasť kotlových rúr. Vďaka ním sa otvoria možnosti vývoja nových typov ocelí
- Zvýšiť podiel výrobkov s vyššou pridanou hodnotou
-

3.1.2. Kľúčové ukazovatele

Vývoj vybraných konsolidovaných údajov (v tis. Eur)

Rok	2014	2015	2016	2017	2018
Výnosy z predaja	453 354	428 458	329 031	333 506	397 579
čistý zisk / strata	4 512	4 277	21 519	6 952	18 232
Rentabilita výnosov z predaja	1%	1%	7%	2%	4%
čistý prevádzkový cashflow	32 982	32 953	24 817	3 514	15 788
celkové aktíva	459 732	449 337	328 190	343 934	374 377
Vlastné imanie	252 577	253 037	201 144	204 908	374 377
Rentabilita vlastného imania	2%	2%	12%	3%	8%
rentabilita Celkového kapitálu	1%	1%	7%	2%	5%
Zisk/strata na 1 akciu	2	2	9	3	7
Vlastné imanie na 1 akciu	101	101	80	82	87

Tab. 1 Kľúčové finančné ukazatele spoločnosti (8)



Graf. 1 Výnosy z predaja a ich rentabilita (8)

3.1.3. Výroba a predaj

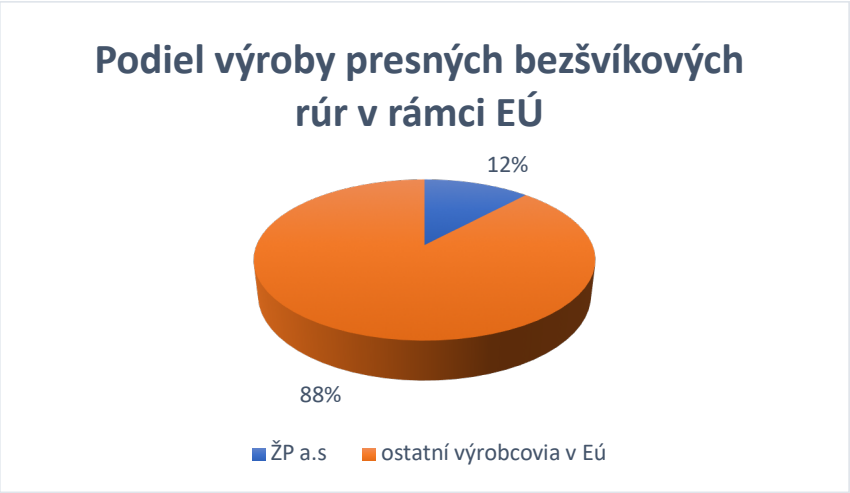
Výrobný sortiment ŽP a.s. sa delí na viaceré skupiny. Plynulo odlievané oceľové bloky, bezšvíkové rúry valcované za tepla, presné bezšvíkové rúry ťahané za studena, rúrové navarovacie oblúky a rúrové prechody.

Predmetom mojej bakalárskej práce bude problematika výrobkov, ktoré boli vyrábané pomocou ťahania za studena.

Presné bezšvíkové rúry sa delia podľa použitia:

- Štandardné presné rúry
- Rúry pre automobilový priemysel
- Rúry pre tlakové hydraulické a pneumatické valce
- Rúry pre tlakové hydraulické a pneumatické obvody
- Galvanické pozinkované rúry
- Rúry pre výrobu ložísk
- Rúrové polotovary, navarovacie oblúky a polotovary (9)

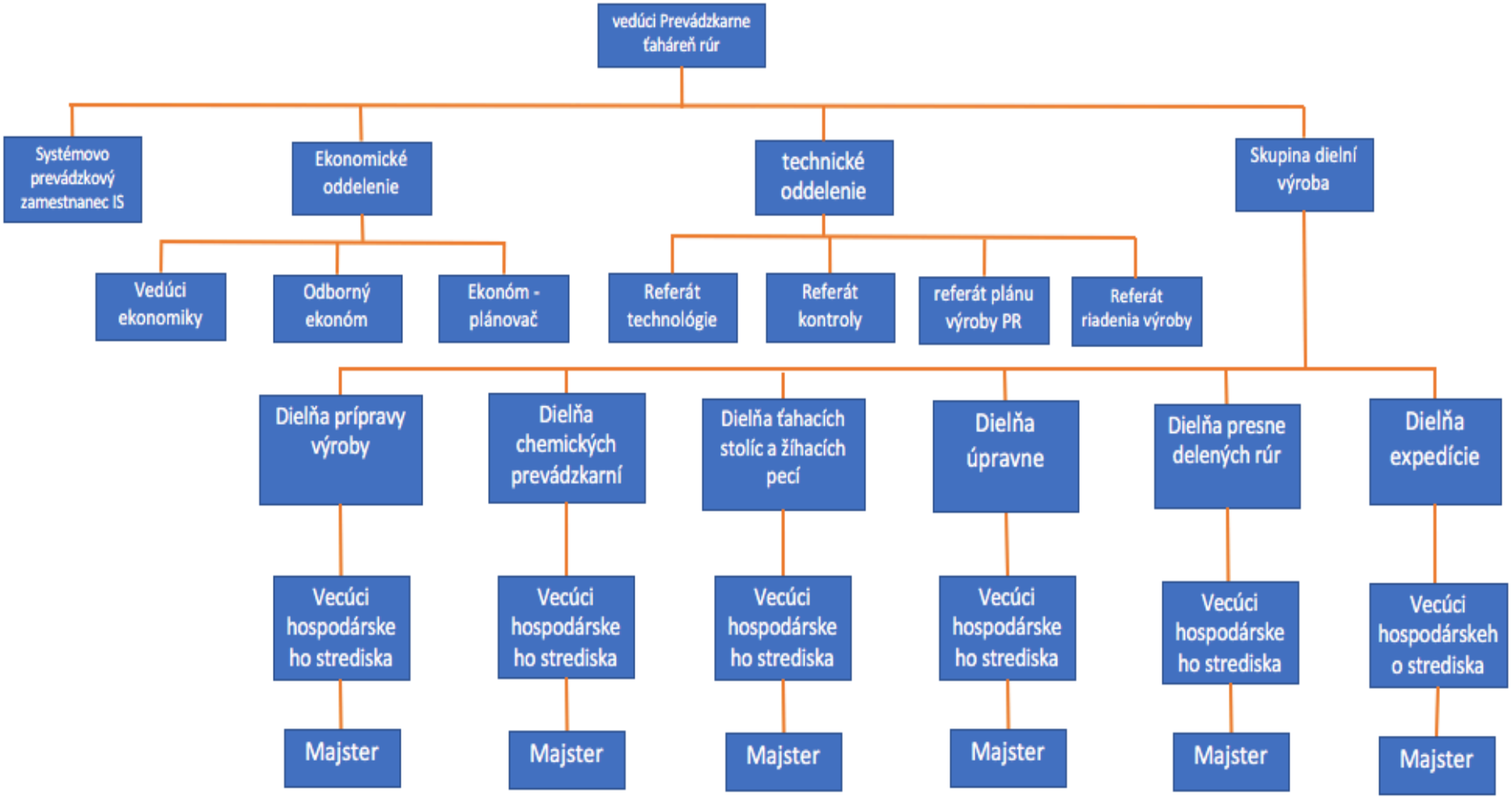
Podiel na výrobe presných bezšvíkových rúr v rámci EÚ v roku 2018



Graf. 2Podiel výroby bezšvíkových rúr v rámci EU. (8)

3.1.4. Organizačná štruktúra

Organizačná štruktúra dielne 1 vyjadruje vzťahy medzi útvarmi a väzby medzi nimi. Nachádzajú sa v nej útvary, ktoré sú nevyhnutné pre správny chod prevádzky. Pod každé oddelenie patria kľúčové pozície, ktoré zodpovedajú svojmu úseku. Tiež je rozdelená na dielne vo výrobe. Každá dielňa má priradeného tzv. vedúceho hospodárskeho strediska, ktorému je podriadený majster dielni vo výrobe. On zodpovedá za správnu činnosť jednotlivého strediska. Viď. obr. 6 Organizačná štruktúra Prevádzky Ťaháreň rúr.



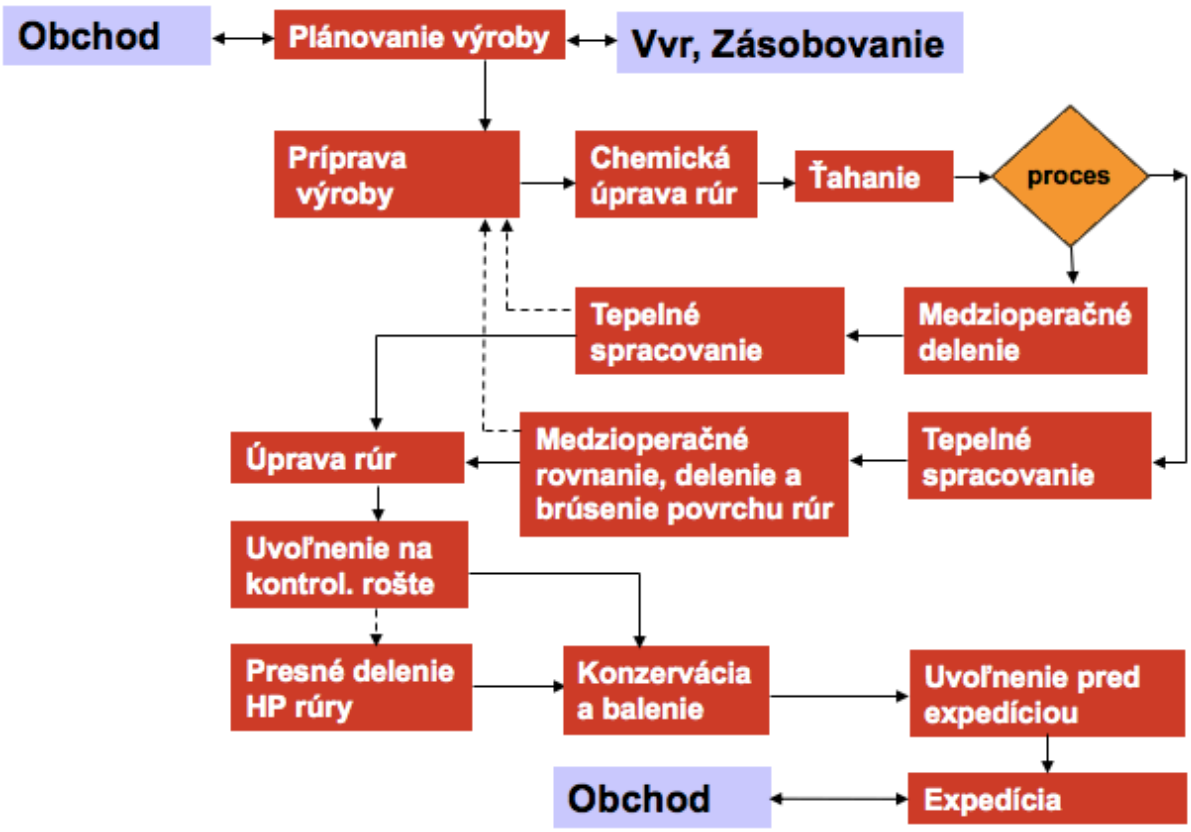
obr. 6 Organizačná štruktúra Prevádzky Ťaháreň rúr. (9)

3.2. Globálna analýza

Prevádzkareň Ťaháreň rúr sa nachádza sa v novom závode Železiarní Podbrezová a.s., ktorý sa nachádza v mestskej časti Piesok. Je v jednej z dvoch výrobných hál, ktoré produkujú ťahané rúry za studena. V dielni č.1 sa ťahajú rúry s vonkajším priemerom od 3 mm do 40 mm a je rozlohovo menšia. Jej výrobný sortiment sa skladá z presných bezšvíkových rúr ťahaných za studena, rúrových polotovarov, rúrových navarovaných oblúkov. Za jej správny chod a za dodržanie plánov zodpovedá vedúci prevádzkarne Ťaháreň rúr, ktorý je priamo podriadený výrobnému riaditeľovi.

V ďalšom texte sa sústredím na výrobný proces a procesy sním súvisiace.

Táto procesná mapa zodpovedá súčasnému stavu výroby bezšvíkových rúr ťahaných za studena (viz. **Error! Reference source not found.**). V nasledujúcich častiach sú popísané jednotlivé procesy znázornené v procesnej mape.



obr. 7 Procesná mapa výrobného procesu (9)

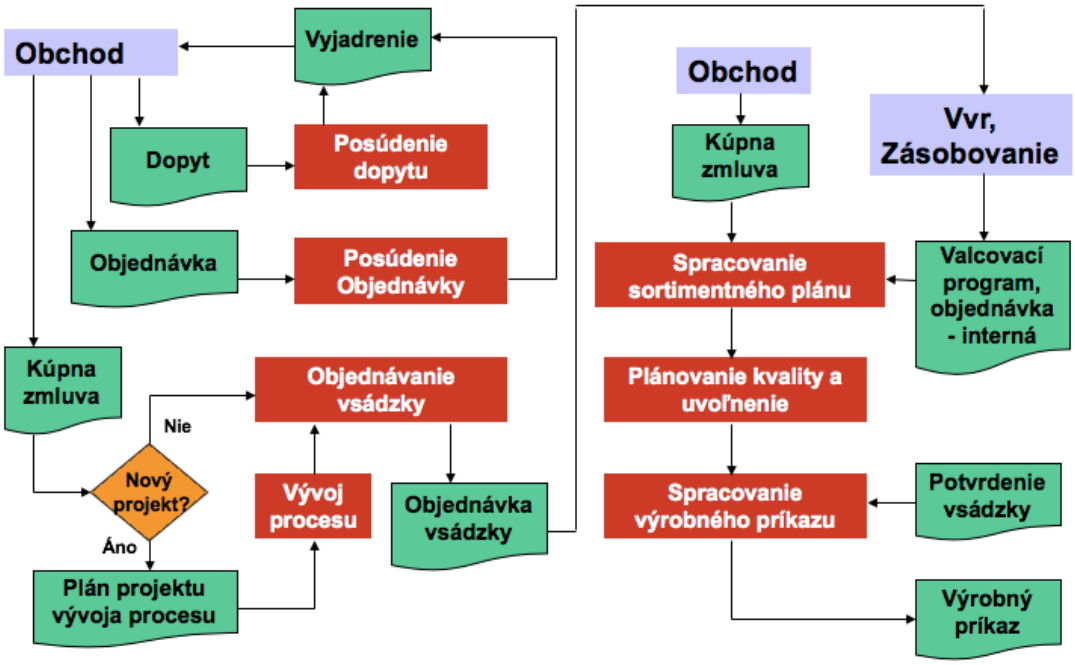
3.2.1. Plánovanie

Plánovanie je základným prvkom výroby, zodpovedá za jej správny a optimálny chod. Procesy výroby vykonávajú členovia multidisciplinárneho pracovného kolektívu prevádzkarne Ťahárne rúr (Vt) v spolupráci s ďalšími prevádzkami a odborovými útvarmi podniku.

Pozostáva z nasledujúcich krokov:

- Posúdenie dopytu
- Posúdenie objednávky
- Vývoj výrobného procesu
- Zabezpečenie výrobného podporného procesu
- Objednanie potrebnej vsádzky (rozmerovej tolerancie)
- Spracovanie sortimentného plánu
- Plánovanie kvality
- Spracovanie a uvoľnenie výrobného príkazu (10)

Viď. obr. 8 Procesná mapa úseku plánovania



obr. 8 Procesná mapa úseku plánovania (9)

3.2.2. Oddelenie kontroly

Vykonáva vstupnú, medzioperačnú a výstupnú kontrolu. Sleduje kvalitu výrobkov, či nie sú poškodené výrobou alebo manipuláciou pri preprave. (10)

3.2.3. Príprava výroby

Príprava výroby spočíva vo viacerých za sebou postupujúcich operáciách, ako je: príjem vstupného materiálu na sklad, vstupná kontrola lupy, skladovanie, hrotovanie a chemická úprava – morenie. Za správny chod úseku prípravy výroby zodpovedá majster. Tomuto sú priamo podriadení 4 predáci (1 v každej zmene), ktorí zodpovedajú za správne vykonávanú prácu a za príslušné merania. (10)

Skladovanie „lupy“ vstupného materiálu

Pracovníci skladu zabezpečujú príjem vstupného materiálu (lupy), ktorý je produktom prevádzkarne Valcovňa bezšvíkových rúr (Vvr) , tak isto zabezpečujú aj kontrolu lúp a ich evidenciu v sklade vstupného materiálu a výdaj materiálu určeného na spracovanie. Materiál sa objednáva z Vvr, ktorý je následne naložený na prevozné palety zamestnancami expedície Vvr a pomocou obkročného vozidla typu Hyster prevezený do skladu vstupného materiálu prevádzkarne Ťahareň rúr. Po dopravení potrebných zväzkov rúr prebieha ich vstupná kontrola, ktorá spočíva v meraní rozmerových charakteristík, vo vážení dopravených zväzkov, taktiež sa vykonáva náhodná kontrola povrchu rúr. Po dôkladnej kontrole vstupného materiálu sa tento pomocou mostového žeriavu prekladá z prevážacej palety a je zaskladnený do určených skládok. Po dôkladnom vykonaní daných úkonov nasleduje uvoľnenie vstupného materiálu do výroby a tiež aj jeho evidencia a výdaj materiálu určeného pre ďalšie výrobné operácie (spracovanie).

Hrotovanie je prvá operácia na rúrach určených na ťahanie za studena, ktorá je začlenená k príprave materiálu. Základnou úlohou hrotovania je príprava vstupnej lupy, pre ďalšie technologické postupy. Pri hrotovaní sa na hrotovacom zariadení zápustkovým kovaním vytvorí na konci rúry úchopná časť – hrot. Vytvorenie hrotu je potrebné, z dôvodu aby bolo možné ťahacou stolicou uchopiť rúru. Na základe spôsobu hrotovania je hrotovanie rozdelené do dvoch skupín:

a) hrotovanie za tepla – pre zníženie námahy na vytvorenie hrotu a zníženia opotrebovania zápustiek (najmä hrubšie steny rúr). Spočíva v redukovaní (zmenšovanie priemeru) jedného konca rúry ohriateho v štrbinovej peci na kovaciu teplotu (1000 – 1100 °C). Pec je navrhovaná tak, aby zohriala cca 600-700 kg

koncov rúr za hodinu na požadovanú teplotu. Je vyrobená z valcovanej ocele (konštrukčné plechy a uholníky), žiaruvzdornej výmurovky (na báze vysokopecného mulitu a šamotu), zariadenia na ohrievanie (horáky s rozvodmi zemného plynu a spaľovacieho vzduchu, ovládacie armatúry) odťahu spalín do komína spolu s rekuperátorom vzduchu. Kontrola tepelného stavu pece sa vykonáva vizuálnou kontrolou stavu už ohriatych koncov rúr (správne sú zahriate vtedy, ak rúry v štrbinovej peci majú svetlo červenú, až žltočervenú farbu) a kontrolou tlaku vzduchu a plynu na manometroch, ktoré sa nachádzajú pred horákmi. Na túto pracovnú operáciu sa využíva zariadenie typu AVS-25T, ktoré hrotuje rúry s rozmermi Ø 32x2,5 až Ø 42x5.

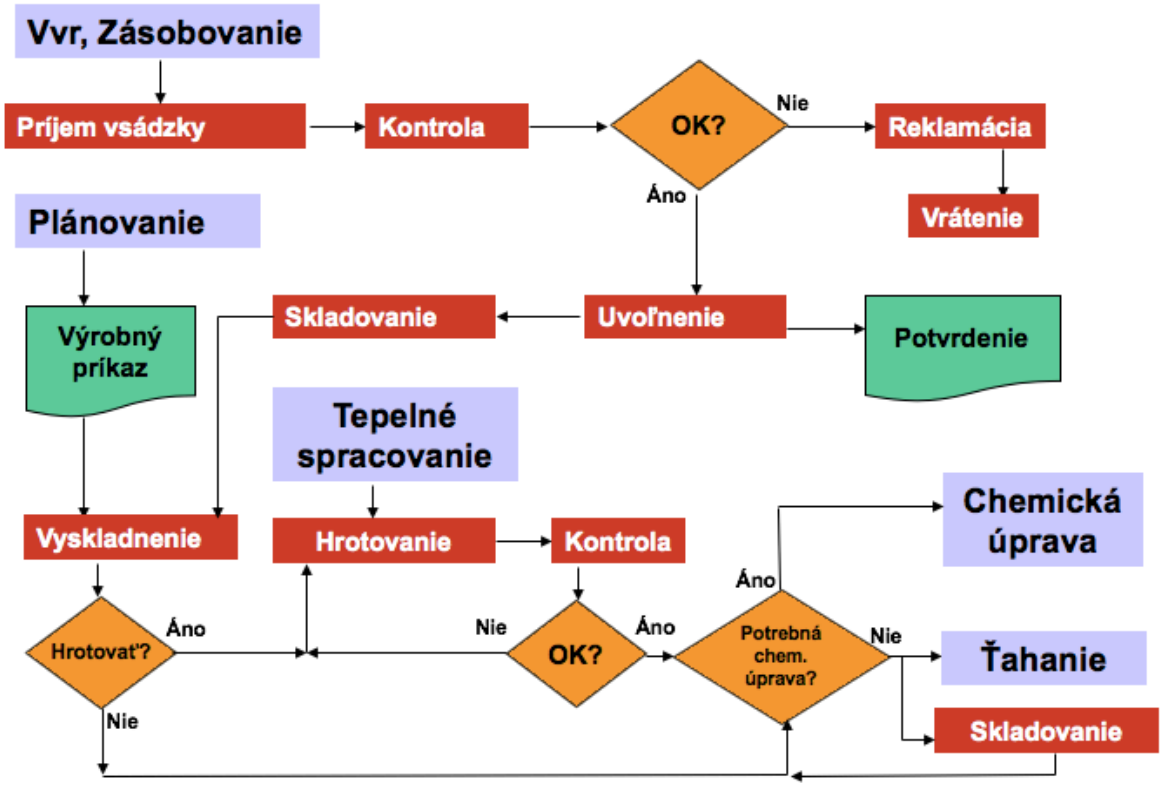
b) hrotovanie za studena – spočíva v redukovaní konca rúry lisovaním na hydraulickom lise s dvoma pármi zápustiek (vertikálne a horizontálne) alebo kovaním na hrotovacom zariadení AVS-40. Na hrotovanie za studena sú určené stroje typu AVS-40 (Ø16x1 až Ø38x4,5) , AVS25 (Ø16x0,8 až Ø 38x3,5) , hrotovací stroj Crollman (Ø5x0,5 až Ø16x2,5), RAP60 (Ø15x0,75 až Ø32x2).

Hrot musí byť dostatočne dlhý na to, aby sa rúra pevne uchytila do čeľustí ťahacieho vozíka. Zvyčajne je dlhý cca 200 mm a ich priemer sa robí podľa nasledujúcich ťahov. Priemer hrotu musí byť minimálne o 2mm menší ako bude priemer rúr po ťahu a to preto, aby rúra prečnievala cez tvárniaci nástroj – prievlak a bolo ju možné uchopiť pre ťah. Priemer hrotu musí byt hladký, nesmú na ňom byť šupiny, výronky a iné defekty. Po celej dĺžke musí mať rovnaký priemer. Pri hrotovaní sa dbá na priepustnosť hrotu, aby pri chemickej úprave mohli technologické roztoky pôsobiť na celý vnútorný povrch rúr. Medzi základné defekty hrotovania patria napr. „prepálený“ materiál za hrotom, šupiny, trhliny, uzavretý hrot a pod.

Hrotovanie je vstupným aj priebehovým výrobným procesom a je súčasťou materiálového toku. Základným cieľom kvality hrotovania je dodržať rozmerové tolerancie hrotov, predpísané v technológii a dosiahnuť povrch hrotov bez defektov.

Chemická úprava povrchu rúr je po hrotovaní druhým priebehovým procesom, ktorý je súčasťou medzioperačného materiálového toku. Spočíva v postupnej aplikácii súboru chemických látok. Do chemickej úpravy sa radia aj jej podporné procesy (ako práca v chemickom laboratóriu a v neutralizačnej stanici). Tieto úseky sú riadené v zmysle technických požiadaviek a pracovných postupov popísaných v príslušných dokumentoch pre chemické laboratória a neutralizačné stanice (10)

Procesná mapa úseku „Príprava výroby“ je znázornená na obr. 9



obr. 9 Procesná mapa úseku prípravy výroby

3.2.4. Ťahanie rúr

Ťahacie stolice zabezpečujú tvárnenie rúr za studena a medzioperačné delenie. Vzhľadom na technologický sled sú umiestnené za hrotovaním a chemickou úpravou. Rúry sa spracovávajú na ťahacích stoliciach, ktoré dosahujú silu ťahania 30 až 400 kN. Na Dielni 1 je celkovo 11 ťahacích stolíc, z ktorých je 9 trojžilových a 2 jednožilové. Počet žíl určuje koľko rúr je zariadenie schopné ťahať súčasne na jeden takt.

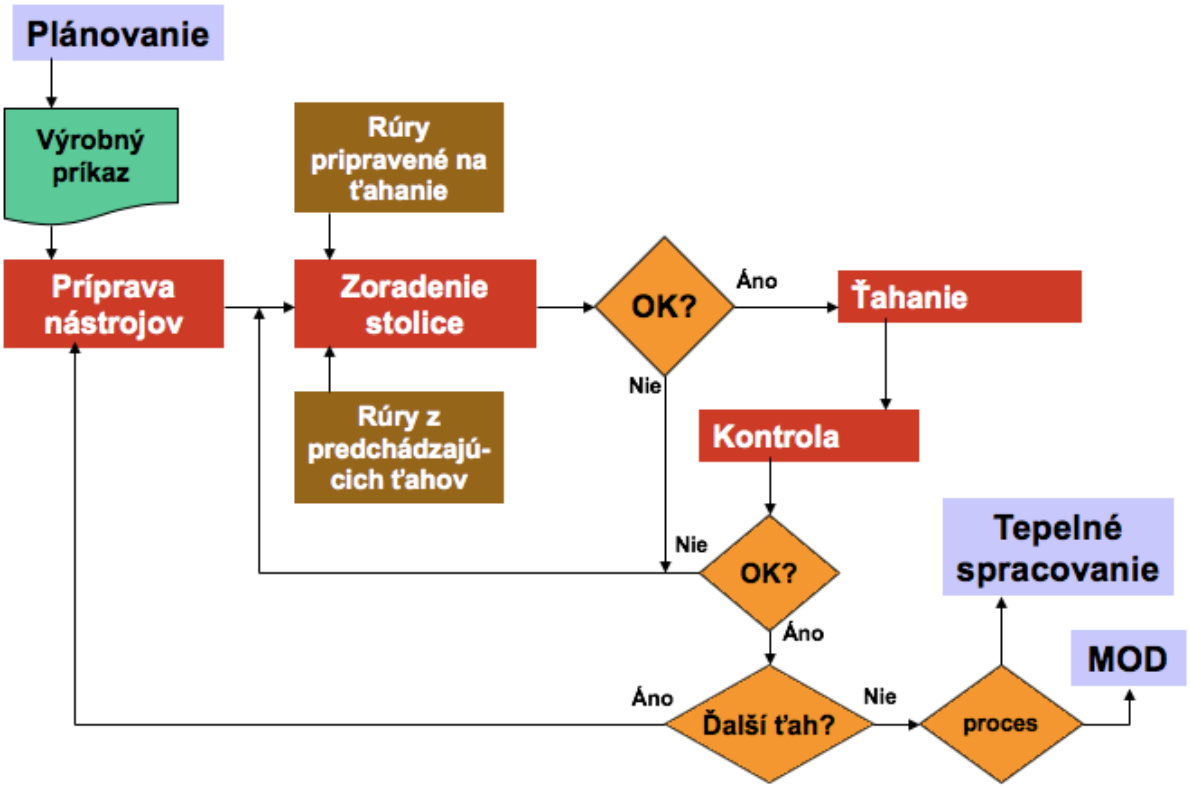
Ťahaním dochádza k tvárneniu materiálu, kde sa pôsobením ťahacej sily materiál deformuje a dochádza k zmenšovaniu vonkajšieho priemeru a hrúbky steny.

Rozmer vonkajšieho priemeru určuje prievlak, ktorý je vonkajším tvárniacim nástrojom. Podľa spôsobu tvárnenia sa ťahacie linky rozdeľujú na tŕňové a prievlačné. Pri ťahaní na prievlačnej ťahacej stolici sa upravuje len priemer danej rúry, no hrúbka steny sa takmer nemení. Používa sa len jeden nástroj – prievlak(viď. obr. 22 Prievlak (zdroj: Autor)) . Pri ťahacej linke tŕňovej sa mení aj hrúbka steny. Používajú sa oba tvárniace nástroje – prievlak a tŕň. Tŕň je vnútorný tvárniaci nástroj a je uchytený pomocou skrutky na tŕňovej tyči (viď. obr. 21 Tŕň. (zdroj: Autor) Ťahanie rúr je vo výrobnom procese tretí priebehový proces a je zahrnutý do medzioperačného materiálového toku. (10)

Medzioperačné delenie

Nasledujúca operácia pred tepelným spracovaním je medzioperačné delenie, pri ktorom sa oddelí už opotrebovaný hrot a rúry sa nadelia podľa výrobného príkazu. (10)

Viď. obr. 10 Proces Procesná mapa úseku ťahacích stolíc.



obr. 10 Proces Procesná mapa úseku ťahacích stolíc. (9)

3.2.5. Tepelné spracovanie

Po tvárnení za studena na ťahacích stoliciach nasleduje tepelné spracovanie rúr v ochrannej atmosfére, v žíhacej peci. Základným cieľom kvality je dosiahnuť mechanické vlastnosti zodpovedajúce normám (EN,STN,DIN...), požadovanú kvalitu vonkajšieho a vnútorného povrchu, t.j. zabezpečiť na už vyžíhaných rúrach povrch charakteristický pre daný spôsob tepelného spracovania. Na zabezpečenie dosiahnutia vyššie uvedeného cieľa je nutné udržiavať teploty v jednotlivých zónach pece, rýchlosť predpísaného posunu rúr, objem a zloženie ochrannej atmosféry v zmysle technologických predpisov a častou kontrolou žíhacieho zariadenia. Dodržiavanie týchto náležitostí zabezpečí zamedzenie vzniku nezhodných výrobkov.

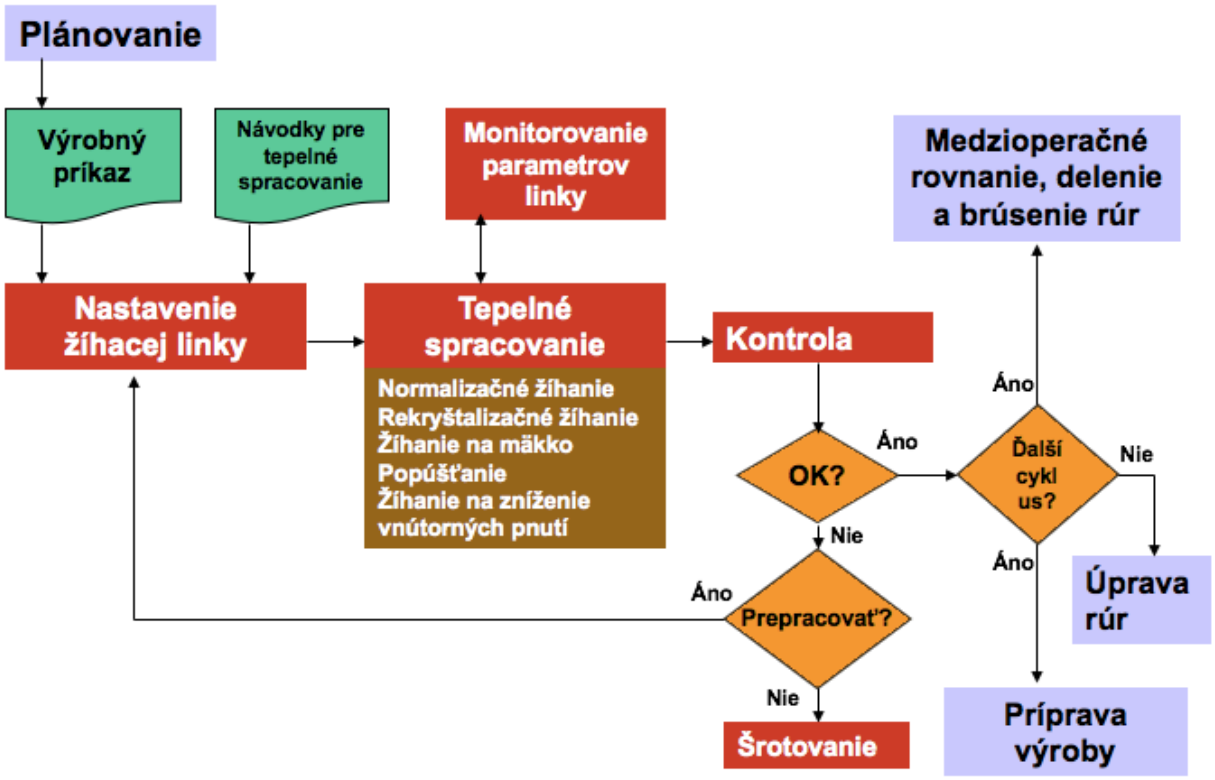
Žíhacia pec je zariadenie s nepretržitou prevádzkou, pretože opätovné zahriatie pece je nákladovo, ale aj časovo náročné. Najčastejšie používané sú 2 typy žíhaní:

- **normalizačné žíhanie** – používa sa po poslednom ťahu, čiže vždy po normalizačnom žíhaní nasledujú úpravarenské operácie. Normalizačné žíhanie sa vykonáva za účelom zjemnenia zrna austenitu prekryštalizáciou a vytvorenie jemnej rovnomernej výslednej štruktúry s priaznivými mechanickými vlastnosťami
- **rekryštalizačné žíhanie** – používa sa ako medzioperačné tepelné spracovanie. Vykonáva sa za účelom odstránenia spevnenia po tvárnení za studena. Pôvodná deformovaná štruktúra je úplne nahradená novou, nedeformovanou štruktúrou.

Ďalšie typy používaných žíhaní sú: žíhanie na mäkko, popúštanie, žíhanie na zníženie vnútorných pnutí.

Za obe strediská a ich správny chod zodpovedajú majstri ťahacích stolíc a žíhacích pecí. Sú im podriadení predáci, ktorí zodpovedajú za konkrétne stanovisko. Dbajú na správne merania rozmerov, správny postup pri ťahaní a žíhaní. (10)

Viď. obr. 11 Procesná mapa úseku tepelného spracovania



obr. 11 Procesná mapa úseku tepelného spracovania (9)

3.2.6. Úprava

V stredisku Úpravňa rúr sú vykonávané viaceré technologické operácie, ktoré sú spojené s konečnou úpravou rúr:

- rovnanie,
- nedeštruktívna kontrola a značenie,
- presné delenie,
- odihľovanie koncov,
- fosfátovanie ,
- galvanické zinkovanie

a) rovnanie rúr je prvá operácia v stredisku úpravy. Rúry sa rovnajú pomocou valcových rovnačiek za účelom dosiahnutia stanovenej priamosti . Pracovník dbá na to, aby rúry po rovnaní vyšli dokonale rovné bez žiadnych povrchových defektov a bez zmeny rozmeru rúry.

b) nedeštruktívna kontrola (zistenie povrchových chýb a necelistvostí materiálu) sa vykonáva na zariadeniach na to určených, súčasne s kontrolou sa značia rúry podľa preferencií zákazníka.

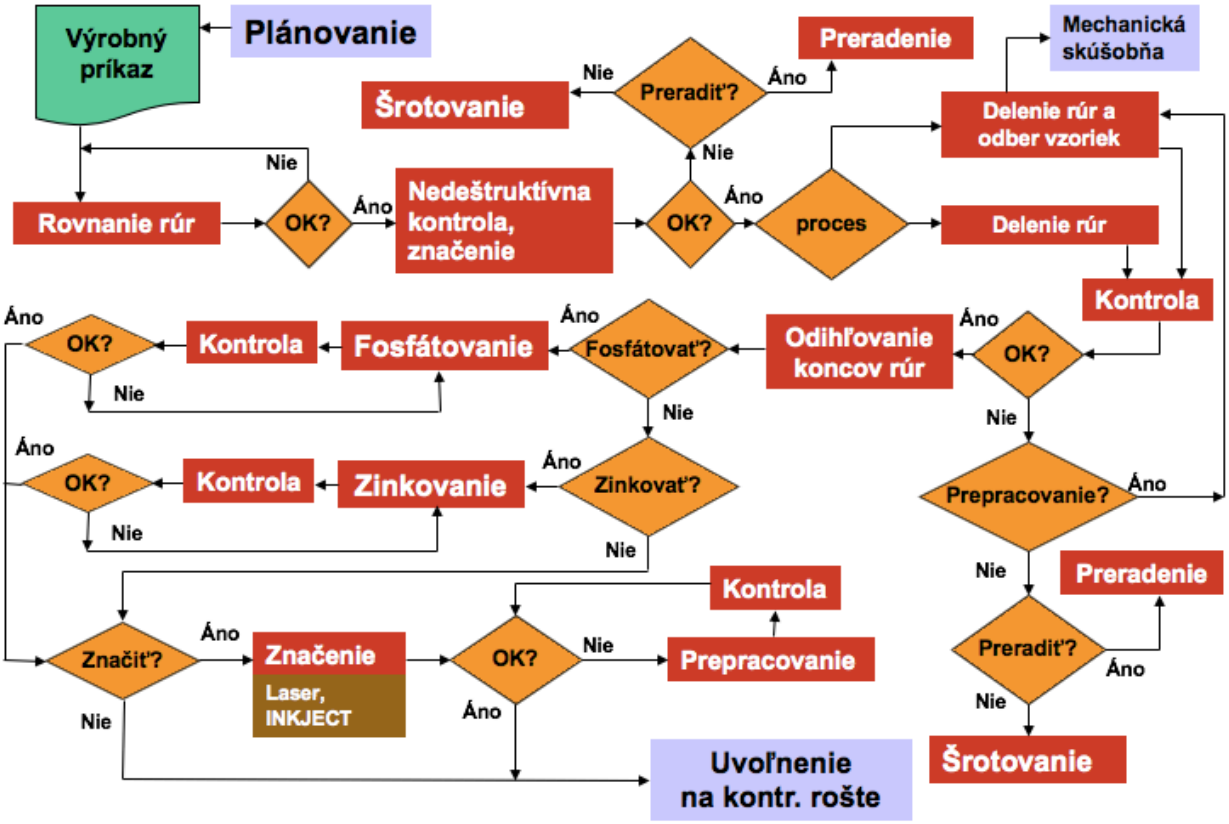
c) presné delenie rúr je stanovisko, pri ktorom sa vyrovnané rúry so správnym rozmerom delia na požadované dĺžky podľa požiadavky zákazníka.

d) odihľovanie koncov sa nevykonáva na každom zväzku, závisí od preferencií zákazníka. Spočíva v odstránení ostrých hrán na rúre pomocou kefy, ktoré vznikli po delení. Vykonáva sa na automatickej linke.

e) fosfátovanie povrchu hotových rúr sa vykonáva, len na požiadavku zákazníka. Pozostáva z 5 za sebou usporiadaných vaní s operáciami: odmastenie, oplach, fosfátovanie, oplach, neutralizácia. Po fosfátovaní sa rúry sušia horúcim vzduchom.

f) galvanické zinkovanie povrchu rúr sa vykonáva na linke BSG-02, ktorá je rozdelené na 3 veľké časti: vstupná časť/nakládka, rad vaní, výstupná časť/vykládka. Vstupná a výstupná časť zabezpečuje automatické spájanie a rozpájanie rúr a transport cez vane. Galvanické zinkovanie pozostáva z piatich veľkých zón a medzi každou je oplachovacia časť: elektrolytické odmasťovanie, oplach, aktivácia povrchu rúr v HCl, oplach, zinkovanie, oplach, pasivácia, oplach, pečatenie a sušiaci tunel. (viď. obr. 12 Procesná mapa úseku úpravy).

Za správne upravené rúry do finálnej podoby zodpovedajú majstri Úpravňe, ktorí sú zodpovední aj za kontrolu rúr. Pod sebou majú predákov, ktorí zodpovedajú za jednotlivé úseky Úpravňe. (10)



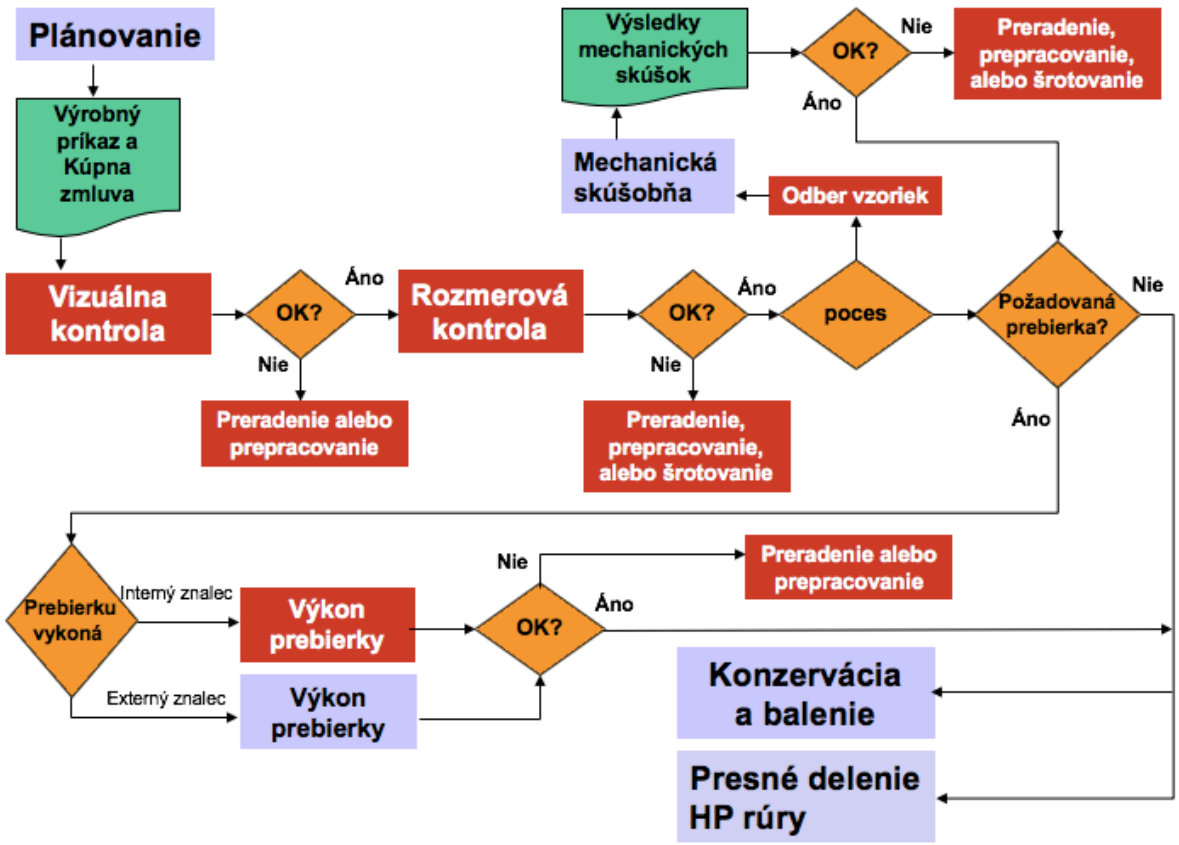
obr. 12 Procesná mapa úseku úpravy (9)

3.2.7. Kontrolný rošt

Na kontrolnom rošte sa vykonáva rozmerová a vizuálna kontrola už hotových rúr. Okrem toho sa na kontrolných roštoch vykonáva váženie hotových výrobkov, a tiež aj kontrola plnenia a ukončovania zákaziek. (viď. obr. 13 Procesná mapa uvoľnenia na kontrolnom rošte).

Počas kontroly rúr na kontrolnom rošte vzorkári odoberajú vzorky v zmysle noriem na technologické a mechanické skúšky. Primárna funkcia kontrolného roštu je zistenie a potvrdenie zhody vyrobených rúr s požiadavkami zákazníka. (10)

Kontrolný rošt spadá pod stredisko Úpravne rúr.



obr. 13 Procesná mapa uvoľnenia na kontrolnom rošte (9)

3.2.8. Expedícia

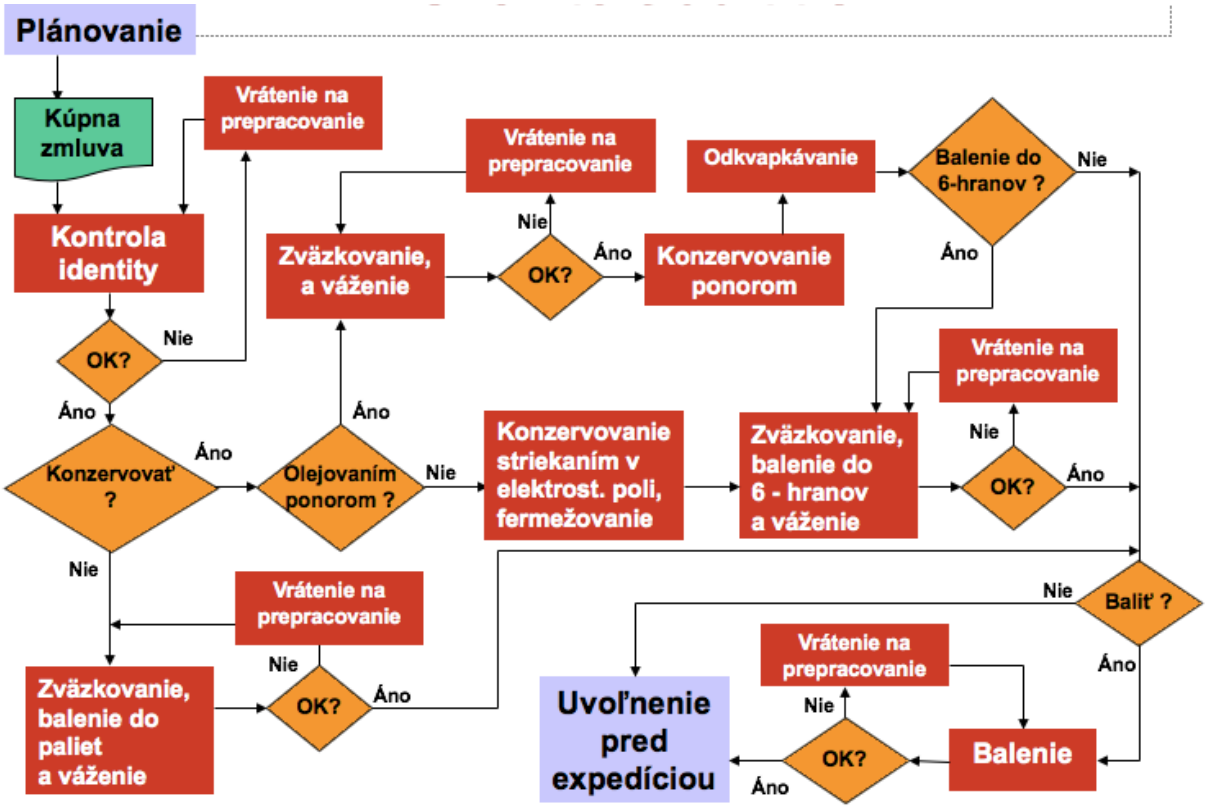
Posledná operácia v prevádzkarni Ťahareň rúr Dielňa 1 je expedícia. Pozostáva z posledných krokov, ktoré sú potrebné pre naplnenie zákazníkových požiadaviek. To sú konzervácia ponorom v oleji, balenie do obalu podľa preferencií zákazníka, skladovanie a samotná expedícia. (viď. obr. 14 Procesná mapa uvolnenia pred expedíciou

Konzervácia rúr

Konzervácia a balenie má dôležitú úlohu pri zabránení vzniku korózie počas skladovania a expedície. Konzervovanie spočíva v ponáraní celého zväzku rúr do konzervačného oleja. Kvalita konzervácie rúr závisí od viacerých faktorov: druh použitého konzervačného prostriedku, spôsob nanášania, viskozity, stálosť pri pôsobení poveternostných vplyvov a teploty.

Balenie rúr

Zväzky rúr (zakonzervované či nezakonzervované) sa balia podľa požiadaviek a preferencií zákazníka. V prípade požiadavky odberateľa sa zväzky rúr zátkujú, aby sa pri skladovaní a preprave nedostali nečistoty do vnútra rúr. Presne delené rúry sa balia do paliet, debien, kartónových krabíc alebo Big-Bag vakov, zväzkov v tvare 6-hranov.



obr. 14 Procesná mapa uvolnenia pred expedíciou (9)

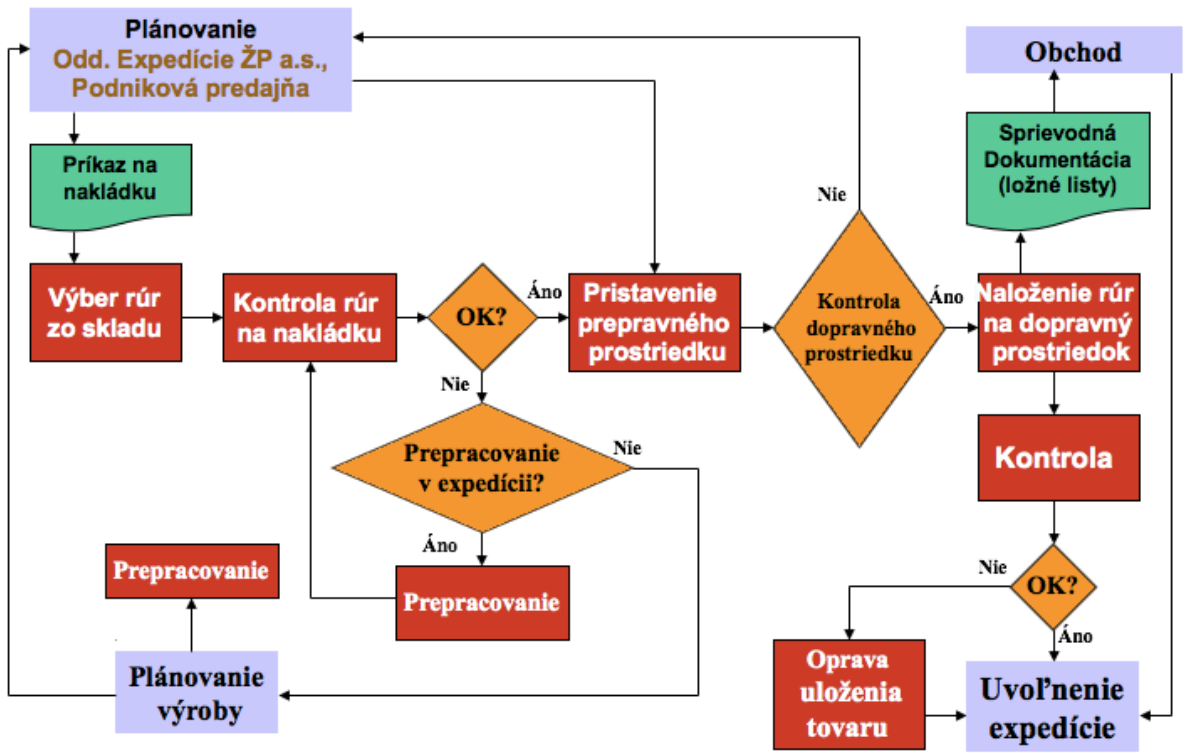
Skladovanie a expedícia

V stredisku Expedícia sa už zakonzervované a zabalené zväzky rúr vkladajú do regálov skladu hotovej výroby. Neoddeliteľnou súčasťou expedície presne delených ťahaných rúr je evidencia výroby a expedície, prenesenie týchto informácií oddeleniu Dispečingu. Tiež aj spätná a vzájomná kontrola medzi Dispečingom, Úpravňou a Expedíciou. Hotové zákazky sa podľa odberateľov expedujú v nákladných autách alebo v železničných vagónoch.

Posledná operácia je samotná expedícia rúr, t.j. nakladanie zväzkov do vagónov alebo do nákladných áut. Kľúčovou operáciou expedície je dôkladné a bezpečné upevnenie zväzkov na dopravné zariadenie, čo zabezpečuje bezproblémovú a kvalitnú prepravu až k spotrebiteľovi.

Za koordináciu expedičného skladu a nakládky zodpovedá majster expedície, ktorý aj zodpovedá za bezpečné naloženie zákazky do kamiónu alebo vagónu, a tiež aj výmenu informácií s Dispečingom a Úpravňou. Má pod sebou predákov v každej zmene, ktorí dohliadajú na správne zakonzervovanie, zabalenie a naloženie zväzku. (10)

Viď.obr. 15 Procesná mapa úseku expedície

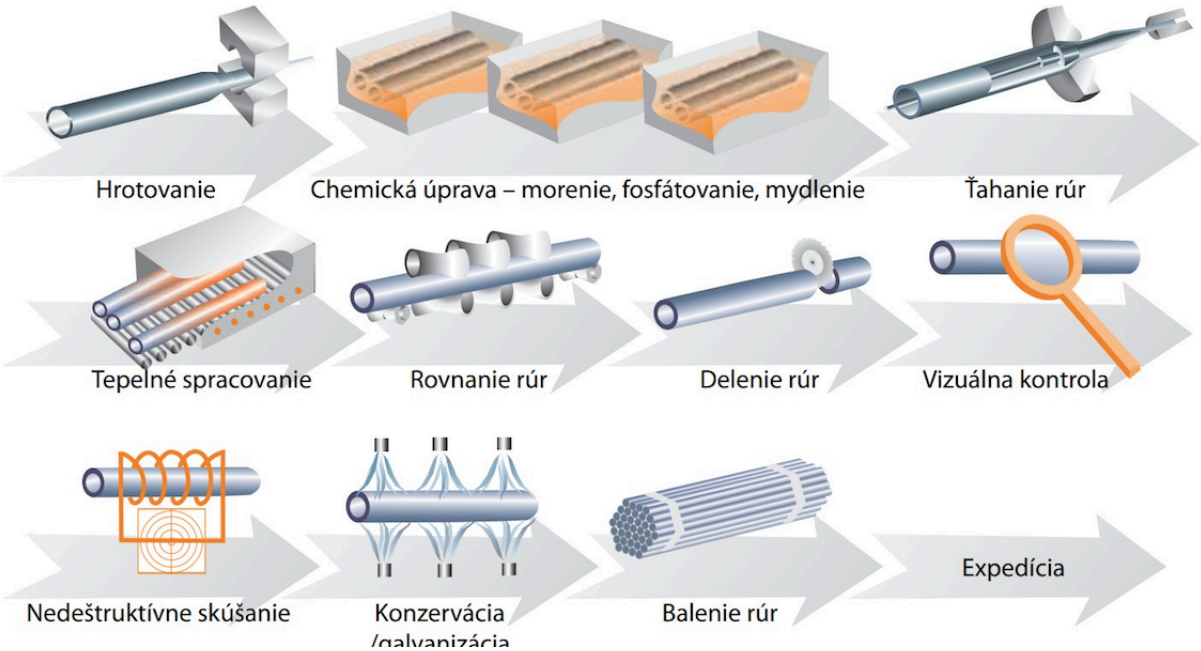


obr. 15 Procesná mapa úseku expedície (9)

3.3. Popis výrobných operácií

V nasledujúcej časti mojej bakalárskej práce popisujem jednotlivé kroky na konkrétnych úsekoch výroby, pre dosiahnutie požadovanej kvality polotovaru v smere materiálového toku.

Viď.obr. 16 Vizuálne znázornenie priebehu výroby).



obr. 16 Vizuálne znázornenie priebehu výroby (9)

3.3.1. Príprava výroby

Hrotovanie na AVS-25 T

Ako prvá operácia pri hrotovaní za tepla je ohrev pece, čo trvá približne 20 minút. Teplota pece musí byť nastavená pre priemer 30 – 50 mm a hrúbku steny 2.5 - 3.5 mm na hodnotu 1050 °C a pri hrúbke steny 4 – 6 mm na hodnotu 1100 °C. Ak je pec dostatočne rozohriata, žeriavnik zo skladu lúp dopraví potrebný zväzok do vyhrňovacieho zásobníka, ktorý slúži na postupné odoberanie lúp k hrotovaniu. Viď. obr. 17 Hrotovacia linka AVS25-T.(Zroj:Autor)).

Po naložení zväzku, je potrebné rozstrihnúť pákovými nožnicami drôt, ktorý drží zväzok lúp po kope a poukladať rúry na vstupný rošt tak, aby si reťazový dopravník vedel automaticky brať lupy jednu po druhej. Reťazový dopravník púšťame manuálne po jednej lupe tak, aby prvá lupa bola na konci pece. Vtedy už ďalej s dopravníkom nehýbeme a necháme, nech sa rúra

zahreje tak, aby hrotovaný koniec bol jasnočervený až žltočervený. Pri rúrach do priemeru 32mm sa ohrievajú v dĺžke 15 – 20 cm, rúry nad 32 mm sa zahrievajú minimálne na 20 cm. Po vizuálnej kontrole zahriatia lupy pustíme automatický chod hrotovačky. Lupa z dopravníka prepadá na výstupný šikmý rošt. Po ňom sa lupa pomocou gravitácie skotúľa do žľabu s vyhadzovačom. Keď sa rúra bez problémov dostane do žľabu, fotobunka ju zachytí a pošle signál do hydraulických valcov, ktoré sa spustia a navedú rúru do hrotovacieho stroja. Ten pomocou kovacích zariadení vyrobí hrot v požadovanom priemere a dĺžke. Priemer hrotu nám určujú vymeniteľné zápustky. Na základe predpísaného rozmeru hrotu sa tieto pri zoraďovaní hrotovačky vymenia.

obr. 17 Hrotovacia linka AVS25-T.(Zroj:Autor)

Po prvých ohrotovaných rúrach sa musí vykonať kontrola, pri ktorej sledujeme nasledovné veličiny: vonkajší priemer hrotu, dĺžka hrotu, priepustnosť hrotu, kvalita vonkajšieho a vnútorného povrchu (trhliny, preložky, šupiny), priamosť rúr a nečistoty v rúrach.
Merania sa vykonávajú posuvným meradlom. Meranie veličín sa vykonáva na jednej rúre dva krát kolmo na seba. Kontrola priepustnosti sa vykonáva iba na zákazkách, ktoré idú na chemickú úpravu. Vykonáva sa kalibrovaním vnútorného priestoru hrotu tyčou hĺbkomeru posuvného meradla, pričom sa kalibrácia vykonáva 2x kolmo na seba . Ostatné kontroly kvality povrchu sa vykonávajú vizuálnym posúdením.
Tieto kontroly sa vykonávajú na prvých dvoch hrotoch, v strede zväzku a na poslednom hrote.

Ručné hrotovanie (AVS 25,Crollman)

Rúry, ktoré sú žeriavnikom dopravené do zásobníkov hore uvedených hrotovačiek sa vyhrnú na šikmý rošt, kde sa zachytia o narážky zadržovacieho zariadenia. Pracovník na konkrétnej hrotovačke vloží neohrotovanú rúru medzi hyperbolické zasúvacie valce (viď.obr. 18 Neohrotovaná rúra (zdroj: Autor)). Najskôr pracovník musí dbať na to, aby dolný valec bol pod takým uhlom, aby sa dotýkal rúrky po celej svojej dĺžke. Ďalej pritlačí horný valec, ktorý zoradí podobným spôsobom ako dolný valec. Ak sú oba valce správne nastavené, môže obsluha stroja zahájiť hrotovanie a to tak, že uchopí pravou rukou koniec rúry a vsunie ju medzi zasúvacie, resp. vysúvacie hyperbolické valce. Po zasunutí rúrky pod valce, resp. do horotvacieho žľabu, pracovník udelí impulz nožným spínačom. Obidva valce sa uvedú do pohybu tak, že sa začne približovať horný vertikálne pohyblivý valec smerom k dolnému , za súčasného otáčania sa okolo svojej osi. Týmto pohybom vsunú rúrku medzi hrotovacie čeľuste, kde sa rúra vyhrotuje na požadovanú dĺžku a priemer. Po narazení konca hrotu na spínač, ktorý je uložený v hrotovačke za čeľusťami, udelí impulz valcom na spätný chod. Týmto pohybom vytiahnu rúrku z čeľustí von. Vyhrotovanú rúrku, ktorá zostala medzi valcami, pracovník uchopí tesne za hrotom (musí dbať na to, že hrot je horúci po obrábaní kovaním, preto musí mať ochrannú rukavicu) a vysunie ju do zberného zásobníka. Takýmto spôsobom obsluha pokračuje v hrotovaní nasledujúcich rúrok. (Viď. obr. 19 Ohrotovaná rúra(zdroj: Autor)).

obr. 18 Neohrotovaná rúra (zdroj: Autor)

obr. 19 Ohrotovaná rúra(zdroj: Autor)

Tak isto ako u hrotovaní na AVS-25T je potrebné vykonávať kontroly hrotu ako dĺžku, priemer, priepustnosť a vizuálnu kontrolu defektov hrotu. Tieto kontroly sa vykonávajú na prvých dvoch rúrach zo zväzku, cca v strede zväzku a na poslednej vyhrotovanej rúre.

Chemická úprava (Moriareň)

Chemická úprava je dôležitým procesom pri úprave vonkajšieho a vnútorného povrchu rúr. Je založená na postupnom ponáraní zväzkov rúr do 11 za sebou zoradených vaní (Viď. **Error! Reference source not found.**). Tento súbor vaní je vnímaný ako spojená linka s jednotlivými pracovnými a moriacimi kúpeľmi, ktoré sú zoradené v poradí 1 – 11 za sebou. Zväzky rúr sa prenášajú pomocou závesných vozíkov a sú postupne ponárané a presúvané z vane do vane.

Obsluhu linky chemickej úpravy tvoria: predný morič, zadný morič, a laborant.

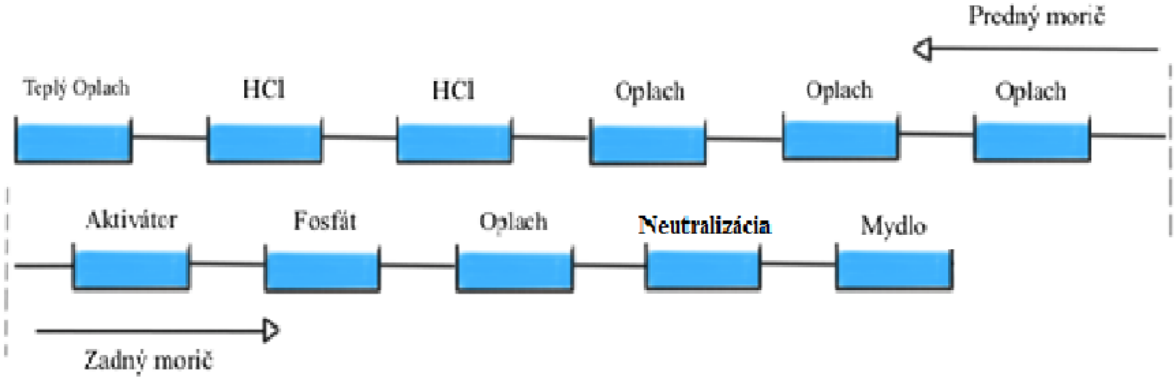
Predný morič, ktorý je zodpovedný za vstupnú časť moriacej linky, obsluhuje priečne sa pohybujúci koľajový vozík s rúrami, ktorý slúži na dopravenie zväzku z hrotovania pod závesný vozík. Jeho povinnosťou je bezpečné upevnenie zväzku na traverzu závesného vozíka, kontrola nastavenia operačných časov, obsluha ovládacieho pultu linky, výfuk nečistôt, evidencia zväzkov do pracovného výkazu, vizuálna kontrola a riadenie stavu a kvality chemickej úpravy vo vaniach 1 – 6. Tak isto vedie evidenciu porúch na linke.

Zadný morič, obsluhujúci výstupnú časť linky, zabezpečuje sušenie rúr, vykladá zväzky zo závesného vozíka na koľajový vozík, ktorý sa priečne pohybuje do a zo sušičky, zabezpečuje návrat závesného vozíka pomocou spätnej koľaje späť k prednému moričovi, má na starosti vizuálnu kontrolu, stav a kvalitu chemickej úpravy vo vaniach č. 7 – 11, sleduje teploty roztokov vo vaniach a riadi činnosť absorbéra na výstupe z moriacej linky (Viď. obr. 20 Obsah jednotlivých vaní (Zdroj: Autor)).

Laborant pripravuje nové roztoky podľa technologického postupu, dopĺňa roztoky zložkami podľa ním vyhodnotených analýz, vypúšťa opotrebované oplachy, čistí vane, filtruje fosfatizačný kal a pomocou analýz zisťuje technologické parametre roztokov a oplachov.

Dôležité je, aby plošná hmotnosť fosfátovej vrstvy bola v rozmedzí 6-8 g/m^2 pre lupu a 4-6 g/m^2 pre medzioperačné rúry. Tieto hodnoty kontroluje morič vizuálne a porovnáva

s obrázkom – etalónom. Veľmi dôležité je správna vrstva mazadla (mydla), táto kontrola sa vykonáva podľa vzhľadu a množstva. Množstvo sa zistí zoškriabaním vrstvy z rúry. Je veľmi dôležité mať správne a dostatočne namazanú rúru, lebo nedostatok mazadla spôsobuje ťažkosti pri ťahaní a prípadné odtrhnutie rúry alebo tŕňa pri tŕňových ťahoch (Viď. Tab. 2 Jednotlivé náležitosti pre vane s chemickou úpravou.)



obr. 20 Obsah jednotlivých vaní (Zdroj: Autor)

Vaňa č.	objem[m^3]	Proces	Prípravok	Predpísaná teplota[°C]	Frekvencia kontroly	doba ponoru [min]
1	7	Teplý oplach	Priemyselná voda	20 - 50	teplota 1x / 8 hod	3 - 5
2	7	Morenie	HCl	20 - 40	HCl teplota 1x/ 8 hod	-
3	7	Morenie	HCl	20 - 40	HCl teplota 1x/ 8 hod	-
4	7	Oplach	Priemyselná voda	Teplota okolia	CK 4x / 8 hod	3
5	7	Oplach	Priemyselná voda	Teplota okolia	CK 4x / 8 hod	3
6	7	Oplach	Priemyselná voda	Teplota okolia	CK 2x / 8 hod	3
7	7	Aktivácia	Aktivačný prípravok	Teplota okolia	pH 1x / 8hod	5
8	10	Fosfátovanie	fosfatizačný prípravok	50 - 60	CK, VK, BF, BU, teplota 2x/8hod	8
9	7	Oplach	Priemyselná voda		pH 2x / 8hod	3
10	7	Neutralizácia	Neutralizácia	45 - 60	pH, teplota 2x/8hod	4
11	6	Mydlovanie	Mydlo	70 - 80, pri rozrábaní 80 - 85	MK, teplota 2x/8hod,	6
CK - celkový kyslosť; VK - Voľná kyslosť; MK - mastné kyseliny; BF - bodovitosť podla Fishera; BU - Bodovitosť urýchlovača						

Tab. 2 Jednotlivé náležitosti pre vane s chemickou úpravou. (9)

- Morenie rúr v reaktívnom oleji je ďalším typom chemickej úpravy rúr, ktorá sa používa pri poslednom tŕňovom ťahu tzv. lesklých rúr pri požiadavke nízkej drsnosti povrchu rúr. Vyžíhané rúry sa po hrotovaní namočia na predurčenú dobu do reaktívneho oleja. Po uplynutí doby sa prenesú do výklopného roštu vedľa vane, kde sa nechajú odkvapkať. Následne sa uložia do regálu v medzioperačnom sklade alebo sa spracujú. Túto operáciu vykonáva ťahač rúr v úseku ťahacích stolíc. (9)

3.3.2. Ťahanie za studena

Poznáme dva typy ťahania:

Tŕňové ťahanie

Tŕňové ťahacie stolice slúžia na dosiahnutie predpísaných rozmerových parametrov rúry, čiže vonkajšieho priemeru, vnútorného priemeru, hrúbky steny a dĺžky.

obr. 21 Tŕň. (zdroj: Autor)

Po naložení zväzku žeriavnikom na vysúvací rošt sa ohrotované rúry vyhrnú a usporiadajú vedľa seba na plošinu pre lepšiu manipuláciu. Ťahač pravou rukou uchopí rúry a vloží ich do nasúvacích dráh. Následne navlečie koniec rúr na tŕne, pomocou ktorých sa kalibruje vnútorný priemer rúry. Ťahač sa musí presvedčiť, či sú rúry dostatočne navlečené na tŕňoch. Po dôkladnej kontrole dá impulz na ovládacom paneli pre automatické nasunutie rúr na hornú trojicu tŕňových tyčí v bubnovej predlohe. Po otočení bubna sú rúry premiestnené do osi ťahania a po zasunutí hrotov do prievlakov pripravené na ťahanie. Ťahací vozík uchopí rúry za hrot pomocou čeľustí a ťahá ich cez prievlaky takou rýchlosťou, aby nevznikali vonkajšie, či vnútorné defekty, poprípade aby nedošlo k odtrhnutiu časti rúry či odtrhnutiu tŕňa. Po vytiahnutí spadnú rúry na sklopený stôl, odkiaľ sa skotúľajú do zberného zásobníku.

Prievlačné ťahanie

Na prievlačných ťahacích stoliciach sa kalibruje iba vonkajší priemer rúry. Postup pri práci je identický s ťahaním na tŕňových ťahacích stoliciach. Jediný rozdiel je že ťahač nasúva hrot rúry priamo do prievlaku.

obr. 22 Prievlak (zdroj: Autor)

Pri oboch typoch ťahania sa vykonávajú kontrolné merania, pri ktorých sa sleduje vonkajší a vnútorný priemer, hrúbka steny, vizuálne sa skontroluje priamosť a kvalita povrchu vytiahnutých rúr. Pred samotným uskutočnením operácie ťahania sa prekontroluje materiál a kvalita chemickej úpravy a hrotu.

Spôsob merania – merania sa vykonávajú na prvých troch vytiahnutých rúrach, v strede zväzku a na posledných

rúrach a to na neohrotovanom konci mikrometrom, dutinometrom a stenometrom. Namerané hodnoty sa zapíšu do tlačiva – Pracovný výkaz.

A) O.D – vonkajší priemer – minimálne na troch miestach t.j, od hrotu 30 cm, v strede rúry a min. 5 – 10cm od neohrotovaného konca a to 2x kolmo na seba.
B) I.D – vnútorný priemer – min 5 – 10 cm od neohrotovaného konca a to 2x kolmo na seba.
C) W.T – hrúbka steny – min 3 – 5 cm od neohrotovaného konca (podľa možností meradla) a to 4x po obvode rúry.

Ťahač po vytiahnutí vizuálne skontroluje priamosť vytiahnutej rúry a podľa potreby upraví polohu prievlaku voči osi rúry. A to pomocou rovnacieho lieviku, v ktorom je vložený prievlak a pomocou rovnacieho kľúča nasledovne: ťahač si pred ťahaním označí kriedou vrchnú časť rúry. Podľa toho sa vie orientovať do ktorej strany sa rúra ohla. Následne vie, ktorú maticu na lieviku dotiahnuť, a ktorú naopak uvoľniť, aby zaistil čo najpriamejšie ťahanie cez prievlak.
Kvalita hotového výrobku sa odvíja od kvality použitých nástrojov počas ťahania (prievlaky, tŕne), preto je dôležité venovať veľkú pozornosť výberu a kontrole nástrojov v predvýrobnej etape.

Výmena nástrojov

Prestavba ťahacej stolice môže byť :

- malá – výmena tŕňov, prievlakovej dosky, prievlaku
- stredná – výmena tŕňov, prievlakovej dosky, prievlaku, tyčí
- veľká - výmena tŕňov, prievlakovej dosky, prievlaku, tyčí, čeľustí, vyrovnanie prievlakov.

Pred každým zväzkom je potrebné na štítku v technologickom postupe skontrolovať, či je zväzok identický s predchádzajúcim, tj. rovnaký rozmer, rovnaký zákazník. Ak nie, je potrebné vykonať malú prestavbu stroja, ktorá zahŕňa výmenu tŕňa a prievlaku. Na štítku si zamestnanec, určený na výmenu nástrojov, skontroluje riadok, v ktorom je nasledovné označenie: napr. TAH – T 25.00 x 2.00. Toto označenie označuje ťahanie tŕňové na vonkajší priemer 25 mm so stenou 2 mm. Následne si musí vypočítať vnútorný priemer a to tak, že odpočíta obe steny od vonkajšieho priemeru (25-(2x2.00)=21). Tak výpočtom určí rozmer tŕňa.
Pri výmene prievlaku sa riadi predpísaným vonkajším priemerom rúry, čo v tomto prípade je 25 mm. Čiže ťahač potrebuje zo skladu ťahacích nástrojov vyžiadať tŕň s priemerom 21 mm a prievlak s priemerom 25 mm. Ťahač je povinný pred vrátením nástrojov ich očistiť od mydla a od nečistôt z ťahania. A to pomocou drôtenej kefy, textilnej tkaniny, a čistiaceho prostriedku.

Medzioperačné delenie

Úsek medzioperačného delenia zabezpečuje oddelenie použitých hrotov a skrátenie rúr na predpísanú dĺžku.

Žeriavnik z medzioperačného skladu, alebo priamo z ťahacej stolice dopraví zväzok rúr do vyhŕňacieho zásobníka. Pracovníci, ktorých je potrebné minimálne dvoch na jeden rezaný zväzok, si zoradia rúry na šikmý rošt tak, aby sa im jednoducho vyberal predom dohodnutý počet rúr. Tento počet sa dohodne podľa priemeru rúr a veľkosti zverákov. Pracovníci pravou rukou vložia rúry do zveráku a stisnutím tlačidla na ovládacom panely sa zovrú čeľuste a spustí sa píla, ktorá je chladená rezným olejom. Keď kotúč píly prejde skrz celý priemer rúry, pracovník stlačí tlačidlo na rozovretie čeľustí a spätný chod píly. Následne ľavou rukou obaja pracovníci uchopia konce rúr a vložia ich na za nimi pripravený zberný zásobník. Pravou rukou odhodia odrezok do koša na oceľový šrot.

3.3.3. Žíhanie

Pred začatím práce na žíhacej peci je žíhač povinný zabezpečiť monitorovanie okolia pece osobným detektorom CO a regulátor zapaľovacej teploty nastaviť na 750°C.

Po vykonaní vyššie uvedených úkonov, môže žeriavnik dopraviť zväzok na posuvný nakladací rošt. Pred spustením chodu posuvných valcov skontroluje na technologickom štítku, aký typ žíhania je predpísaný. Podľa rozmeru rúry a typu žíhania nastaví rýchlosť posuvu v peci a podľa akosti ocele a typu žíhania teplotu v peci. Na ovládacom paneli pomocou tlačidla posunie posuvný rošt, na ktorom je už prichystaný celý zväzok, nad posuvné valce. Rozloží si rúry tak, aby boli rovnomerne rozložené po celej šírke dopravníka. Krajné rúry nastaví tak, aby ich zakrivenie smerovalo smerom do pece, nie z pece von, lebo by sa v peci mohli spriečiť, čo by spôsobilo veľké prestoje, zničenie rúr a odstávku pece. Po správnom zoradení rúr môže žíhač spustiť chod posuvných valcov na predom určenú rýchlosť. Pred vstupom do pece je kovová opona, ktorá chráni okolie pred únikom CO a odpadom zo žíhania. Túto oponu je potrebné zdvihnúť pred vstupom rúr do pece a to zašliapnutím klapky, ktorá je pripojená na oponu. Po vpustení rúr do pece si môže zoradiť zvyšné rúry zo zväzku a pred ich vpustením čaká na signál z pece, ktorý signalizuje, že predchádzajúce rúry sú dostatočne hlboko v peci. Na poslednú časť rúr zo zväzku žíhač vykoná kriedou značku, aby bolo jasné, že to sú posledné rúry zo zväzku.

Pri výstupnej časti pece je druhý žíhač, ktorý zodpovedá za včasne vyhodenie, už vyžíhaných rúr a dohliada na ich vychladnutie. Je povinný sledovať značenie na rúrach, aby vedel kedy končí zväzok, a kedy začína zväzok nový. Podľa toho vie včas zavolať žeriavnika na odvoz zväzku na ďalšie pracovisko, ktoré je zaznamenané na technologickom štítku.

3.3.4. Úprava

Rovnanie

Po dôkladnom vychladnutí po žíhaní sú rúry pripravené pre úsek rovnania rúr. Rovnačku obsluhuje jeden pracovník – rovnač. Ten je povinný si pred zväzkom nastaviť rovnacie valce tak, aby dokonale vyrovnali rúru. Po prejdení prvej rúry cez rovnačku túto uchopí a opakovaným rotovaním po šikmom rošte sleduje vizuálne priamosť. Pri rotovaní si všíma druhý koniec rúry, na ktorom je možné spozorovať prípadné zakrivenie. Ak je rúra krivá, musí ju vrátit do zväzku a prehnať ju rovnacou linkou ešte raz. Ale pred vpustením rúr do rovnačky, musí prestaviť rovnacie valce. Pri kontrole prvej rúry kontroluje mikrometrom, či valce nevytvárajú až príliš vysoký tlak na rúry a plasticky ich nedeformujú. Ak po premeraní prvej rúry môžeme povedať, že valce sú správne nastavené, pokračuje sa v rovnaní ostatných rúr vo zväzku. Rovnač pravou rukou uchopí koniec rúry a vloží ju do rovnacieho žľabu. Akonáhle ju zachytí fotobunka, zakryje sa drevenou pokrývkou žľab a spustia sa posuvné valce, ktoré navedú rúru skrz vpustky do rovnacích valcov. Žľab sa zakrýva preto, lebo rúry, ktoré sú veľmi krivé po ťahaní (tzv. luky), môžu ohroziť bezpečnosť práce a môžu narušiť okolie zariadenia. Po prejdení rúry skrz celú rovnačku, fotobunka zachytí, že rúra už nie je v procese rovnania a dá signál na otvorenie rovnacieho žľabu, čo znamená pre rovnača, že môže vložiť ďalšiu rúru. Vyrovnaná rúra sa pomocou gravitácie zrotuje do zberného zásobníka. Počas rotovania rovnač sleduje, či je rúra dokonale rovná. Takto pokračuje až kým rovnačkou neprejdú všetky rúry zo zväzku. Merania vonkajšieho priemeru vykonáva mikrometrom na prvých rúrach v strede zäzku a na posledných rúrach. Keď sú rúry vyrovnané, žeriavnik premiestni zväzok do medziskladu pre presné delenie.

Presné Delenie

Na tomto úseku sa rúry delia rezaním na zákazníkom predpísané dĺžky. Po naložení zväzku na vyhrňovací rošt si delič rúr zoberie technologický štítok, na ktorom je napísaná presná požadovaná dĺžka. Pomocou meracieho pásu a posuvných píl nastaví rozmedzie medzi pílou 1 a pílou 2. Operáciu vykonávajú minimálne dvaja deliči a maximálne štyria. Závisí to od dĺžky rezanej rúry a to kvôli lepšej manipulácii pri vkladaní do zberného zásobníka. Pracovníci sa predom dohodnú na optimálnom počte rúr, ktoré budú rezať naraz a to v závislosti od vonkajšieho priemeru rúry. Vhodný počet rúr je vtedy, ak je možné rúry v reznom zveráku uchopiť pevne a nedochádza k ich pretáčaniu. Delič sleduje, či píla prešla skrz rúry. Ak sú rúry prerezané, dá impulz na spätný chod píly a roztvorenie zveráku. Do jednej ruky uchopí presne

narezané rúry a do druhej odrezok, ktorý odhodí do debny na oceľový odpad. Presne narezané rúry deliči vložia do zberného zásobníka. Po reze je nutné skontrolovať hladkosť rezu na rúre. Ak rez nie je hladký, je potrebné vymeniť rezný kotúč alebo pridať reznú kvapalinu. Takto deliči postupujú v ich práci až do poslednej rúry vo zväzku. Pred uložením presne narezaných rúr do skladov je potrebné rúry vyfúkať od reznej emulzie a od triesky vzniknutej pri delení.

Odihľovanie koncov rúr

Na úsek odihľovania sa dostanú len rúry, na ktorých si zákazník žiada upravené hrany rúr. Po presnom delení na rúrach ostanú ostré hrany, ktoré nemusia zákazníkovi vyhovovať (zlé spájanie, nebezpečenstvo úrazu).

Stroj na odihľovanie je v automatickom chode, čo znamená, že je potrebný len jeden pracovník na kontrolu správneho chodu stroja. Po dopravení zväzku žeriavom do vyhrňovacieho zásobníka, si pracovník povolaný na obsluhu stroja pomocou tlačidla na ovládacom panely vyhrnie rúry tak, aby boli v jednej vrstve. Pomocou otočného kolesa nastaví nahadzovacie zuby v závislosti od priemeru rúr tak, aby dopravník odoberal len jednu rúru. Ten rúru vyhodí na pritláčacie valce, ktoré s točivým pohybom pritláčajú rúru o kefu a posúvajú rúru po profile kefy. Po odihlení jednej strany rúry vypadne do žľabu, kde rúru zachytí fotobunka a pomocou posúvacích valcov ju premiestni na druhú stranu stroja. Tu rúra narazí na spúšť, ktorá vyhodí rúru na pritláčacie valce a tak odihlí druhý koniec rúry. Rúra vypadne do zberného zásobníka. Obsluha sleduje, aby zberný zásobník bol v polohe, v ktorej sa doň zmestí celý odihlený zväzok. Pracovník kontroluje kvalitu obrusu hrany. Kvalita odihlenia závisí od správneho nastavenia výšky rúry voči kefovacím valcom a na správnej sile pritláčania prítlačnými valcami. Ak je nedostatočne odihlená, je potrebné rúry obrúsiť ešte raz. A to po dôkladnom prenastavení výšky rúry voči kefovacím valcom a výkonu prítlačných valcov. Veľmi vysoký výkon môže byť tiež nepriaznivý. Môže totiž skrátiť dĺžku rúry.

3.3.5. Kontrola

Na kontrolu povrchov rúr slúži pracovisko nedeštruktívnej kontroly. Toto pracovisko je úplne automatické. Rúry sú automaticky nahadzované do zariadenia, kde sú metódou vírivých prúdov prekontrolované. Po vykonaní kontroly rúry vie prístroj automaticky vytriediť rúru do zberného zásobníka pre zhodné resp. nezhodné rúry.

Na kontrolnom rošte sa kontrolujú defekty spôsobené predchádzajúcimi technologickými operáciami. Sledujú sa vonkajšie defekty, ako napríklad škrabance, šupiny, ryhy, priamosť rúr a ďalšie. Taktiež sa kontrolujú predpísané parametre rúr.

Po naložení zväzku žeriavnikom na kontrolný rošt, pracovník rozhrnie rúry tak, aby vedel skontrolovať povrch každej rúry. Pomocou kalibrovaných meracích nástrojov, ako je napr. mikrometer, dutinometer, stenometer, kontroluje vonkajší priemer (O.D.), hrúbku steny (W.T.) a vnútorný priemer (I.D.). Po zistení odchýlok alebo defektov vyradí rúry do zberného zásobníka, určeného pre nezhodné rúry. Ak nie je zistený žiadny defekt, alebo odchýlka od stanovených noriem, presunie pracovník rúry do zásobníka umiestneného na druhej strane roštu, ktorý je určený pre rúry bez chýb.

3.3.6. Expedícia

Po dôkladnej kontrole rúr vieme, že sú pripravené k expedícii ku zákazníkovi prostredníctvom nákladnej, vlakovej a lodnej dopravy.

Po dopravení zväzku koľajovým vozíkom na úsek expedície, pracovníci upevnia zväzok na mostový žeriav pomocou textilných pásov. Následne je zväzok žeriavnikom premiestnený a ponorený do vane s konzervačným olejom, ktorý zabezpečuje ochranu rúr pred koróziou. Rúry musia byť v oleji ponorené po dobu, kým neunikne z rúr všetok vzduch. Následne je zväzok premiestnený na odkvapkávaciu časť olejovej vane, kde nadbytočný olej stečie z rúr.

Ďalej pracovníci postupujú podľa požiadaviek zákazníka na spôsob a typ balenia zákazky. Najjednoduchší typ tvorby zväzku je stiahnutie rúr k sebe pomocou oceľových pásov. Túto prácu vykonávajú expediční pracovníci. Žeriavnik dopraví zväzok na viazacie pracovisko, kde sú už pripravení viazači s papierovým pásom, oceľovým pásom a pneumatickou páskovačkou. Najprv obložia zväzok papierovým pásom tam, kde bude držať oceľový pás zväzok. Následne opášu zväzok oceľovým pásom. Spoja pás do kopy a takto ho vložia do páskovačky. Stlačením tlačidla páskovačka začne pracovať a zviaže rúry do jedného zväzku. Zákazník môže požadovať iné balenie ako napr.: do drevenej debny, plastovej fólie, alebo balenie do šesťhranu alebo kombináciu už spomenutých typov balení.

Zákazník má možnosť si zvoliť zátkovanie koncov rúr vo zväzku.

Po splnení všetkých požiadaviek balenia zákazníka sa môže zabalený zväzok uskladniť do expedičného skladu. Zväzky sa skladujú podľa krajiny a odoberateľa rúr do zvlášť oddelených zakladačov. Po dopravení zväzku žeriavnikom do vopred určeného zakladača, pracovník zodpovedný za skladovanie rúr naskenuje čiarový kód zväzku, a následne naskenuje čiarový kód zakladača, čo pomáha orientácii v sklade. Pri nakládke zväzkov do nákladného auta, vodič predloží dokument s požadovanými zákazkami, pri ktorých je čiarový kód zväzku. Po naskenovaní pracovník vie, kde je zväzok zaskladnený.

3.4. Stanovenie strát vo výrobnom procese

Z vyššie uvedeného popisu výrobných procesov na prevádzke Ťaháreň rúr Dielňa 1 som pozorovaním v priebehu praxe odhalil nasledovné problémy a nedostatky: napr.: plytvanie časom, zbytočný presun zamestnancov, prestoje na pracoviskách a iné.

Tieto problémy som uviedol nasledovne:

3.4.1. Hrotovanie

Neprepadávanie lupy do hrotovacieho žľabu na AVS25-T

Pri práci na úseku prípravy výroby som pracoval pri hrotovačke AVS25-T, ktorej súčasťou je štrbinová pec. Všimol som si nedostatok, ktorý spôsoboval prestoje na výrobnej linke. Po zahriatí konca rúr sú rúry po jednom vyhadzované na šikmý rošt, kde sa pomocou gravitácie rolujú do hrotovacieho žľabu. Následne rúru zachytí fotobunka a spustí hydraulické valce, ktoré ju navedú do hrotovačky. Tu sa pomocou zápustiek vytvorí hrot. Problém nastáva, keď je lupa už so zahriatym koncom rúry príliš krivá (tvar luku) a zasekne sa na šikmom rošte medzi pecou a hrotovacím žľabom, alebo nesprávne zapadne do žľabu. Pripravená fotobunka rúru nezachytí a nemôže vydať signál na spustenie hydraulických valcov. V tomto momente sa linka zastaví. Trvá približne 3 sekundy kým si príslušný pracovník všimne, že linka stojí. Pracovník musí prejsť z druhej strany linky a ručne posunúť krivú lupu do žľabu, aby fotobunka mohla vydať signál na spustenie hydraulických valcov. Presun k žľabu a napravenie krivej rúry trvá cca 15-17 sekúnd, čiže predpokladám, že od zastavenia linky do spustenia do chodu trvá 20 sekúnd pri každej nezachytenej rúre fotobunkou.

Pre zistenie celkovej straty času som vykonal príslušné merania. Dbal som na to, aby pri sledovaní daného javu bol hrotovaný stále ten istý rozmer a to Ø31,80 x 2,60 mm.

	Ø 31,80x2,60				
	Počet rúr v balíku	počet nezachytených rúr	chybovosť v %	stratené sekundy	v minútach
	163	14	8,59 %	280 sekúnd	4,67 min
	137	10	7,3 %	200 sekúnd	3,33 min
	152	12	7,89 %	240 sekúnd	4 min
	143	15	10,49 %	300 sekúnd	5 min
	168	18	10,71 %	360 sekúnd	6 min
SUMA	763	69	9,04 %	1380 sekúnd	23 min

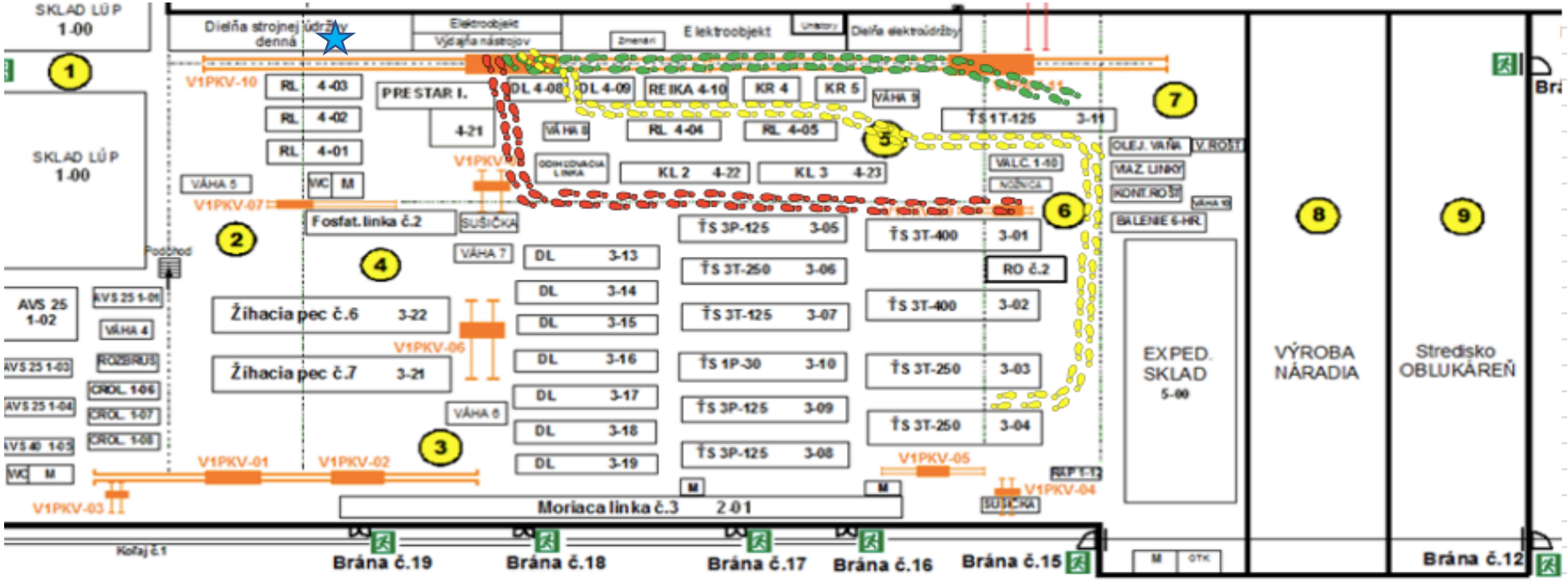
Tab. 3 Meranie javu neprepadávania lupy do hrotovacieho roštu (zdroj: autor)

Merania som vykonával na 5 po sebe idúcich zväzkoch s rozmerom Ø31,80 x2,60 mm. V každom zväzku bol iný počet rúr, čiže výslednú hodnotu budem považovať ako sumu všetkých kusov rúr vo zväzkoch. Celkovo pri hrotovaní týchto piatich zväzkov som stratil 1380 sekúnd čo je 23 minút. Ak predpokladáme že sa meranie vykonávalo na 10 po sebe idúcich zväzkoch, tak by sa časové plytvanie vyšplhalo na cca 46 minút. Jeden zväzok s cca 150 kusmi sa hrotuje približne 45 min. Pri aplikovaní adekvátnych riešení na úplnú elimináciu tohoto plytvania by bolo možné vyrobiť o jeden zväzok viac. Keď sa za súčasných podmienok 10 zväzkov ohrotuje za cca 450 min (7,5hod = 1 pracovná zmena), po aplikácii opatrení sa bude dať vyrobiť 11 zväzkov za jednu pracovnú zmenu.
Pri pozorovaní problému na lupách s hrubšou stenou, sa vyskytol tento problém len 2 krát z pozorovaného zväzku, v ktorom bol počet rúr cca 150, čo je zanedbateľná hodnota.

Nedostatok hutného náradia na pracovisku.
Na zariadeniach AVS25-T a AVS40 sa hrotuje vstupný materiál (lupy), ktorý je zaviazaný v zväzkoch pomocou oceľových drôtov. Tieto drôty je potrebné odstrihnúť pákovými nožnicami na oceľ, aby sa zväzok rúr jednoducho vyhrnul na vstupný rošt. Tieto nožnice sú na celom úseku hrotovania len jeden kus a sú umiestnené pri linke AVS25-T. Keď pracovník, ktorý pracuje na linke AVS40 a má naložený zväzok na vstupnej mulde a je pripravený k hrotovaniu, musí ísť pre pákové nožnice ku AVS25-T. Nožnice nemajú konkrétne, vizuálne ľahko identifikovateľné miesto, preto ich často musí hľadať na rôznych miestach okolo linky AVS25-T. Od AVS40 to má 30-40 krokov tam a 30-40 krokov späť. Takto pracovník nevedome plytvá časom a zbytočným pohybom po pracovisku si môže spôsobiť aj zranenie (napr. zakopnutie).

3.4.2. Ťahacie stolice

Vzdialenosť skladu/výdajne náradia pre ťahacie stolice.
Pri výmene ťahacích nástrojov (prievlak, tŕň) je potrebné použité nástroje odovzdať a nové nástroje na nasledujúci ťah vyžiadať vo výdajni ťahacích nástrojov. Tento sklad sa nachádza príliš ďaleko od ťahacích stolíc, čo presun k výdajni pri malej prestavbe stroja zaberie viac času ako prestavba samotná. Keď som išiel žiadať nástroje do výdajne ja, vždy som volil iné alternatívne trasy z rôznych ťahacích stolíc, pri ktorých som si počítal počet krokov.



obr. 23 Pôvodné trasy z ťažných stolíc do výdajne náradia. (zdroj: Autor)

- Sklad/výdajňa nástrojov
- Trasa od ťahacej stolice č1 (181 krokov)
- Trasa od ťahacej stolice č.11(158 krokov)
- Trasa od ťahacej stolice č.4 (228 krokov)

Musím brať do úvahy, že túto vzdialenosť príslušný zamestnanec poverený výmenou ťahacích nástrojov musí spraviť 2x (1x tam, 1x späť). Predpokladám, že jeden môj krok je dlhý cca 65cm a kráčam cca rýchlosťou 5km/hod. Tiež uvažujem o tom, že zamestnanec vo výdajni ťahacieho náradia vymení náradie za cca 1,5 minúty. Merania vzdialenosti a potrebného času na výmenu nástrojov som vyhodnotil v nasledujúcej tabuľke.
(Viď.Tab. 4 Vzdialenosť ťahacích stolíc ku výdajni ťahacieho náradia (Zdroj: autor))

trasa.	vzdialenosť (kroky)	vzdialenosť (m)	tam - späť (m)	čas	čas výmeny	Celkový čas prepravy
čevená	181	117,65	235,3	2,8 min	1,5 min	4,3 min
žltá	228	148,2	296,4	3,5 min	1,5 min	5 min
zelená	158	102,7	205,4	2,5 min	1,5 min	4 min

Tab. 4 Vzdialenosť ťahacích stolíc ku výdajni ťahacieho náradia (Zdroj: autor)

Meraním krokov som zistil, ako ďaleko sa nachádza výdajňa nástrojov na ťahanie. Je potrebné brať na vedomie, že čas uvedený v tabuľke je len čas potrebný na odovzdanie a vyzdvihnutie nového ťahacieho nástroja (prievlak, tŕň). Presný čas prestavby ťahacích stolíc (výmena, nastavenie tŕňov, nastavenie parametrov, kontrola prvých kusov) činí podľa normatív prestavby ŤS 9 min + čas na obstaranie náradia z výdajne nástrojov.

Nezachytenie hrotu do čeľustí ťahacieho vozíka.

Po navedení rúry do prievlaku na ťahacej stolici hrot prečnieva za prievlak v smere ťahania. Ťažný vozík je prednastavený, aby zastavil cca 3cm pred prievlakom. Keď sa dostane do tohto bodu, zovrie čeľuste, ktorými uchopí hrot a spätným chodom pretiahne rúru cez prievlak. Problém nastáva, keď je hrot príliš krátky. Hrot sa nezachytí do čeľustí a vozík sa automaticky zovrie a spätným chodom ide späť ťahacou stolicou, no bez rúry. Pracovníci to riešia tak, že pri približovaní ťahacieho vozíka k rúre ju rukou chytia za prievlakom a pritlačia rúru do prievlaku, aby sa prichytila do čeľustí. Toto riešenie je v rozpore s bezpečnosťou práce, lebo príslušný zamestnanec dáva ruky do ťahacej linky, čo môže spôsobiť vážne zranenia. Toto riešenie nie je dostačujúce aj z toho dôvodu, že nie vždy má požadovaný efekt. Pritlačenie rúry rukou niekedy nestačí na zachytenie rúry a vozík aj napriek tomu ťahá na prázdno, čo spôsobuje prestoje a celkový čas ťahania zväzku sa môže výrazne predĺžiť.

Miesto na čistenie ťahacích nástrojov.

Pred výmenou ťahacieho náradia (prievlak, tŕň) sa musia vyčistiť od nečistôt spôsobených ťahaním pomocou textilnej tkaniny a drôtenej kefy. Tieto náradia sú ťažké, preto ich pri čistení treba položiť. Pri prestavbe ťahacej stolice č. 11 som čistil náradie na pracovnom stole vedľa linky. Na tomto stole sa zapisuje aj priebeh výroby do nato určených dokumentov. Veľakrát sa mi stalo, že som tieto papiere pri čistení zamazal, lebo som si potreboval položiť prievlak či tŕň.

Hľadanie náradia na úpravu zariadenia.

Pri prestavbe stroja, či pri odstránení odtrhnutej rúry je potrebné náradie, ako napríklad pílka na železo, či kľúč na rovnanie prievlaku v kocke. Toto náradie sa v prípade potreby často hľadá, čo zaberie zbytočne veľa času pri prestavbe alebo odstránení chyby. Stalo sa mi, že som našiel pílku na železo v odkvapkávacom rošte pod linkou, ktorá bola celá od oleja. Bolo ju potrebné vyčistiť, čo zbytočne znečistí textilnú tkaninu na čistenie ťahacích nástrojov. Tieto tkaniny bolo potrebné vyhodiť a zadovážiť si nové kusy čistiaceho materiálu.

3.4.3. Úprava

Výmena pílových kotúčov

Pílové kotúče na úseku presného delenia sa rýchlo opotrebujú. Tento jav je potrebné často kontrolovať, aby rezný kotúč vždy spravil hladký rez a netvoril otrep pri reze rúr. Pri výmene sa musia dopraviť nové kotúče zo skladu náradia a staré, už opotrebované, odniesť do skladu náradia a pripraviť ich k nabrúseniu. Kotúče sa z pílky odisťujú pomocou kľúča, ktorý nemá konkrétne, vizuálne ľahko identifikovateľné miesto. Celková prestavba deliacej linky kvôli spomenutým náležitostiam trvá príliš dlho. Rezné kotúče sa pri tvrdej akosti rúr opotrebujú veľmi rýchlo (potrebná výmena kotúčov po každom zväzku). Za jednu zmenu sa kotúč musí meniť viac krát (2- 10 – záleží od akosti rezaných rúr).

Zmena transportu odrezkov do kontajnerov .

Po narezaní rúr na presné dĺžky vznikne malý odrezok, ktorý tvorí odpad z procesu presného delenia. Tento odrezok pracovník vykonávajúci operáciu uchopí do vzdialenejšej (vonkajšej) ruky od píly. Po uvoľnení zverákov nad pílou pracovník musí vložiť odrezok do kontajnera na kovový odpad, ktorý sa nachádza za jeho chrbtom. Musí sa otočiť, odhodiť odrezok, otočiť sa späť a odobrať ešte nenarezané rúry zo vstupného roštu. Tento úkon mu po každom reze zaberie cca 5 sekúnd pred každým ďalším rezom.

V nasledovnom meraní predpokladám, že sa delia rúry s rozmerom takým, aby sa dali deliť 3 rúry naraz. Veľkosť zväzkov je znázornená v kusoch od 100 do 250 a následne vypočítaný stratený čas, ktorý je spôsobený otáčaním sa za účelom odhodenia odrezku do koša na oceľový odpad.
(Viď. Tab. 5Meranie plytvania časom pri odhadzovaní odrezkov (Zdroj: Autor)).

počet kusov rúr	počet rezov	stratený čas(sek)	stratený čas (min)
100	33	165	2,8
150	50	250	4,2
200	66	330	5,5
250	83	415	6,9

Tab. 5Meranie plytvania časom pri odhadzovaní odrezkov (Zdroj: Autor)

Odihľovanie viacerých rúr za účelom zvýšenia produktivity.

Ak pracovník chce zvýšiť produktivitu odihľovania koncov rúr, môže nastaviť nahadzovacie zuby tak, aby odoberali vždy po dvoch rúrach. Na prvej kefe sa odihlia konce oboch rúr a prepadne na valce, ktoré presunú rúry ku kefe na druhom konci linky. Tam nastáva problém, keď druhá rúra nenarazí o zarovnávaciu podložku. Je ďaleko od kefy a pri odihľovaní sa jej nedotkne. Táto rúra neprejde procesom odihlenia jednej strany. Pri neskorom všimnutí si tohto javu sa musí odihliť celý zväzok ešte raz, lebo zle spracované rúry sa pomiešajú medzi odihlené rúry. Tento jav obmedzuje automatický chod linky, lebo na druhom konci musí stáť pracovník, ktorý túto rúru pritlačí o zarovnávaciu plošinu.

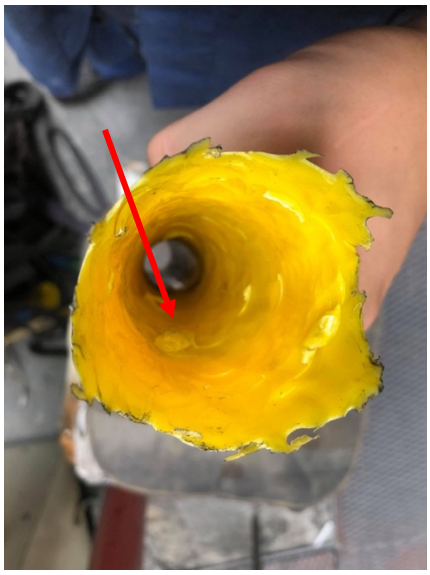
Zasekávanie rúry s dĺžkou 4290±100mm.

Pri odihľovaní rúr s rozmerom 4290±100mm nastáva problém pri prechode od prvej kefy na presúvacie valce. Takto dlhá rúra sa zvykne zaseknúť o hlavu skrutky, ktorá spája rošt, po ktorom rúra svojou váhou rotuje na presúvacie valce. Hlava tejto skrutky trčí cca 2 cm a je vzdialená presne 4290mm od kefy, čiže veľmi často sa táto rúra zasekne a spôsobí problémy v automatickom chode linky. Pri neskorom zaregistrovaní sa musí linka odstaviť a rúry sa musia napraviť, poprípade vrátiť späť na vstupnú muldu. Tento jav sa zatiaľ rieši tak, že jeden pracovník stojací za prvou kefou dbá na to, aby sa táto rúra nezasekla v strede linky a nespôsobila problémy pri automatickom chode linky.

Odihľovanie naolejovaných rúr.

Rúry, ktoré prešli konzervovaním pred odihlením spôsobujú problémy na linke kvôli svojmu klzkému povrchu. Na prítlačných valcoch sa rúry prešmykujú a neprídu do kontaktu s kefou. V tomto momente sa to rieši tak, že pracovník rukou pritláča každú rúr o odihľovaciu kefu. To je hrubé porušenie zásad BOZP, lebo pracovník dáva ruky do rotačných častí linky.

Zasekávanie rúr o vpustky pri rovnaní



obr. 24 Zápustka s lupeňmi (Zdroj: Autor)

Pred vstupom rúry do rovnacej linky prechádzajú cez vpustky do stroja, ktoré navedú rúru priamo medzi rovnacie valce. Po pravidelnom používaní jednej vpustky, ktorá je z plastového alebo silikónového materiálu, sa vytvoria lupeňové deformácie. (Viď.obr. 24 Zápustka s lupeňmi (Zdroj: Autor)).

Tieto plastové lupene vo vnútri vpustiek zabraňujú hladkému prechodu rúr do rovnacej linky. Rúry sa vzpriečia o lupene vo vpustke a zaseknú sa. Pracovníkovi trvá 2-3 sekundy kým si všimne, že rúra stojí pred rovnacími valcami. Rukou posunie rúru, aby prešla cez vpustku. Toto ohrozuje zdravie pracovníka, lebo mu hrozí zachytenie rukavice o rúru, čo môže spôsobiť vážne zranenie. Tak isto tento jav spôsobuje plytvanie časom

3.5. Zistené problémy a nedostaky

Z vyššie uvedeného textu vyplývajú nasledovné problémy a nedostatky vo výrobnom procese. Po dôkladnom pozorovaní som zistil, že prevádzkáreň na viacerých úsekoch nemá dostatočne zavedené zásady 5S.V dôsledku zlej aplikácii metódy 5S, vznikajú na pracoviskách plytvania časom, pohybom, manipuláciou materiálu a iné.

Tiež som zistil, že na pracoviskách, kde je potrebná častá prestavba zariadenia vznikajú veľké prestoje za účelom výmeny náradia. Odstránenie týchto nedostatkov považujem za kľučové vo zvyšovaní efektivity práce na pracovisku a vo zvýšení produktivity zariadení.

4. NÁVRHOVÁ ČASŤ

V návrhovej časti mojej bakalárskej práce navrhujem riešenia na už spomenuté problémy a nedostatky, ktoré som vyčlenil v kapitole 3.3 mojej analytickej časti. Pri zisťovaní riešení dbám na to, aby daný návrh priniesol ekonomický prínos a zvýšil efektivitu práce na prevádzke Ťaháreň 1.

4.1. Návrhy na zlepšenia

V rámci návrhu sa zameriam na zlepšenie procesov pracovísk hrotovania, ťahacích stolíc a úpravňe.

4.1.1. Hrotovanie

Riešenie problému neprepadávania lupy do hrotovacieho roštu

Na vyriešenie problému neprepadávania lúp do hrotovacieho roštu som prišiel na nasledujúce konkrétne riešenie, ktoré môže vyriešiť daný problém.

Po ohriatí rúry v štrbinovej peci hrotovačky sa rúra zasekne, pretože vlastnou váhou by mala rotovať do hrotovacieho žľabu, no z dôvodu krivosti k tomuto pohybu nedôjde. Preto navrhujem dopraviť rúru do hrotovacieho žľabu tak, aby rotovať po šikmom rošte nemusela. Bola by premiestnená do žľabu pomocou dopravníka. Tento dopravník by bol nastavený tak, aby v určitom intervale vždy odobral lupu priamo z výstupu pece a bez potreby rotovania ju prepravil do hrotovacieho žľabu. Toto riešenie by úplne vyriešilo problém zasekávania sa rúry na šikmom rošte.

Nevýhoda návrhu je taká, že pri inštalácii dopravníku na linku AVS25-T by musela byť celá linka neaktívna, čo môže spôsobiť problémy a prestoje v celom výrobnom reťazci. Taktiež návrh, inštalácia a samotná kúpa dopravníku je finančne náročná.

Riešenie nedostatku hutného náradia

Problém nedostatku hutného náradia a jeho umiestnenie som spozoroval na viacerých úsekoch výroby v ťahárni dielňa 1. Tento problém sa konkrétne týka pákových nožníc na oceľ pri hrotovacích linkách.

<u>Návrh č.1</u>

Pákové nožnice na oceľ umiestniť na viditeľné a konkrétne miesto pri linke AVS40, a používať ich iba za účelom rozstrihnutia oceľových drôtov, ktoré zväzujú zväzok lúp. Označiť dané

miesto, aby každý pracovník z každej zmeny vedel, kde sa pákové nožnice nachádzajú a kam ich po vykonaní strihu vrátiť. Na linke AVS40 sa zväzky odstrihávajú zo zadnej strany vyhrňovacej muldy, kde sú oceľové stĺpy, na ktorých je mulda uchytená. Navrhujem navariť hák, ktorý bude slúžiť na zavesenie pákových nožníc. Budú pripravené hneď pri potrebe odstrihnutia oceľových drôtov. Pracovník nebude musieť prejsť zbytočnú vzdialenosť pre nožnice a nestratí čas pri ich hľadaní. Tiež odporúčam nad hák na odkladanie nožníc umiestniť vizuálne ľahko identifikovateľné označenie, že ten hák je určený na odkladanie pákových nožníc a znazorniť kontrastnou farbou tvar nožníc. Toto isté opatrenie odporúčam zaviesť aj na linke AVS25-T.

Každý predák musí po skončení pracovnej zmeny vizuálne skontrolovať prítomnosť oboch nožníc na výrobných linkách a ich funkčnosť.

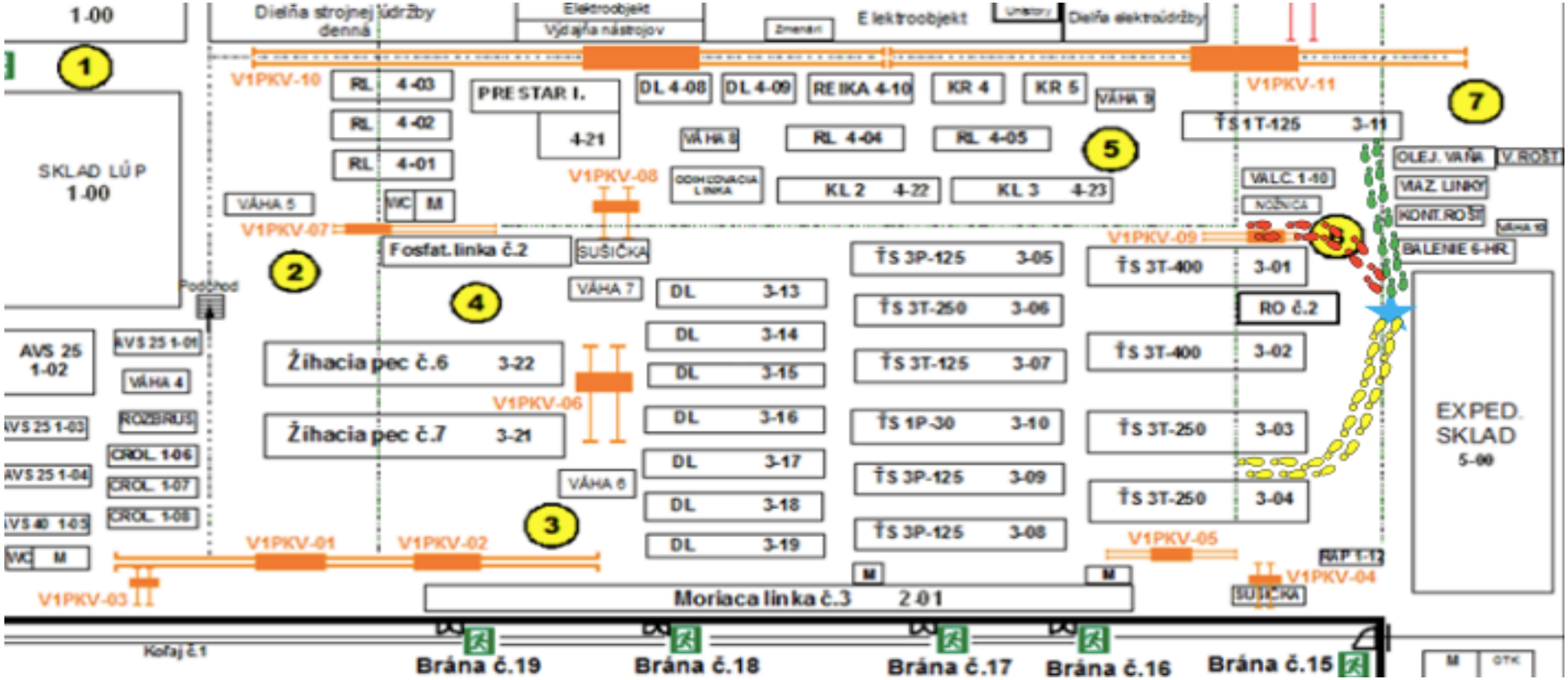
4.1.2. Ťahacie stolice

Riešenie skrátenia prestavby ťahacích stolíc

Umiestenie skladu/výdajne ťahacích nástrojov (prievlak tŕň) je kľúčové pri rýchlej a efektívnej prestavbe stroja. Po vykonaní meraní som zistil, že odovzdanie a prevzatie nových nástrojov je časovo náročnejšie ako samotná prestavba stroja. Preto som navrhol dve riešenia, ktoré môžu vyriešiť problém s dlhou prestavbou ťahacích stolíc.

<u>Návrh zmeny umiestnenia výdajne ťahacích nástrojov</u>

Po zvážení viacerých alternatívnych miest som vybral jedno, čo si myslím, že je najoptimálnejšie umiestnenie výdajne ťahacích nástrojov vo vzťahu k ťahacím stoliciam č.1,č.4 a č.11. Tiež som priamo vo výrobe vykonal súčet mojich krokov od týchto stolíc, k novému možnému miestu umiestnenia skladu/výdajne (Viď. obr. 25 Návrh nových možných trás k novej výdajni (Zdroj: Autor)



obr. 25 Návrh nových možných trás k novej výdajni (Zdroj: Autor)

- Nová poloha skladu výdajne ťahacích nástrojov
- Nová trasa z ťahacej stolice č.1 (21 krokov)
- Nová trasa z ťahacej stolice č. 4 (45 krokov)
- Nová trasa z ťahacej stolice č. 11 (38 krokov)

trasa.	vzdialenosť (kroky)	vzdialenosť (m)	tam - späť (m)	čas	čas výmeny	Celkový čas prepravy
čevená	21	13,65	27,3	19 sekúnd	1,5 min	1min 49 sekúnd
žltá	45	29,25	58,5	42 sekúnd	1,5 min	2min 12 sekúnd
zelená	38	24,7	49,4	36 sekúnd	1,5 min	2min 6 sekúnd

Tab. 6 Meranie vzdialenosti výdajne náradia po zmene (Zdroj: Autor)

Po premiestnení výdajne ťahacieho náradia sa každá trasa z príslušných ťahacích stolíc výrazne skráti, čo významne skráti aj čas potrebný na prestavbu ťahacej stolice, čo považujem za kľúčové pri zvyšovaní efektivity ťahania. Celkový čas prepravy náradia na ťahanie z ťahacej stolice č.1 klesol zo 4,3 minúty na 1 minútu a 49 sekúnd, z ťahacej stolice č.4 klesol z 5 minút na 2 minúty a 12 sekúnd a z ťahacej stolice č.11 klesol zo 4 minút na 2 minúty a 6 sekúnd. (Viď. Tab. 6 Meranie vzdialenosti výdajne náradia po zmene (Zdroj: Autor)).

Návrh výdaja ťahacích nástrojov skladníkom

V druhom návrhu riešenia problému 0 odporúčam nepremiestňovať sklad, čo ušetrí firmu o prestavbu haly, premiestňovania ťahacieho náradia a finančné náklady na obstarávanie skladovej jednotky. Tento návrh spočíva v prepojení skladového informačného systému so systémom ťahacích stolíc, kde by bol k dispozícii plán ťahania na celú zmenu. Skladník vo výdajni ťahacieho náradia by vedel aké prievlaky a tŕne budú potrebné na určitej ťahacej stolici v stanovenom čase. Takto by si ich vedel dopredu pripraviť a mohol by ich roznášať k ťahacím stoliciam. Toto by úplne vynulovalo čas na prepravu ťahacích náradí ku stoliciam. Po doťahaní zväzku a potreby zmeny rozmeru, by príslušný pracovník na ťahacej stolici už mal pripravené potrebné prievlaky a tŕňe a hneď by mohol vykonať prestavbu zariadenia na iný rozmer. Použité ťahacie náradie by skladník tiež pozbieral z ťahacích stolíc a odniesol späť do skladu, kde by ich aj vyčistil.

Po tomto opatrení by čas prestavby ťahacích stolíc klesol na 9 min čo je čas potrebný na prestavbu ťahacej stolice. Tento návrh by ale úplne eliminoval čas na prevzatie ťahacích nástrojov z výdajne ťahacích stolíc.

Riešenie nezachytenia hrotu do ťahacieho vozíka.

Nezachytenie hrotu do ťahacieho vozíka je problém, ktorý výrazne predĺži čas spracovania zväzku. Jednu rúru nemusí zachytiť aj po opakovanom prisunutí ťahacieho vozíka. Na vyriešenie tohto problému mám dva návrhy.

Návrh inštalácie fotobunky

Môj prvý návrh na vyriešenie problému je umiestnenie fotobunky do ťahacieho vozíka za čeľuste. Tým vypustiť nastavovanie prísunu vozíka ku prievlaku na určité vzdialenosti. Nastaviť uzatvorenie čeľustí až po zachytení konca rúry fotobunkou po úplnom zasunutí hrotu do ťahacieho vozíka. Čeľuste zachytia celý povrch hrotu čo zabezpečí, že hrot bude pevne uchopený.

Nevýhoda tohto opatrenia je, že je potrebné zabezpečiť technika na navrhnutie správneho umiestnenia fotobunky do ťahacieho vozíka. Tak isto vyššie náklady na nainštalovanie a zabezpečenie danej fotobunky. Tiež tam je riziko, že krátke hroty fotobunka vôbec nezachytí a ťažný vozík narazí do prievlaku. Preto by som prednastavenú vzdialenosť zastavenia vozíka ponechal, no znížil ju na najmenšiu možnú hodnotu len kvôli bezpečnosti a zabráneniu nárazu vozíka do prievlakovej kocky.

Návrh predĺženia hrotu

Pre vyhnutie sa nákladom spojených s inštaláciou fotobunky do ťahacieho vozíka mám pripravený druhý návrh na vyriešenie daného problému.

Tento návrh spočíva v tom, že problémové rúry majú dĺžku hrotu 150 mm. Táto dĺžka je nedostatočná na pevné uchytenie hrotu do čeľustí ťahacieho vozíka. Preto odporúčam plánovať tieto rúry s hrotom dlhým aspoň 180 mm čo zabezpečí, že hrot bude z prievlaku vyčnievať o 30 mm viac a dostane sa hlboko do čeľustí.

Nevýhodou tohoto návrhu je zvýšenie odpadu na medzioperačnom delení pri odrezávaní použitých hrotov.

Riešenie zlej manipulácie s ťahacími nástrojmi okolo stroja a zlého umiestnenia náradí na ich čistenie.

Tieto dva problémy som spojil do jedného riešenia, lebo oba nedostatky súvisia so zlým usporiadaním pracoviska a nedostatočnou aplikáciou metódy 5S.

Pre lepšiu manipuláciu s ťahacími nástrojmi pri ich čistení je potrebné mať pri ťahacích stoliciach (najväčší problém pri ťahacej stolici č.11) multifunkčný stôl, určený len na údržbu prievlakov a tŕňov. Na ňom bude pripevnená čelná stena, určená na odloženie príslušných nástrojov na úpravu ťahacej stolice. Pripraviť makety náradia (píla na železo, oceľová kefa, rovnací kľúč...), ktoré sa zastriekajú sprejom výraznou farbou na stene na náradie. To zabezpečí, že neprítomné náradie bude na stene viditeľne chýbať. Pracovník si neprítomnosť tohoto náradia ľahko všimne a môže sa na to predčasne pripraviť.

Tak isto je potrebné zabezpečiť, aby si pracovník pracujúci na danej stolici, skontroloval po dokončení pracovnej činnosti prítomnosť a stav náradia na čelnej stene.

4.1.3. Úprava

Riešenie prestojov pri výmene pílových kotúčov

Pre zníženie prestojov pri výmene pílových kotúčov na úseku presného delenia som navrhol jedno konkrétne riešenie.

Ku každej linke presného delenia odporúčam umiestniť stojan, ktorý bude určený pre nové a nabrúsené pílové kotúče. Tak isto umiestniť stojan k linkám na opotrebované kotúče. Každá zmena si bude musieť skontrolovať stav stojanov pred začiatkom zmeny. Odporúčam mať pripravených 10 nových pílových kotúčov. Po výmene opotrebované nebrať ihneď do skladu opotrebovaných kotúčov, ale umiestniť ich do druhého stojanu. Na konci každej zmeny predák vizuálne skontroluje oba stojany a opotrebované kotúče odnesie do skladu a zadováži ďalších 10 nových kotúčov do každého stojanu pri deliacich linkách. Toto riešenie zníži čas prestavby pílových kotúčov.

Tiež odporúčam lepšie umiestnenie kľúča na výmenu pílových kotúčov, ktorý bude ľahko vizuálne identifikovateľný a taktiež odporúčam zvýšiť ich počet. Navrhujem ich umiestniť ku každej píle.

Riešenie problému potreby odhadzovania odrezkov.

Na odstránenie časového plytvania spôsobeného odhadzovaním odrezkov do kontajnera, odporúčam navrhnúť a zaviesť pásový dopravník, ktorý zabezpečí samovoľné odvádzanie odrezkov rúr do zberného kontajnera. Pracovníci nebudú strácať čas otáčaním a odhadzovaním odrezkov. Hneď po odrezaní budú môcť začať rezať ďalšie rúry vo zväzku, zatiaľ čo pásový dopravník odvedie odrezky.

Po prejdení online obchodov pásových dopravníkov, navrhujem zaviesť dopravník typu Hagemann 300x2480mm (1490 €) viď. www.machineseeker.sk.

Toto vylepšenie úplne eliminuje plytvanie časom, ktoré za súčasného stavu pri zväzku s počtom rúr 250 činí takmer 7 minút.

Riešenie neschopnosti odihlovania viacerých rúr naraz.

Na zvýšenie produktivity na odihľovacej linke je nutné spracovávať v jednom kroku 2 rúry naraz, čo je v súčasnom stave problematické.

Aby bolo možné odihľovať viac rúr súčasne odporúčam pred druhú kefu nainštalovanie podávacích valčekov. Tie zabezpečia úplné prirazenie oboch rúr na zrovnávaciu plošinu.

Vďaka tomuto zlepšeniu bude linka produktívnejšia, bude môcť fungovať v automatickom chode a pracovník, ktorý mal za úlohu obsluhovať odihľovaciu linku bude vykonávať inú pracovnú funkciu.

Riešenie problému zasekávania rúry s dĺžkou 4290mm.

Pre eliminovanie zasekávania rúr dĺžky 4290 mm na odihľovacej linke odporúčam oblú hlavicu skrutky, do ktorej sa rúra nezasekne pri priechode z kefy na valčekový dopravník. Tiež by bolo vhodné skrutky spájajúce šikmý rošt zapustiť, aby hlava skrutky nevyčnievala a nezabraňovala hladkému presunu rúr ku kefe. Toto zlepšenie nie je finančne náročné a zabezpečí bezproblémový chod odihľovacej linky. Ušetrí jedného človeka, ktorý musí dohliadať na zasekávanie rúr a následné spustenie linky do správneho chodu.

obr. 26 Prítlačný valec (Zdroj: Autor)

Riešenie problému nepritláčania naolejovaných rúr o kefu.

Na zabezpečenie kvalitného odihlenia naolejovaných rúr, bez ohrozenia zdravia pracovníka ručne pritláčajúceho naolejované rúry, navrhujem zmenu povrchu prítlačných valcov. (Viď obr. 26 Prítlačný valec (Zdroj: Autor)). Drsnejší povrch valcov zabezpečí vyššie trenie a tým aj zamedzí prešmykovaniu naolejovaných rúr pri odihľovaní. Dôležité je, aby drsnejší povrch nebol z takého materiálu, ktorý poškodí povrch rúr. Toto riešenie vyrieši problém ohrozovania zdravia pracovníka, lebo nebude musieť byť prítomný a nebude tlačiť rúry v oblasti rotujúceho zariadenia.

Riešenie zasekávania sa rúry o zápustky.

Pri rovnaní je dôležité aby rúra mala bezproblémový vstup medzi rovnacie valce. Preto som navrhol nasledovné opatrenia.

<u>Návrh iného materiálu vpustky</u>

Plastové vpustky vymeniť za iný materiál, ktorý nie je príliš mäkký. Do tvrdšieho materiálu sa nebudú robiť spomenuté „lupene“, o ktoré sa môže rúra spriečiť a bude môcť bezproblémovo prejsť k rovnacím valcom.

Nevýhodou tohto riešenia je to, že pri narazení do tvrdšieho materiálu vpustky je riziko zdeformovania konca rúr. Takúto deformáciu už nie je možné odstrániť.

Návrh priamosti vstupného žľabu

Aby rúra nenarážala do okraja vpustky, netvorila lupene a následne sa o ne nezachytávala, odporúčam pravidelnú kontrolu priamosti vstupného žľabu. To zabezpečí priamejšie navádzanie rúr do rovnacích valcov. Tak isto odporúčam pravidelnú výmenu laminátových dosiek. Ich opotrebovanie zapríčiňuje nepriame navádzanie rúry do rovnacej linky.

5. Zhodnotenie návrhov

Pri navrhovaní riešení na optimálnejší a efektívnejší chod som dbal na to, aby daný návrh bol ekonomicky a fyzicky realizovateľný. Na vyššie uvedené riešenia som prišiel meraním a pozorovaním daných javov. Vďaka pozorovaniu som odhalil úzke miesta vo výrobe a definoval prestoje na úseku prípravy výroby, na úseku ťahacích stolíc a na úseku úpravy.

V časti Príprava výroby som uviedol návrh na vyriešenie problému neprepadávania rúr do hrotovacieho žľabu, ako aj problém s nedostatkom hutného materiálu. Oba tieto problémy spôsobujú plytvanie časom, pohybom a ľudskou energiou. Preto ich vyriešenie považujem za kľúčové pri zvýšení produktivity daného úseku.

Na oddelení Ťahacie stolice som pozorovaním prišiel na riešenia viacerých problémov, ktoré spôsobujú prestoje. Za najdôležitejšie pokladám zníženie času prestavby ťahacích stolíc, čo sa dosiahne premiestnením výdajne/skladu ťahacích nástrojov, alebo integrovanie skladníka do procesu prestavby ťahacích stolíc. Tiež som navrhol lepšie umiestnenie nástrojov na vykonanie prestavby. Navrhnuté riešenia zabezpečia efektívne prestavenie ťahacej stolice na iný rozmer, čo je kľúčové pri zvyšovaní flexibility výroby.

V úseku Úpravňa som navrhol konkrétne riešenia pre produktívnejší chod pracovísk rovnanie, odihľovanie a presné delenie. V každej časti Úpravne dochádza k plytvaniu časom a aj ľudskou energiou. Na eliminovanie plytvania časom na rovnacích linkách spôsobené zaseknutím sa o vpustku a tým tvorenie jej deformácie v podobe lupeňov, som prišiel s dvoma návrhmi, ktoré sú ekonomicky a technologicky realizovateľné. Na linkách presného delenia, kde najväčšie plytvanie časom prináša odhadzovanie odrezkov do kontejnerov, som navrhol riešenie inštalácie dopravníka. Toto riešenie úplne eliminuje toto plytvanie a zefektívni celý proces presného delenia, no jeho nevýhodou je, že je potreba vynaloženia finančných prostriedkov v hodnote 1490 eur a prestavbu celej deliacej linky. Na odihlovacej linke považujem za dôležité vyriešiť problém s nepritláčaním naolejovaných rúr o kefu. Pracovníci pri ručnom pritláčaní ohrozujú svoje zdravie. Návrh, ktorý rieši zabezpečenie drsnejšieho povrchu prítlačných valcov by zabezpečil bezpečné pritláčanie naolejovaných rúr.

6. Záver

V prvej kapitole záverečnej práce sú popísané teoretické východiská z oblasti výroby, procesného modelovania, podnikových procesov a procesného reengenireengu. Charakterizovaná je potreba zmeny v podniku, čo pomáha pochopiť potrebu optimalizácie. Pri vykonávaní optimalizácie výrobných procesov som sa opieral o filozofiu Lean manufacturing, ktorú som do procesu implementoval pomocou príslušných metód, ako napr. 5S, SMED,Six sigma. Kapitola tiež poskytuje informácie o procesnom modelovaní a o jeho zaužívanom jazyku.

Hlavná časť bakalárskej práce zahrňuje analýzu, nájdenie nedostatkov a následne predložené návrhy a riešenia. V úvodnej časti analytickej časti som charakterizoval spoločnosť, v ktorej som riešil svoju bakalársku prácu. Ďalším krokom analytickej časti bola globálna analýza procesov, v ktorej som priblížil materiálový tok pri výrobe presných bezšvíkových rúr. Tiež som priblížil procesy jednotlivých meraní na rozličných linkách. Ďalej som popísal jednotlivé výrobné operácie krok po kroku, v ktorých som sa snažil zachytiť nedostatky súčasného stavu výroby. Následne som ich v ďalšej časti analýzy definoval. Po dôkladnom analyzovaní súčasného stavu som navrhol riešenia na každý nájdený nedostatok vo výrobnom procese. Na návrhy som prišiel pri meraní a pozorovaní definovaných nedostatkov priamo v prevádzke. Navrhnuté riešenia som konzultoval s oddelením technológie v spoločnosti. Každý návrh je realizovateľný so spomenutým cieľom zefektívnenia výrobného procesu. Nechávam už na spoločnosti, či spomenuté návrhy aplikuje do výrobného procesu.

7. Použitá Literatúta

1. TOMEK, GUSTAV a VAVŘOVÁ, EVA. Integrované řízení výroby. *Od operatívneho řízení výroby k dodavatelskému řetězci* . Praha : Gradaa publishing, 2014.

2. JIRÁSEK, JAROSLAV**.** *Štíhla výroba* . Praha : Grada , 1998.

3.ŘEPA, VÁCLAV **.** Podnikové procesy. *Procesní řízení a modelování* . Praha : Grada Publishing a.s, 2007.

4. SANDERS, DOUG , ROSS, BILL a COLEMAN, JIM. The Process map. *Quality Engineering.* 1999.

5. Enprag. *stihlavyroba.eu.* [Online] https://stihlavyroba.eu/stihla-vyroba/s-29/.

6**.**GEORGE, MICHAEL L.**,** a iní. Lean six sigma kapesní příručka. *Rychlý průvodce témeř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity.* Brno : SC&C Partner , 2010.

7. HIRANO, HIRAYUKI a RUBIN, MELANIE *5S - pro operátory.* Brno : SC&C partner, 2009. ISBN 978-80-904099-1-0.

8. TUČEK, DAVID a BOBÁK, ROMAN . Výrobní systémy . Zlín : Univerzita Tomáša Bati , 2006.

9**.** Železiarne Podbrezová a.s . [Online] https://www.zelpo.sk/.

10. *Interná podniková literatúra.*