

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Nejc Pregelj

**Ureditev proizvodnega procesa pred uvedbo  
proizvodnega informacijskega sistema**

DIPLOMSKO DELO  
NA VISOKOŠOLSKEM STROKOVNEM ŠTUDIJU

Mentor: izr. prof. dr. Marko Bajec

Ljubljana, 2011



Št. naloge: 00168/2011

Datum: 04.10.2011

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **NEJC PREGELJ**

Naslov: **UREDITEV PROIZVODNEGA PROCESA PRED UVEDBO  
PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA  
SETTING UP THE PRODUCTION BEFORE DEPLOYING A  
PRODUCTION INFORMATION SYSTEM**

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje

Tematika naloge:

Uvedba proizvodnega informacijskega sistema je kot uvedba vsake informacijske rešitve v poslovni sistem zahteven proces. Eden od ključnih dejavnikov uspeha je dobra priprava na uvedbo. V nalogi preučite, kaj zajema priprava na uvedbo proizvodnega informacijskega sistema in zapisano preskusite na praktičnem primeru.

Mentor:

  
prof. dr. Marko Bajec

Dekan:

  
prof. dr. Nikolaj Zimic



# IZJAVA O AVTORSTVU

## diplomskega dela

Spodaj podpisani/-a Nejc Pregelj,

z vpisno številko 63040135,

sem avtor/-ica diplomskega dela z naslovom:

**Ureditev proizvodnega procesa pred uvedbo proizvodnega informacijskega sistema**

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal/-a samostojno pod mentorstvom (naziv, ime in priimek)  
izr. prof. dr. Marko Bajec
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.)  
ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne \_\_\_\_\_ Podpis avtorja/-ice: \_\_\_\_\_

## **ZAHVALA**

Za mentorstvo in svetovanje pri izdelavi diplomske naloge se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Marku Bajec.

Zahvaljujem se tudi podjetju Metal Design d.o.o. za vso podporo, ki so mi jo nudili v času mojega praktičnega izobraževanja, pa tudi staršem in dekletu, ki so me spodbujali in mi v času študija stali ob strani.

## **Kazalo**

POVZETEK .....	1
ABSTRACT .....	2
1 UVOD.....	3
2 PROIZVODNI PROCES.....	4
2.1 Delitev proizvodnih procesov .....	5
3 PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEM (PIS).....	7
3.1 Osnovne naloge PIS .....	8
3.2 Glavne funkcije PIS.....	10
3.3 Povezovanje PIS z ostalimi sistemi v podjetju.....	11
3.4 Zgradba PIS .....	12
3.5 Zahteve PIS .....	14
4 UVELJAVLJENE METODE UREDITVE IN OPTIMIZACIJE PROIZVODNIH PROCESOV .....	15
4.1 KAIZEN .....	15
4.2 5S.....	16
4.3 DMAIC.....	18
4.4 SMED.....	20
5 ČIŠČENJE IN ORGANIZIRANJE PROIZVODNJE.....	21
5.1 Čiščenje proizvodnje in ureditev proizvodnih mest .....	21
5.2 Ureditev skladišč .....	23
5.2.1 Osnovne naloge skladišča .....	23
5.2.2 Lokacija skladišča.....	24
5.2.3 Skladiščenje in informacijska podpora .....	26
5.3 Organizacija podjetja in vodenje s cilji .....	28
6 OPTIMIZACIJA PROIZVODNEGA PROCESA .....	29
6.1 Vrednostna analiza delovnih postopkov.....	30
6.1.1 Primera vrednostne analize in optimizacije delovnega postopka .....	31
6.2 Uvedba hitrih nastavitev delovnih postopkov .....	35
6.3.1 Primer hitrih nastavitev .....	37
6.3 Zmanjševanje medfaznih zalog .....	39
6.4 Povezovanje proizvodnih procesov .....	39
7 PODPORA PROIZVODNEMU PROCESU .....	41
7.1 Vzdrževanje strojev in orodja.....	41
7.1.1 Preventivno vzdrževanje.....	41
7.1.2 Kurativno vzdrževanje .....	42
7.1.3 Praktični primer vzdrževanja .....	42

7.2	Odnosi in komunikacija z dobavitelji.....	44
8	PRIPRAVA IN OBLIKOVANJE PODATKOV ZA VNOS V PIS .....	45
8.1	Urejanje kosovnic izdelkov .....	45
8.1.1	Vrste kosovnic .....	46
8.1.2	Vnos tehnoloških postopkov izdelave izdelkov.....	47
9	POVEZAVA MED UREDITVIJO PROIZVODNEGA PROCESA IN VPELJEVANJEM PIS .....	49
10	TEŽAVE PRI UREJANJU PROIZVODNEGA PROCESA .....	51
11	SKLEPNE UGOTOVITVE.....	52
	KAZALO SLIK.....	53
	LITERATURA IN VIRI.....	54

## SEZNAM KRATIC IN SIMBOLOV

<b>PIS</b>	proizvodni informacijski sistem
<b>B2B</b>	( <i>ang. business to business</i> ) proizvodjanje za znanega kupca
<b>AS/RS</b>	( <i>ang. automatic storage / retrieval system</i> ) sistem za samodejno shranjevanje in nalaganje
<b>AGVS</b>	( <i>ang. automatic guided vehicle systems</i> ) avtomatsko vodeni transportni sistemi
<b>ERP</b>	( <i>ang. enterprise resource planning</i> ) integriran poslovni informacijski sistem
<b>SCM</b>	( <i>ang. supply chain management</i> ) sistem za upravljanje oskrbovalne verige
<b>SSM</b>	( <i>ang. sales service management</i> ) prodajni sistem
<b>P&amp;PE</b>	( <i>ang. product and process engineering</i> ) tehnološki informacijski sistem
<b>MRP</b>	( <i>ang. material requirements planning</i> ) sistem za planiranje potreb po materialu
<b>MPS</b>	( <i>ang. master production schedule</i> ) glavni proizvodni program
<b>CRP</b>	( <i>ang. capacity requirements planning</i> ) sistem za planiranje kapacitet
<b>CAD</b>	( <i>ang. computer aided design</i> ) računalniško podprto modeliranje
<b>CNC</b>	( <i>ang. computer numerical control</i> ) računalniško numerično krmiljenje
<b>SMED</b>	( <i>ang. single minute exchange of die</i> ) menjava orodja v manj kot minuti
<b>OOE</b>	( <i>ang. overall equipment effectiveness</i> ) skupna učinkovitost opreme
<b>MES</b>	( <i>ang. manufacturing execution system</i> ) proizvodni informacijski sistem



## **POVZETEK**

Podjetja se morajo v obdobju, kateremu tempo narekujejo hitre spremembe na področju znanosti, tehnologije in kateremu vlada globalizacija, zelo hitro prilagajati, če želijo ostati konkurenčna in uspešno poslovati. Postati morajo vedno bolj odzivna in prilagodljiva, saj kupci postajajo vedno bolj zahtevni in vedno manj zvesti, morajo pa tudi stopati v korak s tehnološkim napredkom in uvajati vedno nove in boljše tehnologije. Ena izmed pomembnejših tehnologij je vsekakor informacijska tehnologija, katero podjetja vedno bolj uporabljajo, če želijo ostati konkurenčna, saj le dobro informacijsko podkrepjen proizvodni proces omogoča prilagodljivost in odzivnost podjetja.

V tej diplomski nalogi sem predstavil ureditev proizvodnega procesa pred uvedbo PIS. V prvem delu sem za uvod opisal dva pojma, katera predstavljata nekakšno nit celotne diplomske naloge. Ta dva pojma sta proizvodni proces in proizvodni informacijski sistem. V vseh naslednjih poglavjih pa sem postopoma opisal vse faze ureditve proizvodnega procesa kot smo jih izvajali v podjetju Metal Design d.o.o.. Obsegajo pa vse od čiščenja in organiziranja, optimizacije in podpore proizvodnemu procesu. Na koncu pa sledita še oblikovanje podatkov za vnos v PIS in pa kratek opis težav, na katere smo naleteli. Vse faze ureditve, so podkrepljene s teoretičnimi dognanji s področja urejanja proizvodnih procesov, sledijo jim pa tudi opisi praktičnih primerov, kot smo jih izvajali v podjetju.

### **Ključne besede:**

proizvodni informacijski sistem, proizvodni proces, ureditev proizvodnega procesa, optimizacija proizvodnje, informacijska tehnologija.

## **ABSTRACT**

In this period of time when the tempo of modern life is filled with rapid changes in the field of science and technology and is ruled by globalization, companies have to adopt themselves very fast if they want to remain competitive and operate with success. They have to become more and more responsible and adaptable because the costumers have become more exacting and less loyal. Companies have to keep pace with technological progress introducing newer and better technologies. One of the most important technologies is certainly the information technology which is widely used by companies to keep their competitive position.

Adaptability and responsibility of the company can be obtained only with an information supported production process.

In this diploma seminar paper I presented the production process and its arrangement before the introduction of PIS (production information system). In the first part I described two main ideas which represent the framework of this paper: production process and production information system. Later on, I gradually described all the phases of the arrangement of the production process which were performed in the Metal Design d.o.o. company. They include cleaning, organizing, optimization and support of the production process. The diploma seminar paper ends with the formation of data for PIS and a brief report of the problems we faced. All phases are based on theoretical facts from the field of arranging production process and are followed by the reports of practical examples performed in the company.

### **Keywords:**

production information system, production process, arrangement of the production process, optimization of the production, information technology

# 1 UVOD

Danes živimo v času, ko so se podjetja primorana boriti z zelo ostro in močno konkurenco na globalnih trgih. Če želijo ostati uspešna in konkurenčna, morajo stopiti v korak s časom in slediti tehnološkemu napredku, katerega razvoj je zaradi novih tehnologij vedno hitrejši.

V času informacijske tehnologije, ko so informacije povsod in zelo lahko dostopne, tudi kupci postajajo vedno bolj zahtevni. Nove tehnologije in reorganizacija procesov so ključni dejavniki, katerih se morajo podjetja posluževati, če želijo ustrezati zahtevam kupcev in še vedno ostati konkurenčna.

Glede na to moramo preurediti proizvodni proces, saj nam le optimalno urejen proizvodni proces omogoča fleksibilnost, ki je nujna za današnje razmere. Podkrepiti pa ga moramo z dobrim informacijskim sistemom, ki nam bo dostavljajal in oblikoval informacije, ki so ključne za napredovanje in rast podjetja.

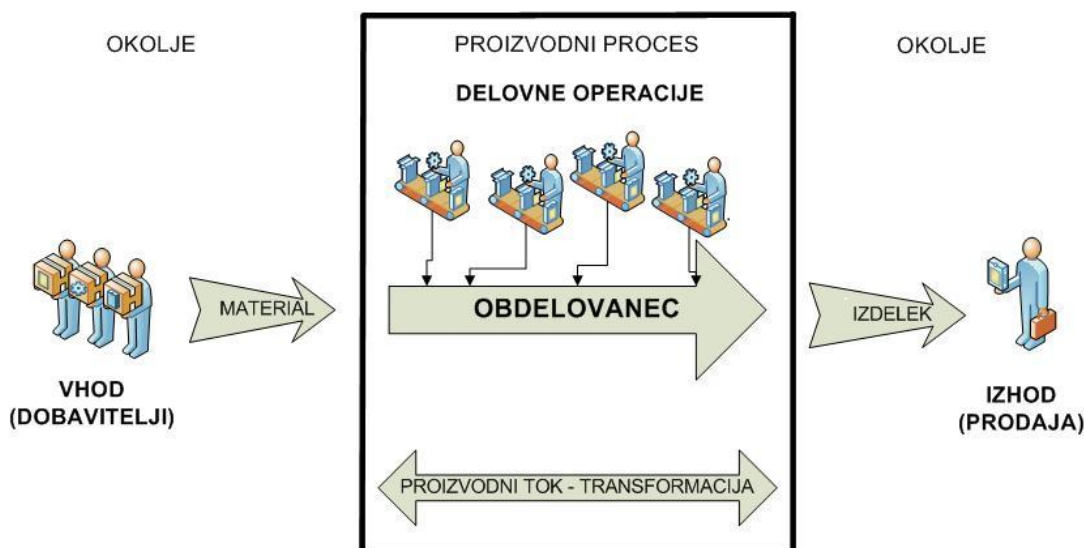
Tega se tudi dobro zavedamo v podjetju Metal Design d.o.o., kjer sem opravljal praktično izobraževanje in kasneje tudi napisal diplomsko nalogo. Na začetku mojega praktičnega izobraževanja sem prišel v podjetje, kjer so sicer imeli nekakšen proizvodni informacijski sistem, vendar je bil proizvodni proces dokaj neurejen, tako da ni omogočal zadovoljive sledljivost, pa tudi podatki, ki so bili skozi ta sistem pridobljeni, so bili dokaj netočni in posledično tudi neuporabni. Zaradi tega smo se odločili preureditve proizvodnega procesa, kar nam bo služilo kot nekakšna osnova pred vpeljavo PIS.

Namen in motivacija mojega praktičnega izobraževanja in tudi diplomskega dela je preučiti teoretična dognanja ureditve in prenove proizvodnega procesa, ter pridobljeno znanje uporabiti na praktičnem primeru v podjetju Metal Design d.o.o..

V diplomski nalogi sta obravnavana predvsem proizvodni proces in pa proizvodni informacijski sistem, zato sem se tudi odločil, da ju zaradi poznavanja in lažjega razumevanja tematike, v prvem delu podrobneje opišem. V drugem delu naloge pa je opisano preurejanje proizvodnje kot smo ga izvajali v podjetju, ki pa je podprto s teoretičnimi in že uveljavljenimi rešitvami. Na koncu naloge pa so tudi opisane vse težave, na katere smo naleteli tekom urejanja proizvodnje.

## 2 PROIZVODNI PROCES

Proizvodni proces je proces, ki skrbi za spreminjanje množice vhodov, ki vanj vstopajo, v izhode kateri so potrebni za uspešno konkuriranje na trgu. Vhode lahko razumemo kot prvine delovnega procesa, kot so delovna sredstva, delovni predmeti ter storitve in delovna sila[3]. Še podrobneje lahko razdelimo delovna sredstva na vse pripomočke, orodja, stroje, infrastrukturo, praktično vse kar potrebujemo za transformacijo delovnega predmeta v nek polizdelek ali izdelek. Seveda ne smemo pozabiti da pri tej transformaciji sodeluje še množica delovnih predmetov, ki vsebuje vse sestavine izdelka in pa potrebno energijo ter surovine za preoblikovanje delovnih predmetov. Še zadnji akter pri proizvodnem procesu pa je delovna sila, ki s pomočjo raznoraznih informacij in storitev predstavlja enega važnejših udeležencev v proizvodnem procesu. Glede na vse našteto lahko rečemo, da proizvodni procesi predstavljajo nekakšno smiselno zaporedje opravil, katerega lahko imenujemo tudi proizvodni tok. Na (slika 1) je prikazan proizvodni proces z vhodi in izhodi.



Slika 1: Proizvodni proces [4]

Tempo proizvodnje dobrin v današnjem svetu še vedno narekuje konkurenca, širjenje trgov in pa vedno bolj zahtevni kupci, zato morajo biti tudi proizvodni procesi vedno bolj dinamični in prilagodljivi, saj je cilj že vnaprej znan. Izdelati moramo zahtevano količino izdelkov najboljše kvalitete v določenem časovnem roku in pa z najnižjimi možnimi stroški. S takimi zahtevami se lahko kosa samo proizvodni proces, ki je ciljno usmerjen in vodljiv, ima tehnološko dovršena in ustrezno vzdrževana delovna sredstva, usposobljeno in dovolj

motivirano delovno silo, delovne predmete zahtevane kakovosti in pa informacijski sistem, ki je na kožo pisan določenemu proizvodnemu procesu.

## **2.1 Delitev proizvodnih procesov**

Organizacije se ukvarjajo z raznoraznimi načini izdelovanja in pridobivanja dobrin, prav tako obstaja tudi veliko različnih vrst proizvodnih procesov, ki so glede na različne kriterije pisani na kožo posamezni proizvodnji. Ravno zaradi tega je možno proizvodne procese klasificirati v različne skupine [4]:

**Časovno opredeljeni** proizvodni procesi, ki so določeni na podlagi časovnega vidika obremenitve procesa z enakimi postopki.

Za občasne proizvodne procese je značilno, da gre za proizvodnjo končnega izdelka, ki je na podlagi geometrične oblike, sestave delov, površinske zaščite in drugimi lastnostmi uporabljenih materialov funkcijsko določen. Avtomatizacija v teh procesih je zelo težavna in draga, saj se glede na različne zahteve kupcev srečujemo z različnimi izdelki, katerih avtomatizacija izdelave skoraj ni mogoče.

Ponavljajoči ali prekinjajoči procesi so zelo podobni občasnim, le da gre tukaj za še vedno različne izdelke, a je povpraševanje po isti vrsti izdelka malo večja kot pa pri občasni proizvodnji. Tu je že možna delna avtomatizacija, saj nam večje serije izdelkov že dovoljujejo izdelavo in nakup specialnih orodij ali strojev za določene dražje faze izdelave.

Neprekinjeni proizvodni procesi pa so posledica velikega povpraševanja ali pa lastnosti samega tehnološkega procesa. V proces na eni strani vstopajo surovine, na drugi pa, glede na delovne operacije, izstopajo izdelki ali polizdelki. V tem primeru pa je že v osnovi omogočena in tudi najbolj primerna popolna avtomatizacija delovnega procesov.

**Glede na velikost serij** opredeljeni proizvodni procesi, so določeni glede na število izdelkov v ustreznem izvedbenem načrtu.

Posamična proizvodnja se v večini ukvarja z izdelovanjem posamičnega, pogosto edinstvenega proizvoda. Primeri take proizvodnje so gradnja mostov, ladij, letal in manjših serij poslovnih objektov. Delo je več ali manj ročno, razen uporabe širši ali splošni rabi namenjenih strojev. Avtomatizacije v takih primerih proizvodnje ni veliko.

Serijska proizvodnja je proizvodnja vnaprej določenih serij izdelkov, ki se lahko med seboj od serije do serije tudi razlikujejo. Za podjetja s takim pristopom je značilna velika zbirka različnih izdelkov ki jih izdelujejo v manjših ali srednjih serijah. Možna je že izdelava specialnih orodij ali strojev, saj se določene faze ponavljajo. Avtomatizacija je že možna.

V množinskih proizvodnjah pa so značilna velika količine proizvodnje enega samega ali nekaj podobnih tipov proizvodov, ki se delno razlikujejo med seboj le po kakovosti obliki in videzu. Proizvodni program je zelo ozek in tudi zelo občutljiv na spremembe na trgu, je pa glede na avtomatizacijo proizvodnje zelo stroškovno gospodaren in tudi precej časovno predvidljiv.

**Glede na razmestitev naprav** ločimo tudi linijske proizvodne procese, pri katerih delovna sredstva največkrat stojijo v neprekinjenih linijah, ki jih določa vrstni red faz izdelave določenega izdelka in pa proizvodne celice katerih koncept predvideva individualne operacije, ki so postavljene izredno blizu druga drugi in največkrat postavljene v obliki črke u. Tak pristop proizvodnega procesa nam omogoča izredno hitro prilagajanje razmeram na trgu glede na spremembe naročil, tehnologije in razpoložljivosti delavcev.

### 3 PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEM (PIS)

Proizvodnega procesa si brez dobrega proizvodnega informacijskega sistema skoraj ne moremo več predstavljati, predvsem zaradi »potrebe po predvidevanju prihodnosti, zaznavanju stanja sistema, ter s tem pogojenimi odločitvami, katere se stalno sprejemajo« [6]. Lahko rečemo, da nam, s pravilnim pridobivanjem in pravilno obdelavo podatkov, proizvodni informacijski sistem ponudi informacije, ki so ključne za vzdrževanje konkurenčnosti in pomembne za rast organizacije. Poleg tega pa poskrbi tudi za optimizacijo proizvodnega procesa glede na povratne informacije, ki smo jih iz njega pridobili (ozka grla, slabo definirani tehnološki postopki, preveč drage faze, ki jih je mogoče s spremembo tehnologije odpraviti). V splošnem, nam omogoča dostop do informacij, ki so potrebne za obvladovanje proizvodnega procesa in izpolnjevanje zahtev kupca.

PIS predstavlja integriran nabor funkcij, katere zagotavljajo povezavo med sistemi za načrtovanje in nadzor. Hkrati zagotavlja tudi informacije, ki omogočajo optimizacijo proizvodnih dejavnosti od naročila pa vse do končnih izdelkov. Lahko rečemo, da se z uporabo trenutnih in natančnih podatkov odziva na trenutno stanje v proizvodnem procesu in optimalno, z ozirom na zmanjšanje del brez dodane vrednosti, načrtovano vodi operacije in procese [11].

Ena od velikih prednosti PIS je ta, da ponuja trenutne podatke o procesih in operacijah in sicer v obliki ki je razumljiva nadzornikom, izvajalcem, upravljalcem, vsem ki so vključeni v proizvodni proces. V podjetjih kjer se ukvarjajo z izdelavo veliko vrst izdelkov, kjer se različne serije in zahteve kupcev zelo hitro izmenjujejo, je nemogoče obvladovati proizvodnjo s še tako dobro usposobljenim kadrom. Prav zaradi tega so ključne hitre in natančne informacije, ki jih PIS ponuja.

Implementacija PIS v proizvodno podjetje prinaša veliko prednosti [7]:

- skrajšanje ciklusa izvedbe
- skrajšanje časa vnosa podatkov
- optimiziranje potrebe po delovni sili
- odpravljanje papirnatega dela
- izboljšanje kakovosti proizvodov
- olajšanje dela operaterjem proizvodnje
- izboljšanje planiranja
- izboljšanje servisa strankam
- optimalno izkoriščanje skladiščnih kapacitet...

### 3.1 Osnovne naloge PIS

PIS sistemi so od podjetja do podjetja različni, vendar pa je povsod znano, katere so njihove osnovne naloge (slika 2). Osnovne naloge PIS so opisane v naslednjih razdelkih [11].

#### PLANIRANJE

PIS je vedno v povezavi s sistemi načrtovanja, saj lahko na tak način sprejema zaporedje delovnih nalog in nas oskrbuje z informacijami, ki so v danem trenutku potrebne. V tej dvosmerni komunikaciji PIS zbira različne podatke kot so podatki o naročilih, spremembah materiala, napredku delovnih procesov in postopkov, jih vrača nazaj, ter tako omogoči prilagajanje sistema za planiranje danim situacijam. Z zbiranje, obdelavo in posredovanjem podatkov omogoča veliko bolj kontinuiran proces in v veliko primerih dodatne navodila v proizvodnem procesu niso več potrebna.

#### UPRAVLJANJE Z DELOVNIMI NALOGAMI

PIS sprejema delovne naloge in njihovo zaporedje preko avtomatičnega ali ročnega vnosa, se prilagaja spremembam naročil, urnikov, ter tako ohranja izvajanje dela v okviru določenih prioritet. Lansiranje delovnih nalog v proizvodnjo in izvajanje le teh glede na zahteve, je ena od temeljnih nalog PIS. Trenutne spremembe v proizvodnem procesu so takoj obravnavane in realizirane:

- spremembe urnikov,
- obvestila o pomanjkanju materialov,
- spremembe količin,
- zaustavitev delovnega mesta,
- združevanje ali kombinacija naročil.

Funkcija upravljanja z delovnimi nalogami ohranja konstanten realno časovni pregled nad izvajanjem in statusom delovnih nalog.

## UPRAVLJANJE DELOVNIH POSTAJ

Ta del sistema je odgovoren za fizično izvajanje delovnih nalog in konfiguracijo posameznih delovnih postaj. Poskrbljeno je tudi za planiranje, načrtovanje dela in oskrbo delovnih postaj glede na usmerjevalne podatke in časovne zahteve. Glede na to sistem posreduje materiale, orodja in vse podatke ki so potrebni za izdelavo določenega izdelka in izvrši ukaze ki poskrbijo za premik zahtevanega k posamezni delovni postaji. PIS lahko vsebuje tudi direktno povezavo z delovnimi postajami.

## UPRAVLJANJE Z ZALOGAMI

Sistem za upravljanje z zalogami nudi pregled nad zalogami vseh izdelkov, polizdelkov, materialov in njihovimi lokacijami v podjetju. Omogoča vpogled v trenutno stanje količin, obravnava izmet materialov in polizdelkov ter tako zagotavlja nemoteno izvajanje proizvodnih procesov brez bojazni pred zastoji zaradi pomanjkanja zalog.



Slika 2: Osnovne naloge PIS [7]

## PREMIKANJE MATERIALA

Eno od pomembnih področij PIS je tudi podpora transportu materiala in informacij na zahtevana mesta v proizvodnem procesu. Podprta je ročna kontrola transporta od ene do druge proizvodne celice, kjer so ukazi lahko zelo enostavni: "premakni ta izdelek s te lokacije na drugo lokacijo", ali pa transport na avtomatski proizvodnih linijah, kot so transportne linije, robotske linije, robotski vozički, ASRS in AGVS sistemi.

## ZBIRANJE IN OBDELAVA PODATKOV

Ta zelo pomemben del sistema je odgovoren za urejanje in zbiranje podatkov, tako da sistem ostaja v realnem stanju. Podatki se zbirajo na zelo različne načine, preko ročnih vnosov, posameznih senzorjev na strojih, lahko pa tudi avtomatično iz izvajanja delovnega procesa (čas izvajanja, datum izvajanja...). V tem delu se vrši osnovna komunikacija osebja s PIS. Direktna povezava z elektronskimi sistemi na strojih za prenos in zbiranje podatkov iz senzorjev, je tudi del tega sistema.

## UPRAVLJANJE Z IZJEMAMI

Sistem za upravljanje z izjemami obravnava vse podatke o odzivanju podjetja na spremembe. Ko pride do izjem v proizvodnem procesu kot so okvara delovnega stroja, pomanjkanje materiala, doseganje vrhnje meje zmogljivost, mora PIS te izjeme prepoznati, jih obravnavati ter ponuditi možne rešitve dane situacije.

### **3.2 Glavne funkcije PIS**

Tako kot ostali informacijski sistemi tudi PIS opravlja več različnih funkcij kot je prikazano na (slika 3), katere ga definirajo [7]:

- alokacija resursov in status, upravlja vire, zaloge, ljudi, materiale, opremo, dokumentacijo
- načrt operacij, zagotavlja zaporedje izvajanja nalog v proizvodnem procesu

- transportne proizvodne enote, upravlja pretok proizvodnih enot preko delovnih nalogov, lotov...
- kontrola dokumentov, nadzor nad formami (vzdrževanje receptur, skic, procedur, programov...)
- zbiranje informacij, povezava s proizvodnjo
- upravljanje dela, status osebja v “minutnem” okolju
- upravljanje procesov, snemanje proizvodnje in korekcija parametrov
- upravljanje vzdrževanja, orodij, opreme
- sledenje proizvodnji in zgodovina, vpogled v preteklo delo, informacije o komponentah, materialih, opremi, alarmi
- analiza učinkovitosti, poročanje o aktualnih operacijah v primerjavi s preteklimi in pričakovanimi rezultati.

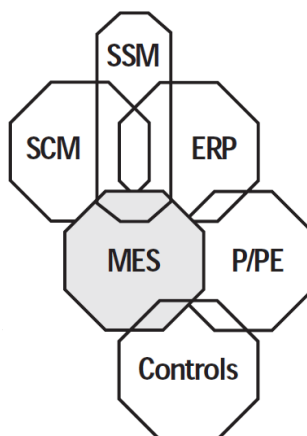


Slika 3: Glavne funkcije PIS [7]

### 3.3 Povezovanje PIS z ostalimi sistemi v podjetju

Za dobro delovanje PIS je pomembna povezljivost z ostalimi sistemi v podjetju, kot je prikazano na (slika 4). Proizvodni informacijski sistem se odlično dopolnjuje z vsemi ostalimi informacijskimi sistemi v podjetju [11]:

- sisteme za planiranje resursov podjetij (ERP) oskrbuje s podatki kot so stroški izdelave, časi izdelave, prepustnost in drugi podatki o zmogljivosti proizvodnega procesa,
- sisteme za upravljanje oskrbovalne verige (SCM) oskrbuje s podatki o trenutnih statusih izvedbe naročil, z zmogljivostmi in zmožnostmi proizvodnje,
- prodajni informacijski sistem (SSM) oskrbuje s podatki o tem, kaj se dogaja z izdelki, v kateri fazi izdelave so v danem trenutku,
- tehnološki informacijski sistem (P&PE) oskrbuje s podatki o donosu izdelka in izmerjeni kakovosti,
- sisteme za kontrolo naprav (CONTROLS) oskrbuje z navodili, ki omogočajo najbolj optimalno delovanje v danem trenutku.



Slika 4: Povezljivost PIS z ostalimi sistemi v podjetju [11]

### 3.4 Zgradba PIS

PIS je v večini primerov sestavljen iz več med seboj povezljivih modulov, ki jih glede na naše potrebe in zmožnosti vključujemo in dograjujemo [8].

**Sistemi za planiranje potreb po materialu (MRP - Material requirements planning)** omogočajo vodenje celotne proizvodnje v zaključeni celoti, ki jo predstavlja tovarna ali obrat, obenem pa usmerjajo odločanja o vseh funkcijah proizvodnje glede na podatke iz poslovnega

in industrijskega okolja. Na primer planiranje zalog in stroškov, kjer je pomembna usklajenost zalog in čas vgradnje - plan proizvodnje, ki je mogoč le pri zadostni zalogi in dostopnosti proizvodnih kapacitet.

**Glavni proizvodni program (MPS – Master Production Schedule)** – je program za proizvodnjo končnega proizvoda. Prikazuje kaj in kako oz. kolikokrat neko operacijo izvršiti, usklajuje planiranje kapacitet proizvodnje in podpira oblikovanje in potrjevanje ponudb kupcem.

**Planiranje kapacitet (CRP – Capacity Requirements Planning)** – predstavlja opis kapacitet za proizvodnjo večinoma izhodni del, saj je z njim omogočen izračun operacij in potrebnega časa za proizvodnjo in dolžino “verige”. Pomembno je da kapaciteta za proizvodnjo obstaja in je 100% razpoložljiva, ko je to potrebno. Je nasprotna planiranju proizvodnje.

**Nabava** – Za potrebe planiranja proizvodnje je potrebno izračunavati zaloge surovin in oblikovati zahteve za nabavo.

**Kontrola zalog** – količina materiala oz. zalog zelo vpliva na upravljanje stroškov. Trenutna informacija o zalogah je pomembna za planiranje proizvodnje saj mora biti material na razpolago.

**Podatki o proizvodu** – vsi podatki, ki opisujejo proizvod so v tem modulu. Lahko predstavljajo sestavnico, podatke o premikih, operacijah, orodjih...

**Sistem za izračun stroškov** – zagotavlja vključitev stroškov in ostale podatke znotraj planskega sistema

**Tehnični sistemi** – raznorazni sistemi , krmilniki ki krmilijo stroje, premikajo izdelke in v bazo shranjujejo razne podatke:

- Sistemi za kontrolo premikov
- Sistemi kontrole temperature, tlak...
- Sistemi za kontrolo pretvorbe CAD programov v CNC s potrebnimi meritvami
- AS/RS (Automatic Storage/Retrieval System) – kontrola premikov zalog

### **3.5 Zahteve PIS**

PIS sistemi so se zaradi potreb po različnih, posamezni panogi, prilagojenih modulov razvijali nekoliko nesistematično. Vendar s tem ko koncept proizvodnega informacijskega sistema raste, se pojavlja tudi potreba po bolj celovitem oblikovanju celotnega sistema. Vse prenove starih sistemov in vpeljava novih morajo ustrezati naslednjim zahtevam [11].

#### ***Popolna integracija***

Sistemi morajo biti sposobni izmenjave podatkov in vključeni v celoten informacijski sistem. Delovati morajo po konceptu informacijskega skladišča, kjer lahko vsak del sistema črpa in vnaša podatke nazaj v sistem.

#### ***Možnost razširitve za morebitne potrebe v prihodnosti***

Dizajn programske in strojne opreme mora omogočati razširljivost, saj lahko le s tem zadovoljimo vedno večje potrebe v podjetjih, kot so rast in spremembe.

#### ***Kompatibilnost z obstoječimi sistemi***

PIS mora omogočati kompatibilnost z že obstoječimi sistemi v podjetju. Vseeno pa v nekaterih primerih kompatibilnost ni ekonomično upravičena, saj so lahko obstoječi sistemi že močno zastarani in mogoče celo neuporabni.

#### ***Razširjen dostop do podatkov***

Informacije so orodje, ki omogočajo uporabnikom pregled nad tem, kaj se v procesih dogaja. Zelo pomembna je tudi razširitev kroga uporabnikov, ki do informacij lahko dostopajo, seveda pa so še vedno potrebne določene omejitve.

#### ***Varnost***

S povečanjem dostopa uporabnikov do informacij, je treba poskrbeti tudi za ustrezno varnost, predvsem za zagotavljanje integritete podatkov.

#### ***Možnost nadgradnje tehnologije in strojne opreme***

Sistem mora dovoljevati spremembe strojne opreme in tehnologije, brez kakšnih večjih sprememb sistema.

#### ***Enostavno dodajanje novih funkcionalnosti***

Po uvedbi PIS se v večini primerov pojavijo nove priložnosti za izboljšave. Omogočeno mora biti vpeljava stalnih sprememb in izboljšav z ne prevelikimi stroški ali neprijetnostmi.

## 4 UVELJAVLJENE METODE UREDITVE IN OPTIMIZACIJE PROIZVODNIH PROCESOV

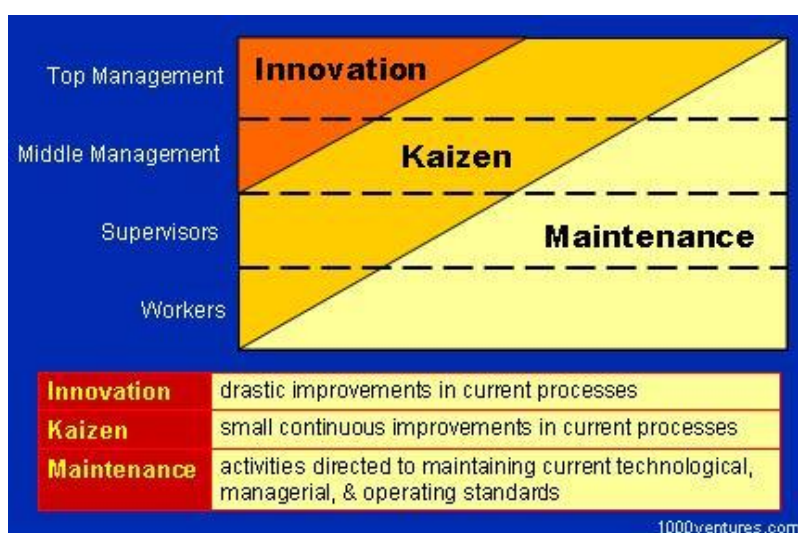
### 4.1 KAIZEN

KAIZEN je stalni proces izboljšav in zbiranja koristnih predlogov, ki pripomorejo k veliko majhnim izboljšavam izdelkov ali storitev ter aktivnosti in procesov v podjetju.

Majhne in stalne izboljšave so za manjša podjetja zelo primerna, saj si velikokrat velikih, časovno zahtevnih in dragih projektov ne morejo privoščiti. Kljub temu pa te majhne izboljšave v veliko primerih pomenijo izboljšanje proizvodnega procesa v celoti. Udeležba vseh slojev v podjetju po metodologiji KAIZEN je prikazana na (slika 5).

Po metodologiji KAIZEN predlogi za izboljšave niso omejeni samo na določena področja kot so proizvodnja ali trženje, ampak so izboljšave potrebne povsod, kjer je možno kaj izboljšati ali preurediti. Filozofija temelji na načelu da moramo izboljševati procese, aktivnosti, stroje, četudi se nam zdi da izboljšave niso potrebne. S takim načinom razmišljanja si zagotovimo proces stalnega izboljševanja vseh procesov v podjetju in s tem tudi boljšo konkurenčnost.

V procesu izboljševanja moramo paziti na dobro komunikacijo med vsemi zaposlenimi v podjetju in na izobraževanje vseh udeleženih. Vključenost vodstva je po KAIZEN ključna, saj mora le to skrbeti za motivacijo izvajalcev in pa tudi za kar najhitrejšo implementacijo predlaganih rešitev. S hitrimi realizacijami predlogov dobijo predlagatelji občutek, da so njihovi predlogi pomembni, kar pa je dobra motivacija za naprej [13].



Slika 5: Metodologija KAIZEN [9]

Zelo pogosta ovira pri uvajanju KAIZEN v veliko podjetjih je ta, da se probleme vidi kot nekaj negativnega. Nekdo ki je s problemom povezan, se boji da bo zaradi tega negativno obravnavan, da bo dobil manjšo plačo, v skrajnih primerih se boji celo izgube službe. Zaradi tega so problemi po tej metodologiji vidni kot priložnosti za izboljšanje in napredovanje, zaposlene je potrebno celo motivirati in nagradjevati ob odkrivanju in odpravljanju težav.

## 4.2 5S

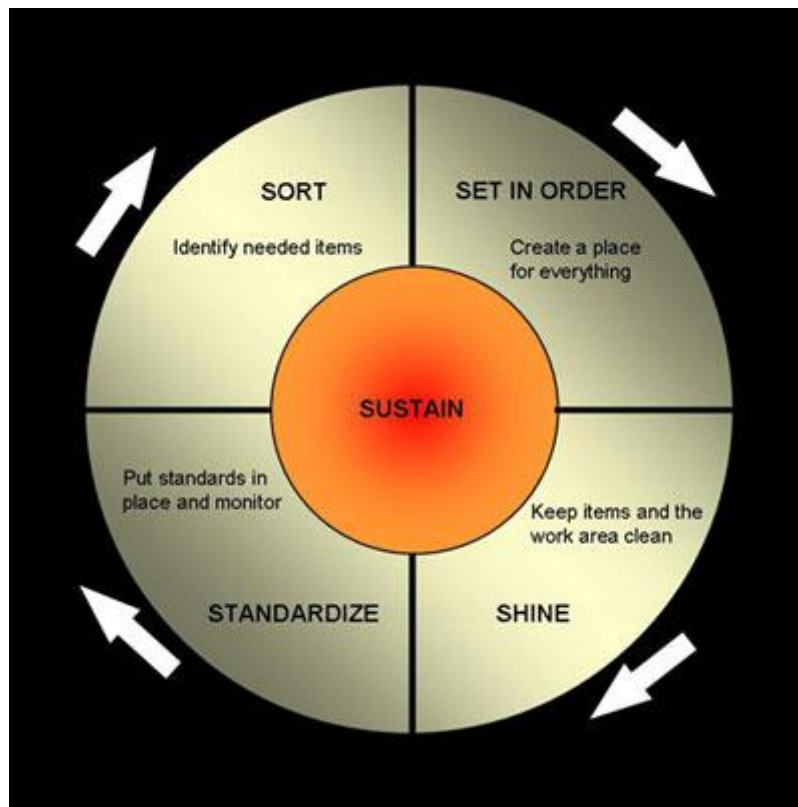
5S je metodologija ureditve in organizacije proizvodnih procesov. Ime je dobila po 5 japonskih besedah, ki se začnejo na črko S. Ukvarja se predvsem z učinkovito ureditvijo delovnih mest in standardizacijo delovnih procesov.

Bistvo 5S je poenostavitev delovnega okolja, zmanjševanje izgub, odpravljanje aktivnosti brez dodane vrednosti in izboljševanje kvalitete, učinkovitosti in varnosti[14].

V neurejenem in neorganiziranem delovnem okolju je zelo težko odkrivati kakršnekoli probleme. Ravno zaradi tega je glavni cilj, ki ga želimo doseči z metodo 5S ta, da postanejo problemi v proizvodnem procesu vidni in lahko začnemo z odstranjevanjem le teh.

Če se lotimo ureditve in organiziranja podjetja na podlagi metodologije 5S in jo tudi v celoti ter uspešno izpeljemo, bi se nam morali pokazati sledeči rezultati [14]:

- čista in organizirana delovna mesta,
- prijazno delovno okolje,
- povečanje produktivnosti,
- prihranek pri času (predvsem iskanje založenih materialov, orodij),
- zmanjševanje stroškov,
- boljša varnost pri delu,
- zmanjšanje izgub pri poslovanju.



Slika 6: Metoda ureditve proizvodnje 5S [10]

Metodologija 5S je sestavljena iz petih korakov (slika 6), ki nas, ob doslednem izpolnjevanju vseh korakov, postopoma pripeljejo iz neurejenega delovnega okolja z veliko izgubami, do urejenega in bolj produktivnega proizvodnega procesa [14].

1S – SORT (SEIRI): Odstranjevanje nepotrebnih stvari iz delovnega okolja

- razvrščanje vsega kar je na delovnem mestu,
- shranjevanje kar je koristnega ali uporabnega,
- odstranjevanje vsega ostalega.

2S - SET IN ORDER (SEITON): Organiziranje stvari ki jih potrebujemo

- razvrsti orodja in opremo, na mesta kjer je v uporabi,
- razporedi predmete tako, da odpraviš nepotrebne gibe,
- vsak predmet ima svoj prostor,
- lokacije predmetov so označene da se vidi kaj je kje shranjeno.

3S – SHINE (SEISO): Čiščenje in organiziranje delovnega okolja

- izvajanje čiščenja dnevno, ne samo občasno,
- čiščenje naj bo vključeno v sklop dela,
- za čiščenje so zadolženi vsi,
- pri čiščenju ne smemo spustiti nobenega prostora.

4S – STANDARDIZE (SEIKETSU): Standardizacija in uvajanje pravil 5S v delovno okolje

- dosledno in konstantno moramo izvajati korake 5S,
- vsakdo mora poznati svoje naloge in odgovornosti,
- vsak je odgovoren za vzdrževanje ali izboljšanje stanja.

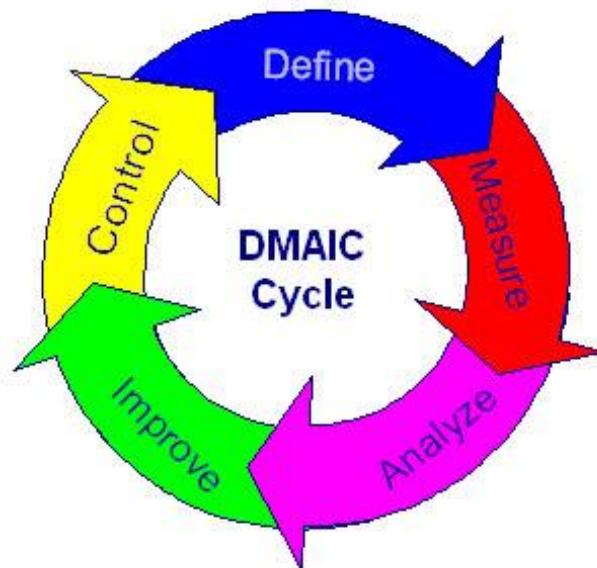
5S – SUSTAIN (SHITSUKE): Ohranitev in vzdrževanje standardov

- vsi v podjetju morajo poznati 5S in ga tudi dosledno izvajati,
- metodologija 5S naj postane način razmišljanja,
- eliminirati moramo vse slabe navade.

### 4.3 DMAIC

DMAIC je kratica metodologije, ki predpostavlja vrsto ukrepov, kateri se uporabljajo za merjenje napak v poslovnih procesih in zagotavljajo optimalnejše delovanje proizvodnega procesa. Z odkrivanjem napak, lahko podjetje te napake odpravi in natančno določi kakovost izdelka. Vse podatke, zbrane pri odkrivanju in odpravljanju napak, lahko tudi pretvori v koristne informacije pri prenovi in optimizaciji proizvodnega procesa.

Metodologija stalnih izboljšav DMAIC je sestavljena iz petih faz (slika 7), katerih začetne črke imen sestavljajo zgoraj navedeno kratico.



Slika 7: DMAIC krog ureditve proizvodnje [12]

Metodologija DMAIC je ciklično zaporedje korakov, ki si sledijo od odkrivanja napak pa vse do odpravljanja le teh in ocenjevanja rešitev [15]:

#### *DEFINIRAJ - (DEFINE)*

V tej fazi je potrebna natančna definicija problema, definicija procesa in zastavljenih ciljev projekta. Težav ki nastanejo ne smemo opisovati na splošno, ampak jih moramo natančno določiti in opisati njihove razsežnosti, saj nam natančen opis problema predstavlja dobro izhodišče za odpravo le tega.

#### *MERI – (MEASURE)*

Zbrati moramo meritve in podatke ter na podlagi teh določiti faktorje, ki vplivajo na izid procesa.

#### *ANALIZIRAJ – (ANALYSE)*

Podatke je potrebno analizirati, tudi s pomočjo statističnih orodij, in določiti ali je problem rešljiv, delno rešljiv ali pa ni rešljiv.

#### *IZBOLJŠAJ – (IMPROVE)*

Če je problem rešljiv, je treba najti optimalno rešitev za izboljšanje le tega na podlagi podatkov zbranih v fazi analize podatkov.

## *OCENI – (CONTROL)*

Planirano kontroliranje procesov, zbiranje podatkov in vzpostavitev kontrolnih mehanizmov omogoča da so rešitve trajnostne in zagotavljajo maksimalno učinkovitost. Prav tako tudi zagotavlja odpravo zgodnjih odstopanj od ciljev, ter tako prepreči napake, ki bi se lahko pokazale kot napake v proizvodnih procesih.

## **4.4 SMED**

SMED (Single Minute Exchange of Die) je ena izmed metodologij s katero dosegamo hitre in učinkovite možnosti za prehod proizvodnje s trenutnega na naslednji izdelek. Uvedba hitrih nastavitvev je ključ za zmanjšanje velikosti serij in s tem posredno zmanjševanje medfaznih zalog in zalog v splošnem. Poleg tega se z uvedbo SMED izboljša tudi pretok proizvodnje.

»Krajši časi menjav so pomemben vidik v proizvodnji in v vsakem procesu, saj omogočajo cenovno ugodno in fleksibilno proizvodnjo in večjo skupno učinkovitost - OEE (Overall Equipment Effectiveness)« [14].

Z metodologijo SMED dosežemo sistematično vpeljevanje izboljšav, ki odločno vplivajo na fleksibilnost proizvodnega procesa [5]:

- zmanjšanje zalog v proizvodnem procesu,
- zmanjšanje proizvodnega časa in s tem povečanje produktivnosti,
- večja razpoložljivost strojev in naprav, tudi če se število menjav poveča,
- zmanjšanje napak pri nastavitvah ,
- zmanjšanje napak v posameznih fazah in večja kakovost izdelka,
- poenostavljeno vzdrževanje zaradi manjšega števila orodij in boljše organizacije,
- nižje stroški menjave orodij.

Metodo SMED predstavlja postopek, ki je razdeljen na 8 sledečih korakov [5]:

- ločiti moramo operacije ko je stroj v obratovanju in ko stoji,
- potrebno je skrbeti da se bodo opravila ko stroj stoji kar najbolj zmanjšala,
- standardizacija postopkov obdelave,
- funkcionalni postopki pritrjevanja šablon,
- izdelava več enakih šablon za potrebe hitre menjave,
- uvajanje vzporednih operacij,
- z uvedbo kontrolnih šablon zmanjšanje kontrole in merjenja,
- kjer je le možno uveljavitev avtomatizacije.

## **5 ČIŠČENJE IN ORGANIZIRANJE PROIZVODNJE**

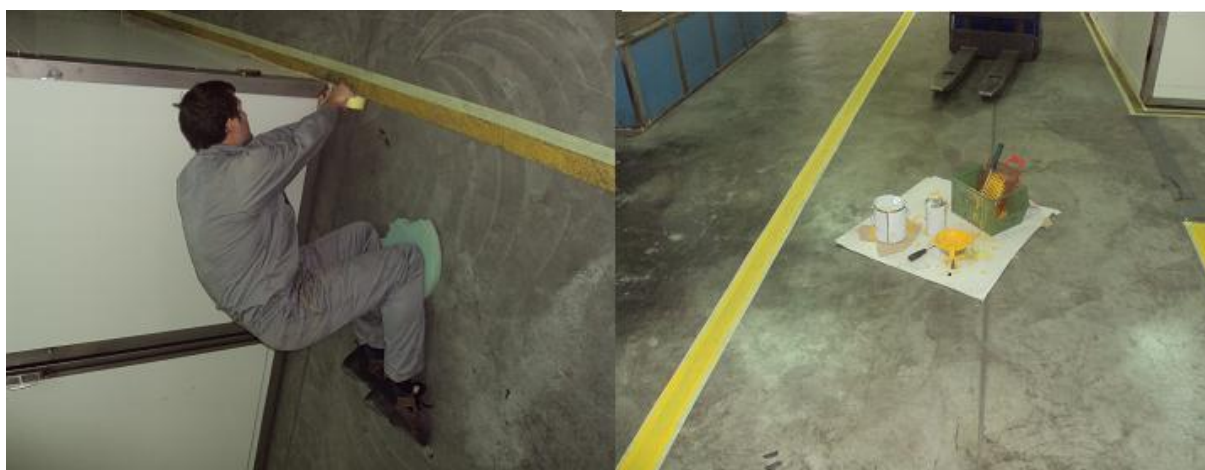
Čiščenje in organiziranje proizvodnje je izjemno pomemben dejavnik pri ureditvi proizvodnega procesa, vendar je v veliko primerih zaradi svoje banalnosti in enostavnosti preprosto zapostavljen. Čiščenje in organiziranje sta osnova za dobre delovne pogoje, saj se z njima srečujemo na vsakem delovnem mestu. Velikokrat tudi mislimo, da sta nekaj zelo enostavnega, a kaj kmalu se pokaže, da se red in čistoča na delovnem mestu hitro porušita, če jima posvečamo premalo pozornosti in energije. Bistvo čiščenja in organiziranja je lajšanje našega dela in pa izpolnjevanje zahtevanih predpogojev za celoten sistem ureditve proizvodnega procesa, saj bomo le na tak način lahko ustvarili urejeno delovno okolje in za vse večne čase odpravili nevarnost, da se vrnemo na stare tirnice [1].

### **5.1 Čiščenje proizvodnje in ureditev proizvodnih mest**

Ker se zavedamo da je čiščenje predpogoj do urejenega delovnega okolja, ki pa je predpogoj za ureditev proizvodnega procesa, smo tudi v podjetju Metal Design d.o.o. začeli s čiščenjem proizvodnje. Ko sem na začetku mojega praktičnega izobraževanja prišel v podjetje in ko sem si prvič ogledal proizvodni proces, sem videl naslednje: na veliko mestih so ležali kupi nepotrebnih in nerabnih polizdelkov, orodij ali pa celo smeti, ki so v določenih primerih celo ovirali transportne poti in dostop do določenih mest. Poleg tega je bilo tudi veliko prahu in umazanije, saj govorimo o kovinski industriji v kateri je veliko rokovanja s črnim železom, katero pa vemo da je v veliko primerih umazano ali pa zaradi korozije naoljeno. Izvor umazanije pa so največkrat tudi delovne faze, kot so brušenje, krivljenje, odrezovanje in pa konec koncev tudi varjenje.

Glede na vse naštetu smo najprej iz proizvodnje odstranili vse smeti, stare listine in načrte, nerabne ali okvarjene stroje in predmete, ki jih že mesece ali celo leta nismo več uporabljali in tako sprostili ali boljše očistili nekatere ključne transportne poti. Vse še uporabne stroje, materiale in pa polizdelke pa smo spravili na ustrezna mesta. Pri tem urejanju pa se je pojavila težava, saj smo ugotovili da nekaterih strojev in orodja, ki ga še potrebujemo, ne moremo spraviti nikamor, saj nimamo dovolj polic in omar. To težavo smo kaj kmalu odpravili, saj se podjetje ukvarja tudi z izdelovanjem kovinskih polic in regalov, zato smo hitro izdelali potrebno število le tega. Tako smo naredili že prvi korak pri ureditvi proizvodnega procesa, saj smo zaradi odprtih transportnih poti prihranili veliko časa pri transportu polizdelkov od ene pa do druge faze, kar v splošnem pomeni skrajšanje proizvodnega časa izdelka.

Naslednja faza je bila čiščenje vseh vodoravnih in navpičnih površin ter obnova črt (slika 8), ki označujejo transportne poti. Ker je bila umazanija vsepovsod in bi čiščenje zahtevalo zelo veliko časa na posameznega delavca, smo s tem namenom zaposlili še enega delavca, ki je sistematično od enega delovnega mesta pa do drugega najprej očistil tla, potem pa še vse navpične površine in stropne. Očistiti je bilo treba tudi vse stroje, pa ne samo zaradi lepšega izgleda ampak tudi zaradi vzdrževanja, saj na zelo umazanem stroju skoraj ni mogoče določiti od kje pušča olje, ali pa videti kateri vitalni del stroja je poškodovan. Poudariti pa je treba, da samo enkratno čiščenje ne zadostuje, saj bi se pri določenemu tipu proizvodnje v zelo kratkem času spet valjali v umazaniji, zato smo uvedli vsakodnevno čiščenje transportnih poti in pa tedensko čiščenje proizvodnih mest. V praksi zglada nekako takole, da vsak dan zadolženi za čiščenje očisti transportne poti, pri tem pa pazi, da na nikakršen način ne ovira proizvodnega procesa, v petek pa vsak, zadolžen za proizvodno mesto, mesto očisti in uredi. Po daljšem obdobju opazovanja so se pojavili zadovoljivi rezultati, saj je proizvodnja veliko svetlejša in čistejša, pa tudi umazanija se ne prenaša več tako hitro naokoli.



Slika 8: Obnova in risanje črt transportnih poti

Poleg čiščenja pa smo se lotili tudi ureditve posameznih proizvodnih mest. Ker smo želeli da so proizvodna mesta najbolj optimalno urejena, smo si veliko pomagali z informacijami zaposlenih na določenih delovnih mestih, saj so bile informacije kot so: kje bi bilo najboljše postaviti kontejner za izmet, kje označiti odlagalna mesta za polizdelke iz predhodnih faz in podobne informacije za nas ključnega pomena. Tako smo na podlagi zbranih informacij in s pomočjo zadolženih uredili proizvodna mesta. Pri tem preurejanju pa smo naleteli na problem pomanjkanja orodja na posameznem mestu. Glede na izbrane informacije smo ugotovili, da si

delavci med sabo izposojajo orodja in jih kasneje ne vrnejo na določena mesta, ter tako povzročajo nepotrebne zastoje, ki nastanejo zaradi iskanja orodja. Zaradi tega je vsak delavec, ki je zadolžen za določeno proizvodno mesto dobil izdelano tabelo, na katero je napisal katero orodje potrebuje. Takoj zatem smo šli v nakup vsega potrebnega orodja in pa tabel, na katerih je zaradi transparentnosti izobešeno orodje, saj lahko takoj vidimo kaj manjka. Rezultati tega so odlični, saj praktično ni več zastojev zaradi iskanja orodja, odpravili pa smo tudi nepotrebno razburjanje, kar koristi pri dobrem počutju zaposlenih, posredno pa tudi pri izboljšavi proizvodnih časov.

## **5.2 Ureditev skladišč**

Zavedamo se, da je urejeno in dobro organizirano skladišče zelo pomemben dejavnik za nemoteno delovanje proizvodnega procesa, pa tudi dober začetek pri zajemu podatkov v proizvodni informacijski sistem. Vemo, da je skladišče materialov nekakšen vhod v proizvodni proces, zato je tukaj tudi tako zelo pomemben ažuren in natančen zajem podatkov s katerimi potem naprej operiramo. V slabo urejenem skladišču, ki nima označenih odlagalnih mest, ali nima označenih regalov, lahko zelo hitro pride do hudih napak. Če se nam že takoj na začetku, pri zajemu podatkov v skladišču materiala, pojavijo napake, to pomeni da se bodo te napake prenašale naprej in bodo z vsako fazo proizvodnega procesa dražje. Lahko se zgodi, da na sredini ali pa celo na koncu proizvodnega procesa določenega izdelka ugotovimo, da ne moremo dokončati vseh izdelkov, ker nam je zmanjkalo določenega materiala. Ker se želimo tem zapletom izogniti, smo v podjetju Metal Design d.o.o. ureditvi skladišča posvetili kar precej časa in energije.

### *5.2.1 Osnovne naloge skladišča*

Ker smo želeli skladiščne prostore čim bolj optimalno in učinkovito urediti, smo si najprej zadali vprašanje, kakšne so sploh osnovne naloge skladiščenja:

- prevzemanje in izdajanje materiala,
- čuvanje in varovanje materiala,
- zagotavljanje optimalnega razporeda materiala v skladišču,
- kontrola stanja zalog.

Osnovni pretok materiala v podjetju največkrat teče od dobavitelja preko skladišča, proizvodnega procesa in vmesnih skladišč ter prodaje vse do kupca. Ravno zaradi motenj, ki lahko nastanejo v pretoku materiala, potrebujemo dobro urejeno skladiščenje. Motnje pretoka materiala lahko glede na nastanek ločimo v več skupin [16].

**Motnje v odnosih med dobavitelji in nabavo** do katerih lahko pride zaradi neupoštevanja dobavnih rokov, zaradi nepravilnih količin in pa tudi zaradi neustrezne kakovosti naročenega materiala.

**Motnje v odnosih med nabavo in proizvodnjo** ki nastanejo zaradi razlik v količinah, zaradi neustrezne kakovosti materiala in pa tudi zaradi spremenjenih zahtev proizvodnje po porabi materiala.

**Motnje v prodajnem procesu** zaradi spreminjajočih se potreb kupcev in pa tudi zaradi nihanja povpraševanja.

### 5.2.2 Lokacija skladišča

Pomembna pri samem skladiščenju je tudi lokacija skladišča saj mora ustrezna lokacija skladišča omogočati predvsem [16]:

- hitrejši proizvodni proces
- krajši notranji prevoz in odpravo ozkih grl
- smotrnejšo oskrbo vseh porabnikov
- večjo prilagodljivost skladiščenja
- boljšo izrabo razpoložljivega prostora
- lažje delo zaposlenih.

Glede na to pa moramo poudariti, da pri ureditvi proizvodnega procesa največkrat ne moremo vplivati na samo lokacijo skladišča, saj je v veliko primerih izbrana ob ustanovitvi podjetja in smo lahko tudi prostorsko omejeni. Do te težave smo prišli tudi v podjetju Metal Design d.o.o. kjer lokacije skladišča materialov nismo mogli spremeniti, saj prostor ne dovoljuje takih sprememb. Glavno skladišče materialov v podjetju je visokoregalno skladišče (slika 9), ki omogoča učinkovit sistem skladiščenja in poskrbi za odlično izkoriščenost prostora, ter vodenje skladišča z enega mesta.



Slika 9: Visokoregalno skladišče materialov

Lokacijo skladišča polizdelkov smo premaknili med dve coni proizvodnega procesa in sicer med cono preoblikovanja, kamor spadajo faze vrtanja, struženja, krivljenja, rezkanja in peskanja izdelkov in pa cono kamor spada robotsko varjenje. Na ta način smo zelo pohitrili proizvodni proces, saj smo zelo skrajšali notranji prevoz in pa omogočili dosti večjo preglednost nad polizdelki, ker imamo sedaj vse dokončane polizdelke skladiščene na enem mestu in tako lahko dosti lažje nadziramo količino in samo kakovost polizdelkov. Posvetili smo se tudi skladišču končnih izdelkov, ki niso imeli nekakšnega skupnega skladišča, ampak so bili porazdeljeni po več mestih. Zaradi tega je bila zelo onemogočena sledljivost in preglednost nad končnimi izdelki. Ker v podjetju imamo pokrito dvorišče, ki je dimenzij 16x20m, smo do polovice dolžine naredili podest, s katerim smo pridobili še dodatnih cca. 150m<sup>2</sup> skladiščne površine, ki služi kot skladišče za končne izdelke (slika 10). Na ta način smo tudi boljše izrabili razpoložljiv prostor. Ker ima to skladišče direkten vhod iz lakirnice in montaže, od koder tudi prihajajo končni izdelki, je glede na to rešen problem dolgih notranjih prevozov in skrajšan proizvodni proces.



Slika 10: Skladišče končanih izdelkov

### 5.2.3 Skladiščenje in informacijska podpora

Ker v tej diplomski nalogi pišemo o ureditvi proizvodnega procesa pred vpeljavo proizvodnega informacijskega sistema, smo tudi skladišča urejali z ozirom na vpeljavo PIS. Najprej smo označili vsa tri skladišča ki jih imamo, saj bomo tako lahko na delovnih nalogih označili kam materiali, ali polizdelki ali končni izdelki spadajo in tako bo PIS organiziral skladiščenje vseh pozicij, ter nam olajšal delo. Poleg tega smo označili tudi vozičke za skladiščenje polizdelkov (slika 11). Označke vozičkov bodo tudi natisnjene na posamezni fazi delovnega naloga, da bo vsakdo vedel kam določen izdelek spada.



Slika 11: Vozički skladiščenih polizdelkov

Zaradi boljše izrabe prostora in boljše preglednosti nad tem kaj v skladišču imamo, smo se odločili za vertikalno namestitev skladišča. Namestili smo vertikalne regale, na katere razporejamo materiale glede na pogostost uporabe. Tako so materiali (cevi, pločevine, profili...) ki so najpogosteje uporabljeni postavljeni na mesta, ki so najlažje dostopna in najbolj enostavna za manipulacijo. Na posamezne police v regalih smo še namestili pločevinaste tablice (slika 12), na katerih so vgravirani posamezni podatki o materialih tako da kar najhitreje vidimo material, ki ga trenutno potrebujemo. Te podatke bomo tudi v natančno taki obliki vnesli v PIS.

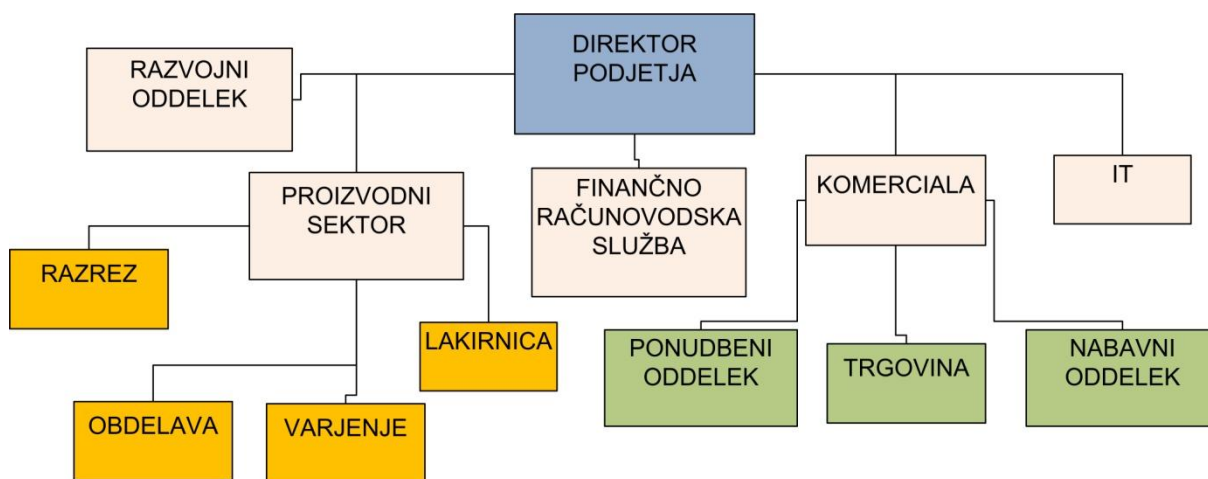


Slika 12: Podatki o materialih na regalu

Ena od nalog, ki jo zaradi pomanjkanja sredstev v tem času nismo uspeli organizirati, je prevzem materiala z informacijsko podporo. Trenutno se prevzem v našem podjetju vrši še ročno. Najprej se dostavljeni material razloži, takoj zatem nekdo ki je zadolžen za kontrolo kakovosti material pregleda in pa potrdi, ali pa popravi, dostavljene količine. V prihodnosti bomo uredili avtomatski prevzem materiala. Z dobavitelji ki nam material dostavljajo se bomo dogovorili in oblikovali podatke ki bodo pripravljene za vnos v PIS. Nosilec podatkov bo črtna koda, ki jo bomo brali s pomočjo brezžičnih bralcev črtnih kod in tako podatke avtomatsko vnašali v program ter se izognili morebitnim nepravilnim vnosom podatkov zaradi napake pri tipkanju, pa tudi precej pohitrili fazo sprejemanja in kontrole materiala.

### 5.3 Organizacija podjetja in vodenje s cilji

V skupnosti kot je podjetje, zadani skupni cilj lahko dosežemo samo takrat, ko njegovo smer določimo skupaj, to je s soglasjem vseh zaposlenih. Tako se vodstvo podjetja in drugi uslužbenci zberejo skupaj in kot celota oblikujejo skupni cilj. Ta cilj postane cilj vseh, zato mu tudi zlahka brezpogojno sledimo. Učinkovita je lahko samo kombinacija vodenja od zgoraj navzdol (top-down) in vodenja od spodaj navzgor (bottom-up). Dokler v podjetju uporabljamo tako kombinacijo, se lahko nemudoma prilagodimo kakršnimkoli spremembam. Ker pri iskanju oziroma določanju ciljev in strateške usmeritve sodelujejo vsi zaposleni prek svojih predstavnikov, se s skupnim ciljem poistovetijo vsi v podjetju, ga pojmujejo kot svoj lastni cilj in se zato trudijo za njegovo uresničitvev.



Slika 13: Organigram podjetja

Pomembno je tudi jasna definicija pristojnosti in delovnih nalog, saj lahko samo na tak način pridemo do izboljšav. Potrebno je zelo jasno definirati organizacijsko strukturo, sestaviti moramo organigram podjetja (slika 13) in natančno opisati vsebine dela vsakega delovnega mesta, da se izognemo podvajanju dela ali pa neopravljenemu delu.

Poleg razčlenitve pristojnosti in delovnih nalog, je nujna tudi transparentna predstavitev ciljev podjetja, ki so vidni vsem udeležencem. Cilji morajo biti ustrezno razčlenjeni in predstavljeni na vseh oddelkih podjetja. Pomembno tudi stalno spremljanje uresničevanja ciljev in napredka v smeri zastavljenih ciljev ter svetovanje in pomoč zaposlenim. Zelo pa moramo paziti na to, da preveč prizadevno in egoistično sledenje cilju posameznih organizacijskih enot ne ovira delavce drugih enot in s tem celotnega procesa.

## 6 OPTIMIZACIJA PROIZVODNEGA PROCESA

Optimizacija proizvodnega procesa je za podjetja, kot je podjetje v katerem sem opravljal praktično izobraževanje, ki se ukvarjajo pretežno z izdelovanjem izdelkov za B2B ključnega pomena, saj je cena končnega izdelka v večini primerov že znana in lahko rast in odzivnost podjetja dosežemo predvsem z ureditvijo proizvodnega procesa. Zelo pomemben cilj optimizacije je vsekakor tudi odpravljanje izgub. Preden pa se lotimo odpravljanja izgub v podjetju, moramo vedeti, kaj izgube sploh so. Zavedati se moramo, da ima vrednost samo tisto delo, ki ga lahko prodamo oziroma je stranka zanj pripravljena plačati, ga kupiti. Ne glede kako intenzivno se lotimo vsakega dela v podjetju, so izguba vse aktivnosti, ki jih stranka ne more kupiti, saj ne ustvarjajo vrednosti. Če želimo izkoreniniti vse potratne aktivnosti, jih moramo s pomočjo drobnih izboljšav pretvoriti v koristne, pri čemer pa morajo sodelovati vsi zaposleni. Produktivnost proizvodnega procesa pa povečamo tako, da zmanjšamo delež časa potratnih aktivnosti in povečamo delež aktivnosti ki ustvarjajo novo vrednost. Napačno pa je razmišljanje, katero je prisotno v veliko primerih in je bilo tudi v našem podjetju, da novo vrednost ustvarjajo samo delavci ki dejansko delajo za stroji in ki ustvarjajo nek nov izdelek, vsa druga dela, kot so konstruiranje izdelkov, trženje, prodaja pa so samo nujno zlo. Poznamo podjetja, ki se ukvarjajo samo s trženjem, inženiringom, prodajo in distribucijo izdelkov, katerim dodajo trikratno ali pa v veliko primerih še večjo dodano vrednost.

Odstranjevanje izgub pa ne pomeni samo, da se moramo dela lotiti bolj zagnano, ali bolj hitro. Delo še vedno opravljamo z enako intenzivnostjo kot doslej, vendar se produktivnost avtomatsko poveča, če odstranimo potratne aktivnosti. Delo postane lažje, hkrati pa se izboljša tudi varnost na delovnem mestu. Med izgube v proizvodnem procesu vsekakor spadajo prevažanje medfaznih zalog, saj zaradi tega prevažanja izdelkov ne moremo prodajati po višji ceni, oziroma tega kupec najverjetneje ne bo hotel plačati, ampak je to na naših ramenih. Med izgube spada tudi razmišljanje in iskanje, kje je kakšna stvar, orodje, saj med iskanjem ne dodajamo nobene nove vrednosti, kvečjemu izgubljammo čas. Pri zmanjševanju izgub nam v veliko pomoč priskoči prav ureditev in optimizacija proizvodnje, saj s tem odpravimo prav vzroke, ki so krivi za nastajanje izgub.

Tega se dobro zavedamo tudi v podjetju Metal Design d.o.o., zato smo temu delu preureditve posvetili kar precej časa in energije.

## 6.1 Vrednostna analiza delovnih postopkov

S sistemom stalnih izboljšav dosežemo hitre izolirane izboljšave. Učinek postane večji, če posamezne proizvodne korake vidimo kot del celotnega proizvodnega procesa. Vrednostna analiza delovnih postopkov je metoda s katero analiziramo vlogo posameznih delovnih korakov. Pri tem ugotavljamo kakšna je vloga posameznega koraka in skušamo z izboljšanjem vsakega koraka optimizirati celoten proizvodni proces [1].

Pri optimizaciji naj bi veljalo načelo, da vse aktivnosti ki ne ustvarjajo vrednosti pomenijo izgubo.

Pri vrednostni analizi začnemo s sistematičnim pristopom k stalnim izboljšavam in jih ocenjujemo na podlagi privarčevanega časa. Glede na to da so izboljšave povezane s časom moramo paziti, da ne naletimo na odpor, saj zaposleni mislijo, da se bodo s tem skrajšali tehnološki časi, kar pomeni da bodo težje dosegali časovne normative. Zato jim je treba razložiti, da izboljšave na delovnih mestih pomenijo bolj optimalno in predvsem lažje delo. Delavci tudi najbolje poznajo svoje delo, zato naj pri merjenju časov in izboljševanju sodelujejo ter tudi vidijo, kakšen prihranek časa in dela pomeni posamezna izboljšava. Če bomo izboljšave pravilno predstavili, bomo v podjetju ustvarili vzdušje, v katerem bo do izboljšav prihajalo samodejno. Pomembno pri tem pa je, da vsak še najmanjši delovni korak obravnavamo kot del celotnega procesa.

Naš cilj so sistematične in procesu prilagojene izboljšave, vendar pri tem ne smemo pozabiti na motivacijo zaposlenih, saj nemotiviran posameznik ne vidi smisla v izboljševanju delovnega postopka. Zato je smiselno, da v podjetju vpeljemo nekakšen sistem, ki ocenjuje predloge za izboljšave in jih tudi primerno nagraduje. Seveda ne smemo pozabiti niti na uvedbo ustreznih novih tehnologij, ki so že v osnovi namenjene za izboljšanje delovnih nalog.

Vrednostna analiza delovnih postopkov v podjetju Metal Design d.o.o. se žal ni dotaknila vseh proizvodov, saj jih imamo preveč, da bi jih lahko v tako kratkem času analizirali in izboljšali. Zato smo se omejili predvsem na izdelke, ki jih izdelamo več kot 1000 v enem letu in katerih serije so nad 100 kosov na serijo, kar pa ne pomeni da se bo optimiziranje delovnega procesa na tej fazi zaključilo, ampak bomo postopoma analizirali in izboljšali celoten nabor delovnih postopkov.

Vrednostna analiza se je najprej začela s sledenjem izdelkom skozi celoten proizvodni proces in z zbiranjem podatkov o posameznih fazah izdelave izdelka. Na tak način smo nabrali dovolj podatkov, da smo lahko ovrednotili posamezne faze izdelave in odkrili katere delovne postopke bi bilo smiselno preurediti ali izboljšati in tako zmanjšati proizvodni čas izdelave.

Ko smo tako analizirali vse nabrane podatke, smo si ustvarili nekakšen nabor »požrešnih« faz in postopkov izdelave posameznih izdelkov. S tem naborom smo se kasneje odpravili v proizvodnjo in postopoma izboljševali vse delovne naloge od prve pa do zadnje. Zelo pomembni akterji pri tem izboljševanju so bili seveda izvajalci posameznih delovnih nalog,

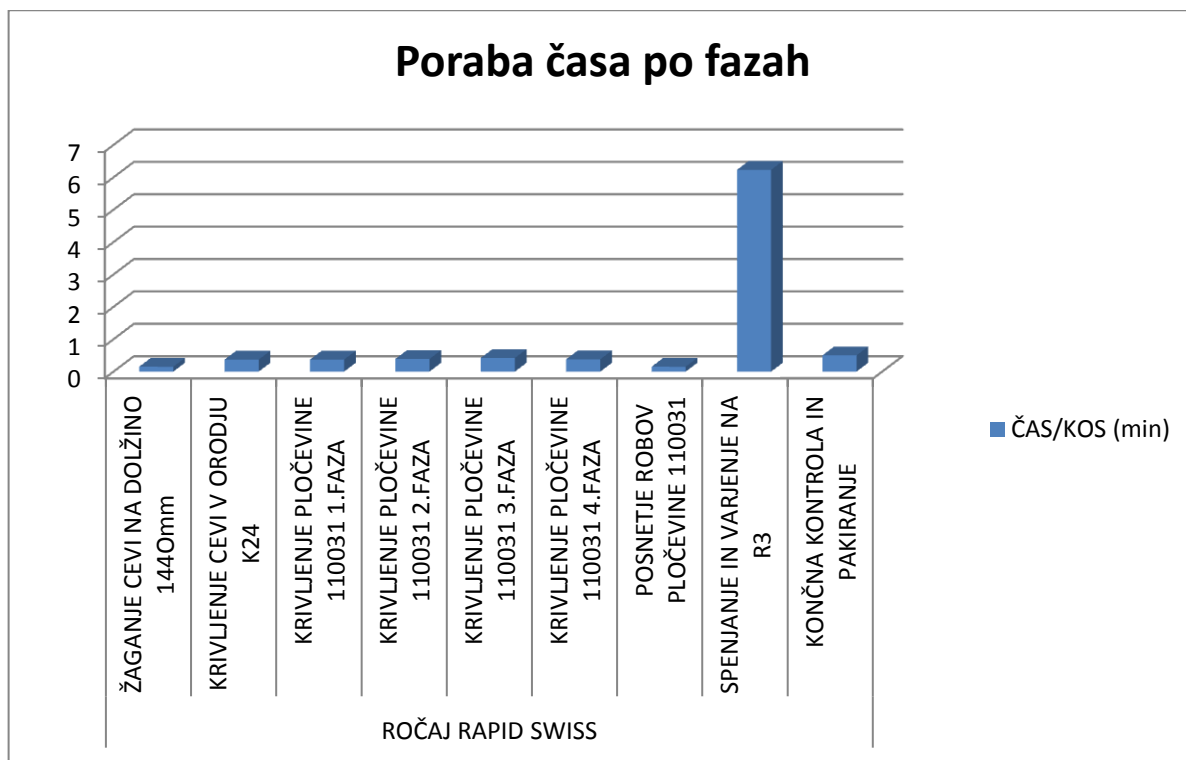
saj le oni v praksi najbolj poznajo svoje delovne naloge in so tudi najbolj primerni za izboljševanje in optimizacijo le teh. Naleteli smo na zelo ugoden odziv, saj smo dopustili, da so si delavci kar najbolj olajšali delo, seveda pa pri tem ni smel biti podaljšan čas izdelave izdelka. Faze ki pa se jih, glede na tehnologijo in orodja ter stroje ki jih imamo, ni dalo izboljšati smo jih bodisi predali v delo bolj specializiranim in cenejšim podizvajalcem, ali pa smo šli v nakup tehnološko bolj dovršenih strojev in orodij.

### *6.1.1 Primera vrednostne analize in optimizacije delovnega postopka*

V nadaljevanju sta predstavljena dva primera vrednostne analize delovnega postopka in pa kasnejša optimizacija. Izbral sem ju pa zato, ker se je po optimizaciji procesni čas pri eni zmanjšal skoraj za polovico, pri drugi pa še več.

**ROČAJ RAPID SWISS** je eden od izdelkov katerih serije so večje kot 100 kosov in jih na leto izdelamo več kot tisoč. Ravno zaradi tega je tudi prišel na vrsto za analiziranje in optimizacijo procesa izdelave. Pri analizi smo šli skozi celoten proizvodni proces izdelave ročaja. Najprej smo čas izmerili pri rezanju cevi z avtomatsko žago, potem smo se odpravili do krivljenja teh cevi na krivilnem stroju Jutec. Ročaj je sestavljen iz več polizdelkov in eden izmed teh je tudi pločevina, ki jo z laserjem izrezano že dobimo od naših dobaviteljev. To pločevino pri nas še v štirih fazah skrivimo in obrusimo robove v peskalnem stroju. Ko so vsi polizdelki pripravljeni je potrebna še faza varjenja, kjer jih zvarimo v končni ročaj. Zvarjeni izdelek na koncu še kontroliramo in pakiramo v kartonaste škatle. Podatke o porabi časa, smo zbrali za vsako fazo posebej od rezanja pločevine, krivljenja cevi pa vse do končne kontrole in pakiranja.

Ko smo imeli podatke zbrane za vsako fazo posebej, smo lahko začeli z analizo proizvodnega procesa izdelave ročaja Rapid Swiss. Iz izbranih podatkov se nam na prvi pogled ni zdelo da je možno kaj spremeniti. Sicer je bilo iz grafa razvidno (slika 14), da je faza varjenja najbolj časovno zahtevna, vendar žal tega ni bilo možno preurediti, saj ima varilni robot določeno hitrost varjenja in premikov, preko katerih zaradi same kvalitete varov in pa varnosti udeleženi v procesu ni mogoče. Utrnila se nam je celo ideja, da bi lahko varili dva ročaja hkrati in tako zmanjšali manipulativni čas, ko se mize ki držijo izdelek obračajo, a na žalost to ni bilo mogoče, saj je izdelek prevelik za kaj takega.



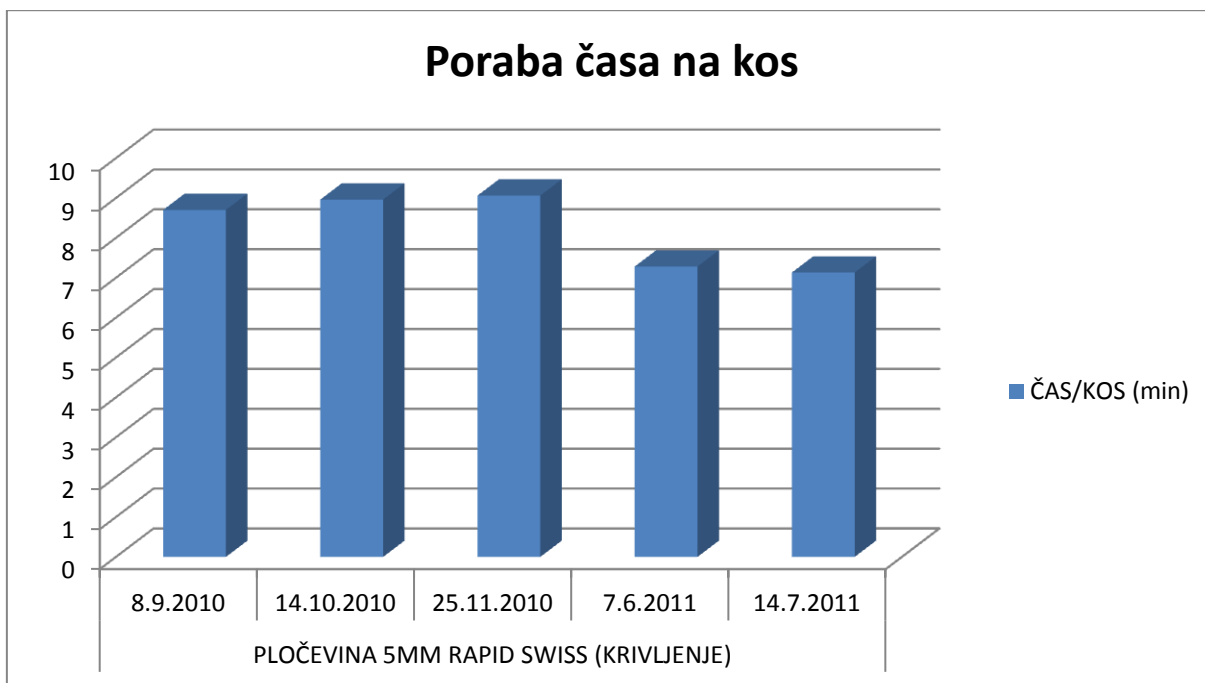
Slika 14: Poraba časa po fazah ročaja RAPID SWISS

Podrobnejši pregled celotnega delovnega procesa in pogovor z delavci pa nam je pokazal, da je mogoče veliko izboljšati pri krivljenju pločevine, saj jo je možno skriviti v eni sami fazi, potrebujemo le ustrezno orodje. Takoj zatem smo šli v izdelavo orodja (slika 15) saj smo glede na opravljene izračune predvideli, da bomo na tak način prihranili skoraj 50 odstotkov časa, ki smo ga porabili prej in tako pocenili proizvodni proces izdelave ročaja. Ker je to orodje štiri faze združilo v eno samo, je bila ena od bistvenih prednosti tudi ta, da smo eliminirali morebitne majhne napake, ki lahko prehajajo iz faze v fazo in se med seboj seštevajo, ter na koncu celo povzročijo da je izdelek na videz ustrezen, a zaradi napak neuporaben.



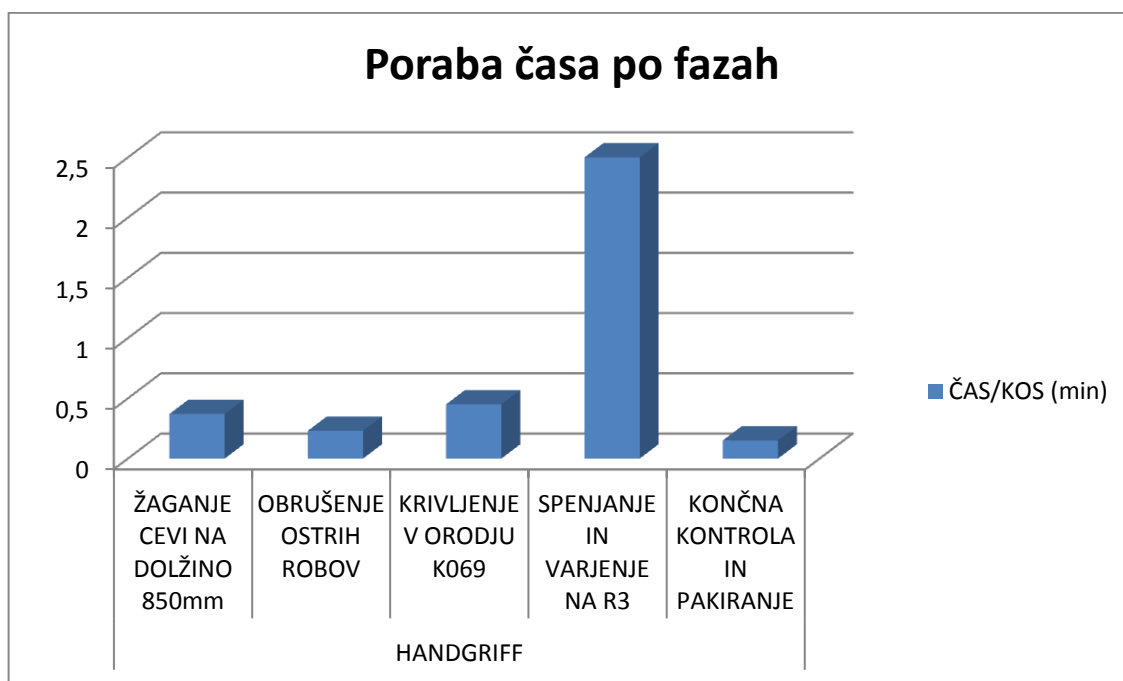
Slika 15: Orodje za krivljenje pločevine

Na koncu pa nas je seveda zanimalo tudi to, koliko časa smo prihranili v celotnem proizvodnem času izdelave ročaja. Da bi dobili kar najbolj realno sliko, smo zbrali podatke o času izdelave ročaja iz prejšnjih serij in jih primerjali s serijami, v katerih je bilo že vključeno novo orodje. Rezultati so bili zelo spodbudni (slika 16), kar nam je dalo novega zagona pri analiziranju in optimizaciji delovnih procesov.



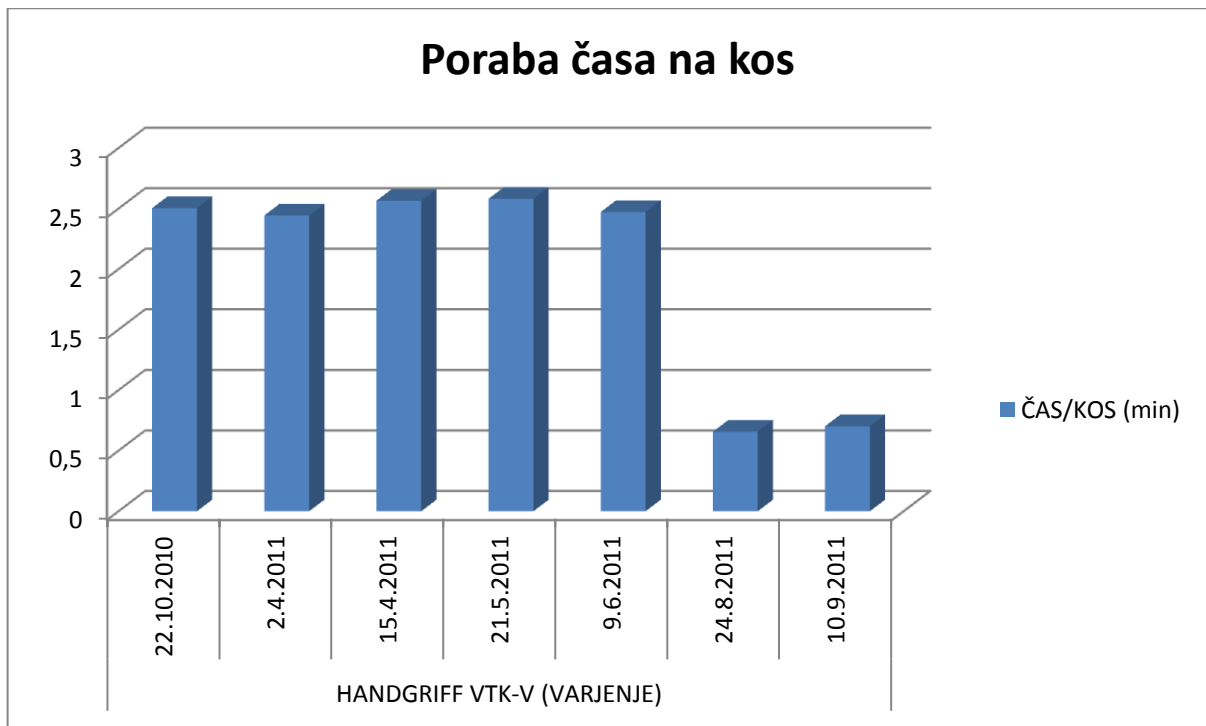
Slika 16: Rezultati po izboljšanju krivljenja

**HANDGRIFF** je tudi eden od izdelkov, ki jih izdelujemo v velikih količinah in tudi serije so vedno večje od 100 kosov. Ravno zaradi tega smo se analize in optimizacije lotili tudi pri tem izdelku saj lahko največje prihranke dobimo ravno pri največjih serijah. Proizvodni proces je pri tem izdelku tudi zelo podoben prejšnjemu, le da je tukaj manj faz izdelave. Tu začnemo pri rezanju cevi na določeno dolžino, potem obrusimo ostre robove ki nastanejo pri rezanju in jih na koncu še skrivimo v orodju K069. Po krivljenju pride na vrsto še spenjanje in varjenje na varilnem robotu ter končna kontrola in pakiranje.



Slika 17: Poraba časa po fazah HANDGRIFF

Tudi pri tem izdelku je bil postopek zbiranja podatkov in analize zelo podoben, vendar smo pri analizi in izrisu grafa (slika 17) porabe časa na posamezno fazo ugotovili, da faza varjenja zavzame skoraj 68 odstotkov celotnega proizvodnega časa in zato smo fazo varjenja označili kot ozko grlo izdelave Handgriffa. Kmalu zatem smo šli v optimizacijo varjenja tega izdelka. Ugotovili smo namreč, da lahko na okvir za varjenje namesto ene šablone postavimo kar pet enakih, spremeniti je bilo potrebno samo program varjenja. Na tak način smo se izognili izgubi časa zaradi večkratnega obračanja mize varilnega robota in uspešno odpravili ozko grlo.



Slika 18: Zmanjšanje časa varjenja po izdelavi šablone

Iz slike (slika 18) zgoraj je razvidno, da se je faza varjenja časovno pocenila za 74 odstotkov, kar pomeni tudi občutno skrajšanje proizvodnega časa izdelka. Pomembno pri tej optimizaciji pa je bilo tudi to, da smo odpravili ozko grlo proizvodnega procesa, kar pomeni da smo v tem trenutku glede na prejšnja stanja veliko bolj odzivni, kar na trgu pomeni boljše konkurenčnost.

## 6.2 Uvedba hitrih nastavitv delovnih postopkov

Današnje tržne razmere od podjetij zahtevajo veliko prilagodljivost in odzivnost. Serije se manjšajo, raznolikost izdelkov pa vedno bolj narašča. Če hočemo v takih razmerah donosno poslovati, moramo proizvodnjo organizirati tako, da nam bo omogočala izdelavo količin, ki ustrezajo potrebam kupcev v najkrajših možnih časovnih okvirih [1].

Sposobnost hitrih nastavitv je pomemben faktor pri vzpostavitvi prilagodljive proizvodnje. Vse stroje naprave in proizvodne linije moramo biti sposobni nastaviti v manj kot 10 minutah. Hitreje kot nastavimo stroj, prej bomo lahko začeli z delom. Pomembno pri tem pa je tudi to,

da opravimo nastavitve, ki ne bo potrebovala več kasnejših popravkov. Izdelki od nastavitve naprej morajo biti samo še kakovostno in funkcionalno ustrezni. Zavedati se moramo, da hitre nastavitve veljajo tudi v pisarni in se vidijo v tem, da zaposleni za informacijo v pisarni ne potrebuje več kot ene minute.

V veliko primerih še lahko slišimo da je bolje izdelovati večje serije saj se tako nastavitveni časi porazdelijo na veliko izdelkov in so zanemarljivi. To vsekakor drži, vendar v današnjih tržnih razmerah, kjer je velika potreba po manjših serijah, po veliko različnih izdelkih, si tega žal ne moremo privoščiti. Ena od slabosti, ki jih lahko pripišemo združevanju naročil in izdelovanju v velikih količinah, je tudi povečevanje zaloge, katera bremeni finančno bilanco podjetja in nam zaseda še tako potreben prostor. Poleg tega moramo tudi poudariti da je prekomerna proizvodnja osnova za sedem vrst izgube [1]:

- izgube v skladišču,
- izgube pri prevozu,
- izgube pri proizvodnih kapacitetah,
- izgube pri delavnem času in moči,
- izgube pri izdelavi nekakovostnih izdelkov,
- izgube pri medfaznih zalogah,
- izgube pri nenaročenem blagu.

Zelo interesantno je, da pri uvajanju hitrih nastavitve formiramo ekipo, ki bo skrbela za uveljavljanje hitrih nastavitve in demonstracijo le teh vsem zaposlenim. Ekipo naj bo sestavljena iz strokovnjakov področja pri katerem nastavitve uveljavljamo in pa tudi predstavnikov vodstva, ki s svojo prisotnostjo povečajo motivacijo. Če želimo doseči maksimalno odzivnost, mora pristop hitrih nastavitve veljati za celoten proizvodni proces, saj drugače lahko prihaja do ozkih grl v procesu, ki nam onemogočajo hitro odzivnost celotnega procesa.

V podjetju kjer sem opravljal praktično izobraževanje, se prednosti pristopa hitrih nastavitve še kako dobro zavedamo, saj so nam glede na lastnosti proizvodnje kar pisane na kožo. Podjetje se ukvarja z izdelavo zelo veliko različnih izdelkov za znanega kupca, katerih serije so majhne ali pa srednje velike. Prekomernega izdelovanja na zalogo pa si tudi ne moremo privoščiti, saj nimamo ravno zelo velikih skladiščnih prostorov. Poleg tega pa imamo tudi zelo zahtevne kupce, katerih želja in zahteve so, skrajševanje dobavnih rokov, kar pomeni, da če se jim želimo prilagoditi moramo postati še bolj odzivni.

Ravno zaradi teh razlogov smo si bili vsi enotni, da je proces uvajanja hitrih nastavitve zelo pomemben in potreben. Zato se je formirala ekipa, ki je za to skrbela in uvajala hitre nastavitve. Sprva je kazalo da bo ta proces težaven in dolgotrajen, saj smo naleteli na zelo

neugoden odziv pri zaposlenih, ki so se bali, da bo njihovo delo postalo preveč spremenjeno in da mu ne bodo več kos. A takoj po uvedbi prve hitre nastavitve so uvideli, da je posamezna faza izdelave postala še preprostejša in predvsem hitrejša, ter da jim ni več treba izgubljati časa z merjenjem in kontroliranjem izdelkov po nastavitvah, saj so šablone narejene tako, da so napake iz predhodnih faz takoj vidne, napake ki lahko nastanejo pri trenutni fazi pa onemogočene.



Slika 19: Primeri hitrih nastavitvev

Takoj za tem, se je proces hitrih nastavitvev razširil po celotnem podjetju, saj so večinoma vsi zaposleni imeli že pripravljene predloge, kaj in kako bi lahko izboljšali na njihovem delovnem mestu. Ena izmed najpomembnejših prednosti uvajanja hitrih nastavitvev je ta, da zaradi premišljeno izdelanih šablon ne more več priti do napak kot so: napačno obrnjen kos, napačne dimenzije izdelka, nepravilno obrnjen postopek izdelave. Na tak način smo tudi izločili vse morebitne napake pri prehajanju iz faze do faze izdelave, saj so šablone na vsakem nivoju izdelave izločile nepravilne ali nekakovostne izdelke. Celoten sistem deluje kot nekakšno sito, ki izloča slabe izdelke in zelo pohitri ter poveča odzivnost proizvodnega procesa. Sicer žal nismo analizirali sprememb nastavitvenih časov pred in po uvedbi hitrih nastavitvev, vendar ocenjujemo, da so se časi nastavitvev zmanjšali za približno 30 odstotkov.

### 6.3.1 Primer hitrih nastavitvev

Takih nastavitvev je v podjetju ogromno, zato bomo za primer podali samo eno. Opisali bomo fazo izdelave izdelka, katera je bila zelo časovno zahtevna in pri kateri je prihajalo do zelo velikega izmeta izdelka in glede na to, do velikih izgub. Ena izmed procesnih faz izdelave izdelka Klešče SZ, je tudi vrtanje 13-ih lukenj v ploščato jeklo dimenzij 30x10x350. Ta postopek je zelo dolgotrajen in je tudi zahteval zelo veliko časa za nastavitve, saj ga je lahko nastavil samo usposobljen strokovnjak za delo s polavtomatskim rezkarjem. Najprej je bilo

treba na pomično mizo pritrditi prijemalo za odrezano ploščato jeklo, za tem pa pritrditi tudi omejevalnik, ki je zagotovil, da je bil polizdelek na pravem mestu. V naslednjem koraku nastavitve pa je bilo potrebno nastaviti pravi pomik mize, da je bila razdalja med izvrtinami pravilna. Obdelava je potekala nekako takole, da je delavec v prijemalo postavil polizdelek, mizo prestavil nazaj na izhodiščno točko in šele potem se je lahko lotil vrтанja izvrtin. Najprej prvo izvrtino, nato pomik mize, drugo izvrtino, pomik mize in tako vse do konca. Zaradi tega je prihajalo do raznoraznih napak, ali zaradi nepravilnega pomika pri stroju, zaradi nepravilno vstavljenega kosa v prijemalo, ali pa zaradi napačno odrezanega kosa.



Slika 20: Šablona za vrтанje lukenj v lamo za klešče SZ

Ko smo vse te napake preučili, smo takoj začeli z izdelavo šablone, ki jo je mogoče v manj kot 5 minutah namestiti na mizo in takoj začeti z delom. Izdelali smo šablono (slika 20), v katero gre samo kos pravih dimenzij, če je prekratek to takoj opazimo, in na kateri so že privarjena sedišča za vseh 13 izvrtin. Ker je šablona tako narejena da jo na vodilih ročno prestavljamo od izvrtine do izvrtine nam ni več treba nastavljati pomika mize, ampak samo pritrdimo šablono na mizo, v stroj vstavimo pravi sveder, nastavimo hitrost in pomik vrтанja ter začnemo z delom. Vse prekratke kose v šabloni takoj opazimo, predolgih ali kosov nepravilnih dimenzij ne moremo vstaviti, razdalja med izvrtinami pa je vedno točna, saj so ležišča za izvrtine že izdelana in fiksna. Tako je cilj hitrih nastavitvev vsekakor dosežen, saj za nastavitve v povprečju potrebujemo celo manj kot 5 min.

### **6.3 Zmanjševanje medfaznih zalog**

Podjetja, ki proizvajajo zahtevnejše, izdelke sestavljene iz vrste gradiv in sestavnih delov, se srečujejo z zahtevami po vodenju zalog elementov, ki prehajajo iz ene v naslednjo proizvodno fazo. Medfazne zaloge nastajajo zaradi različne prepustnosti posameznih proizvodnih celic in postavljajo proizvajalce pred vrsto izzivov. Medfazne zaloge nam pomenijo nepotreben strošek, saj zasedajo prostor, zahtevajo veliko sortiranja in pa tudi prevažanja. Težave in dodatno delo nastane tudi pri čiščenju in organiziranju proizvodnje. Kljub veliko truda, ki ga v rokovanje z zalogami lahko vložimo, ne dosežemo željenih učinkov.

V takšnih razmerah napake pri popisu blaga lahko privedejo do razlik med dejanskimi in knjiženimi zalogami. Te razlike pa pomenijo oviro pri pripravi materiala in pri planiranju proizvodnje. Podatki iz sistema za načrtovanje proizvodnje postanejo nezanesljivi in sistem lahko celo izgubi svojo funkcionalnost. Prav zaradi tega je zmanjševanje nepotrebnih medfaznih zalog zelo pomemben korak pri ureditvi proizvodnje pred uvedbo PIS.

Napačno je razmišljanje, da tudi če pride do izpada proizvodnje, proizvodni proces ne bo zastal, ker imamo veliko medfaznih zalog. Velika količina medfaznih zalog samo zakriva težave in pomanjkljivosti v proizvodnem procesu, ter onemogoča hitro odzivnost podjetja.

Poleg tega, tudi predstavlja velik problem, pri zajemu in kontroli podatkov skozi PIS, kateri je nujno potreben, če želimo kar najbolj optimalno slediti in nadzirati proizvodni proces.

Tudi pri zmanjševanju medfaznih zalog moramo imeti v mislih, da so vsa dela ki ne ustvarjajo vrednost izgub. Če nam to miselnost uspe vgraditi v razmišljanje vseh zaposlenih v podjetju, zmanjševanje medfaznih zalog ne bo več problem, saj po tej fazi zlahka odkrijemo izgube.

Zmanjšanje zalog je resnično učinkovito le takrat, kadar zaloge zmanjšamo v celotnem podjetju, saj drugače ne dosežemo nemotenega pretoka izdelkov. Prav zaradi tega je nujno, da v podjetju postavimo program za zmanjševanja zalog, ki ga bodo vsi razumeli, s čimer bomo povečali pripravljenost vseh zaposlenih za sodelovanje.

Velik napredek lahko dosežemo tudi s tem, da poskušamo zmanjšati ali pa združiti čim več delovnih operacij, kjer je to le mogoče. Zmanjšamo število faz, zato tudi ni več medfaznih zalog. Glede na vrsto ukrepov, ki jih moramo sprejeti, je zelo pomembno tudi sodelovanje med prodajno, nabavno razvojno in proizvodno funkcijo.

### **6.4 Povezovanje proizvodnih procesov**

Pri povezovanju proizvodnih procesov moramo premostiti vse organizacijske pregrade in vzpostaviti pregleden tok materiala in podatkov. Nujno je, da stične točke med delovnimi mesti in proizvodnimi procesi uredimo tako, da so na prvi pogled razpoznavne in da omogočajo fleksibilno delovanje ter nemoten pretok materiala in podatkov[1].

Bistvo povezovanja proizvodnih procesov je razumevanje in sodelovanje med dvema zaporednima oddelkoma, ki temelji na materialu, kateri se nahaja med njima. Proizvodnja mora potekati nemoteno tudi brez dogovarjanja z odgovornimi s posameznega oddelka. Pri tem je potrebno material pripraviti tako, da je na prvi pogled jasno kam spada.

Ker komunikacija med dvema zaporednima oddelkoma deluje nekako kot prodajalec, kupec, moramo tak sistem uvesti tudi v podjetju. Odgovorne osebe s posameznega področja se morajo dogovarjati in usklajevati podrobnosti. »Kupec« mora podati svoje želje in težave na katere je pri izdelku naletel, »prodajalec« pa mora kolikor se le da ustrezati njegovim željam in predlogom za izboljšave. Ta način komunikacije, mora biti znan v celotnem proizvodnem procesu, saj ga sam po sebi avtomatsko optimizira in izboljšuje.

V podjetju Metal Design smo se reševanja problema povezovanja proizvodnih procesov lotili na dva načina. Veliko pozornosti smo posvetili dogovarjanju in sodelovanju med posameznimi oddelki, hkrati pa smo tudi jasno določili stične točke in pravila prevzemanja med zaporednimi procesi. Sistem »prodajalec-kupec«, ki smo ga vzpostavili med oddelki se je pokazal za zelo učinkovitega, saj ne omogoča samo fleksibilnega delovanja ter nemotenega pretoka podatkov in materiala, ampak tudi optimizira proces in izboljšuje kakovost izdelkov.

Vsak, ki je vključen, lahko predlaga izboljšave in spremembe, vendar mora pri tem paziti, da se s tem funkcionalnost in zahtevane lastnosti izdelkov ne spremenijo. »Prodajalec« lahko predlaga spremembe, ki pripomorejo pri pohitritvi posameznih delovnih faz ali celo pri združevanju delovnih operacij. »Kupec« lahko te spremembe potrdi ali pa jih ovrže. Prav tako pa lahko tudi »kupec« predlaga spremembe in s tem pripomore h kakovosti izdelka. »Prodajalec« jih lahko glede na zmožnost ali nezmožnost uresničitve izpolni ali ne. Vsaka neuveljavitev sprememb pa mora biti podkrepjena s tehtnimi argumenti. Ta sistem deluje kot nekakšen cikel sprememb in izboljšav, ki avtomatsko izboljšuje in optimizira proizvodnjo.

Kot velik problem pri povezovanju proizvodnih procesov pa se nam je pokazal prevzem izdelkov med procesi. Nikjer ni bilo natančno določeno, kje prevzem poteka, ampak smo se soočali z raznoraznimi iskanji izdelkov pri prehodih iz procesa v proces. Ravno zaradi tega, smo določili stične točke med procesi. To so mesta, kamor je potrebno odlagati vse izdelke, ki so pripravljene za naslednji proces. Na ta način je postal pretok materiala veliko bolj pregleden, saj iskanja izdelkov praktično ni več. Pri tem urejanju pa smo šli še korak naprej, saj smo izdelali tudi premične vozičke na katerih so določena mesta za vsak polizdelek končnega izdelka. Na teh vozičkih so tudi označena mesta odlaganja, tako da so polizdelki sortirani vsak v svojem predalu. Z uporabo teh premičnih vozičkov v vsakem trenutku vidimo, kateri polizdelki nam za dokončanje procesa še manjkajo, hkrati pa lahko v vsakem trenutku kontroliramo ali se zaloge ujemajo. Ta korak je zelo pomemben pred uveljavitvijo PIS, saj bomo lahko brez težav preverjali in primerjali količino med dejanskimi zalogami in zalogami v PIS, ter tako brez težav odpravljali morebitne napake.

## 7 PODPORA PROIZVODNEMU PROCESU

Vzdrževanje strojev in orodja, ter komunikacija in odnosi z dobavitelji, sta dva podporna procesa v proizvodnem procesu, brez katerih podjetje ne more normalno delovati. Podporna procesa sta pa zato, ker nekako podpirata in negujeta dve ogrođji v proizvodnem procesu brez katerih žal ne gre. Stroji in orodja so nujni za izvajanje delovnih nalog, katere so nosilci procesa, prav tako pa proces ne more brez dobaviteljev, kateri nam dobavljajo material in skrbijo da imamo kaj obdelovati. Prav zaradi tega je potrebno pred uvedbo PIS posvetiti veliko pozornosti tudi tema dvema podpornima procesoma [1].

### 7.1 Vzdrževanje strojev in orodja

Vzdrževanje strojev in naprav je eno od najpomembnejših funkcij v podjetju. Od načina vzdrževanja in nege strojev, objektov in naprav je odvisno delo v podjetju (varnost, produktivnost, zastoji, prekinitve dela, itd.), doseganje rokov, kvaliteta (mnogokrat razpis ponovnih serij), itd. Po drugi strani se proizvodnja usmerja v fleksibilno ali pa avtomatizirano proizvodnjo, torej v proizvodnjo, kjer so stroji dragoceni, zato morajo biti dobro izkoriščeni njihovo delovanje pa mora biti vse bolj zanesljivo.

Tudi vzdrževalci morajo biti vse bolj specializirani za popravilo posameznih strojev ali naprav (oprema in znanje), obenem je omogočeno lažje in hitrejše diagnosticiranje in lokaliziranje okvare. V podjetja prodira tudi lokalni ali centralni nadzor nad delovanjem stroja, sprotna kontrola izdelkov, avtomatsko izločanje slabih, itd. Na pohodu je delo brez nadzora in avtomatsko odpravljanje napak.

#### 7.1.1 Preventivno vzdrževanje

Preventivno vzdrževanje pomeni izvajanje vseh posegov, aktivnosti, ki preprečujejo nastanek okvar, zmanjšanje hitrosti delovanja stroja ali poslabšanje kvalitete izdelave izdelkov. Stroji ali naprave na kritičnih mestih (kritična pot, ozko grlo) pogosto delajo brez zaustavitev. Pred zaustavitvijo (remonti, kolektivni dopust, itd.) takih strojev moramo vse posege, ki jih bomo med zaustavitvijo opravili, planirati zelo podrobno. Kvaliteta opravljenih posegov mora biti takšna, da bo stroj do naslednje planirane zaustavitve nemoteno deloval. Najpogostejši faktorji, ki vplivajo na vzdržljivost strojev in naprav so: obremenitev stroja, okolica

(temperatura, vlaga, prah, plini, itd.), nega in čiščenje, mazanje, vzdrževanje, metoda dela delavca, itd.

Dela pri preventivnem vzdrževanju je seveda veliko, vendar se moramo zavedati tudi tega, kaj je cilj takega vzdrževanja. Cilj preventivnega vzdrževanja je delo strojev brez zastojev, z optimalnimi stroški vzdrževanja. Vsak stroj ali naprava, če dela pod različnimi pogoji, ima svoje optimalne stroške vzdrževanja. Proizvajalec predpiše dnevne, tedenske, mesečne, letne aktivnosti, s frekvenco in tehnologijo preventivnih pregledov za običajne razmere. Stroji pa mnogokrat delajo v različnih okoljih, stroj upravljajo različni ljudje, obremenitev je različna, itd., zato skušamo frekvenco preventivnih pregledov tako prilagoditi, da bo pregled pravočasen, torej ne prepozno in ne prezgodaj. Prezgodnji pregledi ne pokažejo potrebe po posegih, zato so stroški vzdrževanja večji. Prepozni pregledi pa se odražajo predvsem na številu kurativnih posegov. Običajno so taki posegi dražji še posebej, če smo morali stroj med obratovanjem zaustaviti [1,17].

### *7.1.2 Kurativno vzdrževanje*

Zahteva po kurativnih posegih se najpogosteje pojavlja takrat, ko je stroj najbolj obremenjen in najbolj potreben za proizvodnjo, skratka med delom. Posegi so običajno zamudni in povezani z večjimi materialnimi stroški. Mnogokrat je težko odkriti indikacije, da bo do zaustavitve stroja prišlo (napaka na el.vezjih, odpoved elementov, itd.). Lahko odpove element, čigar izklopi stikal so povezani v celotno verigo. Iskanje posameznega stikala in vzroka izklopa je zahtevno delo. Zato je v takih primerih dobrodošel nadzorni sistem, ki beleži stanje stikal in izmerjene veličine senzorjev. S kratko analizo lahko ugotovimo vzrok izklopa stikal. Napako je mogoče hitro odstraniti in stroj ali napravo ponovno vklopiti [1,17]. Ker so s kurativnim vzdrževanjem povezani veliki stroški zaradi samega vzdrževanja pa tudi zaradi možnih izpadov proizvodnje, je bolje da se takemu načinu vzdrževanja izogibamo, saj nam pri izpadu proizvodnje nič ne pomaga če imamo kakršenkoli res odličen PIS.

### *7.1.3 Praktični primer vzdrževanja*

Zavedati se moramo, da kdor stalno uporablja stroj in ga pri tem ne neguje in redno vzdržuje, svojih proizvodnih ciljev ne bo dosegel, saj se bo po določenem času stroj zaradi okvare najverjetneje ustavil in tako mogoče celo porušil celoten proizvodni proces v podjetju. To je bil glavni povod, da smo se v podjetju Metal Design d.o.o. odločili naučiti in vpeljati sistem celovitega vzdrževanja strojev in opreme, tako imenovan (TMP – Total Productive Maintenance). Pri sistemu celovitega vzdrževanja je pomembno, da stroje redno vzdržujemo in oskrbujemo preden se pojavijo težave, ter da je vzdrževanje pregledno in merljivo.

V našem podjetju zaradi premajhnega števila zaposlenih, žal nismo imeli možnosti formirati vzdrževalne ekipe, kot je to v praksi dokaj pogosto, ampak so pomembno vlogo odigrali kar operaterji sami. Bili smo mnenja, da so operaterji na strojih dovolj usposobljeni in stroje dovolj poznajo, da lahko s pomočjo tehničnega gradiva določijo termine vzdrževanja posameznega stroja in pa načine vzdrževanja. Zaradi preglednosti in merljivosti vzdrževanja, smo se odločili, da za vsak stroj pripravimo nekakšen dnevnik vzdrževanja (slika 21), kjer je napisan vzdrževalec stroja in na katerem so določene vse naloge katere je, glede na časovni plan, dolžan izpeljati vsak, ki je zadolžen za posamezen stroj ali orodje. Poleg tega so vsi zaposleni dolžni javiti, če se stroj drugače obnaša, če ima drugačen zvok delovanja, če pride do strojeloma.



Slika 21: Primer dnevnika vzdrževanja

Seveda nismo pozabili tudi na čiščenje strojev, saj lahko na čistem stroju vzdrževalci najhitreje določijo mesto okvare. Poskrbeli pa smo tudi za rezervne dele najbolj obremenjenih delov strojev. Tako smo nakupili količino rezervnih delov, ki so potrebni za enkratno menjavo okvarjenega dela stroja in se na ta način izognili morebitnim neljubim izostankom. Seveda smo pri tem pazili, da so vsi ti rezervni deli časovno odporni (se s časom njihova kakovost in funkcionalnost ne zmanjšuje). Ker smo želeli tudi postopoma kar najbolj zmanjšati vzdrževalne stroške, smo se odločili za tako imenovano **inovativno vzdrževanje**. S tem pristopom ne samo vzdržujemo strojev in orodja, ampak tudi želimo določiti vzrok okvare in ga kjer je le mogoče, celo s konstrukcijskimi popravki, poskušamo odpraviti. V veliko primerih tu ne gre za velike konstrukcijske popravke, ampak samo za kak premik cevi, ali majhna ojačitev ogrodja stroja, dodajanje lovilcev maščobe ali filtrov prahu.

## 7.2 Odnosi in komunikacija z dobavitelji

Odnosi in komunikacija z dobavitelji predstavlja v vsakem podjetju posebno vlogo, saj je njena funkcija ena od pomembnejših poslovnih funkcij v podjetju. Če želijo biti podjetja poslovno uspešna, morajo posvetiti veliko pozornosti sami nabavi, saj le gospodarna in učinkovita nabavna funkcija pripomore k uspešnosti podjetja. Njena temeljna naloga je, da pravočasno, v ustrezni količini, primerni kakovosti in ob ustrezni ceni oskrbuje podjetje s potrebnimi surovinami in storitvami. Izbira primerne, ustreznega dobavitelja je ključna naloga nabave, saj dobavitelj vpliva na uspeh in konkurenčnost podjetja. Na izbiro primerne dobavitelja vpliva zelo veliko dejavnikov. Pogoj za pravilno izbiro sta dobra raziskava potencialnih dobaviteljev in pravilen postopek izbire. Podjetje si mora pred začetkom izbire in ocenjevanja potencialnih dobaviteljev oblikovati spisek zahtev in kriterijev, ki naj bi jih izbrani dobavitelji čim boljše zadovoljili. Z izbiro dobavitelja se naloga nabave ne konča. Podjetje mora določiti kakšen bo njegov odnos do izbranega dobavitelja, tega dobavitelja spremljati in ta odnos z njim razvijati.

Dobavitelj ni le nekdo, ki nam dobavlja blago, ko ga potrebujemo, temveč je naš partner – posredujemo mu nova znanja in pomagamo mu razviti njegove lastne sposobnosti. Pri tem moremo biti seveda pazljivi saj se lahko zgodi, da dobi dobavitelj občutek o dvomu v njegovo usposobljenost, zato lahko pride do neželjenih zapletov. Pomembno je tudi, da se trudimo za izboljšanje dobaviteljevega poznavanja našega končnega izdelka in s tem povečamo možnost za zniževanje stroškov. Če poleg tega dobavitelju posredujemo tudi informacije o procesu izdelave izdelka, ga lahko celo usposobimo za samostojni razvoj[1].

Dobavitelj je del naše lastne proizvodnje in če ga obravnavamo kot ločeno enoto, je razumljivo da pri dobavah zamuja ali pa da dobave niso kakovostno ustrezne. Obravnavati ga moramo kot interni prehodni proces v našem podjetju in ga ustrezno ceniti. Prav zaradi tega mu moramo posredovati enaka navodila, kot jih posredujemo zaposlenim v podjetju in mu nuditi enako pomoč, kot jo zaposlenim. Zagotoviti mu moramo tudi vse informacije o izdelkih in sicer katere nujne funkcije naj vsebujejo končni izdelki, saj bo tako lahko iz procesa pridelave materiala lahko izločil odvečne predelovalne procese in neučinkovite izdelave. Seveda moramo pri predajanju informacij izven podjetja paziti, katere informacije so zaupne in katerih politika podjetja ne dopusti podajati navzven.

## **8 PRIPRAVA IN OBLIKOVANJE PODATKOV ZA VNOS V PIS**

Preden začnemo z uvajanjem PIS, moramo poskrbeti tudi za pripravo in oblikovanje podatkov za vnos v PIS. Proizvodni proces, ki je bil do tega trenutka samo na načrtih ali papirjih moramo nekako preurediti, da bodo podatki kar najbolj natančni in opisni, ter primerni za vnos v PIS. To pomeni da moramo v program vnesti vse podatke o materialih, vseh polizdelkih, od najmanjšega pa do največjega, vseh izdelkih, vse tehnološke postopke, kapacitivna mesta in še ogromno drugih podatkov. Zavedati pa se moramo, da morajo biti podatki točni in realni, saj bo samo v tem primeru PIS dobro deloval.

### **8.1 Urejanje kosovnic izdelkov**

Kosovnica v splošnem predstavlja celoten sklop strukturnih, tehnoloških in operativnih podatkov, s katerimi podjetja ponazarjajo strukturo njihovih izdelkov in postopke izdelave.

S kosovnicami določamo materialno zgradbo proizvodov in procese njihove izdelave. V kosovnicah v večini nastopa več nivojev, saj so tudi izdelki v večini sestavljeni iz več različnih polizdelkov ali sklopov. Najnižja raven so materiali, najvišjo raven pa predstavljajo izdelki. Kosovnice tudi določajo, kakšen material, kakšna količina določenega materiala je potrebna za izdelavo izdelka. Poleg tega so v kosovnicah tudi podatki o tehnoloških postopkih, kar pomeni na kakšen način in na katerem stroju bomo določen izdelek, polizdelek izdelovali. Zelo pomembni podatki na kosovnicah so tudi izdelavni časi, ki morajo biti kar najbolj realni, če želimo da nam PIS kar najbolj natančno planira in vodi proizvodni proces [4].

Kosovnico izdelka ustvarimo z beleženjem odnosov med sestavnimi deli in nadrejenimi sklopi. Zapis sestavnega dela uporabljamo za vzpostavitev odnosa med dvema materialnima artikloma, tj. za določitev nadrejenega sklopa, podrejenega sestavnega dela in njegove količine, ki jih vsebuje ena enota nadrejenega artikla. Z vnosom potrebnega števila zapisov sestavnega dela za vse nastopajoče nadrejene artikle lahko opredelimo poljubno število struktur. Sestavljenost navzdol in pripadnost navzgor v strukturah se avtomatsko ugotavlja na osnovi takšnih posameznih zapisov nadrejenosti oz. podrejenosti. Ta modul omogoča uporabniku tudi brisanje celotnih modulov ali posameznih sestavnih delov v kosovnici.

### 8.1.1 Vrste kosovnic

**Enostopenjska ali modularna kosovnica** je spisek neposrednih sestavnih delov nekega artikla. Seznam je enostopenjski, kar pomeni, da vsebuje samo neposredno vgrajene sestavne dele. Za pripravo modularne kosovnice se uporablja tabelarični zapis relacij, ki je urejen po nadrejeni in podrejeni komponenti. Moduli, ki v proizvodni strukturi v enaki obliki nastopajo večkrat, so v tej tabeli navedeni le enkrat, zato se bo tudi modularna kosovnica zanje pojavila le enkrat. Komponente na najnižji stopnji gradnje (surovine oz. vhodni materiali, kupljeni deli itd.) nimajo kosovnic.

Modularna kosovnica je poleg spiska (kataloga) komponent osnovni dokument za definiranje izdelkov; njeni podatki služijo za oblikovanje baze osnovnih podatkov o proizvodnji. Iz modularne kosovnice se izvedejo tudi vse druge različice analitičnega obravnavanja proizvodne strukture [2].

**Večstopenjska ali strukturna kosovnica** je popoln seznam vseh sklopov, podsklopov, delov in surovin nekega artikla. Izpis je običajno tudi vizualno tako 'nazobčan', da je zgradba vsakega sklopa in podsklopa lepše vidna, na njem pa so lahko prikazani različni podatki. Za strukturno kosovnico po stopnjah gradnje je značilno, da pri razgrajevanju v njej ohranimo prikaz relacij med posameznimi komponentami. Zato so moduli, ki v strukturi nastopajo večkrat, v njej tudi večkrat prikazani (lahko tudi na različnih stopnjah gradnje). Količine nastopanja v strukturni kosovnici se v večini (ni pa nujno) množijo od zgoraj navzdol. Strukturna kosovnica po stopnjah gradnje ima v primerjavi z modularno kosovnico prednost, saj na samo enem dokumentu omogoča celovit vpogled v proizvodno strukturo s prikazanimi relacijami v njej, vendar pa je obseg takega dokumenta razmeroma velik. S številom gradnje preglednost strukturne kosovnice po stopnjah gradnje hitro pada, zato jo uporabljajo zlasti delavci razvojnih služb, saj jim daje celovit pregled nad proizvodno strukturo [2].

**Zbirna kosovnica** je spisek vseh sklopov, podsklopov in delov artikla s kumulativnimi količinami, ki so potrebne za izdelavo zahtevanega števila izdelkov [2].

**Pregledna kosovnica** je zgolj spisek vseh komponent, ki nastopajo v neki proizvodni strukturi, je brez prikaza relacij in brez posebnega urejanja oz. grupiranja komponent. Ker je pregledna kosovnica spisek vseh komponent nekega izdelka in njihovih količin, se jo v operativni pripravi proizvodnje uporablja za preverjanje, ali so za izdelavo zadevnega izdelka zagotovljene vse komponente v zahtevanih količinah [2].

**Konstrukcijska kosovnica** nastane v procesu razvoja (konstruiranja) izdelka, v njej pa so v določenem vrstnem redu navedeni vsi elementi izdelka oz. sestava, kot jih vidi konstruktor.

Količine elementov so neto količine [2].

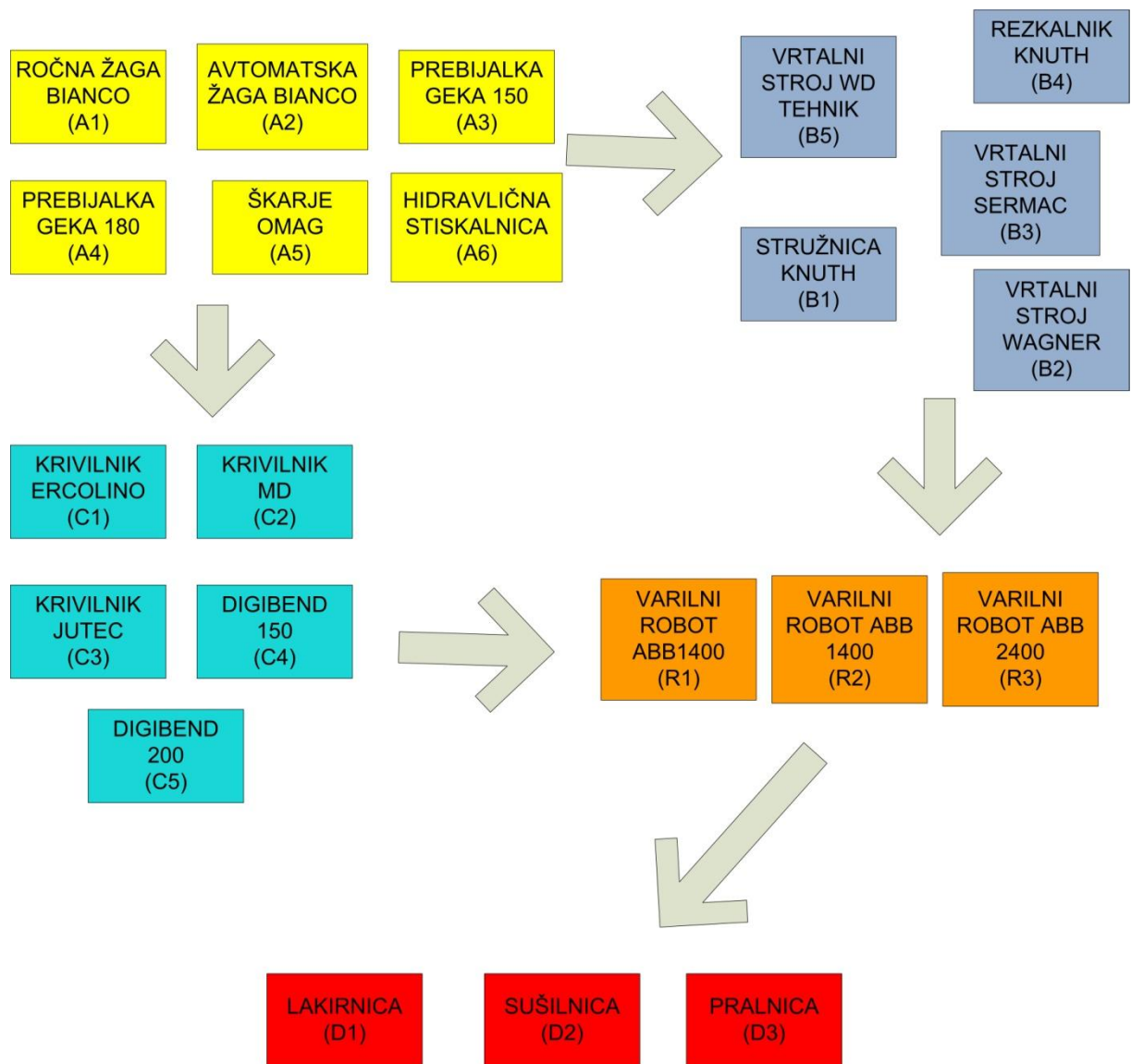
**Tehnološka kosovnica** vsebuje vse elemente iz konstrukcijske kosovnice z bruto količinami (plus tehnološki odpadek) in tudi vse ostale elemente, ki so neobhodno potrebni za izvedbo tehnoloških operacij (pomožni materiali). Tehnološka kosovnica nastane v procesu razvoja proizvodnega procesa za izdelavo zadevnega izdelka [2].

### *8.1.2 Vnos tehnoloških postopkov izdelave izdelkov*

Poleg kosovnic, ki nam prikažejo zgradbo določenega izdelka, moramo pripraviti tudi vse podatke, ki so potrebni pri izdelavi izdelkov. Urediti moramo tako imenovane tehnološke postopke. Tehnološki postopek je nekakšen opis izdelave, ki zajema podatke o vseh fazah izdelave izdelka, od materiala pa vse do izdelka. V vsaki fazi posebej je označeno na katerem delovnem mestu, se bo izvajala, katero orodje ali stroj za to potrebujemo, planiran norma čas za izdelavo izdelka in pa pripravljalni čas, ki je potreben za nastavitev stroja in še veliko drugih podatkov ki so tako ali drugače pomembni za sam proizvodni proces. V večini podjetij, se z izdelavo tehnoloških postopkov ukvarjajo tehnologi, ki so za to usposobljeni glede na dejavnost s katero se podjetje ukvarja.

V času mojega praktičnega izobraževanja in izdelave diplomske naloge, je bila velika večina opisov faz izdelave že izdelanih, saj se drugače že obstoječi proizvodni proces ne bi mogel izvajati. Tako je bilo potrebno podatke samo oblikovati da bodo primerni za vnos v PIS. Poleg ureditve faz izdelav je bilo potrebno tudi izmeriti proizvodne čase izdelave in pripravljalne čase, saj so ti zelo pomembni pri kasnejšem planiranju proizvodnega procesa. Pri tem moramo poudariti, da morajo biti ti časi kar najbolj realni, ker bo na tak način tudi PIS najboljše deloval. Ne smemo pretiravati s prekomernim krajšanjem proizvodnega časa, saj to pomeni, da bodo zaposleni preobremenjeni in ne bodo preveč naklonjeni novemu sistemu. Hkrati pa tudi ne smemo dopustiti predolgih norma časov, saj ti pomenijo kar precejšnje izgube za podjetje.

Ena od nalog, ki jo tudi moramo opraviti, je nekakšna digitalizacija vseh oddelkov in strojev v podjetju. Pri vsakem delovnem nalogu, ki je izdan v proizvodnjo mora biti zraven tudi pripet podatek na katerem stroju in v kateri coni se bo določena faza izvajala. Ta podatek je pomemben zaradi tega, da bodo izvajalci vedeli kje opravljati kako delovno nalogo, predvsem pa zaradi planiranja, da vemo kako bo v določenem časovnem obdobju kak stroj zaseden in pa tudi zaradi kalkulacij, saj je delo na različnih strojih tudi različno ovrednoteno. Zaradi boljšega pregleda nad celotnim proizvodnim procesom, smo v podjetju izdelali nekakšen diagram vseh strojev in con (slika 22), v katere so posamezne skupine strojev združene.



Slika 22: Diagram strojev in con v proizvodnem procesu

## **9 POVEZAVA MED UREDITVIJO PROIZVODNEGA PROCESA IN VPSELJEVANJEM PIS**

### **ČIŠČENJE PROIZVODNJE IN UREDITEV PROIZVODNIH MEST**

Na prvi pogled dobimo občutek, da čiščenje in ureditev proizvodnih mest nima nikakršne povezave s PIS. Neposredno povezavo med tema dvema pojmomoma je res težko potegniti, a če malo bolje pomislimo, ugotovimo, da se še tako dober PIS ne bo mogel optimalno izvajati v nečistem in neurejenem okolju. Prav zaradi tega pa postane vprašljiva tudi investicija v PIS. Vsakdo investira z namenom, da se mu bo ta investicija v najkrajšem možnem času povrnila, in da bo zaradi investicije tudi bolj konkurenčen na trgih. Ne moremo trditi da se PIS v nečistem in neurejenem okolju ne bi upal izvajati, lahko pa trdimo da je čisto in urejeno delovno okolje predpogoj za nemoteno delovanje PIS.

### **UREDITEV SKLADIŠČ**

PIS se lahko izvaja tudi v popolnoma neurejenem skladišču, vendar spet pridemo do vprašanja, ali je v takem okolju PIS smiselno vpeljati ali ne. Skladišče lahko rečemo, da je nekakšen začetek proizvodnega procesa, kjer vanj vstopa material in s tem tudi podatki v celoten sistem podjetja. Zaradi neurejenosti skladišča je možno, da pride do nekaterih napak, lahko tudi manjših, ki pa se na poti skozi proizvodni proces seštevajo in postanejo večje (primanjkljaj kosov pri odpremi). Poleg tega je z neurejenim skladiščem oviran tudi sam proizvodni proces, saj lahko preveč časa izgublamo z iskanjem določenega materiala in tako rušimo celoten sistem planiranja.

### **ORGANIZACIJA PODJETJA IN VODENJE S CILJI**

Če želimo optimalno izvajanje PIS, morajo biti z njegovo vpeljavo seznanjeni in vključeni vsi zaposleni v podjetju. Nesmiselno je vpeljati še tako dober sistem, če ga pa potem nihče ne upošteva in se proizvodni proces še vedno odvija po ustaljenih tirnicah. Če optimalno delovanje PIS predstavimo kot skupni cilj vseh zaposlenih in ga ti pojmujejo kot svoj lastni cilj, ne bomo imeli težav pri optimalni vzpostavitvi le tega.

### **VREDNOSTNA ANALIZA IN OPTIMIZACIJA DELOVNIH POSTOPKOV**

Vrednostna analiza in optimizacija delovnih postopkov veliko pripomoreta k bolj tekočem izvajanju PIS. Zaradi optimiziranih in bolj določenih delovnih postopkov, je tudi modul planiranja veliko bolj natančen in zanesljiv. Če nek postopek obdelave optimiziramo do visokega nivoja, to pomeni da bo čas trajanja izdelave veliko bolj nespremenljiv, kar pomeni, da bo tudi planiranje precej bolj natančno.

## ZMANJŠEVANJE MEDFAZNIH ZALOG

Kljub temu, da je zmanjševanje medfaznih zalog zelo pomemben korak pri ureditvi proizvodnega procesa, ga direktno ne moremo povezati z vpeljavo PIS. Tudi ta korak preureditve pripomore pri bolj optimalnemu izvajanju PIS, saj postane proizvodni proces veliko bolj prepusten in pa tudi pregleden, kar nam veliko pripomore pri odkrivanju napak. V razmerah z veliko medfaznimi zalogami lahko pride, zaradi napak, do razlik med dejanskimi in knjiženimi zalogami. Zaradi tega podatki iz sistema za načrtovanje proizvodnje niso več zanesljivi in sistem lahko celo izgubi svojo funkcionalnost.

## POVEZOVANJE PROIZVODNIH PROCESOV

Povezovanje proizvodnih procesov je pomembno predvsem pri komunikaciji med posameznimi proizvodnimi mesti. Če je komunikacija slaba, in izdelki težko prehajajo iz faze v fazo, potem postane vprašljivo planiranje PIS-a, saj le ta ne more predvidevati, koliko časa bodo izdelki potrebovali za prehod. Zaradi tega morajo biti procesi med seboj povezani in usklajeni.

## VZDRŽEVANJE STROJEV IN ORODJA TER KOMUNIKACIJA Z DOBAVITELJI

Vzdrževanje strojev in orodja ter komunikacija z dobavitelji, sta podporna stebra proizvodnega procesa. Brez materiala in strojev se proizvodni proces ne more izvajati, kar pa spet postavi pod vprašanje smiselnost PIS, saj je le ta odgovoren za nemoteno in optimalno izvajanje proizvodnega procesa. Zaradi tega moramo primerno vzdrževati stroje in orodja, da so na voljo, ko jih potrebujemo in pa negovati komunikacijo z dobavitelji, da nam v določenih časovnih okvirih dostavljajo ustrezen material.

## 10 TEŽAVE PRI UREJANJU PROIZVODNEGA PROCESA

Pri urejanju proizvodnje smo seveda naleteli tudi na težave. Vendar se teh težav ne smemo ustrašiti, saj je nekaj normalnega, da pri uvajanju novih sistemov v podjetja z že ustaljenimi navadami pride do problemov. Ti problemi so v večini bolj človeškega faktorja, saj se ljudje že po naravi bojijo sprememb in izboljšav.

Ena od precej pogostih, ki se je pojavila že takoj na začetku, je čiščenje proizvodnje. Čiščenje so vsi zaposleni v podjetju vzeli kot nekaj zelo banalnega, enostavnega in preprostega, vendar se je kaj hitro pokazalo da se red in čistoča na delovnem mestu hitro porušita, če jima ne posvečamo dovolj pozornosti. Zelo pomembno je, da delavcem že na začetku čiščenje predstavimo kot osnoven predpogoj za celoten sistem izboljšav, ki jim bo delo olajšal in ne otežil. Na začetku je seveda zelo težko prepričati zaposlene o pridobitvah čiščenja, a s časom in z izboljšanjem stanja spoznajo da je temu res tako.

Naslednja težava ki se je tekom ureditve izkazala kot zelo moteča, je disciplina na delovnem mestu. Zavedati se moramo da so vse preureditve, izboljšave in optimizacije brez discipline kot narisana lepa torta, ki je žal ne moremo pojesti. Delovna disciplina se odraža v motivaciji vseh zaposlenih, pri tem pa morajo svojo vlogo odigrati vodilni ljudje na vseh ravneh v podjetju. Z nekaj hitrimi ukrepi žal ne moremo izboljšati razmer, saj na delovno disciplino pomembno vplivajo številni psihološki dejavniki, ki jih moramo razumeti in upoštevati.

Ena od velikih težav ki se je tudi občasno pojavila je nesodelovanje pri optimizaciji proizvodnega procesa. Mislim pa da se ta težava pojavlja samo zaradi tega, ker zaposleni niso bili seznanjeni s cilji podjetja, in jih tudi sami zaradi tega niso imeli. Mislim da je zelo pomembno, da so res vsi v podjetju seznanjeni s skupnimi cilji, saj to deluje kot nekakšna motivacija. Vsak se mora zavedati, da je tudi njegovo delo zelo pomembno pri izpolnjevanju in izboljševanju skupnih ciljev.

Na koncu moramo poudariti seveda tudi finančne težave. Pri urejanju in optimizaciji, pride do kar velikega finančnega zalogaja za majhna podjetja, kot je podjetje v katerem sem deloval. Vseh izboljšav se žal zaradi pomanjkanja sredstev ne da izpolniti, v veliko pomoč pri tem pa pride iznajdljivost zaposlenih, saj lahko izboljšave izpeljemo z zelo majhnimi ali nič stroškov.

Če vse skupaj povzamemo, je poleg nekaj malega tehničnih težav, nosilec težav predvsem zaposleni. Vzroki za to so predvsem v človekovi naravi, v kateri je vgrajen strah pred spremembami in pa pomanjkanje motivacije, katera je posredno povezana s poznavanjem in izpolnjevanjem skupnih ciljev podjetja. Če se vseh teh težav zavedamo in nam jih uspe že na začetku odpraviti, se nam ni treba bati da ureditev proizvodnega procesa ne bi uspela.

## 11 SKLEPNE UGOTOVITVE

Informacijska tehnologija je v današnjem času že močno razvita in nudi prepotrebno podporo proizvodnim procesom v podjetjih. Poleg tega pa morajo biti proizvodni procesi urejeni in optimizirani tako, da skupaj z informacijskimi orodji sestavljajo nekakšno celoto, ki je sposobna spremenljivosti in hitre odzivnosti. Le takšen proizvodni proces se je sposoben kosati z razmerami ki trenutno vladajo.

V diplomski nalogi sem prišel do ugotovitve, da je ureditev proizvodnega procesa nujno potrebna, če želimo izkoristiti vse prednosti, ki nam jih ponuja PIS. Poleg tega je ureditev nujna tudi zaradi samega proizvodnega procesa, saj mu s tem omogočimo da postane hitrejši, cenejši, lažje sledljiv in bolj pregleden. Ne smemo pa pozabiti na to, da je vsaka faza ureditve zelo pomembna, pa čeprav se nam na začetku zdi enostavna ali nepotrebna. Prav vse faze od najenostavnejših pa vse do najzahtevnejših pripomorejo h končni sliki ureditve.

V procesu urejanja proizvodnje in vpeljevanju PIS, so eden od zelo pomembnih dejavnikov tudi sami izvajalci proizvodnega procesa. Če želimo, da bo informacijsko podprt proizvodni proces optimalno deloval, nanje vsekakor ne smemo pozabiti. Seznanjeni morajo biti s cilji podjetja in primerno motivirani, da zadani cilji postanejo skupni cilji vseh, saj lahko le na tak način zagotovimo uspešno ureditev proizvodnje in vpeljave PIS.

## KAZALO SLIK

Slika 1: Proizvodni proces [4] .....	4
Slika 2: Osnovne naloge PIS [7].....	9
Slika 3: Glavne funkcije PIS [7].....	11
Slika 4: Povezljivost PIS z ostalimi sistemi v podjetju [11].....	12
Slika 5: Metodologija KAIZEN [9].....	15
Slika 6: Metoda ureditve proizvodnje 5S [10] .....	17
Slika 7: DMAIC krog ureditve proizvodnje [12] .....	19
Slika 8: Obnova in risanje črt transportnih poti.....	22
Slika 9: Visokoregalno skladišče materialov.....	25
Slika 10: Skladišče končanih izdelkov .....	26
Slika 11: Vozički skladiščenih polizdelkov .....	26
Slika 12: Podatki o materialih na regalu.....	27
Slika 13: Organigram podjetja.....	28
Slika 15: Poraba časa po fazah ročaja RAPID SWISS.....	32
Slika 16: Orodje za krivljenje pločevine .....	33
Slika 17: Rezultati po izboljšanju krivljenja .....	33
Slika 18: Poraba časa po fazah HANDGRIFF .....	34
Slika 19: Zmanjšanje časa varjenja po izdelavi šablone.....	35
Slika 20: Primeri hitrih nastavitvev .....	37
Slika 21: Šablona za vrtnanje lukenj v lamo za klešče SZ .....	38
Slika 22: Primer dnevnika vzdrževanja .....	43
Slika 23: Diagram strojev in con v proizvodnem procesu.....	48

## LITERATURA IN VIRI

- [1] Iwao Kobayashi, *20 Ključev*, Ljubljana: Lisac & Lisac, 2003
- [2] Tone Ljubič, *Planiranje in vodenje Proizvodnje*, Kranj: Moderna organizacija, 2000
- [3] Miran Mihelčič, *Poslovne funkcije*, Ljubljana: FRI, 2008
- [4] Andrej Polajnar, *Organizacija proizvodnje*, Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2002
- [5] Shigeo Shingo, *Nova Japonska proizvodna filozofija*, Beograd: Jugoslovenski zavod za produktivnost rada, 1986
- [6] Kosmač Janez: *Prenova proizvodnega informacijskega sistema*, diplomsko delo, Koper: FM, 2006
- [7] (2004) MES sistemi. Dostopno na:  
[http://lpa.feri.uni-mb.si/Pedagosko\\_delo/Snovanje\\_sistemov\\_vodenja/9teden.pdf](http://lpa.feri.uni-mb.si/Pedagosko_delo/Snovanje_sistemov_vodenja/9teden.pdf)
- [8] (2010) Introduction to MES systems. Dostopno na:  
<http://www.cosyninc.com/papers/3.pdf>
- [9] (2009) KAIZEN continiuous improvement. Dostopno na:  
[http://www.1000ventures.com/business\\_guide/mgmt\\_kaizen\\_main.html](http://www.1000ventures.com/business_guide/mgmt_kaizen_main.html)
- [10] (2007) Introduction to 5S. Dostopno na:  
<http://allwrong.wordpress.com/2007/07/19/5s-the-antidote-to-clutter/>
- [11] (2007) MES explained: A high level vision for executives. Dostopno na:  
<https://services.mesa.org/ResourceLibrary/ShowResource/>
- [12] (2010) DMAIC methodolgy. Dostopno na:  
<http://esselsolutions.com/strategy.asp>
- [13] (2010) What are the benefits resulting from KAIZEN. Dostopno na:  
<http://www.graphicproducts.com/tutorials/kaizen/index.php>

- [14] (2011) 5S, čiščenje in organiziranje. Dostopno na:  
[http://qmpartner.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=178](http://qmpartner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=178)
- [15] (2011) What is DMAIC. Dostopno na:  
<http://www.wisegeek.com/what-is-dmaic.htm>
- [16] (2009) Skladiščenje. Dostopno na:  
[http://www.vpsmb.net/Predmeti/Skladiscenje%20in%20notranji%20transport/Prezentacija\\_12\\_skladiscenje.pdf](http://www.vpsmb.net/Predmeti/Skladiscenje%20in%20notranji%20transport/Prezentacija_12_skladiscenje.pdf)
- [17] (2009) An introduction to total productive maintenance. Dostopno na:  
[http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)