

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Marko Kunšič

UVAJANJE PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA  
SISTEMA

DIPLOMSKO DELO UNIVERZITETNEGA ŠTUDIJA

**mentor: doc. dr. Uroš Lotrič**

Zgornje Gorje, 2009

Št. naloge: 01510/2008

Datum: 01.09.2008



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

Kandidat: **MARKO KUNŠIČ**

Naslov: **UVAJANJE PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA  
DEPLOYMENT OF MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM**

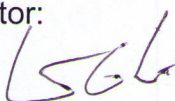
Vrsta naloge: Diplomsko delo univerzitetnega študija

Tematika naloge:

Proizvodna podjetja stalno povečujejo učinkovitost proizvodnih sredstev, optimizirajo pretok materiala skozi proizvodnjo ter izboljšujejo kvaliteto izdelkov. Za izvedbo tega cilja potrebujejo informacijski sistem, ki učinkovito povezuje vse plasti vodenja.

Opreделите razloge, ki so pripeljali do uvedbe proizvodnega informacijskega sistema v poslovni proces. Opišite postopke, potrebne za vpeljavo takega sistema, predstavite prednosti in slabosti izbranega pristopa ter podajte napotke, ki bi pripomogli k lažjemu in hitrejšemu uvajanju proizvodnega informacijskega sistema.

Mentor:

  
doc. dr. Uroš Lotrič



Dekan:

  
prof. dr. Franc Solina



## Zahvala

Ob tej priliki se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Urošu Lotriču, za pomoč, strokovne nasvete in usmeritve pri nastajanju diplomskega dela.

Rad bi se zahvalil tudi vsem zaposlenim v podjetju Acroni, ki so mi kakorkoli pomagali in mi omogočili nastanek tega dela.

Zahvala gre tudi vsem domačim, ki so mi v času pisanja diplomskega dela stali ob strani.



## Povzetek

Proizvodni informacijski sistemi, v nadaljevanju sistemi MES, postajajo neizogiben del sodobnih proizvodnih podjetij. Še do nedavnega so proizvodna podjetja lahko na te sisteme gledala kot nekakšen nadstandard, ki pa ni nujno potreben za uspešen razvoj in delovanje podjetja. Danes je takšnih podjetij, ki bi lahko trdila kaj takega, vse manj.

V okolju hitrih sprememb in ostre globalne konkurence, se ekonomski potencial bolj kot v kvaliteti izdelka, skriva v zmožnosti hitrega prilagajanja in obvladovanja proizvodnega procesa. Dosego tega cilja si brez sistemov MES skorajda ne moremo predstavljati.

Namen pričujočega diplomskega dela je predstaviti sisteme MES in njihovo umestitev v hierarhiji sistemov vodenja v proizvodnem podjetju. Predstavljena je implementacija ter uvajanje takšnega sistema v podjetju Acroni, natančneje v proizvodnem obratu Predelava debele pločevine. Opisani so razlogi, ki so privedli do odločitve o uvedbi sistema MES ter pričakovanja ob tem. Izgradnja in uvajanje sistema MES sta bili zaupani oddelku Procesne avtomatike.

Za izgradnjo sistema je bila uporabljena aplikacijska platforma MADE, slovenskega podjetja Metronik, ki močno poenostavi izdelavo takšnega sistema. Predstavljene so izdelane rešitve, ki naslavlajo zahteve, ki so bile razlog za uvedbo sistema MES. Da bi ugotovili kako so z njimi zadovoljni uporabniki, kar je navsezadnje najbolj pomembno, je bila po uvedbi sistema izdelana anketa. Predstavljeni so odgovori uporabnikov, iz katerih lahko sklepamo o uspešnosti novega sistema.

Ker je bil to za oddelek Procesne avtomatike prvi takšen projekt, je z njim pridobil dragocene izkušnje, ki mu bodo prišle še kako prav tudi v prihodnosti. Podoben proizvodni informacijski sistem se namreč namerava vpeljati tudi v obratu Hladna valjarna.

**KLJUČNE BESEDE: proizvodni informacijski sistem, MES, uvajanje, proizvodnja, proizvodni proces, MADE, Metronic Application Development Environment**



# Abstract

Manufacturing Execution Systems (MES) are becoming an essential component of modern manufacturing companies. Until recently, manufacturers considered these systems to be an above standard option that is not essential for the successful development and functioning of the company. Nowadays, fewer and fewer companies still think this way.

In a world of rapid changes and fierce competition, economic potential is not so much determined by the quality of the product as by the ability to rapidly adapt and master the manufacturing process. It is almost inconceivable that this could be achieved without the help of MES.

The aim of this diploma project is to present MES and their place in the hierarchy of control systems in manufacturing companies. I will present the implementation and deployment of such a system in the company Acroni, more precisely in the Heavy Plate Department. I will describe the reasons which led to the decision to introduce MES and the expectations which accompanied it. The construction and deployment of MES were entrusted to the Process Automation Department.

The system was constructed with the help of the application platform MADE, a product of the Slovenian company Metronik which greatly simplifies the construction of such a system. I will present the completed solutions, which address the reasons behind the demands for the introduction of MES. In order to find out how satisfied the users are with it, which after all is what is most important, a survey was carried out after the introduction of the system. I will present the users' answers from which we can evaluate the success of the new system.

As this was the first such project for the Process Automation Department, it was a source of invaluable experience which it will be able to make very good use of in the future. A similar MES is also being planned for the Cold Rolling Mill Department.

**KEY WORDS: Manufacturing Execution System, MES, deployment, manufacturing, manufacturing process, MADE, Metronic Application Development Environment**



# Kazalo

1	Uvod.....	1
2	Predstavitev proizvodnega procesa in proizvodnje.....	2
2.1	Delovanje proizvodnega sistema.....	3
	Transformacijski podsistem.....	3
	Regulacijski podsistem.....	4
	Informacijski podsistem.....	5
2.2	Tipologija proizvodnih procesov.....	6
2.2.1	Enkratna proizvodnja.....	6
2.2.2	Ponavljajoča proizvodnja.....	6
2.2.3	Množična proizvodnja.....	7
2.3	Vpliv kupca na obliko proizvodnih procesov.....	7
3	Hierarhija sistemov vodenja v proizvodnem podjetju.....	8
3.1	Nivo vodenja.....	10
3.2	Nadzorni nivo.....	11
3.3	Operativni nivo.....	14
3.3.1	Standard ISA 95.....	15
3.3.2	Funkcije sistema MES.....	17
3.3.3	Programska arhitektura sistemov MES.....	19
3.3.4	Povezovanje s sistemi ERP.....	20
3.4	Odločitveni nivo.....	21
4	Predstavitev podjetja Acroni d.o.o.....	23
4.1	Predstavitev celotnega proizvodnega procesa.....	24
4.2	Predstavitev proizvodnega procesa v obratu predelave debele pločevine.....	25
5	Proizvodni informacijski sistem.....	28
5.1	Razlogi za uvedbo proizvodnega informacijskega sistema in pričakovanja.....	28
5.2	Izbira proizvodnega informacijskega sistema.....	30
5.3	Predstavitev rešitev v proizvodnem informacijskem sistemu Made.....	31
5.4	Prikaz postopka vpisa proizvodnje v sistemu Kopa in v sistemu Made.....	37
5.4.1	Vpis proizvodnje v sistemu Kopa.....	37
5.4.2	Vpis proizvodnje v sistemu Made.....	39
6	Uvajanje proizvodnega informacijskega sistema Made v obratu PDP.....	41
7	Aplikacijska platforma MADE.....	47
7.1	RAD.....	47
7.2	Arhitektura platforme MADE.....	48
7.2.1	MADE SDK.....	49
7.2.2	MADE odjemalec – Cockpit.....	51
7.2.3	MADE Server.....	52
7.3	Nadaljnji razvoj aplikacijske platforme MADE.....	52
7.4	Sistem Made in vertikalno povezovanje z nižjimi sistemi vodenja.....	52
7.5	Povezovanje s poslovnim informacijskim sistemom Kopa.....	54
8	Sklep.....	56
	Seznam uporabljenih virov.....	57



## Kazalo slik

Slika 1: Prikaz strukture in odnosov med procesi v proizvodnem sistemu.....	2
Slika 2: Proizvodni tok – postopno preoblikovanje vložka v izhod v procesu preoblikovanja. 3	
Slika 3: Prikaz enkratne (individualne, posamične) proizvodnje, kjer lahko med izdelavo posameznih vrst izdelkov proizvodnja stoji. ....	6
Slika 4: Prikaz ponavljajoče (serijske) proizvodnje, kjer med izdelavo posameznih vrst serij proizvodnja načeloma ne stoji. ....	6
Slika 5: Prikaz množične (kontinuirane, masovne) proizvodnje, kjer se proizvodnja normalno nikdar ne ustavlja. ....	7
Slika 6: Značilni nivoji vodenja v proizvodnem podjetju. ....	8
Slika 7: »Piramidni« pogled na hierarhični model vodenja. ....	9
Slika 8: Časovna obzorja, ki jih pokrivajo posamezni sistemi. ....	10
Slika 9: Shema programirljivega logičnega krmilnika s povezavami na tipala. ....	11
Slika 10: Arhitektura sistema SCADA. ....	12
Slika 11: Prikaz stanja pred uvedbo OPC standarda. Vsak višji sistem vodenja mora poznati specifičen vmesnik za dostopanje do gonilnika naprave za vodenje procesa. ....	13
Slika 12: Prikaz stanja po uveljavitvi OPC standarda. ....	14
Slika 13: Umestitev posameznih delov standarda ISA 95. ....	16
Slika 14: Izmenjava informacij med proizvodnim in poslovnim informacijskim sistemom. ..	16
Slika 15: Programska arhitektura sistemov MES. ....	19
Slika 16: Vertikalna komunikacija med sistemi na različnih nivojih vodenja. ....	21
Slika 17: Tehnološka shema celotnega proizvodnega procesa v podjetju Acroni. ....	24
Slika 18: Tipične tehnološke poti v obratu PDP. Različne barve črt predstavljajo različne vrste jekel in debeline plošč. Vpliv na tehnološke poti imajo tudi posebne zahteve kupca. ....	26
Slika 19: Primer kartona plošče. ....	29
Slika 20: Vsebina menija 'Splošno' ter njegove funkcionalnosti. ....	32
Slika 21: Prikaz trenutnega stanja agregatov v obratu PDP. ....	32
Slika 22: Grafični prikaz mesečne proizvodnje za izbrani agregat. ....	33
Slika 23: Pregled zastojev. ....	33
Slika 24: Prikaz proizvodnje za trenutno in predhodno dnino. ....	34
Slika 25: Prikaz posebnih zahtev plošče. ....	34
Slika 26: Iskanje plošč. ....	35
Slika 27: Urejanje receptov namenjeno tehnologom. ....	35
Slika 28: Primer poročila v Microsoft Excelu. ....	36
Slika 29: Vpis šifre stroškovnega mesta. ....	37
Slika 30: Izbira obdelane plošče. ....	38
Slika 31: Izbira vrste obdelave. ....	38
Slika 32: Vnos podatkov o plošči. ....	39
Slika 33: Aktivni zavihek 'Razrez' z gumbi za dostop do agregatov razreza. ....	39
Slika 34: Ploščo navidezno damo na agregat in jo nato odložimo na ustrezno lokacijo. ....	40
Slika 35: Plošča je na agregatu (zgornji označeni del). Pod njo je prikazan plan razreza. ....	40
Slika 36: Vloge anketiranih uporabnikov. ....	42
Slika 37: Zadovoljstvo z dostopnimi informacijami v sistemu Made. ....	43
Slika 38: Zadovoljstvo z dostopnimi informacijami v sistemu Kopa. ....	43
Slika 39: Ocena informacijske podpore pri delu s sistemom Made. ....	44
Slika 40: Ocena informacijske podpore pri delu s sistemom Kopa. ....	44
Slika 41: Vpliv novega sistema na operaterje. ....	45

Slika 42: Vpliv novega sistema na proizvodni proces. ....	45
Slika 43: Mnenje o tem kateri sistem se uporabnikom zdi boljši. ....	46
Slika 44: Arhitektura aplikacijske platforme MADE .....	48
Slika 45: Data profiler z natančnim opisom dogajanja, ki nam pomaga pri odkrivanju in odpravljanju napak. ....	51
Slika 46: Del topologije omrežja na peči Wellman. ....	53
Slika 47: Prenos podatkov preko krmilnikov do proizvodnega informacijskega sistema. ....	54
Slika 48: Izmenjava podatkov med sistemi vodenja. ....	55

## Kratice, okrajšave, simboli

- **DBMS** (Database Management System): sistem za upravljanje s podatkovno bazo. Omogočajo vpisovanje, brisanje, urejanje in poizvedovanje po podatkih, zagotavljajo celovitost podatkov ter njihovo usklajenost s povezavami med tabelami. Nekaj znanih sistemov DBMS: Oracle, DB2, MS SQL.
- **JDBC** (Java Database Connectivity): javanski programski vmesnik, ki omogoča izvajanje SQL poizvedb
- **ODBC** (Open Database Connectivity): podobno kot JDBC, le da je programsko neodvisen.
- **XML** (ang. eXtensible Markup Language): razširljivi označevalni jezik. Uporabniku omogoča definiranje poljubnih opisnih jezikov.
- **XSD** (XML schema language): definira strukturo podatkov, ki so vsebovani v XML datoteki
- **UML diagrami**: UML (Unified Modeling Language) je grafični jezik za vizualizacijo, specifikacijo, konstruiranje in dokumentiranje programskih rešitev. UML diagram je vizualni model, ki predstavlja pogled na določenem nivoju abstrakcije.



# 1 Uvod

Živimo v času, kjer v poslovnem svetu že dolgo ni več meja. Podjetja, zlasti proizvodna, se srečujejo z globalno konkurenco, ki neusmiljeno pritiska predvsem z dežel s tako imenovano cenejšo delovno silo.

Če bi bilo edino merilo za kakovost le cena izdelka, bi bila naša (evropska oziroma zahodna) proizvodna podjetja že dalj časa v nezavidljivem položaju. Za uspeh ni dovolj le velika količina proizvedenih izdelkov ter s tem povezana nižja cena izdelka. Kupci postajajo vse bolj zahtevni. Podjetja se v želji čim bolj ugajati kupcu, želijo le tem čim bolj približati, mu ponuditi izdelek, ki bo narejen samo za njega in ne po nekem kalupu, kjer bi moral kupec sprejeti določen kompromis. Gre za individualna naročila, kjer je vsako naročilo prirejeno po željah kupca.

Seveda tak način »ugajanja kupcem« ni enostavno izvedljiv. Zahteva izredno agilnost in prilagodljivost tako proizvodnega procesa kot njegovih podpornih procesov. Dodana vrednost se tako že dolgo časa ne skriva več le v lastnosti izdelka, temveč je njen potencial skrit v procesu, katerega rezultat je izdelek. Pri odločitvi poleg kvalitete velikokrat prevladujejo karakteristike kot so velika fleksibilnost, kratek dobavni rok, velika verjetnost pravočasne dobave, širok nabor variant izdelka – lastnosti, ki se navezujejo na proces in ne na izdelek.

To pomeni, da se največji potencial podjetij ne skriva več le v zmožnosti čim večje proizvodnje, temveč predvsem v obvladovanju njihovih procesov. Potrebni pogoj za doseganje tega, je nadzorovanje in takojšen vpogled v stanje procesa v realnem času. Brez zamudnega pridobivanja podatkov, ki poleg časovnega zamika zahtevajo tudi dodatne stroške. Tej zahtevi poslovni informacijski sistemi navadno niso kos (to tudi ni bil njihov namen) oziroma ji zadostijo le deloma.

Tu nastopijo namenski proizvodni informacijski sistemi, katerih glavna naloga je zagotoviti čim bolj celosten pregled nad celotno proizvodnjo v realnem času. Služijo kot neprecenljiva podlaga pri neprestanem izboljševanju (optimiziranju) proizvodnih procesov.

V svojem diplomskem delu bom predstavil sisteme MES. Kakšna je njihova vloga in kako se umeščajo v trenutno hierarhijo sistemov vodenja v proizvodnem podjetju. Poleg tega bom predstavil implementacijo takšnega sistema v resničnem okolju - v obratu predelava debele pločevine v podjetju Acroni, d.o.o. (v nadaljevanju Acroni).

V drugem poglavju bom na kratko predstavil kaj sploh je proizvodnja oziroma proizvodni sistem ter kakšni procesi potekajo v njem. V tretjem poglavju sledi opis hierarhije sistemov vodenja, ki so značilni za proizvodna podjetja, in posameznih nivojev vodenja. Poudarek bo na opisu operativnega nivoja, kjer srečamo sisteme MES. V četrtem poglavju je predstavljeno podjetje Acroni in njegova dejavnost ter opis proizvodnega procesa, ki ga srečamo v njem. V petem so naštetni in predstavljeni razlogi za odločitev o uvedbi sistema MES ter cilji, ki so se ob tem zastavili. Prav tako so prikazane rešitve, ki izpolnjujejo zastavljene cilje. Šesto poglavje govori o uvajanju sistema. V njem so predstavljeni tudi rezultati ankete v kateri smo uporabnike povpraševali o mnenju in spremembah, ki jih opažajo pri novem sistemu. Sedmo poglavje predstavi aplikacijsko platformo MADE, na kateri temelji novi proizvodni informacijski sistem. V zadnjem, sklepnem poglavju, so podani zaključki in nekatera priporočila pred naslednjim podobnim projektom – vpeljava sistema MES v obrat Hladna valjarna.

## 2 Predstavitev proizvodnega procesa in proizvodnje

Ker se diplomsko delo nanaša na proizvodnjo oziroma proizvodni proces, bi bilo smiselno ta dva pojma in še nekaj takšnih, ki so potrebni za osnovno razumevanje, na kratko predstaviti. Nenazadnje je od tega kakšne vrste je proizvodni proces ter kakšne usluge nudi proizvodno podjetje kupcu, v veliki meri odvisna celotna zgradba in nabor funkcionalnosti proizvodnega informacijskega sistema ali sistema MES.

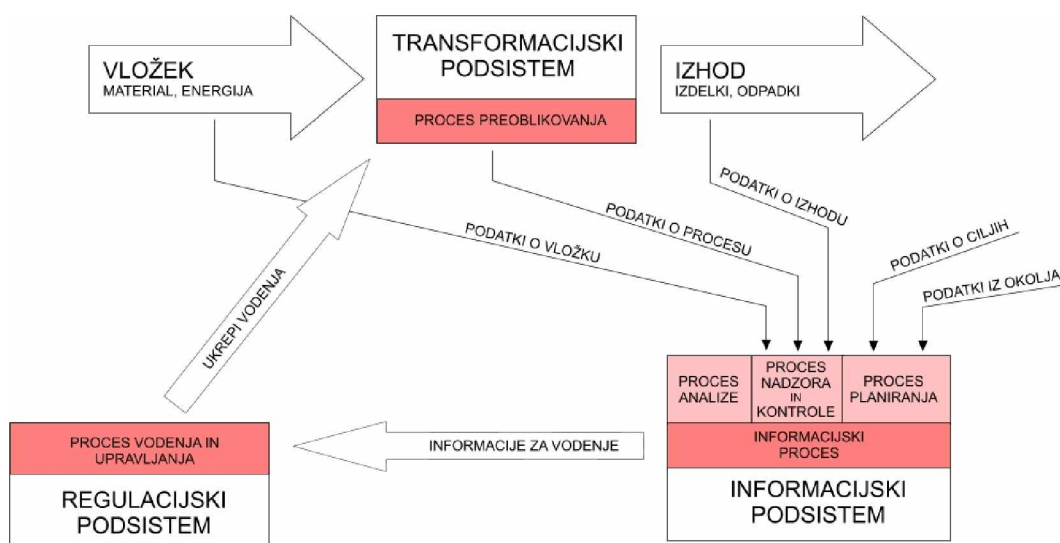
V Slovarju slovenskega knjižnega jezika najdemo pod pojmom 'proizvodnja' obrazložitev, da je to načrtno in organizirano delanje oziroma pridobivanje predmetov ter stvari za zadovoljevanje določenih potreb.

Proizvodni proces je proces izdelave teh predmetov oziroma stvari (proizvodov). Je skupek soodvisnih potekov delovnih operacij, ki povzročijo preoblikovanje, premik ali skladiščenje snovi, energije ali informacije.

Sistem, v katerem se dogaja proizvodni proces, je proizvodni sistem [6]. Proizvodni sistem sodi v razred tako imenovanih dinamičnih, ciljno usmerjenih in vodljivih sistemov. Dinamični, ker svoje stanje nenehno spreminja; ciljno usmerjeni, ker ima nek namen; ter vodljiv, ker so spremembe stanja v njem hotene in zavestne. Z vodenjem stanja sistema stalno popravljamo in izboljšujemo.

Strukturo in odnose med procesi v proizvodnem sistemu prikazuje slika 1. Proizvodni sistem lahko grobo opišemo s tremi podsistemi v katerih se odvijajo naslednji procesi:

- v transformacijskem podsistemu srečamo proces preoblikovanja, v katerem se dogaja fizična transformacija vložka (materiala, energije) v izhod (izdelki, odpadki),
- v regulacijskem podsistemu teče proces vodenja in upravljanja, ki vodi in upravlja temeljni proizvodni proces,
- v informacijskem podsistemu pa se odvija informacijski proces, ki je sestavljen iz podprocesov planiranja, nadzora in kontrole ter podprocesa analize, ki zajema podatke o vložku, dogajanju v procesu, izhodu iz procesa, podatke o ciljih procesa in podatke iz okolja, jih obdeluje, pretvori v informacije ter zagotavlja informacijsko podporo za odločanje v regulacijskem podsistemu.



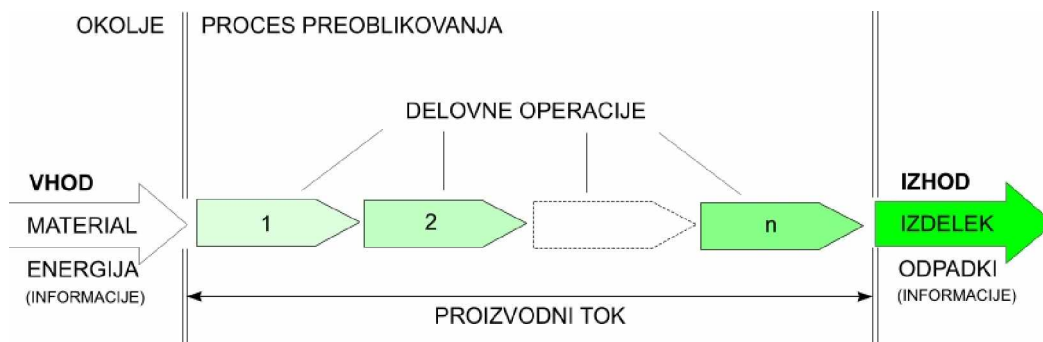
Slika 1: Prikaz strukture in odnosov med procesi v proizvodnem sistemu.

Vsi ti procesi potekajo hkrati in so med seboj tesno povezani, zato ne moremo nobenega od njih obravnavati izolirano od ostalih. Vsak proizvodni sistem je unikaten in specifičen. Tako ni mogoče kar tako v celoti prenesti regulacijski ali informacijski podsistem nekega proizvodnega sistema v nek drug proizvodni sistem in ga tam uspešno uporabiti.

## 2.1 Delovanje proizvodnega sistema

### Transformacijski podsistem

V proizvodnem procesu se običajno izvede preoblikovanje vložka v izhod v večih delovnih operacijah. Tako lahko proizvodni proces opišemo kot zaporedje med seboj povezanih opravil – delovnih operacij. To zaporedje je proizvodni tok, ki je prikazan na sliki 2.



Slika 2: Proizvodni tok – postopno preoblikovanje vložka v izhod v procesu preoblikovanja.

Delovna operacija je opravilo ki ga je potrebno opraviti, da se nek predmet dela - oblikovanec, preoblikuje z določeno obdelavo. Delovne operacije se opravljajo na delovnih mestih, pri čemer kot delovno mesto razumemo funkcionalno povezavo delavcev (enega ali večih) in delovnih sredstev (prostora, strojev, orodij in naprav) na določeni lokaciji. V praksi delovno mesto pogosto enačimo s strojem.

Ločujemo naslednje delovne operacije:

- tehnološke delovne operacije – z njimi se v okviru procesa preoblikovanja preoblikujejo oblikovanci,
- kontrolne delovne operacije – z njimi se ugotavlja, meri in nadzira stanje obdelovancev,
- transportne delovne operacije – z njimi se menja lega obdelovancev v prostoru,
- skladiščne delovne operacije – z njimi se obdelovanci zadržujejo na nekem mestu procesa.

Zlasti za vodenje proizvodnje je pomemben razpored delovnih mest. Različne delovne operacije v procesu izdelave nekega izdelka se izvajajo na različnih delovnih mestih oziroma strojih. Le-te pa na prostoru proizvodnje lahko razmestimo na različne načine. Značilni načini razporeda delovnih mest so:

- **delavniški (postopkovni) raspored** - če so stroji razporejeni tako, da se (po neki značilnosti) istovrstni stroji nahajajo v istem prostoru - delavnici. V vsakem od njih se izvaja ena tehnološka operacija. Značilen je diskreten transport obdelovancev iz delavnice v delavnico z enostavnimi transportnimi sredstvi (vozički, dvigala, viličarji...). Čas prehoda med operacijami je velik, materialni tok je prekinjen – obdelovanci med obdelavami lahko čakajo, čas izvajanja tehnoloških operacij na obdelovancih ni usklajen
- **linijski raspored** - stroji so v istem prostoru razporejeni v takem zaporedju, kot teče proizvodni tok oziroma kot si sledijo tehnološke operacije. Posamezne stroje običajno povezuje neko posebno transportno sredstvo, ki teče kontinuirano (tekoči trak, valjčnice) tako, da je materialni tok sicer prekinjen, a čas prehoda med operacijami zanemarljiv
- **celični raspored (proizvodne celice)** – stroje razmestimo po linijskem načelu (razporejeni glede na najpogostejši proizvodni tok), vendar jih ne povezujemo s transportnim sredstvom za kontinuirani transport obdelovancev. Uporablja se diskreten transport (vozički, dvigala, viličarji...) od enega do drugega delovnega mesta.
- **procesni raspored** - vsa oprema je združena v zaprt sistem (po linijskem načelu) skozi katerega teče tok obdelovancev. Zaporedje operacij je časovno popolnoma usklajeno, materialni tok pa kontinuiran.

Možne so seveda tudi kombinirane oblike rasporedov. Način rasporeda opreme je pogojen predvsem z vrsto proizvodnje, torej z značilnostmi in količino izdelkov, ki jih je potrebno izdelati v časovni enoti.

## Regulacijski podsistem

Z vodenjem želimo z ustreznim ukrepanjem vzdrževati stanje proizvodnega procesa tako, da bo kljub stalnim zunanjim motnjam in notranjim izgubam (entropiji) dosegel predpostavljeni prvotni cilj: izdelati predpisano količino izdelkov predpisane kakovosti v čim krajšem času, ob zahtevanem roku in ob čim nižjih stroških.

**Vodenje proizvodnje** moremo razumeti kot stalno popravljanje oziroma spreminjanje vložka v transformacijski proces in stanja procesa samega na osnovi v informacijskem podprocesu nadzora in kontrole izmerjenih in v podprocesu analize analiziranih odstopanj dejansko doseženih vrednosti od planirane vrednosti. Načelno sta možna dva pristopa k vodenju; z vodenjem je mogoče dosežati:

- **vzdrževanje proizvodnega procesa** na načrtovanem nivoju; pri takem načinu vodenja je cilj stabilnost, stalnost proizvodnega procesa, ki se jo doseže tako, da v primeru, ko dejanske vrednosti od planiranih odstopajo v negativni smeri, tako pot skozi proces preprečimo in ponovno vzpostavimo prvotno zamišljeno pot; ali
- **izboljševanje proizvodnega procesa**, če se ne zadovoljimo le z vzdrževanjem procesa, pač pa takrat, kadar so pri kontroli izmerjeni rezultati boljši, ugodnejši od prvotno predvidenih in v analizi ugotovljena boljša pot skozi proces, uveljavljamo tako boljšo pot; proces stalno napreduje, se spreminja v pozitivni smeri in daje vse boljše rezultate.

## Informacijski podsistem

Namen informacijskega sistema proizvodnje je omogočiti delovanje planiranja, nadzora in kontrole, analize ter vodenja proizvodnje oziroma proizvodnega procesa.

- **Planiranje**

S planiranjem se postavijo cilji delovanja proizvodnega sistema. Določi se kaj se hoče doseči, kakšne kakovosti naj bodo izdelki, količina, roki za realizacijo ter prihodki in stroški.

V okolju tržnega gospodarstva velja načelo 'izdeluj tisto, kar lahko prodaš', zato so izhodiščne informacije za planiranje proizvodnje informacije o potrebah tržišča. Te informacije ima v podjetju le služba prodaje, ki mora na osnovi naročil kupcev ali na osnovi raziskav trga in tržnih analiz določiti naročilo proizvodnji – kaj, koliko in kdaj bo proizvodnja izdelovala.

Proizvodnemu sistemu je torej predpostavljen cilj, plan. Zaradi motenj, ki izvirajo iz okolja ali pa nastajajo v samem sistemu, se stanje sistema spreminja (običajno poslabša) tako, da sistem ne dosega več zastavljenih ciljev. Stalna kontrola dejanskega stanja in primerjava z zastavljenimi cilji nam pomaga zaznati takšna odstopanja.

- **Nadzor in kontrola**

Z nadzorom in kontrolo ugotavljamo dejansko porabo kapacitet, porabo materiala, porabo finančnih sredstev in kakovost izdelkov. Te nato primerjamo s planiranimi vrednostmi in tako zaznamo odstopanja.

- **Analiza**

Analiza ugotavlja vzroke odstopanj, ki so bila izmerjena v podsistemu nadzora in kontrole. Odstopanja dejanskih vrednosti od planiranih so lahko posledica sistemskih napak ali posledica sprememb poti skozi proizvodni proces.

Velikost odstopanj, ki so posledica sistemskih napak, je neposredno odvisna tako od točnosti planiranja kot od točnosti kontrole, analize in vodenja proizvodnega procesa. Ker ta odstopanja nastanejo kot posledica sistemskih napak, jih je potrebno ugotoviti najprej.

Sprememba poti skozi proizvodni proces pa lahko pomeni ali pozitivno spremembo, izboljšavo oziroma inovacijo predpisane poti, ki se odrazi v po nekem vidiku boljših rezultatih (krajši čas, kakovostnejša izdelava...) ali pa negativno spremembo, katere posledica so slabši rezultati.

Ugotavljanje in analiziranje odstopanj je nujno, ker je za zagotavljanje obstoja sistema potrebno dogajanje v njem stalno popravljati in izboljševati.

- **Vodenje**

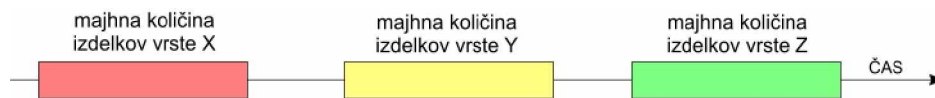
Zagotavlja vhodne informacije v regulacijski podsistem, ki neposredno vpliva na temeljni proizvodni proces.

## 2.2 Tipologija proizvodnih procesov

Z vidika razvoja, planiranja in priprave proizvodnje je najpomembnejša delitev glede na število ponovitev izdelave proizvodov iste vrste v enem proizvodnem ciklusu ter glede na časovno razporeditev procesa, kjer proizvodne procese ločujemo na prekinjene ter neprekinjene. Prekinjeni proizvodni procesi so značilni pri enkratni (individualni) ter ponavljajoči (serijski) proizvodnji. Neprekinjeni proizvodni procesi so značilni za masovno proizvodnjo.

V praksi proizvodni procesi nimajo vedno tako jasno določenih značilnosti, da bi jih lahko enostavno opredelili v le eno kategorijo. Pogosto se srečujemo s prehodnimi in kombiniranimi oblikami. V istem delovnem okolju hkrati lahko obstoji več vrst proizvodnih procesov, prav tako je mogoče, da so v okviru istega proizvodnega procesa delni proizvodni procesi z različnimi karakteristikami.

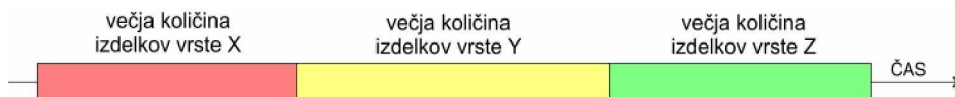
### 2.2.1 Enkratna proizvodnja



Slika 3: Prikaz enkratne (individualne, posamične) proizvodnje, kjer lahko med izdelavo posameznih vrst izdelkov proizvodnja stoji.

Za to vrsto proizvodnje načeloma velja, da se izdeluje veliko število različnih izdelkov, ki pa so si po nekih značilnostih zelo podobni. Vsi izdelki se ne izdelujejo stalno, temveč manjša količina posameznih vrst, ki so v načelu za znanega kupca. Prevladuje ročno in mehanizirano delo. Značilen je delavniški raspored opreme. Proizvodnji interval je zaradi prilagajanja razmeroma dolg. Pogosto se razvoj izdelkov in delovnih procesov izvaja kar vzporedno s proizvodnjo. Proizvodnja je elastična in dovzetna za hitro uvajanje sprememb. Cena izdelkov je pri tej vrsti proizvodnje zaradi specifičnosti najvišja. Kapacitete delovnih mest niso usklajene. Obremenitev delovnih mest je različna in zasedba kapacitet slaba.

### 2.2.2 Ponavljajoča proizvodnja

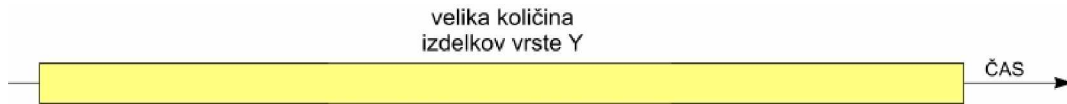


Slika 4: Prikaz ponavljajoče (serijske) proizvodnje, kjer med izdelavo posameznih vrst serij proizvodnja načeloma ne stoji.

Pri tej vrsti proizvodnje se izdelujejo izdelki, ki so tipizirani, a so lahko v večih varijantah. Vsi izdelki v eni seriji so načeloma enaki in enakovredni, največkrat za neznanega kupca (na zalogo). Delo je pretežno mehanizirano z malo ročnega in avtomatiziranega dela. Oprema je razporejena po delavniškem, celičnem ali linijskem razporedu oziroma njihovi kombinaciji. Transport med delovnimi mesti ni avtomatiziran. Značilen je dokaj kratek proizvodni interval. Faza razvoja se strogo ločuje od faze proizvodnje. Proizvodnja je tudi tu relativno elastična in dovzetna za hitro uvajanje sprememb. Cena izdelkov je višja kot cena enakih izdelkov iz

kontinuiranih proizvodnih procesov in nižja kot pri enkratni proizvodnji. Kapacitete delovnih mest tako kot pri posamični proizvodnji niso usklajene. Obremenitev delovnih mest je prav tako različna, zasedba kapacitet pa je boljša kot pri posamični proizvodnji.

### 2.2.3 Množična proizvodnja



Slika 5: Prikaz množične (kontinuirane, masovne) proizvodnje, kjer se proizvodnja normalno nikdar ne ustavlja.

Pri proizvodnji s kontinuiranimi proizvodnimi procesi se izdeluje zelo majhen sortiment izdelkov. Proizvodnja teče neprekinjeno razmeroma dolgo časa, v tem času pa se izdelajo velike količine izdelkov iste vrste, ki so vedno za neznanega končnega kupca. Delo je pretežno avtomatizirano. Oprema je razporejena po linijskem razporedu. Delovna mesta se povezujejo v linije med katerimi je avtomatiziran transport. Značilen je zelo kratek proizvodni interval. Faza razvoja se strogo ločuje od faze proizvodnje. Proizvodnja je izrazito toga. Uvajanje sprememb je zahtevno. Cena izdelkov je nizka. Kapacitete delovnih mest so usklajene, obremenitev delovnih mest je enaka, kapacitete pa so polno zasedene.

## 2.3 Vpliv kupca na obliko proizvodnih procesov

Kupec (tržišče) lahko vpliva na razvoj in proizvodnjo izdelkov neposredno; takrat gre za izdelavo izdelkov za znanega kupca (naročnika) po njegovih posebnih zahtevah. S takim primerom se srečamo predvsem v enkratni proizvodnji. Nasprotno pri masovni proizvodnji kupec ne vpliva na izdelek in ga sprejme takega kot je. Glede na vpliv kupca na proizvodnjo ločujemo štiri značilne oblike proizvodnih procesov:

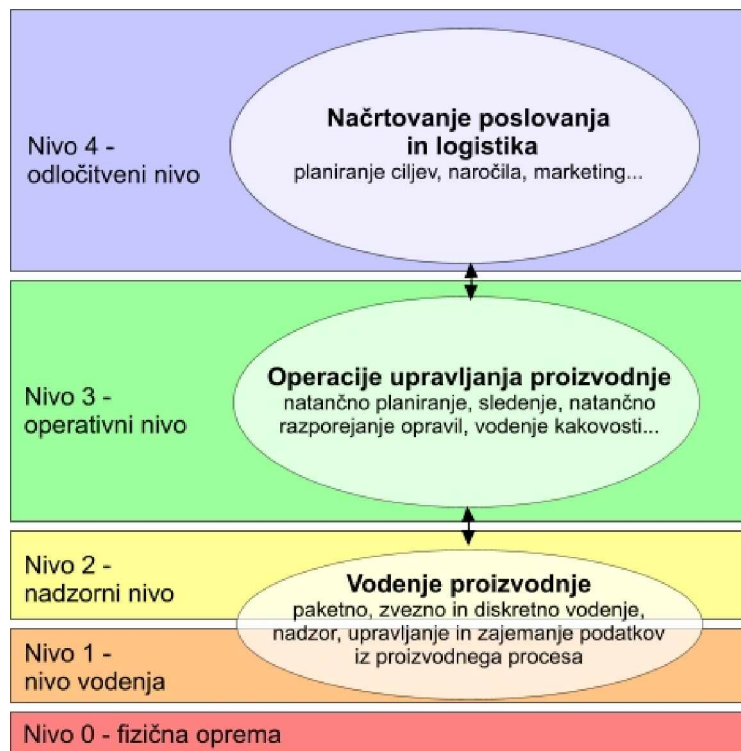
- **izdelava na zalogo** (ang. make-to-stock), kadar se iz tipiziranih gradnikov in sestavnih delov izdelujejo tipizirani izdelki na zalogo, za neznanega kupca,
- **sestavljanje po naročilu** (ang. assemble-to-order), kadar se iz tipiziranih gradnikov izdelujejo specifični izdelki po zahtevi kupca,
- **izdelava po naročilu** (ang. make-to-order), kadar se iz specifičnih gradnikov in sestavnih delov izdelujejo specifični (že razviti) izdelki po zahtevi kupca,
- **razvoj in izdelava po naročilu** (ang. engineer-to-order), kadar se po zahtevi kupca razvije in izdelava povsem specifični izdelek.

### 3 Hierarhija sistemov vodenja v proizvodnem podjetju

V praksi srečamo več različnih priporočenih (referenčnih) modelov hierarhije vodenja. Razlike med njimi niso velike. Predvsem se razlikujejo v številu nivojev na katera razdelijo bolj ali manj podrobno vodenje ter upravljanje v podjetju. Verjetno najbolj znan med njimi je model, ki ga opisuje integracijski standard ANSI/ISA-95.

Standard je nastal kot posledica potrebe po definiranju vmesnika med kontrolnimi in poslovnimi sistemi. Zasnovan je z namenom, da ga lahko preslikamo v katerokoli proizvodno podjetje, ne glede na vrsto proizvodnih procesov, ki se odvijajo v njem.

Posledica dorečene terminologije in vmesnika, je veliko lažja in uspešnejša komunikacija med naročniki (proizvodna podjetja) ter izvajalci informacijskih rešitev. Prav tako se zaradi nekaterih standardiziranih rešitev, zmanjša potreba po rešitvah, ki bi morale biti po meri naročnika, pri čemer ne bi doprinesle k večji konkurenčnosti. Kot je razvidno iz slike 4, standard definira štiri nivojsko arhitekturo upravljanja v podjetju.



Slika 6: Značilni nivoji vodenja v proizvodnem podjetju.

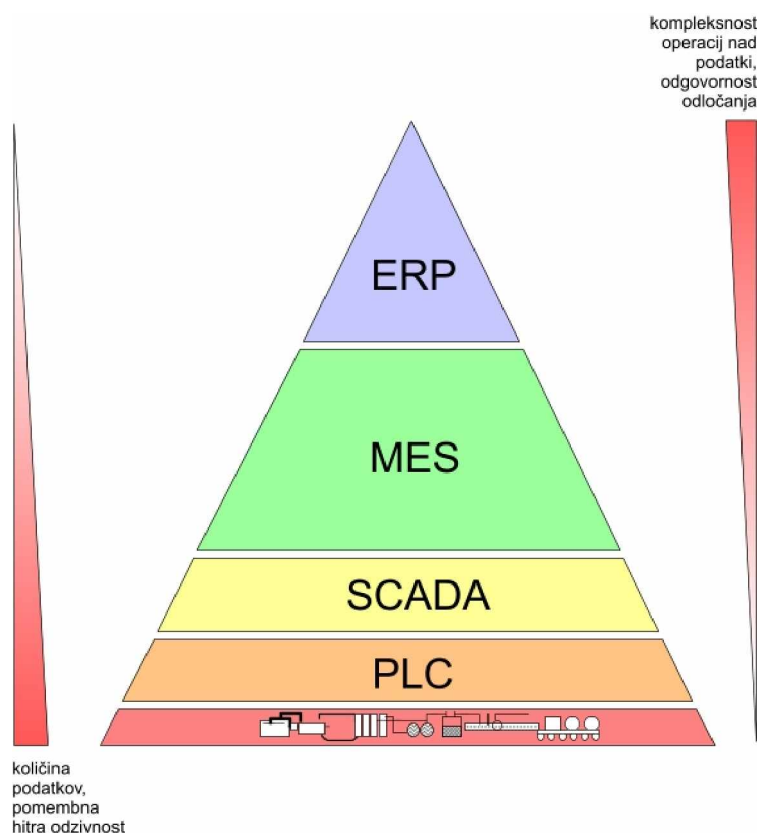
Nivoje 0, 1, 2 bi lahko pravzaprav združili v nivo avtomatike. Nivo 0 predstavlja fizično opremo, nivo 1 predstavlja (avtomatsko) vodenje procesov in nivo 2 nadzorovanje procesa ter zbiranje podatkov o njem.

Nivo 3 sestavljajo aktivnosti, ki zagotavljajo pripravo ter celostno spremljanje proizvodnega procesa, ki se izvaja na spodnjih nivojih. Primeri teh aktivnosti so fino planiranje, vodenje kakovosti, sledenje... Na najvišjem nivoju – nivoju 4, se izvršujejo finančne, logistične ter ostale aktivnosti, ki so povezane z upravljanjem podjetja. Te aktivnosti niso neposredno povezane s proizvodnjo. Primeri aktivnosti na tem nivoju so dolgoročno planiranje, marketing, prodaja...

Na to hierarhično razdelitev pa lahko pogledamo tudi z drugega vidika. Namreč vsak nivo ima svoje značilne predstavnike aplikacij in sistemov, ki mu nudijo podporo. Tako je najznačilnejši predstavnik za nivo 4, poslovni informacijski sistem (ang. Enterprise Resource Planning - ERP). Na nivoju 3, kateremu bomo v nadaljevanju posvetili največ pozornosti, srečamo proizvodne informacijske sisteme (ang. Manufacturing Execution System - MES). Na najnižjem nivoju, kjer imamo neposreden vpogled in nadzor nad procesom pa srečamo sisteme SCADA ter sisteme za avtomatsko vodenje procesa kot so programirljivi logični krmilniki (PLK).

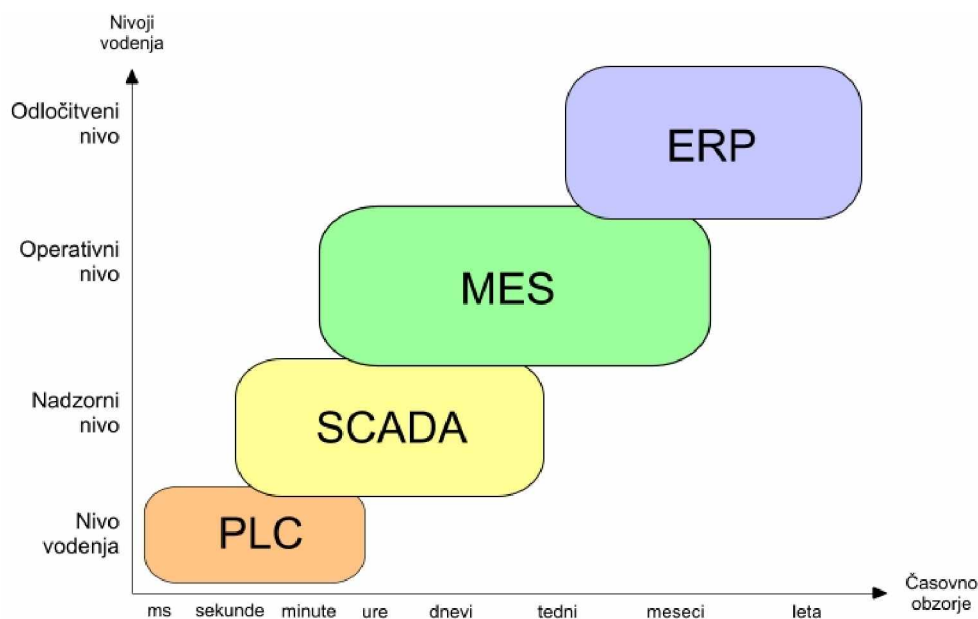
Preden si pogledamo vsakega od nivojev bolj podrobno, si poglejmo nekaj splošnih lastnosti hierarhije vodenja. Predhodno predstavljeni model si lahko predstavljamo tudi v obliki piramide, kjer je na dnu nivo 0 (strojna oprema) in v vrhu nivo 4 (odločitveni nivo). Za spodnje nivoje je značilna velika količina proizvedenih podatkov. Sensorji in ostala strojna oprema lahko zajema podatke vse do nivoja mikrosekund. V nekaterih primerih celo manj. Kljub velikanski količini proizvedenih podatkov pa z njimi ne delamo zahtevnejših procesiranj. Tu je pomembna predvsem hitra odzivnost, ki je potrebna, za pravilno vodenje procesa. Bolj ko se bližamo proti vrhu piramide, manj je pomembna hitra odzivnost in tem bolj narašča kompleksnost operacij nad podatki. Količina podatkov se proti vrhu piramide manjša oziroma agregira. Tako na primer na vrhu, kjer dospejo podatki do vodstva podjetja, le tega ne zanimajo razne meritve in rezultati specifičnega procesa, temveč le podatek kot je na primer skupna količina proizvedenih izdelkov, skupna poraba energentov...

Slika 7 prikazuje »piramidni« pogled na model vodenja, sisteme, ki so značilni za posamezne nivoje ter omenjene lastnosti, ki proti vrhu bodisi naraščajo bodisi padajo.



Slika 7: »Piramidni« pogled na hierarhični model vodenja.

Slika 8 bolj nazorno prikazuje časovna obzorja, ki jih pokrivajo posamezni sistemi. Kot lahko razberemo iz slike, se med seboj (časovno) bolj ali manj prekrivajo. To seveda ne pomeni, da je kak sistem »odveč«. Vsak ima točno določene funkcije in naloge.



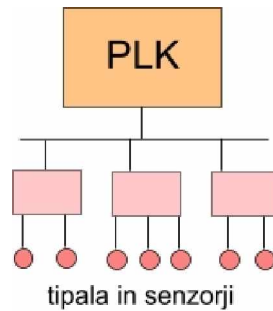
Slika 8: Časovna obzorja, ki jih pokrivajo posamezni sistemi.

### 3.1 Nivo vodenja

Pričnimo opis posameznih nivojev na najnižjem, kjer pravzaprav nastajajo najosnovnejši in hkrati najpomembnejši podatki. Če se pri zajemu oziroma obdelavi teh podatkov pojavi napaka, nas bo spremljala vso pot po odločitveni piramidi navzgor in se med potjo kvečjemu stopnjevala. Rezultat bodo zelo verjetno napačne informacije in odločitve, ki bodo temeljile na njih.

Večina podatkov nastane kot meritev neke fizikalne veličine (sila, tlak, temperatura...), ki jo opravijo merilni sistemi (tipala, senzorji), ki so na samem kraju dogajanja procesa. Ker so praviloma (odvisno od vrste proizvodnje) fizikalni pogoji na kraju odvijanja procesa precej neprijazni (visoke temperature, velike sile...) ter z veliko motnjami (prah, magnetne motnje, vibracije...), je zelo pomembno, da imamo ustrezno merilno opremo, ki je prilagojena razmeram v procesu. Poleg tega je pomembno tudi, da se meritev opravi na pravem mestu, saj lahko že minimalna odstopanja privedejo do napačnih rezultatov.

Signali merilnih sistemov so pripeljani na naprave za krmiljenje (vodenje) procesa – programirljivi logični krmilniki PLK (ang. Programmable Logic Controllers, PLC), ki na podlagi vhodnih signalov s pomočjo logičnih (Boolovih) operacij, časovnikov ter števnikov, generirajo izhodne signale, ki vodijo proces.



Slika 9: Shema programirljivega logičnega krmilnika s povezavami na tipala.

PLK spada med osnovne gradnike pri avtomatizaciji proizvodnih procesov. Je preprost specializiran računalnik, ki je prilagojen delu v proizvodnem okolju. Njegova arhitektura je precej podobna klasičnim računalnikom. Program oziroma logika, je shranjena v bralno-pisalnem pomnilniku od koder centralna procesna enota (CPE) jemlje ukaze in jih izvršuje. Pomemben del sta vhodni modul, kamor so pripeljani vhodni signali iz merilnega sistema ter izhodni modul od koder vodijo signali na izvršni sistem. Izvršni sistem sestavljajo elementi, ki lahko vplivajo na spremembo proizvodnega procesa. Tipični predstavniki so elektromotorji, električni kontaktorji, hidravlični in ogrevalni elementi.

Lahko bi rekli, da je merilni sistem pasivne narave, saj le spremlja proces in nanj ne vpliva, medtem ko je izvršni sistem aktivne narave, ker neposredno posega v delovanje procesa.

Tako vhodi kot izhodi so lahko digitalni oz. analogni.

Za opis delovanja PLK-ja lahko poenostavljeno trdimo, da se v njem nenehno izvaja programski cikel v katerem najprej prebere vhodne signale, nato izvede uporabniški program in na koncu, če je potrebno, spremeni izhodne signale.

### 3.2 Nadzorni nivo

Ker so enote PLK običajno porazdeljene po prostoru in ker nimajo pravega uporabniškega vmesnika, ki bi operaterju omogočal enostaven in razumljiv vpogled v dogajanje, se v ta namen uporabljajo nadzorni sistemi SCADA (ang. Supervisory Control And Data Acquisition).

Kot nam pove že kratica 'SCADA', je to sistem za nadzorno vodenje ter zbiranje podatkov proizvodnega procesa. Podatke zbira iz krmilnikov, ki so navadno porazdeljeni po obratu, jih prikaže na pregleden način ter omogoča operaterju, da poseže v delovanje procesa (v realnem času). Tu so mu v veliko pomoč alarmi, ki so sestavni del SCADA sistemov, katerih glavna naloga je, da vzbudijo operaterjevo pozornost (vizualno ali slušno), saj je v procesu zelo verjetno prišlo do stanja, ki zahteva njegovo takojšnje ukrepanje.

Sistemi SCADA so tako vezni člen med procesom in operaterjem na eni strani ter med procesnim vodenjem in višjimi sistemi vodenja (oz. informacijskimi sistemi na višjih nivojih) na drugi strani.

Pomembno je, da v primeru izpada nadzornega sistema, nižji nivoji lahko delujejo neodvisno.

Glavne funkcije, ki jih opravljajo sistemi SCADA so:

- zbiranje procesnih podatkov (ob določenem dogodku ali v naprej zahtevanem času),
- prikazi in ročno vodenje,
- alarmiranje,

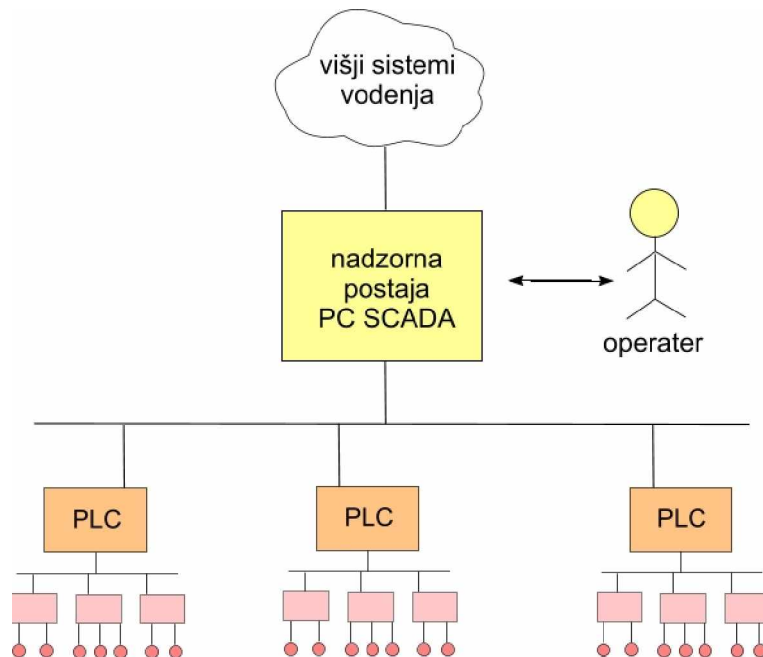
- arhiviranje podatkov,
- izdelava poročil.

Sistem SCADA navadno sestavljajo naslednji podsistemi:

- vmesnik človek-stroj (ang. Human Mashine Interface) je del, namenjen predstavitvi procesnih podatkov operaterju in del preko katerega nadzira ter vodi proces,
- nadzorna postaja zbira podatke procesa in pošilja ukaze procesu,
- periferne vhodno-izhodne naprave, PLK-ji – predstavljajo povezavo s senzorji v procesu, pretvarjajo njihove signale v digitalne podatke in jih pošiljajo nadzorni postaji,
- komunikacijsko omrežje, ki povezuje nadzorno postajo s perifernimi vhodno-izhodnimi napravami.

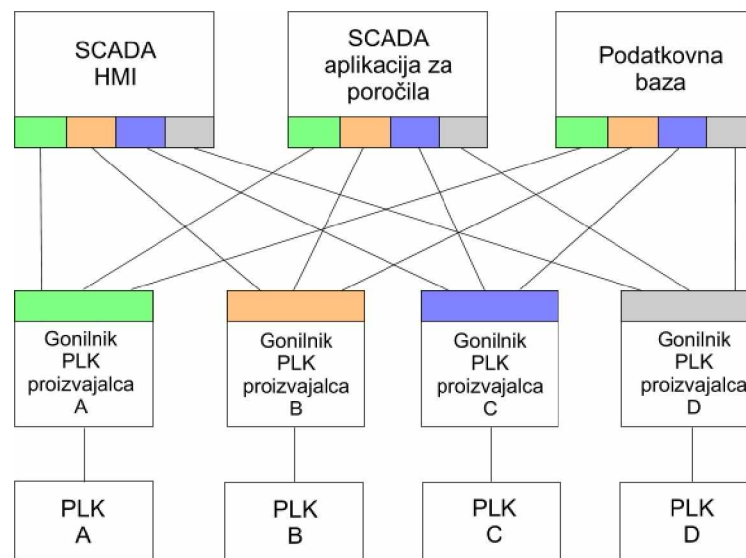
Termin SCADA se običajno nanaša na centraliziran sistem, ki nadzira in vodi celoten proces. Večina zahtevanih ukazov se izvrši avtomatsko na podlagi stanj perifernih vhodno-izhodnih naprav in PLK-jev. Na delovanje procesa lahko operater vpliva s spreminjanjem nastavitvev preko nadzornega sistema SCADA.

Pridobivanje podatkov poteka preko naprav za avtomatsko vodenje procesov, ki sicer spadajo v nivo vodenja, od koder se ob določenem dogodku ali ob vnaprej zahtevanem času posredujejo podatki (pridobljeni preko merilnega sistema) nadzorni postaji. Tu se preoblikujejo v obliko, ki je primerna za prikaz operaterju, ki se s pomočjo vmesnika človek-stroj, lahko odloči o prilagoditvi oziroma spremembi procesa. Podatki se za potrebe kasnejših analiz, navadno preko sistema za upravljanje s podatkovnimi bazami (DBMS), shranijo v obliki trendov. Tu gre za tako imenovano shranjevanje značk točk (ang. tags). Vsaka točka predstavlja eno vrednost, kateri je dodana časovna oznaka (ang. timestamp). Niz takšnih točk nam da zgodovinski pregled dogajanja v procesu (seveda le za to točko).



Slika 10: Arhitektura sistema SCADA.

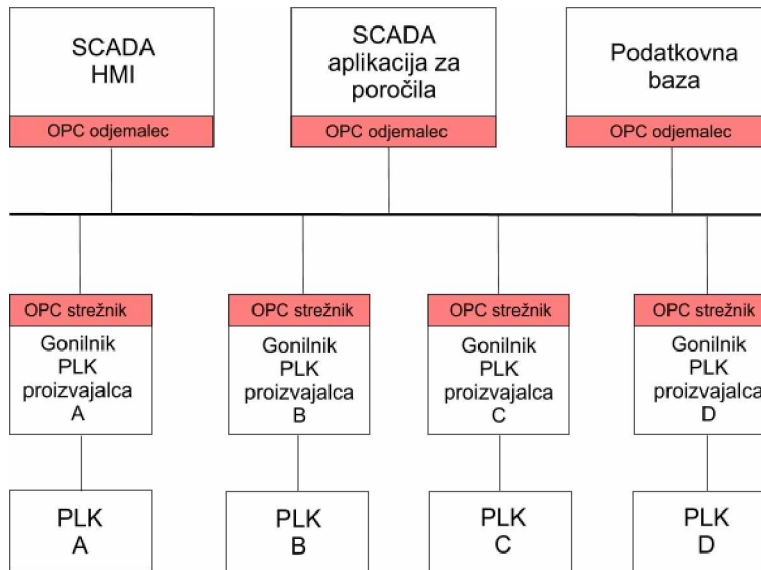
Pri komunikaciji s perifernimi vhodno-izhodnimi napravama velja omeniti standard OPC (prvotno je bil to akronim za 'Object linking and embedding for Process Control', ker pa se tehnologija ne uporablja le pri procesnem vodenju, se sedaj preprosto imenuje kar 'OPC'), ki je zelo poenostavil komunikacijo z napravami vodenja procesa. [9, 10] Gre za standardizirani programski aplikacijski vmesnik za dostop do naprav procesnega vodenja. Pred uvedbo tega standarda, je bolj ali manj vsak izdelovalec teh naprav (krmilnikov) uporabljal svoje komunikacijske rešitve. Tako je morala vsaka naprava oziroma aplikacija, ki je želela komunicirati z napravami za vodenje procesa, imeti specifični gonilnik oziroma vmesnik, s katerim se je lahko povezala z njimi. Interoperabilnost (sposobnost izmenjave in uporabe izmenjanih informacij) je bila tako zelo slaba. Deloma leži razlog tudi v tem, da je vsak večji proizvajalec z lastnimi rešitvami, želel »prikleniti« kupca na uporabo le njegovih rešitev. Bolj nazoren prikaz stanja pred uvedbo OPC standarda prikazuje slika 11.



Slika 11: Prikaz stanja pred uvedbo OPC standarda. Vsak višji sistem vodenja mora poznati specifičen vmesnik za dostopanje do gonilnika naprave za vodenje procesa.

OPC tehnologija sloni na Microsoftovi COM in DCOM tehnologiji. To sta tehnologiji za izmenjavo podatkov med posameznimi objekti, ki so lahko del različnih programskih procesov, ti pa so lahko na različnih lokacijah v omrežju.

OPC definira množico objektov, vmesnikov ter metod za uporabo pri komunikaciji z napravami različnih proizvajalcev, ki jih srečamo pri vodenju proizvodnih procesov. Njihov namen je omogočiti dostopanje programov, napisanih v različnih programskih jezikih, do naprav za avtomatizacijo oziroma vodenje procesov (PLK, SCADA). Ko je za specifično napravo napisan vmesnik po standardu OPC (OPC strežnik), ga lahko uporabi katerakoli aplikacija, ki prav tako podpira standard OPC (OPC odjemalec). Dostopanje do naprav poteka tako na enoten, standardiziran način, ne glede na vrsto opreme in proizvajalca. Slika 12 prikazuje stanje po uveljavitvi standarda OPC.



Slika 12: Prikaz stanja po uveljavitvi OPC standarda.

Tako kot za nivo vodenja (nivo 1), je tudi za nadzorni nivo (nivo 2) značilna *osredotočenost na proces*.

### 3.3 Operativni nivo

Izmed vseh nivojev vodenja, so se pojavile celostne informacijske rešitve za operativni nivo najkasneje. Kljub posameznim delnim rešitvam, bi lahko dejali da je med nadzornim nivojem (nivo 2) ter odločitvenim nivojem (nivo 4) obstajala vrzel.

Potreba da bi jo premostili se je s časoma stopnjevala. Razlog leži v vedno bolj zaostrenih pogojih poslovanja, kjer je z globalizacijo in vedno zahtevnejšimi kupci, postalo neizogibno, da se nad celotno proizvodnjo pridobi čim bolj celosten in ažuren pregled, ki bo omogočal hitro reagiranje na spremembe in hkrati tudi omogočal hitro uvajanje le-teh.

Kupcu ni dovolj ponuditi bolj ali manj širok spekter izdelkov med katerimi lahko izbira. Poleg prvovrstnega izdelka pričakuje, da bodo upoštevane tudi njegove posebne želje, ki so lahko značilne le zanj. Tako je potrebno prilagoditi proizvodni proces za želeni izdelek tako, da bo ustrezal kupcu. Pojav tako imenovane individualizacije je ena izmed pglavitnih značilnosti, ki vplivajo na kompleksnost sodobnih proizvodnih procesov.

Naslednji dve značilnosti, ki zaznamujeta današnje stanje v proizvodnih dejavnostih, sta povezovanje in dinamičnost.

Prvo je posledica tako imenovane globalizacije, kjer fizične razdalje ne predstavljajo ovire pri sodelovanju ali konkuriranju. Tako je potrebno pojav sprejeti kot izziv in izkoristiti možnost sodelovanja s proizvajalci komponent ali surovin, ki jih potrebujemo, medtem ko se podjetje lahko osredotoči le na svojo pglavitno dejavnost. Dinamičnost označuje hitre spremembe na trgu. Fluktuacija oziroma hitro menjavanje potrošnikovih nakupovalnih navad, ki so posledica dostopnosti informacij in hitrega tehnološkega napredka, lahko izdelek, ki je bil še do pred kratkim zelo priljubljen, skoraj v hipu potisne na obrobje zanimanja.

Upoštevanje posebnih zahtev kupca pa same po sebi še niso jamstvo za njegovo zadovoljstvo. Kljub zahtevnejšemu proizvodnemu procesu, se pričakuje, da bo čas dobave izdelka enak ali

celo krajši kot sicer. Če k temu dodamo potrebo po bolj ali manj nespremenjenih cenah izdelkov oz. vedno nižji ceni le-teh, vidimo, da z obstoječimi načini brez podpore sistemov MES to ni enostavno, če že ne nemogoče.

Za uresničitev zgoraj omenjenih ciljev je potrebno potencial poiskati v optimizaciji in vodenju proizvodnega procesa.

Kot smo že omenili je proizvodni informacijski sistem nekakšen vmesnik med sistemi procesnega vodenja ter poslovnimi informacijskimi sistemi. Če želimo, da bo proizvodni informacijski sistem uspešno povezoval nivoja, je pomembna dobra integracija.

Povezovanje poslovnih in proizvodnih sistemov je bila v preteklosti še posebej težavna in draga naloga. Projekti z omenjeno nalogo so bili dolgi in so pogosto kasnili. Stopnja uspešno zaključenih projektov je bila nizka.

Glavne razloge za tako stanje je iskati v različnem pojmovanju oziroma 'tehničnem jeziku', različni organizacijski strukturi ter različni izbiri prednosti oziroma kritičnih dejavnikov uspeha, ki jih imajo uporabniki na posameznem nivoju. Tako lahko hitro pride do nesporazumov, napačnih interpretacij in zahtev. Poleg tega si je bolj ali manj vsak ponudnik rešitev MES (celostnih ali delnih), po svoje razlagal kaj naj bi rešitev obsegala in kako naj bi se povezovala s sosednjima nivojema. Zaradi pomanjkljive definicije kaj sploh je sistem MES, je bila primerjava rešitev MES med ponudniki težavna naloga. Tudi opis in primerjava proizvodnih procesov (za določitev dobrih praks) med različnimi podjetji, nista bili enostavni opravili. Končni uporabniki ponudnikom niso znali pravilno predstaviti svoje zahteve in enako bi lahko dejali za ponudnike. Ti so potencialnim strankam večkrat na nepravilen način predstavljali svoje rešitve.

Standard ISA 95 naslavlja predhodno naštete probleme [2]. Za njegov razvoj je odgovorna komisija SP 95.

### 3.3.1 Standard ISA 95

Standard vsebuje modele in terminologijo, ki definira katere informacije se izmenjujejo med poslovnim ter proizvodnim informacijskim sistemom. Te informacije so prikazane v obliki UML diagramov (na način neodvisen od ponudnikov rešitev) in so osnova za razvoj standardnega vmesnika med ERP in MES sistemi.

Standard nam poleg predlaganih dobrih praks lahko služi kot pomoč pri definiranju uporabniških zahtev, pomaga pri pravilni izbiri ponudnika MES rešitev ter služi kot osnova za razvoj MES sistemov in podatkovnih baz.

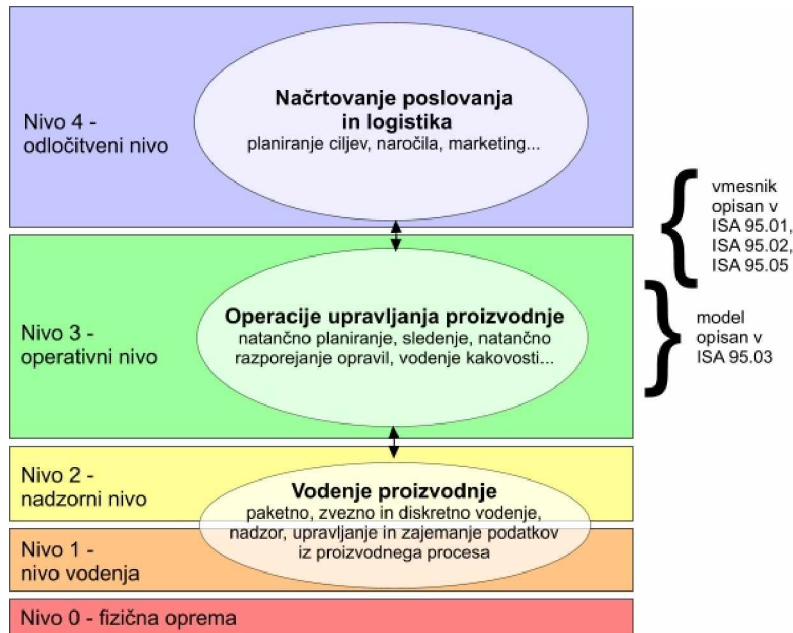
Še vedno pa je problem povezovanje aplikacij, ki so del MES rešitev. V praksi ima veliko proizvodnih podjetij MES rešitev sestavljeno iz aplikacij različnih proizvajalcev. Del standarda ISA 95, ki naslavlja problematiko izmenjave informacij in uporabo skupnih podatkov med različnimi aplikacijami, je trenutno še v razvoju.

Standard ISA-95 sestavlja več delov, kjer vsak del naslavlja določeno problematiko pri povezovanju poslovnih in nadzornih sistemov (nazornejši prikaz je na sliki 13):

- Prvi del (ang. Part 1): Modeli in terminologij
- Drugi del (ang. Part 2): Modeli lastnosti objektov
- Tretji del (ang. Part 3): Modeli proizvodnih procesov
- Peti del (ang. Part 5): Transakcije med poslovnim in proizvodnim informacijskim sistemom

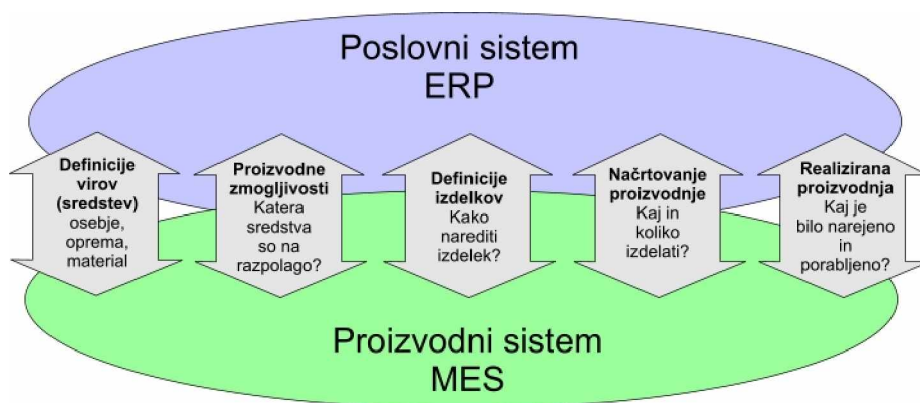
Tematsko lahko posamezne dele razvrstimo v tri sklope:

- Modeli za izmenjavo informacij med poslovnim in proizvodnim sistemom (prvi, drugi in peti del)
- Modeli proizvodnih procesov (tretji del)
- Modeli za izmenjavo informacij znotraj proizvodnega sistema (četrti in šesti del, ki pa sta še v razvoju)



Slika 13: Umestitev posameznih delov standarda ISA 95.

### Modeli za izmenjavo informacij med proizvodnim in poslovnim sistemom



Slika 14: Izmenjava informacij med proizvodnim in poslovnim informacijskim sistemom.

Abstraktni podatkovni modeli, ki predstavljajo izmenjavo informacij med sistemoma so definirani v UML (ang. Unified Modeling Language) notaciji. Podane so definicije objektov in njihovih atributov. Ti so nam v pomoč tako pri izmenljivi med informacijskima nivojema kot tudi izhodišče za definiranje relacijske podatkovne baze. Posledice, ki jih občuti končni

uporabnik, so krajši integracijski projekti ter večja uspešnost le teh. Prednosti za ponudnike rešitev je manjša cena zaradi standardiziranih rešitev ter hkrati hitrejši razvoj in lažja podpora. Zaradi abstraktnosti je standard možno uporabiti v vseh vrstah proizvodnih podjetij. Slika 14 prikazuje najpogostejše informacije, ki se izmenjujejo med sistemoma.

### **Modeli proizvodnih procesov**

Vsebuje priporočene modele tipičnih proizvodnih procesov (vzdrževanje, proizvodnja, nadzor nad kvaliteto, skladiščni procesi). Naveden je seznam aktivnosti v posameznih procesih v proizvodnji, ki so nam v pomoč pri definiranju zahtev. Možna je enostavna primerjava funkcionalnosti in zmogljivosti rešitev med različnimi ponudniki. Posledica standardiziranih modelov je zmanjšan čas pri zajemu zahtev katerim bo moral MES ugoditi. Možna je tudi primerjava proizvodnih procesov med različnimi podjetji. Ponudniki MES rešitev se zaradi standardiziranega jezika lažje sporazumevajo s strankami ter po potrebi hitro demonstrirajo kako od funkcij.

### **Modeli za izmenjavo informacij znotraj proizvodnega informacijskega sistema (še v razvoju – četrti in šesti del)**

Definirani so modeli objektov in njihovi atributi, ki nastopajo znotraj proizvodnega informacijskega sistema in določajo katere informacije se izmenjuje med proizvodnimi procesi, ki so definirani v tretjem delu. Ti so osnova za načrtovanje in implementacijo standardnih vmesnikov, ki zagotavljajo tekoč potek sodelovanja in izmenjave informacij med posameznimi proizvodnimi procesi. Predlagane so operacije, ki se izvršujejo nad podatki.

## **3.3.2 Funkcije sistema MES**

Pod pojmom MES si predstavljamo skupek funkcij osredotočenih na izvajanje proizvodnih procesov, za katere je zagotovljena informacijska rešitev. Združenje MESA (ang. Manufacturing Execution Solutions Association) definira te funkcije, ki spadajo pod okrilje MES sistemov [5].

### **UPRAVLJANJE VIROV**

Upravljanje z viri kot so stroji, orodja, materiali, dokumenti ter ostale stvari, ki morajo biti na razpolago za nemoten pričetek dela. Priskrbi zgodovino uporabe posameznega vira, njegov trenutni status ter zagotavlja, da je oprema pravilno nastavljena za delo. Upravljanje obsega tudi rezervacijo in razvrščanje virov na način, da se zagotovi izvajanje planiranih aktivnosti.

### **NATANČNO RAZVRŠČANJE IN PLANIRANJE**

Določanje najustrežnejšega zaporedja aktivnosti za posamezno proizvodno enoto upoštevajoč prioriteto, lastnosti, karakteristike in recepture izdelkov. Namen natančnega razvrščanja je v čim boljšem izkoristku proizvodnih kapacitet s čim manj zastoji in čim krajšim pripravljalnimi časom. Zaželeno je prepoznavanje alternativnih poti in vzporednih/prekrivajočih se operacij.

### **UPRAVLJANJE Z MATERIALOM**

Upravljanje vhodnega materiala v proizvodni proces ter vmesnih izdelkov oz. polizdelkov, ki se uporabljajo v procesu. Upravljanje poteka s pomočjo opravi, delovnih nalogov oziroma naročil, ki usmerjajo proizvodni tok na točno določeno lokacijo. Če je zaradi pomanjkanja

virov onemogočen potek proizvodnega toka po predpisanem planu, ga lahko do neke mere spremeni.

#### VODENJE DOKUMENTOV

Vodenje ter distribucija zapisov in obrazcev, ki sodijo k vzdrževanju in delovanju proizvodne enote (delavna navodila, recepture, skice, standardni postopki, saržni zapisi, dokumenti za komunikacijo med izmenami...). Sem spada tudi vodenje in skrb za skladnost dokumentov povezanih z varovanjem okolja, zdravjem, varnostnimi predpisi kot tudi dokumenti, ki jih predpisuje ISO (korektivni in preventivni ukrepi...). Shranjevanje zgodovinskih podatkov.

#### ZBIRANJE IN ZAJEMANJE PODATKOV

Ta funkcija nam preskrbi vmesnik preko katerega pridobivamo podatke o procesu, materialih in izvršenih ukazih, ki se nato uporabijo za izpolnjevanje obrazcev in zapisov. Ti podatki se lahko zbirajo z ročnimi vnosi ali avtomatsko v realnem času preko naprav vodenja na nižjih nivojih. Podatki se shranjujejo tako, da je možen pregled preteklega dogajanja (arhiv).

#### UPRAVLJANJE Z DELOVNO SILO

Prikaz trenutnega statusa oz. prisotnosti delavnega osebja. Poroča o času prisotnosti, razporeja delavce glede na potrebe in njihove kvalifikacije. Spremlja njihovo učinkovitost (norme, ki so jih dosegli), ki je podlaga za nagrajevanje. Za optimalno izvajanje proizvodnih procesov je zaželeno sodelovanje s funkcijo dodeljevanja virov.

#### VODENJE KAKOVOSTI

Takojšnja analiza meritev zbranih iz proizvodnega procesa za zagotavljanje ustrezne kvalitete izdelka in za čim hitrejšo ugotavljanje problemov, ki bi zahtevali posebno pozornost. Zaželeno je, da so poleg identifikacije problemov ponujene tudi aktivnosti za njegovo rešitev vključno z možnimi vzroki nastanka.

#### UPRAVLJANJE PROCESA

Spremljanje proizvodne z avtomatskim korigiranjem ali z napotki operaterju za korekcijo in izboljšanje aktivnosti v procesu. Te aktivnosti se lahko osredotočajo na vodenje in spremljanje naprav oziroma strojev ali pa na medsebojno delovanje le teh. Sem spada tudi upravljanje z alarmi za opozarjanje osebja na dogodke, ki zahtevajo njihovo pozornost.

#### UPRAVLJANJE VZDRŽEVANJA

Sledenje in usmerjanje aktivnosti vzdrževanja strojev, opreme in orodja za zagotavljanje nemotenega delovanja proizvodnje. Načrtovanje preventivnih pregledov in hiter odziv na alarme oziroma nastale probleme. Vzdrževanje zgodovine preteklih vzdrževalskih aktivnosti in nastalih problemov za lažje diagnosticiranje ob prihodnjih problemih in hitrejšo odpravo le teh.

#### SLEDENJE IN GENEALOGIJA IZDELKOV

Prikaz trenutnega napredka dela na izdelku, njegove lokacije, morebitnega trenutnega operaterja, ki dela na njem... Spremljanje izdelkov se izvaja s pomočjo njihovega označevanja, ki enolično določa za kateri izdelek gre. S shranjevanjem teh podatkov imamo zagotovljeno genealogijo (rodovnik) izdelka, kjer lahko v primeru neustrezne kvalitete ali reklamacije ugotovimo potek izdelave in izsledimo vgrajene komponente (če gre za sestavljen

izdelek). Na ta način ugotovimo in izoliramo sorodne izdelke, ki imajo lahko enak problem (zlasti pomembno v prehrambeni in farmacevtski industriji).

### ANALIZA UČINKOVITOSTI

Poročanje o dejanskih rezultatih proizvodnje in primerjanje s pričakovanimi rezultati. Predstavitev ključnih (kritičnih) kazalcev učinkovitosti kot so izraba virov, razpoložljivost virov, čas izdelave izdelka, pripravljalni časi, ujemanje s planom, izpolnjevanje standardov, skupna učinkovitost proizvodnje...

Seveda ne pomeni, da mora vsak sistem MES zagotoviti podporo vsem naštetim funkcionalnim zahtevam, da bi ga lahko imenovali 'sistem MES'. Tako kot so si različna proizvodna podjetja, so si tudi njihovi proizvodni sistemi. Večina jih za izpolnitev svojih ciljev potrebuje le podmnožico naštetih funkcionalnosti, ki jih lahko s časoma nadgrajuje. Funkcionalna področja so raznolika, zato za pokrivanje njihovih potreb v praksi velikokrat potrebujemo več različnih aplikacij. S svojimi funkcionalnostmi se sistemi MES *osredotočajo na izdelek*.

### 3.3.3 Programska arhitektura sistemov MES

Pomembna lastnost sodobnih sistemov MES je, da imajo arhitekturo, ki zagotavlja odprtost in enostavno razširljivost. V vedno hitrejšem 'nikoli končanem' procesu izpolnjevanja novonastalih zahtev, sta ti dve lastnosti ključni za enostavne spremembe v prihodnosti. Slika 15 prikazuje takšno arhitekturo [4].



Slika 15: Programska arhitektura sistemov MES.

Namen osnovnih funkcij je zagotoviti ločnico oziroma neodvisnost med aplikacijami sistema MES in t.i. tehničnimi komponentami kot so operacijski sistemi, DBMS, komunikacijski protokoli... V praksi to pomeni, da sprememba operacijskega sistema ne bo imela vpliva na delovanje aplikacij sistema MES. Seveda le, če osnovne funkcije sistema MES podpirajo novi operacijski sistem.

Podatkovna plast definira podatkovni model, ki je najpogosteje shranjen v relacijski podatkovni bazi. Aplikacijska plast vsebuje objekte in funkcije potrebne za izdelavo poslovne logike, ki se nahaja na plasti preslikave procesov. Odvisna je od podatkovne plasti, vendar

nudi svoje objekte in funkcije plasti preslikave procesov neodvisno od podatkovnega modela na podatkovni plasti. To nam zagotavlja, da nam v primeru sprememb na podatkovni plasti (npr. sprememba podatkovne baze), ni potrebno spreminjati objektov in funkcij na aplikacijski plasti. Tako tudi ni potrebe po spreminjanju že definiranih procesov.

Vloga plasti preslikave procesov je izvrševanje poslovne logike s pomočjo funkcij in metod, ki so definirane na aplikacijski plasti. Preko vmesnikov (z napravami, ostalimi sistemi, uporabniškimi vmesniki...) prejme sporočila oziroma navodila s podatki, ki jih nato obdela s pomočjo »If-Then« pogojev ter uporabo objektov in metod aplikacijske plasti. »If-Then« pogoji so lahko predstavljeni tudi grafično s t.i. delovnim potekom (ang. workflow). Pomembna lastnost je, da so na tej plasti na voljo vsi objekti in funkcije, ki se nahajajo na aplikacijski plasti. To nam omogoča enostavno in celovito horizontalno povezanost med vsemi aplikacijami sistema MES.

### 3.3.4 Povezovanje s sistemi ERP

Za izmenjavo informacij med sistemoma MES in ERP je na voljo več načinov [4]:

- **Neposredna povezava med podatkovnima bazama**

V tem primeru sistema ERP in MES neposredno dostopata do podatkovnih baz drug drugega. Povezava poteka lahko s pomočjo t.i. *native* gonilnikov ali z bolj splošnimi ODBC in JDBC gonilniki. Kljub temu, da je rešitev na prvi pogled zelo zanimiva, takšno dostopanje do podatkov ni priporočljivo. Pri tem postopku sodelujeta le podatkovni plasti sistemov in tako obideta aplikacijsko plast ter plast preslikovanja procesov. Problem se pojavi v primeru večjih sprememb na podatkovni bazi (zamenjava celotne baze, sprememba v strukturi podatkov), kjer moramo po spremembi prilagoditi tudi vse aplikacije (npr. poročila), ki dostopajo do teh podatkov. Če želimo zagotoviti združljivost tudi v prihodnje, moramo dostop do podatkov zagotoviti preko aplikacijske plasti.

- **Izmenjava podatkov s pomočjo datotek**

Izmenjava med datotekami je lahko izvedena preko plasti preslikovanja procesov in nam tako zagotavlja združljivost v primeru sprememb na podatkovni plasti. Takšen pristop je relativno enostaven. Največja pomanjkljivost je časovni zamik, saj se mora datoteka najprej zapisati s strani pošiljatelja in nato prebrati s strani prejemnika. Zaradi tega je primeren pri izmenjavi večjih količin podatkov in tam kjer je takšna zakasnitev sprejemljiva.

Izmenjava poteka s pomočjo tekstovnih (ASCII, CSV) datotek. V zadnjem času se vedno bolj uveljavljajo XML datoteke. Njihova prednost je v neodvisnosti platforme in v možnosti, da se uporabijo pri spletnih storitvah.

B2MML (ang. Business to Manufacturing Markup Language) je XML implementacija standarda ISA 95. Sestavlja ga množica XML shem (XSD), ki implementirajo podatkovne modele podane v standardu.

- **Izmenjava podatkov s pomočjo spletnih storitev**

Spletne storitve so programski gradniki, ki omogočajo interoperabilno izmenjavo podatkov preko omrežja. Komunikacija poteka s pomočjo sporočil v obliki XML dokumentov in je zato neodvisna od platforme. Ker so standardizirani, zagotavljajo

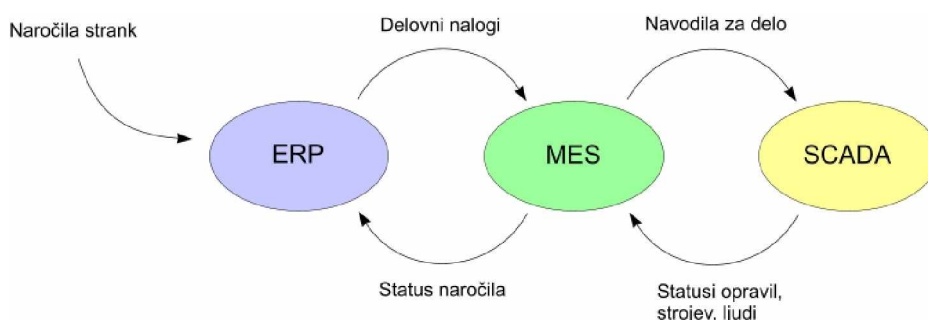
dolgoročno stabilnost. Omogočajo on-line proizvodbe med sistemi. Pri izmenjavi podatkov postaja ta način vedno bolj priljubljen.

### 3.4 Odločitveni nivo

Najznačilnejši predstavnik tega nivoja je poslovni informacijski sistem (ang. Enterprise Resource Planning - ERP). Namen sistema ERP je usklajevanje vseh virov, informacij in aktivnosti, ki so potrebne za uresničitev poslovnih procesov kot sta na primer izpolnjevanje naročil ali obračunavanje. Tak informacijski sistem povezuje posamezna funkcionalna področja poslovanja v celoto.

Jedro sistema je enotna podatkovna baza, ki vsebuje podatke potrebne za delovanje funkcij poslovnega sistema kot so proizvodnja, upravljanje dobavne verige, finance in računovodstvo, vodenje projektov, upravljanje s človeškimi viri, odnosi s strankami, logistika.

Slika 16 poenostavljeno prikazuje vertikalno komunikacijo med sistemi na različnih nivojih vodenja. Sistem ERP na osnovi naročil kupcev izdelava delovne naloge, ki jih posreduje sistemu MES. Ta je nato odgovoren za njihovo izvršitev. Sistem ERP s samo proizvodnjo nima ničesar več. Informacije o stanju oziroma napredku naročila mu zagotavlja sistem MES, ki je tako za sistem ERP nekakšno okno s pogledom v proizvodni proces.



Slika 16: Vertikalna komunikacija med sistemi na različnih nivojih vodenja.

Funkcija finance navadno obsega vodenje glavne knjige, saldakonti kupcev in dobaviteljev, planiranje denarnih tokov, vodenje osnovnih sredstev, spremljanje terjatev do kupcev in obveznosti do dobaviteljev. Omogoča pripravo in izpis številnih poročil in statistik. Upravljanje odnosov s strankami obsega prodajo in trženje, sprejemanje naročil, stik s strankami in klicni center. Upravljanje projektov podpira vodenje in spremljanje projektnega načina poslovanja. Omogoča tako spremljanje virov podjetja kot tudi časovno in finančno spremljanje projektov. Funkcija logistike omogoča popolno kontrolo nad materialnimi tokovi v podjetju od nabave do prodaje. Stremi k vodenju optimalnih zalog, omogoča sledljivost porabljenih materialov. Funkcija proizvodnja podpira pripravo, planiranje in spremljanje proizvodnega procesa. Poleg tega omogoča vzdrževanje osnovnih proizvodnih podatkov, kar je osnova za pripravo vseh podatkov, potrebnih za planiranje in spremljanje proizvodnega procesa. Materialni predpisi o izdelkih so zbrani v kosovnicah ali recepturah, na katere se navezujejo proizvodni procesi.

Tu se morda pojavi vprašanje čemu sploh imeti namenski sistem MES, ko pa nam njegove funkcionalnosti lahko nudi že poslovni informacijski sistem. Sistemi ERP so v osnovi transakcijsko usmerjeni informacijski sistemi in ne poznajo realnih procesnih podatkov.

Deklarativno morda res podpirajo proizvodnjo oziroma proizvodni proces, vendar le do neke mere. Na proizvodni proces gledajo kot na črno škatlo, katere vsebine ne poznajo in tudi če bi jo, si s procesnimi podatki, ki mu sicer ne odgovarjajo ne po vsebini, ne po količini in niti po naravi, lahko kaj malo pomagali.

Po vsebini ti podatki ne sodijo v poslovni informacijski sistem že zaradi tega, ker je samo področje (domena) podatkov nezdružljiva med sistemoma. Podatki kot na primer, kdaj je operater izvršil določeno operacijo ali pa časovni potek odpiranja ventila, ne sodijo v sistem ERP. Po količini ne sodijo zaradi ogromne količine proizvedenih procesnih podatkov, ki se spremljajo na sekundni ravni in bi še tako zmogljiv sistem ERP kmalu preobremenili. Po naravi pa pride do nezdružljivosti zaradi razlike med povezanostjo podatkov. Če so v sistemih ERP podatki povezani z relacijami, je edina povezava med podatki iz proizvodnega procesa časovna oznaka.

Sistemi MES s tem, ko pripravijo podatke iz proizvodnega procesa v ustrezno obliko, omogočijo sistemom ERP vpogled v proizvodni proces.

## 4 Predstavitev podjetja Acroni d.o.o.

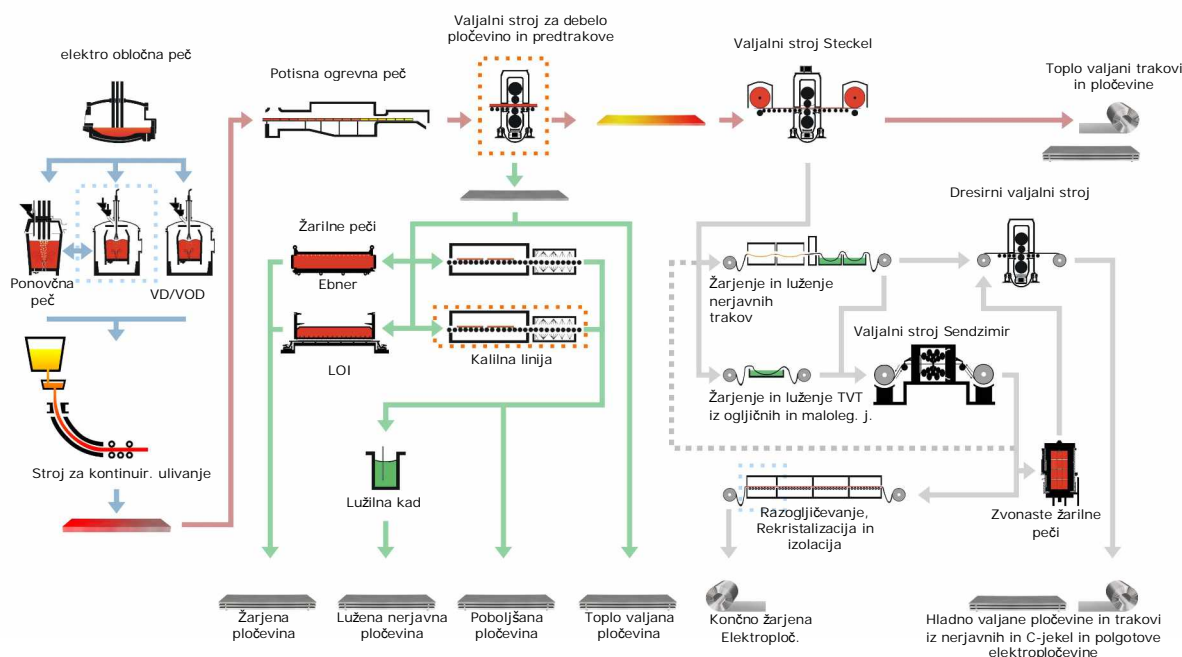
Acroni je sestavni del skupine SIJ – Slovenska industrija jekla, d.d. Podjetje se ukvarja z izdelavo toplo in hladno valjanih trakov, pločevine iz različnih vrst jekla, glavni poudarek pa je na izdelkih iz debele pločevine. Usmerja se v proizvodnjo visoko kakovostnih ploščatih izdelkov iz jekla z visoko dodano vrednostjo. Z njimi želi oskrbovati pretežno znane kupce s katerimi sodeluje tudi pri razvoju novih izdelkov in tako z njimi gradi dolgoročno partnerstvo in sodelovanje.

Vizija podjetja Acroni je v naslednjih 10 oziroma 15 letih postati vodilni regionalni dobavitelj gotovih in visokopermeabilnih polgotovih elektropločevin ter pomemben dobavitelj hladno valjanih izdelkov iz jekel za toplotno obdelavo. Pri debeli pločevini iz nerjavnih jekel, je cilj postati drugi največji dobavitelj s tretjinskim tržnim deležem v Evropi ter postati pomemben dobavitelj pločevine iz visokotrdnih konstrukcijskih in plemenitih jekel.

Med strateškimi cilji Acronija, ki bodo pomagali uresničiti to vizijo, so poleg povečanja proizvodnje tudi ustvarjanje pogojev za optimalno koriščenje obstoječih zmogljivosti proizvodnih linij, izboljševanje obratovalne zanesljivosti proizvodnih naprav ter zagotavljanje konkurenčne kakovosti in zanesljive oskrbe kupcev. Korak bližje k zgoraj omenjenim ciljem, nedvoumno prispeva tudi proizvodni informacijski sistem, ki se je pred kratkim uvedel v obrat predelave debele pločevine (v nadaljevanju obrat PDP) in kateri bo predmet obravnave v nadaljevanju.

## 4.1 Predstavitev celotnega proizvodnega procesa

Acroni s pretaljevanjem odpadnega železa, kateremu doda dodatke kovinskih zlitin in žilindrotvornih komponent, pridobiva nove, visokokakovostne kovinske izdelke. Slika 17 prikazuje tehnološko shemo celotnega proizvodnega procesa.



Slika 17: Tehnološka shema celotnega proizvodnega procesa v podjetju Acroni.

Proizvodni proces se vrši v štirih predelovalnih obratih. Prične se v obratu Jeklarna, kjer se odpadno železo skupaj z dodatki pretopi v elektroobločni peči. Nastala talina se pretoči v posebno posodo, ki ji pravimo ponovca. Ponovca se prenese v napravo za vakuumsko obdelavo taline, kjer se opravijo potrebne analize o njeni ustreznosti. Po potrebi se doda različne elemente. S tem dosežemo predhodno planirano kemično sestavo jekla. Če se med procesom ponovca preveč ohladi, se v ponovčni peči ponovno ogreje na potrebno temperaturo.

Tako izdelana jeklena talina se ulije na napravi za kontinuirano ulivanje. Ulita žila se s plamenskimi rezalnikom razreže na primerno dolžino. Tako nastanejo slabi. To so debeli jekleni bloki, ki služijo kot vložek v proizvodni obrat Vroča valjarna.

V Vroči valjarni je potrebno slab za nadaljnjo obdelavo ponovno ogreti. Tako se v potisni ogrevni peči segreje do potrebne temperature, da se omogoči valjanje na valjalnem stroju Blooming. Tu ga zvaljajo v predtrakove ali debelo pločevino. V primeru, da slab zvaljajo v debelo pločevino, ga le še razrežejo na ustrezne dimenzije. Tako nastanejo plošče različnih dimenzij, katerih obdelava se nadaljuje v obratu Predelava debele pločevine. Potek proizvodnega procesa v tem obratu bo podrobneje opisan v nadaljevanju, saj se obravnavani sistem MES nanaša nanj.

Če se zvalja na predtrakove, je naslednja obdelava na valjalnem stroju Steckel, kjer se zvalja na končno debelino. Izdelek je toplo valjan trak, ki je lahko že končni izdelek, ali pa potuje v nadaljnjo obdelavo v obrat Hladna valjarna. V Hladni valjarni trakove po hladnem postopku valjajo na tanjše debeline. Z luženjem v kislini se jim očisti površina. Odvisno od končnega

izdelka, se lahko trakovi peskajo in žarijo v žarilni peči. Tako pripravljen in očiščen trak gre na hladno valjanje na večvaljni valjalni stroj Sendzimir. Na liniji za razogličevanje in rekristalizacijo poteka toplotna obdelava. Z razogličanjem se doseže zelo nizka vsebnost ogljika, z rekristalizacijo pa se doseže večje kristalno zrno za doseg optimalnih elektromagnetnih lastnosti. Zvonaste peči se uporablja za žarjenje trakov navitih v kolobarje. Žarjenje je postopek, pri katerem segrevamo in ohlajamo trak po ustreznem temperaturnem režimu za doseg zelenih mikrostrukturnih sprememb. Na dresirnem stroju se trak pripravi za končno odpremo.

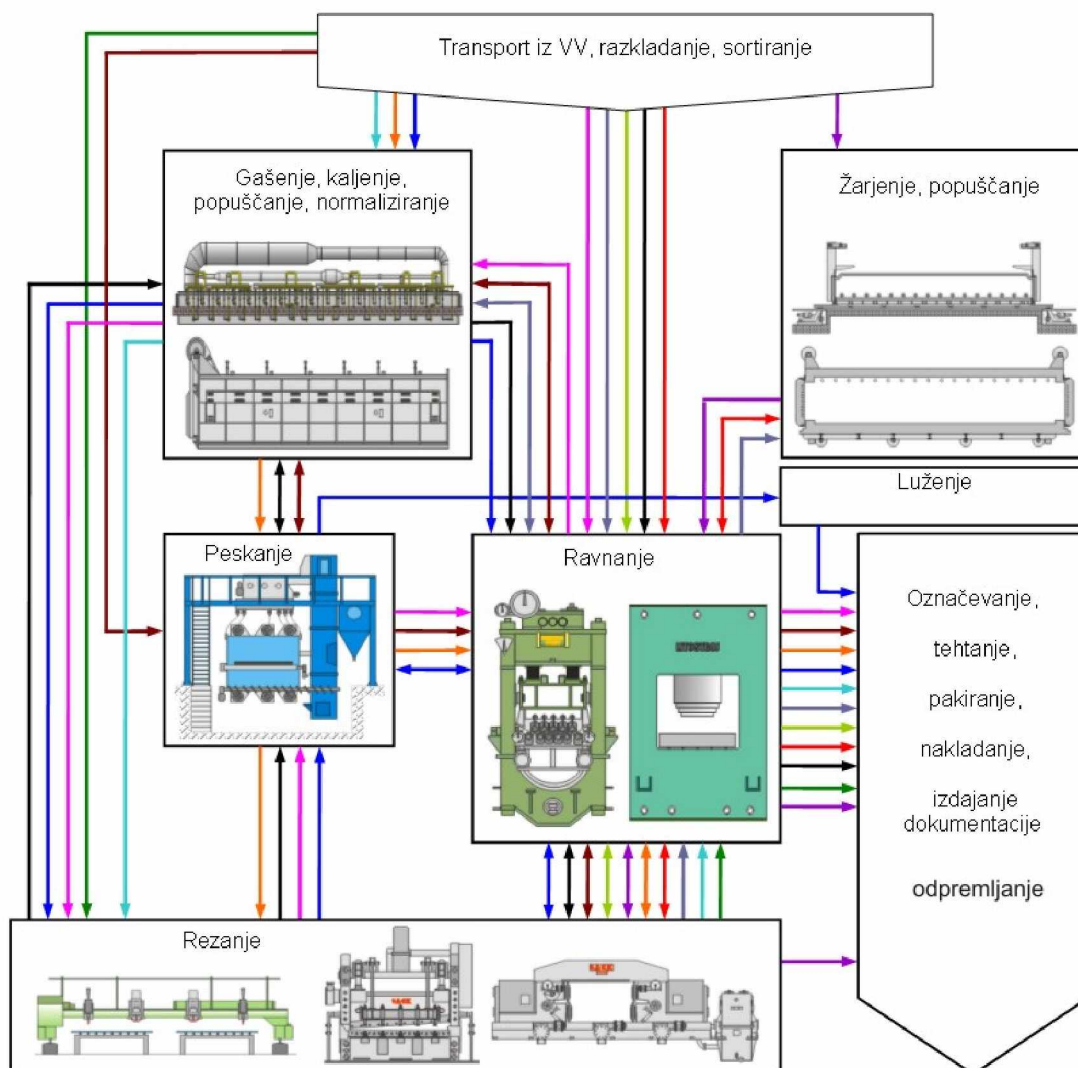
## 4.2 Predstavitev proizvodnega procesa v obratu predelave debele pločevine

Ker se je v obrat predelave debele pločevine (v nadaljevanju obrat PDP) pred kratkim vpeljal sistem MES, je smiselno del proizvodnega procesa, ki ga pokriva, malce podrobneje predstaviti.

Kot smo že omenili, prihaja vhodni polizdelek iz obrata Vroča valjarna, kjer se je zvaljal v debelo pločevino. To je do 12 metrov dolga, meter do dva široka in od 8 do 130 milimetrov debela plošča.

Prevzem plošč se vrši na več lokacijah. Odvisno od tehnološke poti, ki jo ima plošča. Tehnološka pot plošče je določena glede na vrsto jekla, debelino plošče ter posebnih zahtev kupca, vendar služi le kot smernica operaterjem. Dejanska tehnološka pot se večkrat razlikuje od predpisane. Razlog je lahko v razpoložljivosti naprav ali potrebi po ponovitvi obdelave. Slika 18 prikazuje najpogostejše tehnološke poti. Kot je razbrati iz slike, je pot plošč po obratu precej razgibana in ob nepravem pristopu lahko postane sledljivost plošč oziroma hitra in enostavna določitev njihove trenutne lokacije, zahtevna naloga. Proizvodnja poteka postopno od delovne operacije do delovne operacije s skladiščenjem v vmesnih skladiščih. Vmesna skladišča so označeni kupi plošč, ki so porazdeljeni po vsem obratu.

Proizvodni proces lahko v grobem razdelimo na toplotno obdelavo, razrez plošč, obdelavo površine ter ravnanje plošč [1]. Toplotna obdelava predstavlja proces kaljenja, žarjenja in normalizacije. To so postopki pri katerih s spreminjanjem temperature spreminjamo lastnosti materiala za doseganje zelenih lastnosti. Toplotna obdelava se izvaja na treh linijah (Wellman Wellman, Wellman Bellmann, Wellman Drever) in dveh žarilnih pečeh (Ebner in Loi). Imena linij in posameznih strojev imajo ime največkrat po njihovem proizvajalcu. V obratu se velikokrat namesto besede stroj oziroma linija uporablja izraz *agregat*. V nadaljevanju se bo takrat, ko bo mišljena splošna oznaka za stroj oziroma linijo, uporabljala beseda *agregat*.



Slika 18: Tipične tehnološke poti v obratu PDP. Različne barve črt predstavljajo različne vrste jekel in debeline plošč. Vpliv na tehnološke poti imajo tudi posebne zahteve kupca.

Po toplotni obdelavi sledi razrez in obrez plošč. Izvajanje teh operacij poteka na rezalni liniji s škarjami Sack ter na plamenskih ter plazma rezalnikih NC1 do NC5. Sledi površinska obdelava plošč. Na peskarskem stroju oziroma peskarko-lakirni liniji se izvrši peskanje in če je zahtevano tudi osnovna zaščita pločevine. To je postopek s katerim odstranimo oksidno plast na površini plošče, ki ob tem postane hrapava. Tako je primerna za nanašanje zaščitnih sredstev. Po peskanju se nerjavne plošče lužijo s potapljanjem v mešanici kislin. Sledi končni pregled plošče. V primeru neskladnosti s končno zelenim izdelkom, se plošče vračajo nazaj v dodelavo (ponovno ravnanje, ponovni razrez, ponovno luženje...). Ko plošča zadostuje vsem zahtevam se na tehtalnici stehta in označi ter pripravi za odpremo.

Plošča lahko med obdelavo večkrat potrebujejo ravnanje. Za ravnanje plošč so na razpolago trije ravnalni stroji in ena stiskalnica.

Ker obrat PDP predstavlja končni obrat v Acroni-ju je velik poudarek na prilagajanju specifičnim zahtevam kupcev in pravočasni odpremi plošč.

Razpored delovnih mest oziroma agregatov je še najbolj podoben kombinaciji linijskega in celičnega sistema. Obrat PDP je pričel z obratovanjem po drugi svetovni vojni. Zaradi pestrega proizvodnega programa in postopnega dodajanja novih proizvodnih agregatov ter odstranjevanja odsluženih, je razporeditev teh težko enoznačno opredeliti.

Primer linijske razporeditve, za katero je značilen razpored agregatov v takem zaporedju kot teče proizvodni tok, za transport pa se uporablja posebno sredstvo (voz, valjčnice), je linija za toplotno obdelavo nerjavne debele pločevine. Sestavljena je iz transportnega sistema, dveh žarilnih peči in hladilnega sistema. Transportno sredstvo za premik plošč v peč in iz nje, je voz, ki je voden avtomatsko. Pomik skozi hladilni del poteka s pomočjo valjčnih miz, ki dostavijo ploščo do ravnalnika [1].

Za transport med linijami in nepovezanimi agregati v isti proizvodni hali se večinoma uporabljajo dvigala in prečni transporterji. Za transport med halami se uporabljajo vozovi.

Proizvodni proces v obratu PDP spada z nekaterimi značilnostmi v posamično (individualno) proizvodnjo ter z nekaterimi v ponavljajočo (serijsko) proizvodnjo. Izdeluje se veliko število različnih izdelkov, ki pa so si kljub vsemu zelo podobni. Veliko naročnikov ima svoje posebne zahteve, tako lahko vsaka plošča zahteva malce drugačen pristop oziroma obdelavo. V praksi se poizkuša plošče s podobnimi zahtevami in lastnostmi združiti in obdelati kampanjsko. Skupni čas potreben za prilagajanje agregata je tako krajši. Manjša je tudi specifična poraba energije na agregatu. Proizvodni cikel obdelave posamezne plošče v obratu je različen, saj je odvisen od potrebnih obdelav. Tako lahko plošča zapusti obrat v nekaj dneh ali pa šele čez teden ali mesec dni. Večina delovnih operacij je mehaniziranih in le na nekaterih mestih, večinoma na novejših agregatih, avtomatiziranih. Proizvodnja je prilagodljiva na spremembe, ki jih je lahko sorazmerno hitro uvesti. Izdelane plošče so izdelki z visoko dodano vrednostjo. Razvoj in preizkušanje novih načinov izdelave (na primer drugačni temperaturni profili termične obdelave) se lahko izvajajo sočasno z ostalo proizvodnjo, ki jo s tem pretirano ne ovira. Ker je proizvodni program lahko precej različen in če k temu dodamo neplanirane zastoje na posameznih agregatih, lahko zelo hitro pride do slabše zasedenih kapacitet in s tem manjše proizvodnje. Z učinkovitim in ažurnim pregledom nad stanjem agregatov oziroma stanja v obratu nasploh, bi pripomogli k bolj tekoči proizvodnji.

Ker je cilj Acronija čim bolj se približati kupcu in se prilagajati njegovim željam, so skoraj vsi izdelki izdelani za znanega naročnika (ang. make-to-order). Nekateri izdelki se razvijajo tudi na zahtevo kupca (ang. engineer-to-order). Izdelava na zalogo (ang. make-to-stock) ima majhen delež in želja je, da se jo obdrži na najnižji možni ravni.

V zalogo preidejo predvsem plošče, ki v procesu predelave postanejo neskladne z zahtevami naročnika. Bodisi ne dosegajo predpisane kvalitete, bodisi zaradi neustreznih dimenzij ali napačne obdelave. Tako čakajo na naslednje naročilo kateremu bi lahko ustrezale. Ker je iz prvotnega naročila sedaj plošča, ki je prešla v zalogo, izpadla, je potrebno ponovno izdelati novo ploščo. To se odraža v zamujanju dogovorjenega dobavnega roka.

Tudi tu lahko ugotovimo, da bi z učinkovitim nadzorom nad proizvodnim procesom zmanjšali pogoje za nastanek marsikatere napake. S tem ko bi povečali zanesljivost proizvodnega procesa in hkrati povečali zanesljivost dobavnih rokov.

## 5 Proizvodni informacijski sistem

### 5.1 Razlogi za uvedbo proizvodnega informacijskega sistema in pričakovanja

Pred uvedbo proizvodnega informacijskega sistema, je glavno informacijsko podpro v obratu PDP nudil informacijski sistem Kopa, ki je sistem ERP. Služil je predvsem kot podpora spremljanju naročil in logistiki proizvodnje. Sistem Kopa kot sistem ERP v podjetju Acroni še vedno ostaja. Prav tako ima še vedno vlogo podpore proizvodnji v nekaterih ostalih obratih. V obratu PDP ostaja le še kot poslovni informacijski sistem (spremljanje naročil rezervnih delov in potrošnega materiala, spremljanje stroškov proizvodnje, odprema...).

Sistem Kopa je zadostoval v času, ko je bil obseg proizvodnje manjši. V zadnjih letih je prišlo do povečanja proizvodnje in s tem števila plošč v obtoku. Podoben trend se načrtuje tudi v prihodnje. Za obvladovanje procesa pri tako povečani proizvodnji in enakem prostoru za manipulacijo plošč, je potrebno natančno določanje trenutne pozicije plošč in zagotoviti pregled trenutnega stanja v obratu nasploh. Vsak primer, ko se za ploščo ne ve natančno kje se nahaja, pomeni zamudno iskanje, zasedenost dvigal oziroma operaterja in s tem zakasnitev proizvodnje.

Sledenje plošče je bilo v starem sistemu omejeno le na lokacijo pri katerem agregatu se nahaja. Takšna približna informacija nam ne zagotavlja hitre najdbe plošč. Postopek iskanja je zaradi prekladanja težkih plošč navadno precej zamuden in predstavlja nepotrebno porabo energije in časa.

Plošče se med čakanjem na obdelavo oziroma po obdelavi odlagajo na kupe, ki so ob agregatih. Ker je številka plošče odtisnjena na njeni površini, na zgornji oziroma spodnji ploskvi, se prelaganju kupov ni moč izogniti. Prostor za odlog plošč je omejen, zato se morajo pogosto prelagati na drug kup in če se izkaže, da bo potrebno preiskati tudi kup na katerega smo odlagali, je seveda potrebno razložiti pravkar dodane plošče. Za hitro lociranje plošče je tako potrebno poznati ne le lokacijo pri katerem agregatu se nahaja, temveč tudi informacijo v katerem kupu je.

Skupaj s ploščami so po obratu potovali tudi kartoni (ti so sicer kljub ukinitvi sistema Kopa še vedno prisotni vendar je njihova uporabnost manjša in so tik pred tem, da se v celoti ukinejo). Vsaka plošča ima svoj karton na katerem so vsi osnovni podatki o njenih karakteristikah, potrebnih obdelavah, vzetih vzorcih... (slika 19). Kartoni se natisnejo v oddelku logistike in se ob prihodu plošč v obrat prenesejo k operaterju, pri katerem se nahaja plošča. Operaterji si nato po obdelavi plošč predajajo kartone med seboj, tako da naj bi imel vsak operater pri sebi kartone tistih plošč, ki jih mora obdelati.

DP-KARTON		POMOVA TERMICNA OBDELAVA		CB 09.D.21
PROSTOR	St. naročila	FOR	NAROVNIK	St. plošče
ODLAGANJA	50019464	6	IMS S.P.A.	15403
	Sarfa	Kvaliteta		
	266058	S 890 QL		
Dimenzije valjanja	Teža valjčka	Teža komada	TALON	
15 x 2060 x 6300	1610	1410		
Termična obdelava	Peskanje	Luženje		
Poboljšanje	P			
KVALITETA: PREDFIS	Zilavost -40°C, ravnost		Dobavni rok	
A 3,1	4mm/cm, Barvano		30.12.2008	
Proba	Tr	Up	Zl	Va
Planirana dimenz.	Sifra	Kom	TESTANO	
15 x 2000 x 6000	D20088983	1	Kom Teza Drina	
-0.30				
+1.60 +20 +40				
Izvajana dimenz.	15 x 2060 x 6300	15,5 x		
Datum	Opomba	NC 3	Liv. poz.	
			13	
Narodilo	Dimenzija	Kom datum	S.n.	S.p.
Narodilo	20060811	1	1577	2
Zaloga				
Zaloga				
Kaljen	Termična obdelava - Datum	Prejeto	SARJEN	
2.12.08	7.12.08 M.W		SARJEN	
Menski rezultat	Prezvan	JZ	Razknjiženo	
1112/2				
Debelina	Širina	Dolžina	Oprema TK - KK	
			Sif. naspake	

Slika 19: Primer kartona plošče.

Slabost takšnega pristopa je poleg časa, ki se porabi za tiskanje kartonov in izmenjavo med operaterji, predvsem v 'analogni' naravi kartonov. Večino podatkov operaterji oziroma uporabniki vpisujejo ročno, kjer je zaradi rokopisa možnost napak precejšnja. Kljub temu, da je na kartonu označeno h kateri plošči pripada, se dogaja, da se kartoni zamenjajo ali da se podatki napišejo na napačen karton. Še hujše je, če se karton izgubi, saj smo v tem primeru izgubili kar nekaj pomembnih informacij o plošči, ki niso zavedene nikjer drugje.

Pomanjkljivost kartonov je tudi ta, da vsak pripada natanko eni plošči. Med razrezom iz t.i. matične plošče nastane več krajših t.i. hčerinskih plošč, ki si delijo karton svoje matične plošče. Kljub temu, da je razrez ena izmed zadnjih obdelav, kateri sledi navadno le še tehtanje, je nadaljnje sledenje razrezanih plošč nerodno in neučinkovito.

Kartoni pa niso edini dokument, ki je spremljal ploščo. Del informacij o plošči se je nahajal na ostalih spremljajočih dokumentih (dobavno-tehnični pogoji, naročilo vneseno s strani prodaje s posebnimi zahtevami). Slaba stran tovrstnih zbiranj informacij je zamudnost oziroma nedohajanje dokumentacije za ploščami, kar vpliva na zmanjšanje pretočnosti. Večkratni ročni prepisi podatkov, ki so se ob zbiranju dokumentacije pojavili, tudi niso prispevali k zmanjševanju napak.

Sledenje ploščam na opisan način je počasno in nenatančno ter bi ob povečani proizvodnji enostavno ne omogočalo doseči zastavljene cilje podjetja. Velika pomanjkljivost sistema je bila tudi zastareli in okorni uporabniški vmesnik. Bolj kot okorelost na katero so se uporabniki med večletno uporabo sicer navadili, zmoti ročni način vnosa podatkov v sistem, ki je bil razlog za marsikatero napako. Zasnova sistema je bila nefleksibilna in je kot taka oteževala hitro in vedno pogostejšo vpeljavo sprememb in dodatnih funkcionalnosti.

Glavna cilja pri uvedbi sistema MES, izhajata iz pravkar opisanih slabosti sistema Kopa. To sta zagotoviti natančnejše sledenje ploščam in omogočiti čim bolj avtomatiziran vnos podatkov v sistem. Pri sledenju bi za vsako ploščo v vsakem trenutku lahko izvedeli kaj se z njo dogaja oziroma na katerem odlagalnem mestu (kupu) je. Še več. Poleg kupa bi bila določena tudi pozicija v kupu. Za vsako ploščo bi bila na voljo zgodovina kako je potovala po obratu, kakšne delovne operacije so se izvajale na njej in kdo jih je izvajal. Kartoni in spremljevalna dokumentacija ne bi bila več potrebna.

Za zmanjšanje napak, ki so posledica ročnega pisanja in prepisovanja podatkov, je potrebno poskrbeti, da se bo kar se da veliko podatkov vneslo avtomatsko. Popolnoma se ročnim vnosom ni moč izogniti. Vsi pomembni podatki morajo biti na voljo v elektronski obliki.

Med zelene dodatne funkcionalnosti spada takojšnji vpogled stanja v obratu. S tem imamo v mislih pregled nad delovanjem posameznih agregatov (obratuje, čaka, stoji...). Zastoje je potrebno zaznati takoj, ko ti nastanejo in njihove vzroke preučiti. Le tako lahko sistematično pristopimo k njihovim zmanjševanjem ter reševanjem. Podatki o zastojih so osnova za analizo delovanja posameznega agregatov. Pomagajo nam pri planiranju preventivnega in kurativnega vzdrževanja.

Želja je tudi, da bi sistem vseboval podporo za uporabo receptov in matematičnih modelov, kjer bi pristojni uporabniki lahko sami spreminjali in dodajali podatke. Brez te podpore mora operater na peči, vsakokrat ko je potrebna sprememba recepta (predpisa delovanja peči), ključne podatke vnesti ročno preko SCADA sistema. Poleg počasnosti takega postopka, je v primeru napačnega vnosa parametrov, plošča neustrezno termično obdelana. Z novim sistemom naj bi tehnologi sami vnašali in urejali recepte v sistemu. Ti bi se nato, ko bi operater ploščo založil v peč, samodejno prenesli iz proizvodnega informacijskega sistema na nižje nivoje vodenja.

Predvsem pri pečeh bi bila zelo dobrodošla možnost avtomatske kontrole kvalitete, ki bi se izvajala s primerjanjem vrednosti tehnoloških parametrov, ki so predpisani v receptu, z dejanskimi vrednostmi. Le te bi se zajemale avtomatsko. Eden izmed ciljev je tudi omogočiti spremljanje porabe energentov na posameznih agregatih.

Z novim sistemom naj bi zagotovili samodejno izdelavo različnih poročil o proizvodnji. Pred tem je večina poročil nastajala z ročnimi vpisi, kar je pomenilo časovno zakasnitev (navadno so bila dostopna šele naslednji dan) in možnost napak. Za marsikatero želeno poročilo so bili podatki ali težko dosegljivi ali pa niti niso obstajali.

## 5.2 Izbira proizvodnega informacijskega sistema

Pri izbiri novega proizvodnega informacijskega sistema imamo na voljo več možnosti. Lahko izberemo tujega ponudnika rešitve, se obrnemo na domače ponudnike ali pa se odločimo za lasten razvoj za katerega je odgovoren oddelek v podjetju.

Vsaka možnost ima tako prednosti kot nekatere nevarnosti na katere je dobro biti pozoren. Pri izbiri rešitve tujega ponudnika gre navadno za uveljavljeno ime z mnogo referencami. Tako z nakupom takšnega sistema pridobimo znanje in dobro prakso od podjetij, ki so vpeljala sistem pred nami. Takšne rešitve običajno podpirajo tudi več vrst operacijskih sistemov in podatkovnih baz ter ponujajo širok izbor funkcionalnosti. Cena sistema in uvajanja je v primerjavi z ostalima možnostma navadno višja. Tu moramo biti najbolj pozorni na kasnejšo podporo s strani proizvajalca. Ker je proizvodnja sistem, ki se nenehno razvija in spreminja, je hitra podpora več kot zaželena. Žal so stroški takšne podpore običajno veliki. Pri nekaterih je podpora za uporabnike v Sloveniji slabša. Če se tuji ponudnik zaradi majhnega deleža pri nas, odloči za odhod s slovenskega trga, to lahko pomeni slabšo oziroma počasnejšo podporo in konec slovenjenja prihodnjih različic.

Domači ponudniki so zaradi potrebe po konkurenčnosti navadno cenejši. Zaradi bližine ponudnika je odzivnost za podporo običajno hitrejša kot tudi sam razvoj rešitve. Ker je za domačega ponudnika pomembna vsaka stranka se je večkrat pripravljen bolje prilagoditi kupčevim zahtevam.

Po drugi strani nekatere rešitve, zaradi majhnosti ponudnika in trga, ne pokrivajo vseh zahtevanih funkcionalnosti ali pa je podpora za njih preslaba. Rešitve so pogosto omejene na delovanje le na enem operacijskem sistemu in na eni vrsti podatkovne baze. Zaradi manjšega kroga uporabnikov je manj referenc in možnosti izmenjave informacij z ostalimi uporabniki. Za manjše ponudnike obstaja nekoliko manjša verjetnost, da bo ponudnik obstal na trgu dalj časa (prevzem ali propad podjetja), kar lahko pomeni drag prehod na nov sistem.

Pri vseh ponudnikih (tujih ali domačih) pa velja poudariti, da smo omejeni le na tisti del funkcionalnih področij (opisana so v poglavju 3.3.2), ki jih ponujajo. Tako bo v primeru, da si želimo funkcionalnost, ki ni na spisku ponudnika ali pa se bo želja po njej pojavila šele kasneje, potrebno obstoječo rešitev združevati s tretjim ponudnikom, ki bo to funkcionalnost ponujal. To lahko pride do težav nad celostno povezanostjo sistema.

Tretjo možnost, izbira lastnega razvoja proizvodnega sistema, odlikuje dobro poznavanje potreb in posebnih zahtev podjetja, saj ga izdelujejo ljudje, ki jim je tematika najbolj poznana. Tu je potrebno najmanj prilagajanja standardom, ki bi jih določal kupljeni sistem. Pri kupljenem sistemu je nevarnost, da nam ponudnik zaradi takšnih ali drugačnih razlogov vsili svojo miselnost, kako naj bi proces potekal in se tako proizvodni proces prilagodi rešitvi in ne obratno. Odzivnost na prošnje uporabnikov in vpeljava sprememb je pri tej možnosti daleč najhitrejša. Lažje je tudi prilagajanje posebnostim, ki so lahko konkurenčna prednost podjetja. Kljub vsem tem dobrim lastnostim pa lastni razvoj vsebuje kar nekaj nevarnosti in pogojev za uspešno izvedbo. Da se podjetje lahko loti takega projekta, je potreben močan oddelek informatike ali drugega oddelka, ki bi bil sposoben razviti sistem in ga nato vzdrževati. Ker podjetje oziroma zadolženi oddelek pogosto nima izkušenj z gradnjo proizvodnih sistemov, je čas za izpeljavo projekta daljši. Pomanjkljiva dokumentacija lahko povzroči visoke stroške kasneje pri spreminjanju in nadgradnji sistema. Zaradi zasedenosti pri projektu izdelave sistema MES, so lahko ovirane oziroma upočasnjene ostale delovne naloge oddelka.

Podjetje Acroni je izbralo nekakšno vmesno pot med domačim ponudnikom in lastnim razvojem. Odločili so se, da za izgradnjo proizvodnega informacijskega sistema uporabijo aplikacijsko platformo MADE, slovenskega podjetja Metronik, ki je vodilni ponudnik sistemov za avtomatiko in proizvodno informatiko v Sloveniji.

Podrobnosti o arhitekturi proizvodnega informacijskega sistema Made bodo predstavljene v sedmem poglavju.

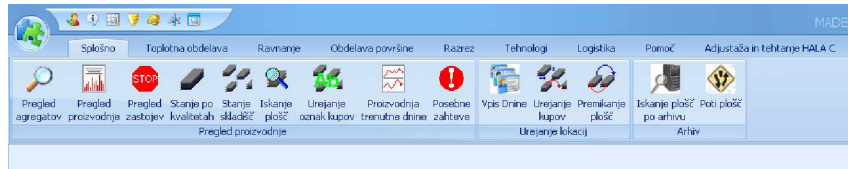
### **5.3 Predstavitev rešitev v proizvodnem informacijskem sistemu Made**

Proizvodni informacijski sistem Made je že v uporabi v obratu PDP in je tako nadomestil predhodni sistem Kopa. Večina predhodno navedenih zahtev je izpolnjena, nekatere, med njimi je nekaj takih, ki so se pojavile kasneje, pa na svojo implementacijo še čakajo. V tem poglavju bom predstavil kako izgledajo posamezne rešitve v realnosti. Kako na njih gledajo uporabniki bo predstavljeno v naslednjem poglavju.

Kot smo omenili v poglavju 5, so bili glavni cilji zagotoviti natančnejše sledenje ploščam, čim bolj avtomatizirati vnos podatkov v sistem ter zagotoviti trenutni pregled nad stanjem v obratu. V nadaljevanju bo predstavljen del rešitev v sistemu Made, ki izpolnjujejo te zahteve.

Ko se uporabnik prijavi v sistem Made, se mu pojavi okno z glavnimi meniji, ki vsebujejo različne funkcije (slika 20). Katere menije uporabnik lahko vidi in do katerih funkcij ima

dostop, je določeno s pravicami. Vsak uporabnik pripada določeni skupini uporabnikov, ki ima pooblastila in dostop le do za njih potrebnih funkcij. Tako ima operater na rezalnikih, dostop do menija 'Razrez', medtem ko do menija namenjenega tehnologom, ne more in ga niti ne vidi. Pravice se lahko dodeljujejo tudi posamezniku pri čemer te pravice prevladujejo nad tistimi, ki jih ima uporabnik sicer kot član neke skupine. Vsi prikazi ekranov v nadaljevanju so bili narejeni z administratorskimi pravicami. Tako so vidni vsi meniji ter funkcije.



Slika 20: Vsebina menija 'Splošno' ter njegove funkcionalnosti.

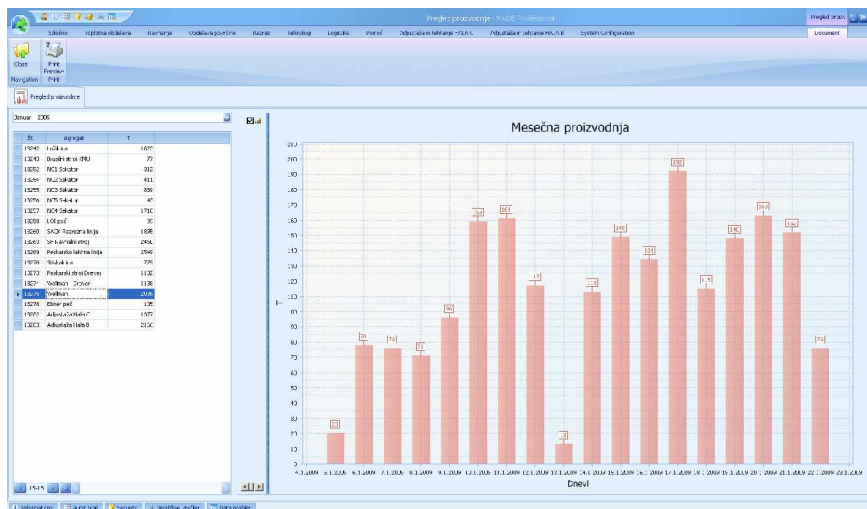
Na sliki 20 so prikazane splošne funkcije. Ker so zanimive za vsakega uporabnika, imajo dostop do njih vsi (izjema so tiste funkcionalnosti, ki dovoljujejo kakršnokoli urejanje). S klikom na gumb 'Pregled agregatov', se nam prikaže trenutno stanje posameznih agregatov v obratu. (Slika 21)

Sifra	Agregat	Status	Trenutni operator	Izmena (d)	Dan (d)	Mesec (m)	Proizvodnja			Zastoj				
							Izmena (kom)	Dan (kom)	Mesec (kom)	Dan (dolga)	Dan (draba)	Mesec (dolga)	Mesec (draba)	
10212	Enoslojni PMU	🟡 (Krajši zastoj)	Maja Pihic		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10219	Wellman	🟢 (Soli-Či)		12	76	2026	2	16	691	0	0	0	0	0
10272	Wellman - Belman	🟢 (Povrnjenarje Mocha)	Rajan Papler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10274	Wellman - Drever	🔴 (Renovir. Oc. Raz...)	Robert Papler	0	0	1138	0	0	831	0	13:02	7 dni 20:18:33	00:30:05	
10273	Peskarški stroj Drever	🔴 (Renovir. In Razm...)	Adrian Redžić	0	0	1182	0	0	872	0	08:08:40	8 dni 07:07:50	1 dan 10:42:25	
10242	Lučnica	🟢 (Obratuje)		0	68	1823	0	16	1392					
10269	Peskarško lakirna linja	🟢 (Novepisan Zastoj)	Seko Mikalčič	0	59	2549	0	14	1812	07:44:51	00:01:33	15 dni 06:42:29	12:45:52	
10252	NCI Selektor	🔴 (Renovir.)		0	0	312	0	0	119	09:15:49		21 dni 15:18:00		
10254	NCI Selektor	🔴 (Priprava Grafika)		0	0	411	0	0	184	09:15:49		21 dni 15:18:00		
10255	NCI Selektor	🟡 (Krajši Zastoj)	Emad Čandžić	0	32	889	0	13	493	05:48:35	00:43:17	15 dni 10:47:39	21:28:17	
10257	NCI Selektor	🟢 (Obratuje)		9	50	1718	3	12	627	03:27:18	00:12:45	16 dni 13:45:26	13:59:04	
10256	NCI Selektor	🟢 (Novepisan Zastoj)		0	0	43	0	0	14	09:15:50		12 dni 23:54:51	01:13:48	
10262	MDS Ravnični stroj	🔴 (Novepisan Zastoj)		0	0	0	0	0	0	07:13:49	00:26:19	12 dni 13:30:18	1 dan 03:54:01	
10263	SF Ravnični stroj	🟢 (Čaka)	Goran Hristov	26	26	2460	5	5	723	05:35:01	00:24:05	13 dni 16:22:17	1 dan 12:06:10	
10260	SACI Razreza linja	🟢 (Obratuje)	Miro Vidmar	17	104	1893	11	88	2117	04:08:56	00:21:16	16 dni 20:27:55	12:47:03	
10270	Stiskalnica	🟢 (Obratuje)	Branko Ožbič	6	19	779	1	4	196	00:38:30	00:20:38	14 dni 12:09:32	02:49:40	
10278	Ekonor pač	🟢 (Zarjenje)		0	0	105	0	0	80			5 dni 07:47:59	1 dan 20:52:31	
10286	NCI pač	🟢 (Zarjenje)		0	0	39	0	0	43			12 dni 21:59:49	06:40:59	
10283	Adjustaža Hala B	🟢 (Čaka)		0	17	2166	0	32	1201					
10282	Adjustaža Hala C	🟢 (Čaka)		5	30	1377	2	19	963					

Slika 21: Prikaz trenutnega stanja agregatov v obratu PDP.

Trenutni status posameznih agregatov označujejo barvni krogi. Zelena barva pomeni obratovanje; rumena z rdečo piko, nastanek krajšega zastoja; rdeča, daljši zastoj in siva čakanje. Tako lahko uporabnik, najpogosteje vodstvo, že z bežnim pogledom na ekran hitro vidi kateri agregati delujejo in pri katerih je prišlo do zastoja. Ob barvnem krogu je tudi podrobnejša razlaga statusa. Pri pečeh je tako ob obratovanju možno videti katera termična obdelava se trenutno izvaja, pri zastojih pa je naveden razlog nastanka (če je zastoj že vpisan). Za vsak agregat je navedeno kateri operater dela na njem. Poleg tega so prikazani podatki o proizvodnji za trenutno dnino (kot dnina je pravzaprav mišljena trenutna izmena delavcev, ki so na delavnem mestu), dan in mesec ter podatki o skupnih zastojih za tekoči dan in mesec.

Po kliku na gumb 'Pregled proizvodnje', se nam prikaže grafični prikaz dnevne proizvodnje posameznega agregata za izbrani mesec (slika 22). Z vizualnim pogledom na proizvodnjo je odstopanja ali določene trende veliko lažje opaziti.



Slika 22: Grafični prikaz mesečne proizvodnje za izbrani agregat.

S klikom na gumb 'Pregled zastojev' se nam prikaže podroben pregled vseh zastojev na posameznem agregatu (slika 23). Podan je čas začetka in konca zastoja, njegovo trajanje ter podrobnejša klasifikacija. Tu bi bilo priporočljivo, da bi dodali tudi grafični prikaz trajanja zastojev glede na njihovo klasifikacijo. Tako bi lažje in hitreje ovrednotili delež posameznih zastojev in sprejeli ukrepe za njihovo zmanjšanje. Za zagotovitev informacij o delovanju agregata, le-te so temelj za prepoznavanje zastoja, je bilo potrebno na nekatere agregate pripeljati signale in jih vezati na dogodke, ki zagotavljajo informacijo o delovanju.

Št.	Novi agregat	Začetek	Konec	Trajanje	Viša zastoja	Skupna zastoja	Podkupine zastoja	Opomba
18257	NC3 Sekator	22.1.2009 13:29:22	22.1.2009 13:50:15	00:20:53	Ostale ustavitve	Menjava drine	Ypis ni potreben	
18270	Štikalkica	22.1.2009 13:27:45	22.1.2009 13:56:57	00:29:12			Ypis ni potreben	
18295	NC3 Sekator	22.1.2009 13:23:04	22.1.2009 14:14:01	00:50:57	Ostale ustavitve	Menjava drine		
18262	MPS Ravniški stroj	22.1.2009 13:22:28			Še traja!!!			
18269	Prekarsko lakna linja	22.1.2009 13:18:49			Še traja!!!			
18260	SAC3 Razreza linja	22.1.2009 13:18:55	22.1.2009 14:51:12	01:32:17	Ostale ustavitve	Menjava drine		
18263	SF Ravniški stroj	22.1.2009 13:13:38	22.1.2009 14:01:09	01:07:31	Tehniški predvideni	Čakanje Vialon		
18264	MES Ravniški stroj	22.1.2009 13:12:07	22.1.2009 14:18:58	01:06:51			Ypis ni potreben	
18243	Bravilski stroj KMO	22.1.2009 13:01:51	22.1.2009 14:40:16	01:38:25	Ostale ustavitve	Menjava drine		
18265	SF Ravniški stroj	22.1.2009 12:15:42	22.1.2009 12:47:21	00:31:39	Tehniški predvideni	Čakanje vialon		
18264	MES Ravniški stroj	22.1.2009 11:59:58	22.1.2009 11:57:23	00:17:25			Ypis ni potreben	
18263	SF Ravniški stroj	22.1.2009 11:04:03	22.1.2009 11:42:14	00:38:11	Tehniški predvideni	Čakanje Vialon		
18295	NC3 Sekator	22.1.2009 10:45:09	22.1.2009 11:12:01	00:26:52	Tehniški predvideni	Menjava plošč		
18262	MES Ravniški stroj	22.1.2009 9:43:40	22.1.2009 12:20:51	02:37:11			Ypis ni potreben	
18264	MES Ravniški stroj	22.1.2009 8:52:36	22.1.2009 10:20:52	01:28:16			Ypis ni potreben	
18260	SAC3 Razreza linja	22.1.2009 8:48:18	22.1.2009 10:16:31	01:28:13	Vzdrževalski neopredvideni	Oklvara (štrk) Skarji	»malica	
18295	NC3 Sekator	22.1.2009 8:15:20	22.1.2009 8:50:37	00:35:17	Ostale ustavitve	Odnos za nalogo		
18262	MPS Ravniški stroj	22.1.2009 7:57:53	22.1.2009 9:37:38	01:39:45			Ypis ni potreben	
18269	Prekarsko lakna linja	22.1.2009 7:57:44	22.1.2009 12:19:33	04:21:49	Vzdrževalski neopredvideni	Pretrgan transportni trak		

Slika 23: Pregled zastojev.

Funkcija 'Proizvodnja trenutne dneve' (slika 24) prikaže podatke o vseh obdelanih ploščah na posameznem agregatu, ki so bile obdelane med tekočo dnino - izmeno. Hkrati so na voljo tudi podatki o proizvodnji za predhodno dnino.



**ISKANJE PLOŠČ PO KRITERIJU**

PKŠČ	Sarž	U	LP	Kv.	Ime	Status	Naslednja obdelava	Deb.	Sr.	Dol.	Sfira	Agopat	Kup	Deb.	Sr.	Dol.	Deb. 2
18741	26331	17	4998	5 890 QL 1	NEOBREZANA RAZREZ	40	2000	6000	18251		NC4 Selektor	S11	40	2860	6300		
18746	26351	5	8928	5 890 QL	OBREZANA	15	2000	10000	18282		Adjušala Hala B	M_M...	15	2860	12300		
19361	26300	4	0071	23 MKR S	NEOBREZANA RAZREZ	0	2000	3000	18256		ŠKOK Razreza Inija	001	0	2800	12300		
19421A	26376	213	0570	5 395 32 G2	OBREZANA POKRANJE	90	1500	3000	18272		Wellman - belman	A22	90	1500	3000		
19421B	26376	213	0570	5 395 32 G2	OBREZANA POKRANJE	90	1500	3000	18272		Wellman - belman	A22	90	1500	3000		
19575	26327	7	4078	331 H	OBREZANA RAZPRAVANJE	20	2000	1566	11700	18245	Lužnica	L07	20	2850	14300	12300	
19576A	26328	6	4946	334 H	OBREZANA TIFANJE POKRANJE	20	2000	6000	18262		Adjušala Hala C	T04	20	2000	6000		
19576B	26328	11	4946	334 H	OBREZANA TIFANJE POKRANJE	9,53	1805	6000	18262		Poslarsko delno linje	P07	10	2000	6000		
19576C	26340	3	4078	331 H	OBREZANA TIFANJE POKRANJE	25,10	1900	11000	18262		Adjušala Hala C	T04	25,10	1970	12300		
20432	26646	2	4404	385 L	OBREZANA TIFANJE POKRANJE	20	1770	8390	18282		Adjušala Hala C	T04	20	1930	6000		
2111C	26646	2	7131	11 MKR S	NEOBREZANA RAZREZ	35	1000	2000	18257		NC4 Selektor	B06	35	1860	6300		
21117	26646	2	7131	11 MKR S	NEOBREZANA RAZREZ	35	1000	2000	18257		NC4 Selektor	B06	35	1860	6300		
2111F	26646	3	7131	11 MKR S	NEOBREZANA RAZREZ	35	1000	2000	18257		NC4 Selektor	B06	35	1860	6300		
2111S	26646	3	7131	11 MKR S	NEOBREZANA RAZREZ	35	1000	2000	18257		NC4 Selektor	B06	35	1860	6300		
2112X	26646	4	7131	11 MKR S	NEOBREZANA RAZREZ	35	1000	2000	18257		NC4 Selektor	B06	35	1860	6300		
2112Z	26646	4	7131	11 MKR S	NEOBREZANA RAZREZ	35	1000	2000	18257		NC4 Selektor	B06	35	1860	6300		

Slika 26: Iskanje plošč.

Pri izdelavi sistema MES je bilo vodilo, da se dodeli ustreznim uporabnikom čim več nadzora nad posameznimi funkcionalnostmi. Tu mislimo predvsem na zmožnost urejanja oziroma dodajanja nekaterih podatkov kot so razni šifranti ali recepti. Tako lahko na primer vodje sektorjev sami vnašajo podatke o vrstah zastojev ter določajo njihovo trajanje oziroma časovno mejo po kateri nastane zastoj. Tehnologi lahko vnašajo in urejajo recepte ali dodajajo in spreminjajo tehnološke poti. Pred tem so takšne manjše administrativne posege izvajali pristojni na oddelku informatike. Tak postopek je zaradi komunikacije precej počasen in nefleksibilen, poleg tega pa po nepotrebnem obremenjuje vzdrževalce sistema. Kot primer je na sliki 27, prikazan ekran urejanja receptov na eni izmed peči.

**UREJANJE RECEPTOV ZA LINJO WELLMAN**

Recept	Temperatura	Čas ogrevanja	Ime	Čas hoda z zra...	Hojanje z vroč...	Hojanje z mogo...	Min.deb.	Max.deb.
10	660	2,50	PORUŠČANJE	20	1	0	20	30
10	610	2,50	PORUŠČANJE	20	1	0	30	200
11	610	2,00	PORUŠČANJE	20	1	0	0	200
12	600	0	Onodna, pobelj...	1200	0	0	0	90

Slika 27: Urejanje receptov namenjeno tehnologom.

Za izdelavo poročil smo pri izdelavi proizvodnega informacijskega sistema v obratu PDP uporabili Microsoft Excel v katerem smo s pomočjo VBA (Visual Basic for Applications) v obliki makrojev izdelali poročila, ki so jih zahtevali uporabniki. Nekaj poročil je podobnih tem, ki so jih uporabljali že pred novim sistemom s to razliko, da so sedaj vsi podatki na voljo v elektronski obliki (v Oraclevi bazi podatkov) in ročno pisanje ni več potrebno. Del poročil katerih izdelava je bila pred tem zaradi pomanjkanja podatkov nemogoča ali zelo zapletena pa je bilo izdelanih na novo. S tem se poveča hitrost izdelave poročil, ki je pravzaprav trenutna, in praktično izniči možnost napak, ki pogosto nastanejo pri ročnem vpisovanju podatkov.

Izkazalo se je, da je za enostavna poročila precej lažje in hitreje uporabiti rešitev v Made okolju. Za bolj kompleksna poročila pa je dobrodošla večja fleksibilnost v okolju Excel kljub temu, da za izdelavo potrebujemo več znanja in časa.

Poleg tega so uporabniki v večini že navajeni dela z Excelom. Prednost nekaterih poročil v Excelu je tudi možnost nadaljnega obdelovanja podatkov. Sicer je v uporabniškem odjemalcu t.i. cockpit-u možen izvoz podatkov tudi v obliki \*.xls datoteke, vendar je to za uporabnika navadno le dodaten, nepotreben korak. Slika 28 prikazuje poročilo o večkrat luženih ploščah.

Trenutna poročila, ki se uporabljajo v obratu PDP:

- prikaz blokiranih in rešenih plošč,
- izpis večkrat luženih plošč,
- nakaznica za vzorce plošč,
- poročilo o proizvodnji v obratu PDP,
- poročilo o trenutnih ploščah v obratu PDP,
- poročilo o proizvodnji ter zastojih po dneh za posamezne agregate,
- pregled stanj po skladiščih,
- spisek za pomoč rezalcem in zarisovalcem plošč.

1. luženje						2. luženje			3. luženje		
Plošča	Sarža	Teža	Banja	Čas	Operater	Banja	Čas	Operater	Banja	Čas	Operater
13798	265913	720	1.	09.11.2008 00:21:12	Janez Novak	2.	05.12.2008 00:09:38	Miha Vesel			
15520	266048	960	1.	29.11.2008 07:35:26	Janez Novak	2.	02.12.2008 16:02:22	Miha Vesel	1.	07.12.2008 06:14:29	Janez Novak
15557	265921	1446	2.	05.12.2008 06:23:56	Janez Novak	1.	06.12.2008 14:19:41	Janez Novak			
15942	266088	3200	2.	03.12.2008 07:24:35	Jože Dolenc	2.			1.	19.12.2008 10:13:44	France Kranjski
15970B	266092	2017	2.	04.12.2008 07:12:22	France Kranjski	2.					
18012B	265981	1200	1.	02.12.2008 16:02:14	Miha Vesel	2.					
18069	265567	1440	2.	26.11.2008 15:41:49	Mišek Hrabri	1.					
18077	264489	2880	1.	02.12.2008 22:04:40	Janez Novak	2.			2.	08.12.2008 11:38:13	Miha Vesel
18096	266053	890	2.	29.11.2008 16:12:00	Mišek Hrabri	1.			1.	01.12.2008 12:02:50	Miha Vesel
18375	266141	5415	1.	30.11.2008 07:32:13	Miha Vesel	1.					
18379	266138	2851	2.	30.11.2008 07:32:05	Miha Vesel	2.			2.	03.12.2008 07:24:35	Jože Dolenc
18381A	266136	2443	1.	02.12.2008 22:04:40	Janez Novak	2.					
18457A	266135	1240	2.	03.12.2008 07:24:35	Jože Dolenc	2.					
18457B	266135	1240	2.	03.12.2008 07:24:35	Jože Dolenc	2.					
17397	265979	3360	2.	03.12.2008 07:24:35	Jože Dolenc	2.					
17398	265979	3360	2.	03.12.2008 07:24:35	Jože Dolenc	2.					
17520B	266274	1920	1.	05.12.2008 22:44:50	Miha Vesel	1.			1.	08.12.2008 01:17:29	France Kranjski
17524A	266274	540	1.	03.12.2008 16:13:21	Miha Vesel	1.			2.	10.12.2008 16:21:35	Miha Vesel
17524B	266274	540	1.	03.12.2008 16:13:21	Miha Vesel	1.			2.	10.12.2008 16:21:35	Miha Vesel
98395C	265265	550	1.	08.11.2008 17:20:04	Miha Vesel	1.					
98395D	265265	550	1.	08.11.2008 17:20:04	Miha Vesel	1.	05.12.2008 06:23:52	Janez Novak			
98651B	265381	450	2.	29.10.2008 01:38:51	France Kranjski	2.	01.11.2008 15:47:23	Miha Vesel	2.	05.11.2008 07:53:10	Janez Novak
98967B	265387	1180	2.	09.11.2008 09:47:14	France Kranjski	2.	04.12.2008 07:12:22	France Kranjski			

Slika 28: Primer poročila v Microsoft Excelu.

Za spremljanje porabe energentov na posameznih agregatih se v podjetju Acroni uporablja sistem CSRE (Ciljno spremljanje rabe energije). Za zagotovitev potrebnih podatkov iz opazovanih agregatov, so bili v sklopu uvedbe proizvodnega informacijskega sistema napeljeni ustrezni signali.

Med zelenimi cilji je bilo omenjeno tudi zagotavljanje avtomatske kontrole kvalitete. To je mišljeno predvsem pri pečeh, kjer bi se dejanski parametri, ki so bili uporabljeni pri termični obdelavi, primerjali s predpisanimi. Funkcija zaenkrat še ni implementirana. Še vedno je v načrtu in bo realizirana v bližnji prihodnosti.

Cilj, da se kartoni plošč popolnoma ukinejo, bo dosežen postopoma. Kartoni imajo sedaj pomembnejšo vlogo le na mestih, kjer na voljo ni direktnega dostopa do računalnika. V ta

namen se že uvajajo dlančniki, preko katerih operater vnaša in dostopa do potrebnih informacij. Ko bodo dlančniki dosegli polno funkcionalnost in ko bo izpolnjeno nekaj zahtev, kot je avtomatsko označevanje plošč na nekaterih mestih ter prilagoditev na strani poslovnega informacijskega sistema, se bodo kartoni lahko popolnoma ukinili. Če smo natančnejši, se bo ukinila le papirna verzija kartonov. Ker je ideja o prikazu vseh pomembnih podatkov o plošči na enem mestu zanimiva tako zaradi preglednosti, kot tudi zato, ker so uporabniki vajeni takšne predstavitve, je v izdelavi elektronska verzija kartona v Excelu.

## 5.4 Prikaz postopka vpisa proizvodnje v sistemu Kopa in v sistemu Made

Za nazornejši prikaz delovanja starega in novega sistema je v nadaljevanju opisan postopek vpisovanje proizvodnje na razrezni liniji Sack v obeh sistemih. Postopek se pri ostalih agregatih bistveno ne razlikuje. Takšen prikaz delovanja, iz le uporabniškega vidika, seveda ne more biti temelj o oceni kako dober ali učinkovit je sistem kot celota.

### 5.4.1 Vpis proizvodnje v sistemu Kopa

Za vstop do mesta, kjer vpišemo proizvodnjo, mora operater ročno vpisati šifro stroškovnega mesta linije Sack in pritisniti tipko »Enter«. (Slika 29)

The screenshot shows a terminal window with a central data entry area. At the bottom, there is a status bar with 'Count: \*0' on the left and '<Replace>' on the right.

Agregat	Naziv agregata
18260	SACK LINIJA

Slika 29: Vpis šifre stroškovnega mesta.

Prikažejo se nam plošče, ki so pred tem agregatom. S smernimi tipkami se operater pomakne na ploščo, ki jo obdeluje, in jo potrdi s tipko »Enter«. (Slika 30)

IZDELKI PRED AGREGATOM 18260 SACK LINIJA										
Izd.	Šarža	Enota	Liv.p.	Kval.	Deb.	Šir.	Dolž.	Kos	Teža	Odl.
OP1	237754	7857	13/1	8705A	20	2000	6000	1	1870	
NPL	237026	0785	18/1	8301	12	2060	6500	1	1470	
NPL	238199	3678	8/1	8715A	8	2060	6300	1	890	
NPL	238285	5734	13/1	88AZ	14	2080	8500	1	2120	
NPL	238285	5736	14/1	88AZ	15	2080	8500	1	2230	
NPL	238285	5738	15/1	88AZ	15	2080	8500	1	2230	
OP1	238287	5362	6/1	88AZ	16	2020	8000	1	2010	
NPL	238287	5364	7/1	88AZ	16	2080	8500	1	2370	
NPL	238287	5368	9/1	88AZ	16	2080	8500	1	2370	
NPL	238287	5369	10/1	88AZ	16	2080	8500	1	2380	
NPL	238287	5376	13/1	88AZ	16	2080	8500	1	2370	
NPL	238287	5377	14/1	88AZ	16	2080	8500	1	2380	
NPL	238287	5378	14/1	88AZ	16	2080	8500	1	2370	
OP1	238287	5380	15/1	88AZ	16	2020	8000	1	2020	
NPL	238287	5381	16/1	88AZ	16	2080	8500	1	2380	

Acroni Informatika (T.U & C.P)

Count: 15      v      <Replace>

Slika 30: Izbira obdelane plošče.

Za izbrano ploščo operater izbere vrsto obdelave (obrez, rezanje vzorcev ali rezanje talonov). (Slika 31)

Uer. 2.4	Proizvodnja na agregatu 18260 SACK LINIJA		*****
Delovni nalog.....	18 536421	Pogodba, pozicija.....	286 11
Ura dogodka.....		Faza predelave, livna poz.	13 7/1
Datum.....	13.08.2002	Stroj.....	
Ursta proizvodnje.		Dnina.....	
Izberi vrsto proizvodnje			
Izd.	Šar	Agregat	
NPL	2382	prejema	Odl.
		18260	
Find: █			
<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Obrez</li> <li>2 Rezanje vzorcev</li> <li>3 Rezanje talonov</li> </ul>			
Acroni Informatika (T.U & C.P)			
Press Do to pick selection, PF4 to cancel.			
Count: *0		<Replace>	

Slika 31: Izbira vrste obdelave.

Sledi vnos podatkov o plošči. S tipko »Insert« je v drugi vrstici potrebno vnesti šifro agregata prejema plošče. Vneseni podatki se potrdijo s tipko »Scroll lock«. S tem se plošča prenese na skladišče agregata prejema, kjer bo na voljo tamkajšnjemu operaterju (Slika 32).





## 6 Uvajanje proizvodnega informacijskega sistema Made v obratu PDP

Izdelava proizvodnega sistema je potekala postopoma. Po dokončani osnovni podpori za posamezne agregate in izdelavi nekaterih funkcij kot je pregled proizvodnje, je sledilo prav tako postopno uvajanje operaterjev za delo z novim sistemom.

Med uvajanjem novega sistema je obstoječi sistem Kopa deloval vzporedno, saj novi ni bil dokončan in dovolj domač pri uporabnikih. V začetku operaterji niso kazali navdušenja nad novim sistemom. Kljub temu, da obstoječi sistem Kopa ni imel prijaznega in enostavnega uporabniškega vmesnika, so bili zaradi večletne uporabe tako navajeni nanj, da je bila kakršnakoli sprememba za njih le nepotrebno ponovno prilagajanje in učenje. Dodaten razlog za začetno nezadovoljstvo je bilo tudi to, da so morali sedaj kar trikrat vpisovati plošče oziroma proizvodnjo. Poleg vpisa v sistem Kopa, ki je bil še vedno primarni sistem, ter ročnega vpisa v proizvodno knjigo, je bil operater sedaj obremenjen še z vpisom v odjemalec Made.

Ker je bil resnično nujen sproti vnos le v obstoječi sistem, so operaterji v začetku zanemarjali novega oziroma potrjevali plošče z zamikom ali sploh ne. Za pravilno delovanje novega sistema ter možnosti sledenja pa je sproti vnašanje podatkov nujno. Tako je bila posebna pozornost posvečena pojasnjevanju operaterjem na nujnost sprotnega vnašanja. Plošča, ki v sistemu Made ni bila potrjena na predhodnem agregatu, ne more biti na voljo na naslednjem. Fizično je plošča lahko že na naslednjem agregatu po tehnološki poti, vendar to ne pomeni, da se tudi avtomatsko prenese na naslednjega. Za pravilno delovanje sistema so še vedno odgovorni predvsem operaterji.

Da bi se plošča tudi v realnosti hitro našla oziroma izsledila, je potrebno ploščo poleg doslednega označevanja odloga plošče v sistemu Made, tudi v resnici odložiti na isti kup kot v sistemu Made. Le tako je tudi lokacija oziroma pozicija plošče v kupu enaka tisti v sistemu. Po drugi strani se je potrebno zavedati, da večja pozornost, ki se sedaj zahteva od operaterjev (v sistemu Kopa je bilo dovolj, da so določili le agregat odloga), ne bo kar takoj postala njihova navada.

Novost je postala avtomatska zaznava zastoja. Pred tem so operaterji zastoje beležili ročno in so bili kot taki podvrženi človeški nepazljivosti in namerni ali nenamerni površnosti. Ker se je sedaj opozorilo o zastoji prikazalo samodejno po preteku vnaprej definirane časovne meje, ki je določala pričetek dolgega zastoja, se je nadzor nad zastoji povečal. Lažja in točnejša je postala tudi analiza vzrokov. S to trditvijo se vsekakor strinja vodstvo, medtem ko so operaterji, vsaj na začetku, to občutili bolj kot povečan nadzor in pritisk vodstva na njih.

Osnova za načrtovanje sistema MES, je bila funkcijska specifikacija [3], ki je obsegala opise proizvodnih procesov na posameznih agregatih. Poleg so bile navedene vloge operaterjev, podatki, ki bi jih morali imeti ti na voljo, ter vsebina zelenih poročil. Podani so bili tudi predlogi za izvedbo beleženja zastojev. Izkazalo se je, da za uspešno izvedbo sistema MES kljub vsemu manjka kar nekaj podatkov. Bistvena za nadaljnje delo in pridobivanje natančnejših zahtev so tako postala srečanja z vsemi, ki so odgovorni za uspešno izvedbo.

S predstavniki vodij sektorjev v obratu, predstavniki logistike, izmenskimi vodji, tehnologi, ostalim vodstvom ter predstavniki poslovne informatike in procesne avtomatike, so sestanki potekali približno enkrat tedensko. Takšna skupna srečanja so pomembna ne le za razvijalce sistema, v našem primeru uslužbenca oddelka procesne avtomatike, temveč tudi za ostale

uporabnike. Pri obravnavanju določene tematike, je vsak podal svoje mnenje oziroma pogled kot ga je videl iz svoje uporabniške vloge. Pogosto so se morali uporabniki uskladiti najprej med seboj. Za nekoga nepomembna podrobnost, je drugemu lahko pomenila pomembno vlogo pri odločanju.

Na srečanjih se je obravnaval napredek na projektu. Izražene so bile želje po novih funkcionalnostih in spremembah na že obstoječih rešitvah. Velikokrat so uporabniki šele z uporabo sistema uvideli, kaj bi bilo bolje spremeniti ali dobili nove zamisli, kaj bi bilo moč dodati.

Še tako dober sistem na papirju pa ne pomeni dosti, če z njim niso zadovoljni tudi uporabniki v praksi. Da bi pridobili mnenje uporabnikov oziroma ugotovili kako so zadovoljni z novim sistemom, je bil izdelan vprašalnik. Posredovan je bil uporabnikom na različnih nivojih. Tako operaterjem v proizvodnji kot ostalim uporabnikom v pisarnah. Uporabnikom z dostopom do spleta, je bil vprašalnik dostopen v elektronski obliki. Operaterjem v proizvodnji, ki v obratu nimajo dostopa do spleta, pa je bil posredovan v papirni obliki.

Na elektronski vprašalnik se je odzvalo 13 uporabnikov. Od tega so 3 predstavniki vodstva, 4 vodje sektorjev, 4 vodje izmen in 2 predstavnika iz oddelka logistike. Med predstavniki vodstva so povečini tudi tehnologi. Tako izbiro *Tehnolog* pod prvim vprašanjem *Kakšna je vaša vloga v proizvodnem procesu?*, ni izbral nihče. Ker so v obratu štiri sektorji (sektor za toplotno obdelavo, površinsko obdelavo, mehansko obdelavo ter sektor za tehtanje in odpremo), je sklepati, da so nanj odgovorili vsi predstavniki. Vseh vodij izmen je 5. Tako je tudi tu zajeta večina predstavnikov. Operaterjev, ki so izpolnili vprašalnik, je bilo 7. Skupno je bilo prejeto 20 odgovorov (Slika 36).

1. Kakšna je vaša vloga v proizvodnem procesu?			Odstotek odgovorov	Število odgovorov
vodstvo	<input type="text"/>		15.0%	3
tehnolog			0.0%	0
vodja sektorja	<input type="text"/>		20.0%	4
vodja izmene	<input type="text"/>		20.0%	4
operater	<input type="text"/>		35.0%	7
logistika	<input type="text"/>		10.0%	2

Slika 36: Vloge anketiranih uporabnikov.

Uporabniki so odgovarjali na 10 vprašanj. Od tega je bilo 8 vprašanj zaprtega tipa (anketiranec izbira med omejenim številom možnosti za odgovor) in dve vprašanji odprtega tipa. Pri vseh vprašanjih zaprtega tipa je bil na voljo tudi komentar, kjer je uporabnik lahko kljub zaprtosti vprašanja, podal svoj odgovor oziroma komentar. Odgovori na posamezna vprašanja niso bili obvezni. Tako je lahko odgovarjajoči zaradi kakršnegakoli razloga odgovor pustil prazen. Najpogosteje se to zgodi ravno pri vprašanjih odprtega tipa, kjer dodatno pisanje ni najbolj priljubljeno. V nadaljevanju bom predstavil zastavljena vprašanja in prejete odgovore.

Prvo vprašanje je poizvedovalo o vlogi uporabnika v proizvodnem procesu. Odgovore nanj sem že predstavil. Naslednje vprašanje je bilo odprtega tipa in se je glasilo *Katere so za vas tri najpomembnejše novosti, ki vam jih je prinesel proizvodni informacijski sistem Made?*. Kot bi lahko pričakovali, je vsak uporabnik navedel tiste lastnosti, ki jih je pridobil pri svojem

delu. Tako so operaterji izpostavili hitrejši in enostavnejši vnos podatkov, večjo preglednost in hitro iskanje plošč. Izmenske vodje in vodje sektorjev so izpostavili nadzor nad proizvodnjo in zastoji ter ažurna poročila. Vodstvo oziroma tehnologi vnašanje procesnih parametrov obdelave, potrjevanje podatkov namesto vnašanja (posledica manj napak) ter splošni nadzor v obratu. Predstavnik logistike sta poudarila boljšo sledljivost in preglednost. Naslednje vprašanje se je glasilo *Ali katere informacije še vedno pogrešate oziroma bi si želeli boljšega pregleda nad njimi?* (slika 37). Na voljo so bile kategorije *analiza proizvodnje, pregled nad proizvodnjo, nadzor nad procesi, navodila za delo, vzdrževanje opreme, planiranje proizvodnje in nadzor nad kakovostjo*. Za vsako izmed njih so bili na voljo odgovori: *zelo pogrešam, pogrešam, želel bi si boljši pregled ter sem zadovoljen*. Pri prvih treh kategorijah je prevladoval odgovor *sem zadovoljen*. Več pozornosti zasluži naslednja kategorija *navodila za delo*, kjer odgovori (predvsem iz strani operaterjev) kažejo na malce premajhno pozornost pri tem. Potrebno je omeniti, da nekateri operaterji niso bili najbolj vajeni dela z računalnikom. Nekateri niti niso bili vajeni dela z miško. Navodila so se v papirni obliki razdelila operaterjem med njihovim izobraževanjem. Dostopna so tudi preko menija v odjemalcu Made. V začetni stopnji so bila zaradi večje količine ostalega dela morda malce potisnjena v stran. Kasneje bi se morala zaradi manjših sprememb, ki so se izvajale tudi na že obstoječih rešitvah, tudi bolj redno posodabljati.

Za *planiranje proizvodnje in nadzor nad kakovostjo* bi si večina želela boljšega pregleda. Deloma je razlog v tem, ker je bilo v času ankete, delo z novim sistemom še vedno v začetnem uvajalnem obdobju.

3. Ali katere informacije še vedno pogrešate oziroma bi si želeli boljšega pregleda nad njimi?						
	Zelo pogrešam	Pogrešam	Želel bi si boljši pregled	Sem zadovoljen	Povprečna ocena	Število odgovorov
analiza proizvodnje	0.0% (0)	5.6% (1)	16.7% (3)	77.8% (14)	3.72	18
pregled nad proizvodnjo	0.0% (0)	5.6% (1)	16.7% (3)	77.8% (14)	3.72	18
nadzor nad procesi	0.0% (0)	0.0% (0)	10.0% (2)	84.3% (13)	3.81	16
navodila za delo	5.9% (1)	41.2% (7)	23.5% (4)	29.4% (5)	2.76	17
vzdrževanje opreme	0.0% (0)	30.8% (4)	15.4% (2)	53.8% (7)	3.23	13
planiranje proizvodnje	5.9% (1)	5.9% (1)	47.1% (8)	41.2% (7)	3.24	17
nadzor nad kakovostjo	6.3% (1)	25.0% (4)	37.5% (6)	31.3% (5)	2.94	16

Slika 37: Zadovoljstvo z dostopnimi informacijami v sistemu Made.

Naslednje vprašanje (slika 38) je enako pravkar opisanemu le da se je nanašalo na starejši sistem Kopa. Tu so pri vseh kategorijah prevladovali odgovori *sem pogrešal oziroma zelo sem pogrešal*.

4. Katere informacije ste pogrešali pri starem sistemu KOPA oz. ste si želeli boljšega pregleda nad njimi?						
	Zelo sem pogrešal	Sem pogrešal	Želel bi si boljši pregled	Sem bil zadovoljen	Povprečna ocena	Število odgovorov
analiza proizvodnje	18.8% (3)	43.8% (7)	37.5% (6)	0.0% (0)	2.19	16
pregled nad proizvodnjo	21.1% (4)	42.1% (8)	31.6% (6)	5.3% (1)	2.21	19
nadzor nad procesi	50.0% (9)	22.2% (4)	16.7% (3)	11.1% (2)	1.89	18
navodila za delo	22.2% (4)	50.0% (9)	22.2% (4)	5.6% (1)	2.11	18
vzdrževanje opreme	15.4% (2)	46.2% (6)	30.8% (4)	7.7% (1)	2.31	13
planiranje proizvodnje	33.3% (6)	38.9% (7)	16.7% (3)	11.1% (2)	2.06	18
nadzor nad kakovostjo	29.4% (5)	47.1% (8)	23.5% (4)	0.0% (0)	1.94	17

Slika 38: Zadovoljstvo z dostopnimi informacijami v sistemu Kopa.

Sledil je par vprašanj *Kako ocenjujete informacijsko podporo pri vašem delu sedaj s sistemom Made?* (slika 39) oziroma *Kako ocenjujete informacijsko podporo pri vašem delu pred tem s sistemom Kopa?* (Slika 40). Z ocenami od *nezadostno* do *odlično*, so se ocenjevale *skladnost vsebine z informacijami, pravočasnost informacij, natančnost informacij, ažurnost informacij, kakovost predstavitve informacij, zahtevnost vnašanja podatkov in poraba časa pri vnosu podatkov*. Pri oceni s sistemom Made je prevladovala ocena *dobro* do *prav dobro*. Pri sistemu Kopa je bila pogostejša ocena *zadostno* oziroma *dobro*. Pri tem je zanimivo, da si starejši sistem ni niti enkrat prislužil oceno *odlično*, medtem ko je *nezadostno* oceno prejel kar nekajkrat. Najboljšo oceno je pridobil pri ocenjevanju zahtevnosti vnašanja podatkov. Dobra ocena je prišla izključno iz vrst operaterjev, kar je morda nepričakovano. Po drugi strani pa so ti tekom večletne uporabe poznali zaporedje pritiskov na tipkovnici tako dobro, da bi lahko vpisovali proizvodnjo in izvajali najpogostejše operacije skoraj v miže. Nekdo, ki bi oba sistema poizkusil prvič, bi se verjetno zelo težko strinjal s trditvijo o enostavnem vnašanju pri starejšem sistemu.

Po drugi strani je sistem Made pridobil oceno *odlično* kar nekajkrat in le enkrat oceno *nezadostno*. To je prejel pri *pravočasnosti informacij*. Ker je ocena prišla iz strani operaterja, domnevam, da je to le posledica nerazumevanja delovanja. Informacija o plošči seveda ne more biti dostopna operaterju, če jo predhodni operater ni potrdil in tako povzročil, da je plošča na voljo naslednjemu.

5. Kako ocenjujete informacijsko podporo pri vašem delu SEDAJ s sistemom MADE?							
	Nezadostna	Zadostna	Dobra	Prav dobra	Odlična	Povprečna ocena	Število odgovorov
skladnost vsebine informacij s potrebami	0.0% (0)	15.0% (3)	<b>40.0% (8)</b>	15.0% (3)	30.0% (6)	3.60	20
pravočasnost informacij	5.0% (1)	5.0% (1)	<b>50.0% (10)</b>	5.0% (1)	35.0% (7)	3.60	20
natančnost informacij	0.0% (0)	21.1% (4)	26.3% (5)	<b>42.1% (8)</b>	10.5% (2)	3.42	19
ažurnost informacij	0.0% (0)	5.3% (1)	<b>36.8% (7)</b>	<b>36.8% (7)</b>	21.1% (4)	3.74	19
kakovost predstavitve informacij	0.0% (0)	10.0% (2)	<b>45.0% (9)</b>	35.0% (7)	10.0% (2)	3.45	20
zahtevnost vnašanja podatkov	0.0% (0)	10.0% (2)	35.0% (7)	<b>45.0% (9)</b>	10.0% (2)	3.55	20
poraba časa pri vnosu podatkov	0.0% (0)	21.1% (4)	26.3% (5)	<b>36.8% (7)</b>	15.8% (3)	3.47	19

Slika 39: Ocena informacijske podpore pri delu s sistemom Made.

6. Kako ocenjujete informacijsko podporo pri vašem delu PRED TEM - s sistemom KOPA?							
	Nezadostna	Zadostna	Dobra	Prav dobra	Odlična	Povprečna ocena	Število odgovorov
skladnost vsebine informacij s potrebami	11.1% (2)	<b>50.0% (9)</b>	27.6% (5)	11.1% (2)	0.0% (0)	2.39	18
pravočasnost informacij	31.8% (6)	26.3% (5)	<b>36.8% (7)</b>	5.3% (1)	0.0% (0)	2.16	19
natančnost informacij	31.8% (6)	31.8% (6)	<b>36.8% (7)</b>	0.0% (0)	0.0% (0)	2.05	19
ažurnost informacij	21.1% (4)	<b>42.1% (8)</b>	36.8% (7)	0.0% (0)	0.0% (0)	2.16	19
kakovost predstavitve informacij	15.8% (3)	<b>68.4% (13)</b>	15.8% (3)	0.0% (0)	0.0% (0)	2.00	19
zahtevnost vnašanja podatkov	15.8% (3)	26.3% (5)	<b>31.6% (6)</b>	26.3% (5)	0.0% (0)	2.68	19
poraba časa pri vnosu podatkov	21.1% (4)	<b>31.6% (6)</b>	<b>31.6% (6)</b>	15.8% (3)	0.0% (0)	2.42	19

Slika 40: Ocena informacijske podpore pri delu s sistemom Kopa.

Sedmo vprašanje je bilo zopet odprtega tipa. Uporabnike je povpraševalo ali bi kaj spremenili v načinu delovanja sistema Made. Prejetih je bilo 8 odgovorov. Od teh osmih jih je nekaj eksplicitno odgovorilo, da ne bi spreminjali ničesar in da so zadovoljni. Poleg je bilo nekaj manjših prošelj, ki pa so že izpolnjene, saj niso zahtevale večjih posegov. Seveda se je od časa izpolnjevanja ankete pojavilo in realiziralo kar nekaj novih idej in zahtev.

Osmo vprašanje je povpraševalo kako bodo oziroma že vplivajo spremembe v proizvodnem informacijskem sistemu na operaterje (slika 41). Ocenjevala se je *natančnost pri delu*, *motivacija*, *učinkovitost* in *verjetnost napak pri vnosu*. Možne ocene za posamezne kategorije so bile *veliko večja*, *večja*, *enaka*, *manjša* in *veliko manjša*. Za prve tri kategorije so uporabniki ocenili, da so večje oziroma enake. Glede verjetnosti napak pri vnosu je bila večina mnenja da bo oziroma je manjša. Pri tem vprašanju so operaterji ocenjevali samega sebe. Ti so bili večinskega mnenja, da novi sistem ne bo vplival na spremembo njihove natančnosti, motivacije in učinkovitosti. So se pa v večini strinjali, da bo verjetnost napak sedaj manjša. En anketirani je v komentarju zapisal, da prvi dve kategoriji ni ocenil, zdi pa se mu, da novi sistem pozitivno vpliva tako na natančnost kot tudi pri delu in motivaciji.

8. Kako bodo (oziroma že) vplivale spremembe v proizvodnem informacijskem sistemu na operaterje? Ali že lahko navedete konkretna opažanja?							
	veliko večja	večja	enaka	manjša	veliko manjša	Povprečna ocena	Število odgovorov
natančnost pri delu	5.3% (1)	<b>47.4% (9)</b>	42.1% (8)	5.3% (1)	0.0% (0)	2.47	19
motivacija	0.0% (0)	<b>47.4% (9)</b>	42.1% (8)	10.5% (2)	0.0% (0)	2.63	19
učinkovitost	15.0% (3)	<b>50.0% (10)</b>	25.0% (5)	10.0% (2)	0.0% (0)	2.30	20
verjetnost napak pri vnosu	0.0% (0)	5.0% (1)	25.0% (5)	<b>55.0% (11)</b>	15.0% (3)	3.80	20

Slika 41: Vpliv novega sistema na operaterje.

Deveto vprašanje je podobno osmemu, le da sedaj povprašujemo o vplivu novega sistema na proizvodni proces (slika 42). Da je preglednost veliko večja ali večja je odgovorilo velika večina anketiranih. Tudi učinkovitost procesa in njegova hitrost je po mnenju večine večja. Vprašanje glede kakovosti plošč je bilo morda malce dvoumno. Večina je odgovorila, da je oziroma bo ostala enaka. Nekateri so to celo hkrati poudarili v komentarju. Seveda imajo na nek način prav, saj sam informacijski sistem nima neposrednega vpliva na kvaliteto plošče. Tu je bil mišljen bolj njegov posredni učinek, ki z ažurnimi informacijami na enem mestu zagotavlja večji odstotek pravilno obdelanih plošč.

Število oziroma trajanje zastojev je po mnenju večine manjša. Predvsem iz vrst operaterjev je bila najpogostejša ocena, da bodo enako pogosti. Da je natančnost planiranja večja je menila večina. Enako velja za kakovost in točnost analize procesa.

9. Kako bodo (oziroma že) vplivale spremembe v proizvodnem informacijskem sistemu na proizvodni proces? Ali že lahko navedete konkretna opažanja?							
	veliko večja	večja	enaka	manjša	veliko manjša	Povprečna ocena	Število odgovorov
preglednost nad procesom	<b>50.0% (10)</b>	40.0% (8)	10.0% (2)	0.0% (0)	0.0% (0)	1.60	20
učinkovitost procesa	5.0% (1)	<b>75.0% (15)</b>	20.0% (4)	0.0% (0)	0.0% (0)	2.15	20
hitrost procesa	10.0% (2)	<b>50.0% (10)</b>	40.0% (8)	0.0% (0)	0.0% (0)	2.30	20
kakovost izdelkov - plošč	0.0% (0)	30.0% (6)	<b>70.0% (14)</b>	0.0% (0)	0.0% (0)	2.70	20
število oz. trajanje zastojev	0.0% (0)	15.0% (3)	30.0% (6)	<b>55.0% (11)</b>	0.0% (0)	3.40	20
natančnost planiranja	10.0% (2)	<b>65.0% (13)</b>	20.0% (4)	0.0% (0)	5.0% (1)	2.25	20
kakovost in točnost analize procesa	20.0% (4)	<b>50.0% (10)</b>	30.0% (6)	0.0% (0)	0.0% (0)	2.10	20

Slika 42: Vpliv novega sistema na proizvodni proces.

Zadnje vprašanje se je glasilo *Če pogledate na splošno, kateri sistem se vam zdi boljši?* (slika 43). Da je novi sistem boljši je menila velika večina. Drugačnega mnenja sta bila le odgovora dveh operaterjev. Enemu se je zdel boljši starejši sistem, medtem ko je drugi navedel le v komentarju, da se mu ne zdi dober nobeden izmed omenjenih sistemov.

10. Če pogledate na splošno, kateri sistem se vam zdi boljši?			Odstotek odgovorov	Število odgovorov
stari sistem Kopa	<input type="checkbox"/>		5.3%	1
novi sistem Made	<input type="checkbox"/>		94.7%	18

Slika 43: Mnenje o tem kateri sistem se uporabnikom zdi boljši.

Če povzamemo dobljene rezultate, je skupno mnenje o novem sistemu in njegovih učinkih pozitivno. Zaznati je razliko med mnenjem operaterjev in ostalimi uporabniki. Slednji so bili bolj 'navdušeni', kar pa ni nenavadno, saj so ti pri svojem delu pridobili največ. Operaterji so na drugi strani bolj zadržani. Z uvedbo avtomatskega zaznavanja zastojev in ponovnim učenjem, so nekateri v novem sistemu videli predvsem dodatno delo in povečan nadzor nad njimi.

Del razloga za nekoliko zadržan sprejem pri operaterjih je iskati tudi v tem, da je bila anketa izvedena v začetnem obdobju uporabe. Tako večina operaterjev še ni bila vajena dela z novim sistemom v taki meri, da bi lahko izvajala operacije tako 'samozavestno' kot v starem. Anketa je opozorila tudi na malce premajhno pozornost pri navodilih.

## 7 Aplikacijska platforma MADE

Platforma MADE (Metronik Application Developemen Environment) omogoča izdelavo kompleksnih in robustnih programskih rešitev, njihovo postavitve in vzdrževanje ter poenotenje na nivoju podjetja. Ciljni uporabniki so razvijalci in sistemski integratorji, ki želijo hitro in ekonomsko učinkovito implementirati rešitev za končnega uporabnika, brez podrobnega poznavanja razvojnih tehnologij in programiranja. Namenjen je razvoju večuporabniških programskih rešitev.

MADE je razvojno okolje, ki spada med tako imenovane RAD (Rapid Application Development) orodja za hitro razvijanje informacijskih rešitev na platformi .NET.

Ker je razvoj proizvodnega sistema v obratu PDP potekal zelo podobno kot predvideva metodologija RAD, si jo podrobneje oglejmo.

### 7.1 RAD

RAD je metodologija razvoja programske opreme, katere bistvo je izgradnja informacijske rešitve v čim krajšem času [11]. Je predstavnik agilnih metodologij za katere so značilni iterativni cikli razvijanja. Posamezni cikli so časovno omejeni (navadno od enega tedna do enega meseca). Vsaka iteracija sestoji iz načrtovanja, analize zahtev, priprave načrta, testiranja in priprave dokumentacije. Razvijalci in uporabniki se po vsakem razvojnem ciklu sestanejo in dogovorijo o novih popravkih in izboljšavah. Najpogosteje se uporablja neformalno, ustno komuniciranje in to takoj, ko nastopi potreba po njem.

Člani razvojne skupine, ki je majhna, se navadno nahajajo v skupnem prostoru. Agilne metodologije so primerne predvsem v okoljih, kjer se pojavlja velika spremenljivost zahtev. Poleg iterativnega razvoja je za RAD značilna uporaba prototipa, časovno pakiranje, izkušeni člani skupine, vključitev vodstva ter uporaba RAD orodij.

Glavna ideja prototipa je, da se v zelo kratkem času izdelava osnutek končne informacijske rešitve, ki služi kot osnova za kasnejšo nadgradnjo. S tem se poenostavi proces zbiranja uporabniških zahtev. Z uporabo prototipa uporabniki opozarjajo na njegove napake. Večkrat šele v tem koraku ugotovijo pomanjkanje funkcionalnosti, ki jih niso eksplicitno zahtevali, saj so se jim morda zdele samoumevne. Možno pa je tudi, da se ob uporabi pojavi nova zamisel rešitve problema, ki je lahko bolj praktična od prvotne.

Časovno pakiranje (ang. time boxing) je proces prestavljanja manj pomembnih funkcionalnosti, ki jih razvijalcem ne bo uspelo pravočasno implementirati, v naslednjo iteracijo. Te funkcionalnosti se bodo tako predstavile šele na naslednjem srečanju med uporabniki in razvijalci. S tem se izognemo podaljševanju trenutne iteracije. To je pomembno zaradi čim bolj rednih in pogostih srečanj. Namen je, da se prepreči prevelik napredek v razvoju, med katerim pa ne bi bilo povratnih informacij uporabnikov. Tako bi lahko razvijalci ob napačno ali slabo razumljenih zahtevah uporabnikov, gradili na napačnih zamislih, ki bi jih bilo potrebno kasneje popravljati.

Razvojna skupina naj bi bila majhna. Vsebovala naj bi dva do šest članov. To naj bi bili sposobni, izkušeni in motivirani posamezniki, ki bi poleg kodiranja in razvoja rešitve, sodelovali tudi z uporabniki pri zajemu zahtev, koordiniranju uporabnikov, pogajanju in usklajevanju z managementom...

Aktivna vključitev vodstva podjetja je bistvena za zmanjševanje tveganja podaljševanja ciklov in s tem celotnega projekta ter za zmanjševanje tveganja napačnega razumevanja uporabnikovih zahtev. Prav tako mora biti prepričano v uporabo RAD metodologije in se pri razvoju dosledno držati njenih priporočil. Za zagotavljanje kratkih ciklov mora veliko pozornosti nameniti ustrezni izbiri članov skupine uporabnikov, jih ustrezno motivirati in odstranjevati morebitne birokratske ovire.

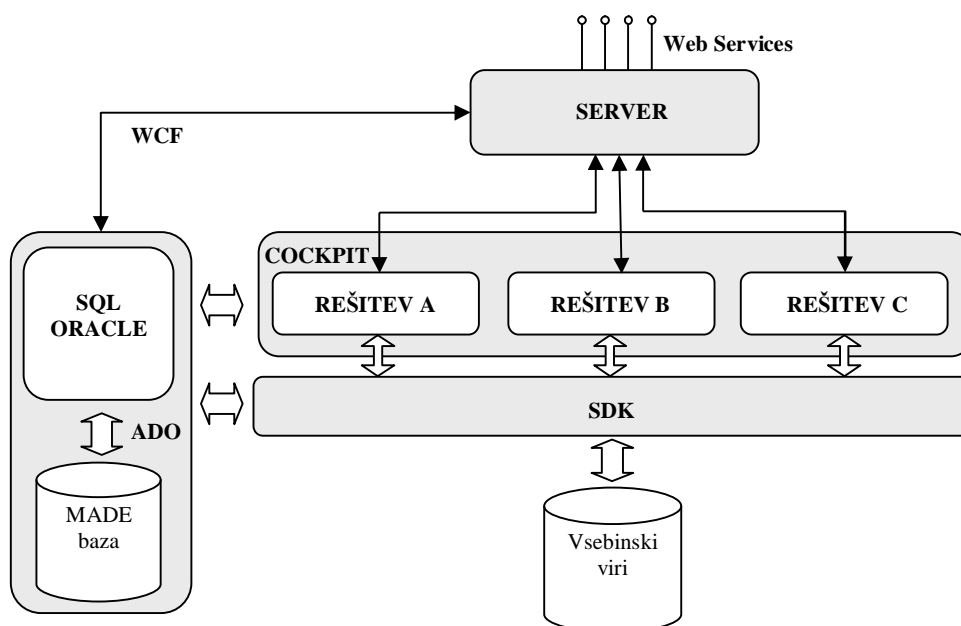
Pri razvoju informacijskih rešitev naj bi si razvijalci pomagali z najsodobnejšimi RAD orodji. Glavna značilnost teh orodij je uporaba grafičnega uporabniškega vmesnika, ki največkrat temelji na objektno usmerjenem programiranju. Značilno je avtomatsko generiranje kode, ki je lahko le delno ali v celoti. Velik poudarek je na večkrat uporabljivih gradnikih.

Ena izmed največjih odlik RAD metodologije je postopno in zgodnje približevanje zasnove sistema k uporabnikovim zahtevam.

## 7.2 Arhitektura platforme MADE

Platformo MADE [8] sestavljajo naslednji segmenti, ki so prikazani na sliki 44:

- SDK (razvojno okolje – ang. Software Development Kit),
- Cockpit (izvajalno okolje oziroma »runtime« odjemalec za vsebino razvito z SDK,
- Server (strežniška platforma, ki omogoča namestitve, upravljanje in avtomatično posodabljanje odjemalcev).



Slika 44: Arhitektura aplikacijske platforme MADE

MADE SDK je razvojno orodje oziroma aplikacijsko ogrodje, ki razvijalcem omogoča hitro in enostavno razvijanje .NET rešitev brez pisanja kode. Za vizualizacijo in uporabo tako razvitih funkcionalnosti se uporablja izvajalno okolje Cockpit, znotraj katerega je uporabniku na voljo širok nabor vnaprej definiranih sistemskih funkcionalnosti kot je prijava, upravljanje

z uporabniškimi računi, lokalizacija, diagnostična orodja, varnost... Cockpit lahko hkrati prikazuje več različnih rešitev.

Server je strežniška platforma, ki v primeru razvoja več-uporabniških sistemov omogoča enostavno nameščanje, upravljanje in posodabljanje vseh odjemalcev.

MADE svoje nastavitve, potrebne za delovanje sistema, shranjuje v podatkovni bazi. Podprti sta Microsoft SQL Server 2005 in Oracle od verzije 9i navzgor.

Sistemske funkcionalnosti ponujata tako Cockpit kot Server. Cockpit dostopa do njih neposredno preko ADO.NET (ang. ActiveX Data Object for .NET platform) [12], medtem ko Server dostopa posredno preko WCF (ang. Windows Communication Foundation) [13]. Komunikacija med Server-jem in zunanjim svetom poteka preko spletnih storitev (ang. Web Services).

### 7.2.1 MADE SDK

MADE SDK je zbirka visoko-inteligentnih gradnikov za izdelavo programske rešitve s poljubno logiko in funkcionalnostjo. Sestavljajo jo naslednji standardizirani gradniki:

- podatkovni gradnik,
- workflow gradnik,
- gradnik za menije,
- poročilni gradnik in
- nabor grafičnih gradnikov.

Ti gradniki so splošni - neodvisni od vsebine in so med seboj integrirani po meri arhitekture MADE. Zasnovani so tako, da na podlagi lastne konfiguracije avtomatsko generirajo programsko kodo.

Aplikacije razite z MADE SDK imajo večnivojsko arhitekturo. Osnova vsake aplikacije je podatkovni nivo. Podatkovni gradnik (adapter), ki ga srečamo na tem nivoju, omogoča izdelavo podatkovnih virov (ang. data sources), njihovo enostavno povezovanje in manipuliranje s podatki v teh virih. Skrbi za kompleksnost dostopa do posameznih virov, tako da se razvijalcu ni potrebno ukvarjati s tem. Konfiguracija vseh podatkovnih virov, ne glede na izvor, poteka na enak način. Standardno sta podprta podatkovna vira SQL 2005 in Oracle od verzije 9i naprej. Možno je vključiti tudi nerelacijske podatkovne vire kot so spletne storitve. Ker je objektni model ogrodja odprt je razvijalcu omogočeno, da doda nove funkcionalnosti v obliki programske kode na vseh nivojih. Tako je možno dodati podporo tudi za nov podatkovni vir npr. MySQL.

Tak koncept nam omogoča razvoj kompleksnih programskih rešitev, ki temeljijo na heterogenih podatkovnih virih.

Podatkovni gradnik ima vgrajen brskalnik podatkovnih virov, kjer enostavno dostopamo do objektov podatkovnega vira kot so tabele, pogledi, procedure (ang. stored procedures), funkcije in metode.

Omogoča avtomatsko povezovanje med objekti podatkovnega gradnika in objekti v podatkovnem viru. Tehnika je poznana pod imenom Object - Relational Mapping (ORM). To je koncept, ki razvijalcem v objektno orientiranih okoljih omogoča, da v svojih aplikacijah upravljajo s podatki kar preko objektov, tako kot da bi delali z objektno podatkovno bazo in ne z relacijsko. To omogoča abstrakcijski sloj ORM, ki poskrbi za preslikovanje iz okolja objektov v relacijsko podatkovno bazo in nazaj.

Za upravljanje s podatki so že v osnovi podprte CRUD operacije (SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE) vendar se lahko doda poljubno število bralnih ali pisalnih SQL stavkov. Stavki upravljajo s podatki preko objektov t.i. podatkovnih shem (ang. data schemes). Velik izbor lastnosti podatkovnih shem v podatkovnem gradniku, nam omogoča natančno določiti vedenje posameznim elementom ali poljem v podatkovni shemi. Primer so omejitve pri uporabnikovem vpisovanju podatkov, kjer določimo katere vrednosti so mogoče.

Podatkovni gradnik tudi poenostavlja pogosto zahtevo po medsebojni odvisnosti med večimi podatkovnimi objekti (t.i. relacija Master-Detail). Praktičen primer takega delovanja je izbira agregata v izbirnem seznamu (combobox-u), kjer se nam po izbiri v tabeli poleg, samodejno prikažejo plošče, ki so trenutno na tem agregatu.

Na poslovnem nivoju je implementirana poslovna logika, kjer se upravlja s podatki, izvršuje logična primerjanja in odločitve. Poslovni nivo skrbi tudi za izmenjavo podatkov med podatkovnim nivojem in predstavitvenim nivojem.

Za izdelavo programske logike je na voljo t.i. workflow gradnik. Workflow gradnik nam omogoča izdelavo kompleksnih scenarijev oziroma potekov dogajanj v programski rešitvi. Scenarije se izdeluje z uporabo grafičnih elementov in je podobno risanju diagrama poteka dogajanja. Osnovni elementi vsakega scenarija (workflow-a) so aktivnost, korak in konektor. Workflow je sestavljen iz poljubnega števila aktivnosti, povezanih s konektorji. Vsako aktivnost sestavlja poljubno število med seboj povezanih korakov. Konektorji določajo vrstni red izvajanja aktivnosti ali korakov. Za izvajanje tako izdelanih scenarijev pa je zadolžen workflow mehanizem. Workflow se lahko proži dogodkovno (odziva se na različne dogodke znotraj programske rešitve), periodično ali na zahtevo (interaktivno). Definiramo lahko tudi obnašanje workflow-a v primeru napake med izvajanjem ali ob prekinitvi izvajanja workflow-a.

Pri izdelavi proizvodnega informacijskega sistema MADE smo workflow gradnik uporabili le pri implementaciji zastojev. Vsa ostala programska logika je narejena v obliki baznih procedur, funkcij in prožilcev. Bazne procedure (ang. stored procedures) so bazni objekti, ki omogočajo upravljanje s podatki na osnovi vhodnih parametrov in ne vračajo vrednosti. Bazne funkcije so prav tako bazni objekti, ki jih uporabljamo za izračun vrednosti, ki jo vrnejo vedno. Prožilci (ang. triggers) sprožijo neko akcijo, ki se izvede ob določenem dogodku. Največkrat je to pred oziroma po izvedbi INSERT, UPDATE ali DELETE stavkov. Z njimi najpogosteje implementiramo zahtevnejše omejitve nad tabelami, zapisovanje dnevnikov ter sledenje spremembam podatkov.

Predstavitveni nivo predstavlja 'vidni' del aplikacije. Sestavljajo ga gradniki uporabniškega vmesnika, poročilni gradniki ter gradniki menijev.

S pomočjo gradnika menijev lahko oblikujemo menije. Gradnik nam nudi možnost sprotnega predogleda menija. Na ta način lahko takoj vidimo ali nam izgled menija ustreza ali ne. Vsak element menija lahko izvede klic poljubnega uporabniškega vmesnika, poročila ali workflow-a znotraj rešitve.

Poročilni gradnik omogoča izdelavo in oblikovanje poljubnega poročila. Poročilo lahko uporabi poljuben podatkovni vir, ki smo ga zgradili v programski rešitvi. To nam omogoča zlivanje podatkov iz različnih podatkovnih virov. Poročilni gradnik je na voljo tudi v izvajalnem okolju.

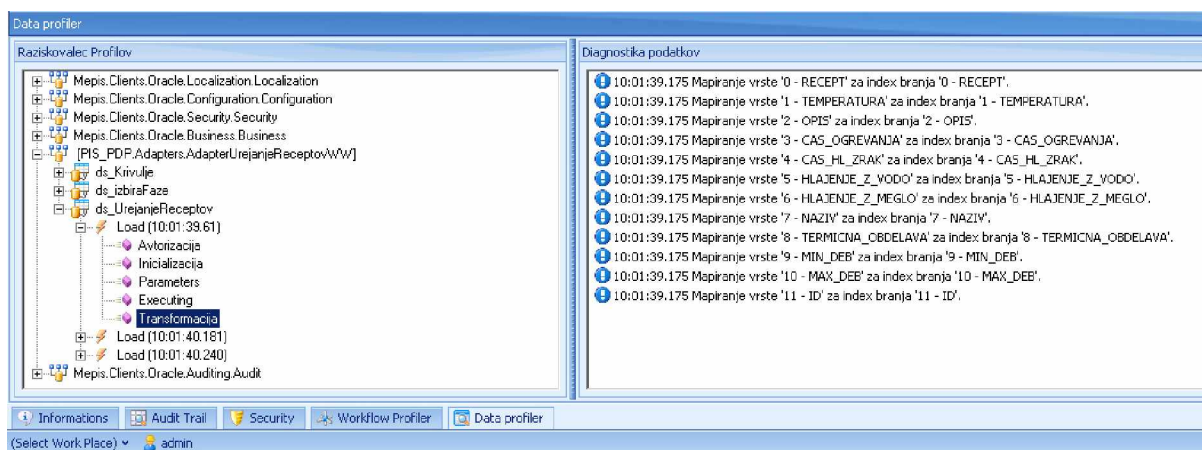
Uporabniške vmesnike izdelujemo z različnimi grafičnimi gradniki (tabela, drevo, spustni meni, graf, OLAP, itd.) in poročilnimi gradniki. Podobno kot pri ostalih gradnikih lahko vsi grafični gradniki uporabljajo poljuben podatkovni vir, ki smo ga zgradili v programski rešitvi.

## 7.2.2 MADE odjemalec – Cockpit

Cockpit je izvajalno okolje, ki lahko gosti eno ali več rešitev razvitih z MADE SDK. Za izboljšanje skupne uporabniške izkušnje je pomembno, da zagotavlja enoten (standardiziran) izgled in vedenje za vse aplikacije.

Vsebuje sistemske funkcionalnosti kot so prijava, upravljanje z uporabniškimi računi, lokalizacija, diagnostična orodja, varnost..., ki močno olajšajo in pohitrijo razvoj. Omogoča postavitev uporabniškega vmesnika po meri uporabnika. Tako si lahko vsak uporabnik priredi izgled po svojih željah in prioritetah (skrivanje polj v tabeli, širina stolpcev, filter prikaza,...). Vgrajen varnostni model omogoča širok nabor nastavitvev, ki se lahko nanašajo na uporabnika, skupino, vlogo, delovno postajo, delovno mesto... Varnostne nastavitve se lahko upravljajo med delovanjem.

Rešitve imajo pogosto kompleksen uporabniški vmesnik z večimi medsebojnimi povezavami med gradniki, kjer je morebitno iskanje napak lahko hitro dolgotrajno opravilo. V tem primeru si pomagamo z vgrajenim diagnostičnim orodjem *Data profiler* (slika 45) s katerimi ugotovimo kje se pojavi napaka in jo nato v MADE SDK odstranimo.



Slika 45: Data profiler z natančnim opisom dogajanja, ki nam pomaga pri odkrivanju in odpravljanju napak.

Ker lahko nekateri uporabniki spreminjajo tudi zelo pomembne podatke, je pomembno da zagotovimo preglednost oziroma transparentnost spreminjanja teh podatkov. Tu je v veliko pomoč vgrajeno t.i. sledenje (ang. Audit Trail Viewer), ki zagotavlja pregled zgodovine sprememb. Tako se ugotovi kdo in kdaj je spremenil podatek oziroma njegovo vrednost. Pomembna lastnost Cockpit-a je izdelava poročil s pomočjo vgrajenega orodja. Uporabnik si lahko oblikuje poročilo po svojih željah. Poskrbljeno je tudi za shrambo poročil in njihovo verzioniziranje.

### 7.2.3 MADE Server

MADE Server je spletna aplikacija (delujoča na IIS platformi), ki omogoča hitro in enostavno namestitvev rešitev, njihovo upravljanje in posodabljanje na večjem številu odjemalcev. Datoteke z novejšo različico rešitve le prenesemo na strežnik od koder so dostopne vsem odjemalcem. Posodabljanje lahko poteka samodejno, tako da uporabniku ni potrebno preverjati, če obstaja novejša verzija rešitve, ali ročno.

## 7.3 Nadaljnji razvoj aplikacijske platforme MADE

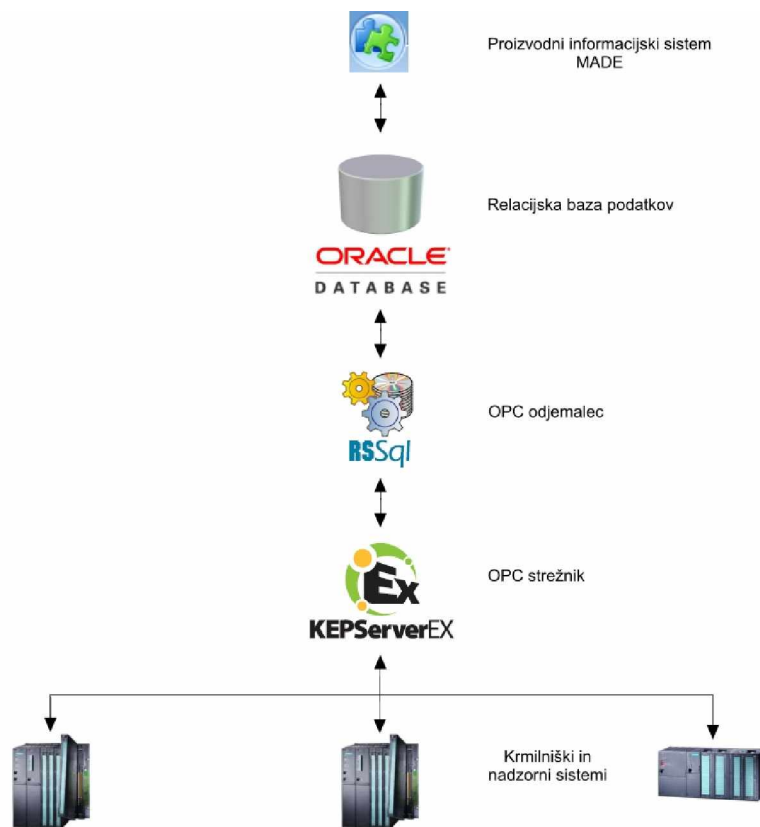
Pri nadaljnjem razvoju aplikacijske platforme smo odvisni od izdelovalca le te. V našem primeru je to slovensko podjetje Metronik. Kot smo že omenili, obstaja pri domačih in manjših ponudnikih tveganje, da zaradi razmer na trgu, prekinejo z nadaljnjim razvojem rešitve. V tem primeru nam pri nadaljnjih nadgradnjah sistema ne ostane drugega kot da zamenjamo celotni sistem, kar je poleg dodatnega časa tudi cenovno neprijazna rešitev. Ko se je podjetje Acroni odločilo za uporabo Metronikove rešitve, rešitev še ni bila razširjena in je bila deloma še v razvojni fazi. Tako je kot taka predstavljala odločitev z nekoliko večjim tveganjem.

Izkazalo se je, da gre za kvalitetno rešitev, ki se hitro razvija. Prav tako postaja vedno bolj razširjena. Platforma se je z nadaljnjim razvojem preimenovala v MX-Frame. Gre za novejšo različico platforme MADE. Ideja delovanja je še vedno enaka, le da je sedaj na voljo več možnosti. Kot primer naj omenimo dodano podporo pri podatkovnih virih, kjer je sedaj na voljo tudi OPC in iHistorian. No voljo so tudi novi grafični gradniki za boljšo predstavitev podatkov. Velja omeniti tudi precej boljšo in lažje dostopno podporo uporabnikom platforme (razvijalcem), saj je bila le ta v začetku zaradi zgodnjega razvoja dostopna le kot kratko šolanje ali neposreden kontakt z izdelovalci. Sedaj je na voljo tudi spletna stran namenjena tej platformi skupaj s spletnim forumom, video primeri ter priročnikom. [7]

## 7.4 Sistem Made in vertikalno povezovanje z nižjimi sistemi vodenja

Nivo vodenja skrbi za zajem in prenos podatkov na najnižjem nivoju. Novejši agregati so opremljeni s Siemensovo opremo za krmiljenje. Zlasti posodobljene linije, kot na primer liniji za toplotno obdelavo, so primer izredno kompleksnega sistema. Krmiljeni sta s Siemensovimi krmilniki do katerih so speljani signali gorilcev in motorjev za premikanje valjev. Za prikaz kompleksnosti sistema, je na sliki 46 kot primer prikazan le manjši del topologije peči Wellman Wellman.





Slika 47: Prenos podatkov preko krmilnikov do proizvodnega informacijskega sistema.

## 7.5 Povezovanje s poslovnim informacijskim sistemom Kopa

Sistem Kopa je kot sistem ERP, še vedno prisoten. Za izmenjavo informacij med sistemoma MES in ERP je na voljo več načinov, ki smo jih že omenili v poglavju 3.3.3. V našem primeru se za izmenjavo podatkov uporablja neposredna povezava med podatkovnima bazama. Pri opisu tega načina smo omenili, da takšen neposredni dostop ni najbolj priporočljiv, saj nam v primeru nadgradenj ali spremembe podatkovne baze ne zagotavlja pravilnega delovanja. V večini primerov je zahtevana prilagoditev posameznih aplikacij (najpogosteje SQL poizvedb).

Ker oba sistema uporabljata Oracleovo podatkovno bazo, je preprosta rešitev v obliki tako imenovanih baznih povezav (ang. database links). Te omogočajo, da izvajamo operacije nad podatki, ki so sicer del tuje podatkovne baze, enako kot da bi bile del naše podatkovne baze. Operacije so omejene na predhodno podeljene pravice uporabniku, ki želi dostopati do podatkov na tuji bazi. Tako ima oddelek poslovne informatike oziroma sistem Kopa možnost do vpogleda podatkov v vseh tabelah podatkovne baze sistema Made. Za operacije, ki dovoljujejo spremembo podatkov (insert, update in delete) ima dodeljene pravice le pri tistih tabelah, kjer je to potrebno. Nasprotno ima oddelek procesne avtomatike oziroma sistem Made le možnost vpogleda v nekatere tabele sistema Kopa.

Na sliki 48 je prikaz izmenjave podatkov med sistemi vodenja na različnih nivojih. Ko plošča zapusti obrat Vroče valjarne, sistem Kopa poskrbi, da se potrebni podatki o plošči (o naročilu, dimenzijah, zahtevah...) zapišejo v podatkovno bazo sistema Made. Če oddelek logistike kasneje spremeni podatke o plošči (sprememba naročnika, sprememba kvalitete...), se ti podatki ustrezno popravijo tudi v sistemu Made. Oddelek komerciale posreduje podatke o posebnih zahtevah kupcev. Vsi ti podatki se prenesejo s pomočjo baznih prožilcev na sistemu Kopa, ki se izvršijo ob posameznih dogodkih. Nekateri podatki se v sistem Made prenašajo ciklično. Primer so podatki o pakiranih ploščah, ki se prenašajo vsakih 10 minut.

Sistem Kopa poleg posredovanja podatkov sistemu Made od njega le-te tudi prejema. Kot smo omenili, sisteme ERP podrobnosti o proizvodnem procesu načeloma ne zanimajo. Sistem Kopa tako ciklično prebira podatke o stanju plošč oziroma napredovanju naročila, podatke o neustreznih ploščah – izmetu ter podatke o morebitnih novonastalih, neplaniranih ploščah, ki lahko nastanejo pri razrezu.



Slika 48: Izmenjava podatkov med sistemi vodenja.

## 8 Sklep

V diplomskem delu sem predstavil sisteme MES. Ti imajo dandanes v proizvodnih podjetjih vedno večjo vlogo pri doseganju zastavljenih ciljev.

Kot del oddelka Procesne avtomatike v podjetju Acroni, sem imel priložnost od blizu spoznati izgradnjo, delovanje in uvajanje takšnega sistema.

Glavna razloga za odločitev o vpeljavi sistema MES v obratu Predelava debele pločevine, sta bila potreba po natančnejšem sledenju plošč ter preveliko število napak, ki so bile posledica ročnega vnašanja in prepisovanja podatkov. Za oba glavna cilja lahko rečemo, da sta bila dosežena, kar dokazujejo tudi odgovori uporabnikov v anketi.

Poleg omenjenih ciljev je z novim sistemom omogočen tako rekoč trenutni pregled nad stanjem posameznih agregatov v obratu. Pomembna novost je avtomatska zaznava zastoja na posameznem agregatu. S tem so podatki o zastojih postali precej bolj natančni in transparentni. Izdelava poročil je prav tako postala natančnejša in tako rekoč trenutna. Dobrodošla pridobitev, tako za skrbnike sistema kot uporabnike, je prenos nekaterih opravil, kot so na primer urejanje šifrantov ali vnos novih receptov, na stran uporabnika.

Kljub temu, da je proizvodni informacijski sistem že v uporabi, pa ne bi mogli trditi, da je končan. Poleg rednega vzdrževanja in popravljanja manjših napak, se še vedno dodajajo nove funkcionalnosti. Pred kratkim se je dodala podpora uporabnikom tehnične kontrole. S tem je dodan zajem pomembnega sklopa podatkov, ki so potrebni za celovit pregled podatkov o plošči. Žal vsi pogoji za želeno popolno ukinitev kartonov, ki spremljajo ploščo, še niso izpolnjeni. Tu bo potrebno še nekaj dela in prilagoditev tudi na strani poslovne informatike.

Lasten razvoj takšnega sistema je bil še do nedavna težko predstavljen za večino podjetij. S sodobnimi orodji, kot je na primer predstavljena aplikacijska platforma MADE, je to danes lažje kot kdajkoli prej. To seveda ne pomeni, da se sedaj lahko vsako podjetje brez premisleka poda na pot lastnega razvoja.

V našem primeru se je lastni razvoj izkazal za uspešnega. Velika prednost pri tem je, da so skrbniki sistema, ljudje znotraj podjetja. Tako je odzivnost pri vzdrževanju večja kot v katerem koli drugem primeru. Veliko manjših stroškov ob tem niti ni potrebno posebej omenjati. Čas celotne izdelave je bil sicer zelo verjetno daljši kot pa če bi delo zaupali zunanemu izvajalcu.

Pridobljene izkušnje bodo zelo kmalu prišle prav že v bližnji prihodnosti. V načrtu je namreč vpeljava podobnega proizvodnega informacijskega sistema v obrat Hladna valjarna. Zaradi izkušenj pridobljenih pri izdelavi in vpeljavi sistema MES v obrat PDP, se pričakuje lažji in hitrejši potek. Poleg tega bo zaradi bolj predvidenih tehnoloških poti v tem obratu, izdelava poslovne logike lažja kot v obratu PDP. Kljub temu se projekta ne sme podcenjevati.

Največja pomanjkljivost pri uvajanju sistema MES v obratu PDP je bila premalo popolna oziroma nedodelana začetna funkcijska specifikacija, ki je bila osnova za izgradnjo sistema. Posledica tega je bilo daljše uvajanje sistema Made, saj je bilo potrebno prilagajati rešitve večkrat kot bi bilo to potrebno. Kljub temu, da je večkratno prilagajanje pri opisanem postopku nekaj običajnega, pa to ne pomeni, da ni potrebno pristopiti k zajemu zahtev čim bolj celostno že na začetku.

Ocena pridobitev, ki jih je prinesla uvedba MES sistema, ni enostavna, saj na koristi ni vedno moč gledati le s finančnega vidika. Upoštevati je potrebno vpliv velikega števila nemerljivih in posrednih koristi na poslovanje in uspešnost podjetja. Nedvoumno pa lahko trdimo, da se je z uvedbo sistema MES povečal pregled nad celotnim proizvodnim procesom, vodstvu pa je zagotovljen dostop do sprotnih podatkov, ki mu omogočajo boljše in hitrejše odločitve pri upravljanju in ukrepanju.

## Seznam uporabljenih virov

- [1] Blaže Banko, dr. Neda Karba, »Načrtovanje sistema MES v obratu PDP v podjetju Acroni«, Zbornik pete konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, 11.-12.april, Društvo avtomatikov Slovenije, Maribor, 2007
- [2] Dennis Brandl, »What is ISA-95?«, BR&L Consulting, 2008, dostopno na [http://www.apsom.org/docs/T061\\_isa95-04.pdf](http://www.apsom.org/docs/T061_isa95-04.pdf)
- [3] Interno gradivo podjetja Acroni, d.o.o., Funkcijska specifikacija
- [4] Jurgen Kletti (Ed.), »Manufacturing Execution Systems – MES,« Berlin, Heidelberg, Springer, 2007
- [5] MESA International – Whitepaper Number 6: MES Explained: A High Level Vision, September 1997
- [6] T. Ljubič, »Planiranje in vodenje proizvodnje,« Moderna organizacija, str.1-16, Kranj, 2000
- [7] MX-Frame Business Application Framework, dostopno na <http://www.mxframe.net/>
- [8] Stojaković Dejan, Pipinič Tomaž, Žnidaršič Alenka, Metronik d.o.o., »Aplikacijska platforma MADE«, Dnevi slovenske informatike 2008 – DSI, Portorož, Slovenija, 09-11. april. Interoperabilnost kot izziv informatiki, Zbornik prispevkov. Ljubljana: Slovensko društvo informatika, 2008
- [9] Sašo Todorović, »Sodobni protokoli za industrijsko komunikacijo«, diplomsko delo, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 2002
- [10] Wikipedia, OLE for process control, dostopno na [http://en.wikipedia.org/wiki/OLE\\_for\\_process\\_control](http://en.wikipedia.org/wiki/OLE_for_process_control)
- [11] Wikipedia, Rapid application development, dostopno na [http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid\\_application\\_development](http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_application_development)
- [12] Wikipedia, ADO.NET, dostopno na <http://en.wikipedia.org/wiki/ADO.NET>
- [13] Wikipedia, Windows Communication Foundation, dostopno na [http://en.wikipedia.org/wiki/Windows\\_Communication\\_Foundation](http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Communication_Foundation)



## IZJAVA O AVTORSTVU

### diplomskega dela

Spodaj podpisani      Marko Kunšič,

z vpisno številko      63010079,

sem avtor diplomskega dela z naslovom

**UVAJANJE PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA.**

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom  
doc. dr. Uroša Lotriča
- 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 13.3.2009

Podpis avtorja: \_\_\_\_\_