

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Sebastijan Pelhan

**Opredelitev informacijskega sistema za spremljanje
proizvodnje**

DIPLOMSKO DELO UNIVERZITETNEGA ŠTUDIJA

Ljubljana, 2009



Št. naloge: 01566/2009

Datum: 05.04.2009

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

Kandidat: **SEBASTIJAN PELHAN**

Naslov: **OPREDELITEV INFORMACIJSKEGA SISTEMA ZA SPREMLJANJE
PROIZVODNJE
AN INFORMATION SYSTEM FOR PRODUCTION LINE MONITORING**

Vrsta naloge: Diplomsko delo univerzitetnega študija

Tematika naloge:

Sodobna podjetja, ki se ukvarjajo s proizvodnjo, so podvržena hudi konkurenci, zato je sprotno in natančno spremljanje proizvodnje nujno potrebno. V tem primeru ne gre samo za spremljanje proizvodnje, ampak tudi za dvosmerno komunikacijo, saj se naročila preko informacijskega sistema posredujejo neposredno v proizvodnjo.

V diplomski nalogi opredelite potrebe za informacijski sistem za manjši proizvodni proces. Pri tem upoštevajte posebnosti proizvodnega procesa in značilnosti informacijskega sistema, ki v podjetju že obstaja. Pri postavitvi informacijskega sistema upoštevajte tudi enostavno rokovanje s strani delavcev v proizvodnji. Pomemben faktor pri načrtovanju je tudi zanesljivost informacijskega sistema, saj izpad ali delni izpad le tega ne sme zaustaviti proizvodnje.

Mentor:

prof. dr. Nikolaj Zimic



Dekan:

prof. dr. Franc Solina

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Sebastijan Pelhan

**Opredelitev informacijskega sistema za spremljanje
proizvodnje**

DIPLOMSKO DELO UNIVERZITETNEGA ŠTUDIJA

Mentor: prof. dr. Nikolaj Zimic, dipl. ing.

Ljubljana, 2009

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani Sebastijan Pelhan,

z vpisno številko 63960106,

sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Opredelitev informacijskega sistema za spremljanje proizvodnje

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom prof. dr. Nikolaja Zimica, dipl. ing.
- 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 1.7.2009 Podpis avtorja: _____

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Nikolaju Zimicu za pomoč, strokovne nasvete in usmeritve pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala podjetjema Kolektor Sinabit, d. o. o., in Kolektor Synatec, d. o. o., ki sta mi omogočila strokovni razvoj in pridobitev praktičnih znanj.

Posebna zahvala vsem domačim in tudi drugim, ki so mi v času pisanja diplomskega dela stali ob strani.

Kazalo

1	UVOD.....	1
2	UMESTITEV PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA	2
2.1	OSNOVNI POJMI.....	2
2.2	DELOVANJE PROIZVODNEGA SISTEMA	3
2.2.1	<i>Transformacijski sistem</i>	<i>3</i>
2.2.2	<i>Sistem vodenja.....</i>	<i>4</i>
2.2.3	<i>Informacijski sistem</i>	<i>5</i>
2.2.4	<i>Tipologija proizvodnih procesov</i>	<i>6</i>
2.3	MESTO PROIZVODNEGA PROCESA	7
3	PREDSTAVITEV PODJETJA	9
3.1	PREDSTAVITEV PROIZVODNEGA PROCESA	9
3.1.1	<i>Opis procesa od naročila do dobave izdelkov.....</i>	<i>12</i>
3.1.2	<i>Opis nalog delovodje</i>	<i>14</i>
3.1.3	<i>Opis nalog delavca.....</i>	<i>14</i>
3.2	ŠIBKE TOČKE.....	14
4	GRADNIKI SISTEMA ZA SPREMLJANJE PROIZVODNJE.....	16
4.1	TERMINALI.....	16
4.1.1	<i>Postavitev terminalov v proizvodnji.....</i>	<i>18</i>
4.2	GRAFIČNI VMESNIK NA TERMINALU	19
4.3	VNOS PODATKOV	19
4.3.1	<i>Čitalnik črtne kode</i>	<i>20</i>
4.3.2	<i>Tipi črtnih kod</i>	<i>21</i>
4.4	TISKANJE OBRAZCEV.....	22
4.5	RAČUNALNIŠKO OMREŽJE.....	22
4.5.1	<i>Postavitev brezžičnega omrežja v proizvodnji</i>	<i>24</i>
4.6	PROGRAMSKA OPREMA	24
5	PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEM	27
5.1	SHEMA SISTEMA (APLIKATIVNA RAVEN).....	28
5.2	PODATKOVNA BAZA	29
5.2.1	<i>Razvojna, testna in produkcijska baza.....</i>	<i>31</i>
5.3	UPORABA PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA	32
5.3.1	<i>Opis izboljšanega procesa od naročila do dobave izdelkov</i>	<i>32</i>
5.3.2	<i>Terminal – aplikacija »SynaproT touch«.....</i>	<i>33</i>
5.3.2.1	<i>Primer prijave za delavca</i>	<i>35</i>
5.3.2.2	<i>Prijava polne embalaže in tiskanje nalepk</i>	<i>35</i>
5.3.2.3	<i>Prijava novega materiala</i>	<i>37</i>
5.3.2.4	<i>Prijava izmeta materiala.....</i>	<i>38</i>
5.3.3	<i>Nadzorni računalnik – aplikacija »SynaproT servis«.....</i>	<i>38</i>
5.3.3.1	<i>Primer postopka za delovodjo.....</i>	<i>41</i>
5.3.3.2	<i>Spremljanje delovanja terminalov</i>	<i>41</i>
5.3.3.3	<i>Razporejanje delavcev.....</i>	<i>42</i>
5.3.3.4	<i>Ročni vnos stroja</i>	<i>43</i>

5.3.3.5	Menjava naloga	44
5.3.3.6	Prikaz šifrantov	44
5.3.3.7	Pregled prijavljenih delavcev	44
5.3.3.8	Pregled končanih prijav	45
5.3.3.9	Pregled končanih zastojev	46
5.3.3.10	Pregled prijavljenega materiala in izmeta materiala	47
5.4	REPLIKACIJA PODATKOVNE BAZE	47
6	POVEZAVA MED PROIZVODNIM IN POSLOVNIM INFORMACIJSKIM SISTEMOM	51
6.1	VHOD: ŠIFRANTI IZ SAP-A	54
6.2	IZHOD: OBDELANI PODATKI V SAP	55
7	SKLEPI.....	57
8	LITERATURA	58

Seznam slik

SLIKA 1: STRUKTURA PROIZVODNEGA SISTEMA [1]	3
SLIKA 2: POVEZOVANJE PROIZVODNIH PROCESOV.....	4
SLIKA 3: SHEMA CELOVITEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA	7
SLIKA 4: PROIZVODNI PROCES PO FAZAH, Z IZHODNIMI PODATKI	9
SLIKA 5: KOSOVNICA	10
SLIKA 6: OPERACIJSKI LIST	11
SLIKA 7: SHEMA MONTAŽNE LINIJE.....	11
SLIKA 8: PLAČILNI LISTEK	13
SLIKA 9: SHEMA PROIZVODNEGA SISTEMA	16
SLIKA 10: TERMINAL B&B 36	17
SLIKA 11: TERMINAL MIT15	17
SLIKA 12: VELIKOST IZPISA NA ZASLONU	19
SLIKA 13: ČITALNIK ČRTNE KODE SYMBOL LS2208	20
SLIKA 14: PRIMER ČRTNE KODE OPERACIJE	21
SLIKA 15: OBRAZEC ZA NA POLNO EMBALAŽO	22
SLIKA 16: USMERJEVALNIK ASUS WL-500G DELUXE.....	23
SLIKA 17: BREŽIČNO OMREŽJE	24
SLIKA 18: PODATKOVNI POGONI MYSQL [7].....	26
SLIKA 19: SHEMA SISTEMA.....	28
SLIKA 20: STRUKTURA BAZE - GLAVNE TABELE	30
SLIKA 21: KROŽENJE PODATKOV	32
SLIKA 22: OSNOVNA MASKA APLIKACIJE »SYNAPROT TOUCH«	34
SLIKA 23: MODUL »PRIJAVA DELA«	35
SLIKA 24: MODUL »VNOS PALETE«	36
SLIKA 25: NALEPKA ZA NA EMBALAŽO	37
SLIKA 26: »SYNAPROT SERVIS« – STANJE PRIJAV	39
SLIKA 27: MENI IN DREVO.....	40
SLIKA 28: NASTAVITEV PRAVIC.....	40
SLIKA 29: MODUL »TERMINALI«	42
SLIKA 30: MODUL »RAZPOREJANJE«	42
SLIKA 31: MODUL »NERAZPOREJENI«	43
SLIKA 32: MODUL »ROČNI VNOS STROJA«	44
SLIKA 33: MODUL »STANJE«	45
SLIKA 34: VNOS NOVE POTRDNITVE	45
SLIKA 35: MODUL »PROIZVODNJA«	45
SLIKA 36: MODUL »ZASTOJI«	46
SLIKA 37: IZMENJAVA PODATKOV MED PROIZVODNIM IN POSLOVNIM SISTEMOM	51
SLIKA 38: APLIKACIJA »SAPCONNECT« – MASKA ZA PRENOS V ERP	53
SLIKA 39: APLIKACIJA »SAPCONNECT« – MASKA ZA PRENOS IZ ERP	54
SLIKA 40: POLJA ZA PRENOS V SAP	55
SLIKA 41: STATUSNA POLJA PRENOSA V POSLOVNI SISTEM	56

Seznam tabel

TABELA 1: LOČITEV KOD PO VSEBINI	21
TABELA 2: OPIS FUNKCIJ V MENIJU.....	39

Seznam uporabljenih kratic in simbolov

MES	Manufacturing Execution System	Proizvodni informacijski sistem
ERP	Enterprise Resource Planing	Poslovni informacijski sistem
PLC	Programmable Logic Controller	Programabilni logični krmilnik
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Sistemi za nadzorno vodenje in zajem Podatkov
PCI	Peripheral Component Interconnect	Računalniško razširitveno vodilo
PS/2	Personal System 2	IBM-ov standard za priključitev naprav (miška, tipkovnica ...)
USB	Universal Serial Bus	Računalniško serijsko vodilo za priklop zunanjih naprav
EAN128	European Article Numbering	Način zapisa črtne kode
ADF	Advanced data formating	Način obdelave podatkov pred pošiljanjem naprej v računalnik, protokol podjetja Symbol
RS232	Recommended Standard 232	Vodilo za priklop zunanjih naprav na računalnik
LAN	Local Area Network	Lokalno računalniško omrežje
WAN	Wide Area Network	Javno računalniško omrežje
UTP	Unshielded Twisted Pair	Neoklopljena sukana parica
WLAN	Wireless LAN	Brezžično lokalno omrežje
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Inštitut inženirjev elektrotehnike in elektronike
Wi-Fi	Registered trademark Wi-Fi Alliance	Zaščiten znak združenja Wi-Fi Alliance
SQL	Structure Query Language	Strukturirani jezik za poizvedovanje

MSSQL	Microsoft SQL server	SQL-server, izdelek podjetja Microsoft
MySQL	Registered trademark MySQL AB	Zaščitena znamka podjetja MySQL AB
DB	DataBase	Podatkovna baza
GPL	General Public License	Splošna javna licenca
SAP	ERP system from SAP AG	Poslovni informacijski sistem, izdelek podjetja SAP AG
RAID	Redundant Array of Independent Disks	Redundantni sestav neodvisnih diskov
UPS	Uninterruptible Power Supply	Brezprekinitveni napajalnik
InnoDB	A storage engine for MySQL	Shranjevalni pogon za MySQL
IP	Internet Protocol adress	Naslov IP
ABAP	Advanced Business Application Programming	Visokonivojski programirni jezik podjetja SAP AG
UDP	User Datagram Protocol	Protokol uporabniškega datagrama
MAC	Media Access Control	Krmiljenje dostopa do medija
RFC	Remote Function Call	Oddaljeno klicanje funkcij
IDOC	Intermediate DOCument	Dokument za izmenjavo podatkov v SAP-u
XI	Exchange Infrastructure	SAP-modul za izmenjavo podatkov
XML	eXtensible Markup Language	Razširljiv označevalni jezik

Povzetek

Diplomsko delo opisuje izgradnjo proizvodnega informacijskega sistema v podjetju s kosovno proizvodnjo. Sistem je pomemben za pridobivanje informacij o stanju v proizvodnji in za zagotavljanje podatkov za poslovni informacijski sistem. Definiral sem opremo sistema ter razvil in prilagodil potrebne aplikacije.

V prvem delu diplome (2. poglavje) so predstavljeni osnovni pojmi za razumevanje proizvodnega informacijskega sistema in njegovo umestitev v informacijski sistem podjetja.

V drugem delu (3. poglavje) sem predstavil podjetje, ki ta sistem uporablja.

V tretjem delu (4. poglavje) sem opisal gradnike in opremo, ki je bila uporabljena za postavitev sistema.

V četrtem delu (5. poglavje) sem opisal proizvodni sistem, podatkovno bazo in primere postopkov, ki se izvajajo s pomočjo uporabe aplikacij na terminalih »SynaproT - touch« in nadzornih računalnikih »SynaproT - servis«. Vključena je izvedba replikacije podatkovne baze.

V petem delu (6. poglavje) je opisana povezava proizvodnega informacijskega sistema s poslovnim informacijskim sistemom SAP, z uporabo aplikacije »SAPConnect«.

Ključne besede:

- proizvodni informacijski sistem
- poslovni informacijski sistem
- integracija
- MES

Abstract

This thesis describes the design of a manufacturing execution system in a company with discrete parts production. The system is important for checking the status of production and collecting data for enterprise resource planning. I have defined the equipment for the system, developed and customized applications.

Basic terms for understanding the manufacturing execution system and its place in the company information system are presented in the first part (chapter 2).

The company that uses this system is presented in the second part (chapter 3).

The system parts and equipment used for building the system are described in the third part (chapter 4).

In the fourth part (chapter 5) the manufacturing system, database and examples of procedures used for work with the application on terminals »SynaproT - touch« and on supervisor computers »SynaproT – servis« are described. The setup of database replication is also included.

In the fifth part (chapter 6) the connection between the manufacturing execution system and enterprise resource planning – SAP, using the application »SAPConnect«, is described.

Key words:

- Manufacturing Execution System
- Enterprise Resource Planning
- Integration
- MES

1 Uvod

Vsa podjetja, ki delujejo v tržnem gospodarstvu, se soočajo s konkurenco. Ta narekuje oster boj za obstoj na trgu in povečevanje tržnega deleža. Podjeta na vse možne načine znižujejo stroške, ki niso neposredno povezani z ustvarjanjem primarnih produktov, ki jih ponujajo svojim uporabnikom.

Vsako podjetje ima eno vrsto informacijskega sistema. Ta je lahko plod lastne izdelave ali uveljavljen produkt z velikim številom integracij. Vsi ti sistemi so razviti z namenom boljšega obvladovanja procesov v podjetju, pomembno pa je, kako podjetje uporablja sistem za doseganje postavljenih ciljev. Tega se zavedajo zlasti v podjetjih, ki delujejo v proizvodno intenzivnih panogah, kot je na primer avtomobilska industrija.

Uvedba takih sistemov je nujna, saj omogočajo širok spekter procesnih funkcij, od krmiljenja strojev, virtualizacije procesov, nadzora nad stroji, vodenja zastojev in napak v procesu, sledenja izdelkom, nadzora nad proizvodnimi viri, spremljanja učinkovitosti, izdelave poročil in distribucije dokumentacije pa do vodenja poslovnih funkcij. Del teh funkcij, predvsem procesni, pokriva proizvodni informacijski sistem, imenovan MES (Manufacturing Execution System).

Za podjetje ni dovolj, da ima nekaj entuziastov, ki se zavedajo pozitivnih učinkov uvedbe takega sistema. Za izvedbo integracije je potrebna celovita podpora vseh zaposlenih, saj učinke občutijo prav vsi.

V proizvodnem podjetju so nekateri procesi ključnega pomena za uspešnost, preostali pa so namenjeni njihovi podpori. Pri uvedbi sistema MES se osredotočimo na pridobivanje podatkov v ključnih procesih, po potrebi pa izvedemo razširitev še na preostale.

Zajete podatke iz proizvodnje lahko spremljamo v obliki, ki jo imajo v trenutku nastanka v aplikaciji, ki je namenjena nadzoru zajema, in jih uporabimo za analize z različnimi orodji ali jih posredujemo v poslovni sistem, kjer so osnova za poslovne procese.

Cilji so:

- ažurno zagotavljanje podatkov za spremljanje proizvodnega procesa in za poslovni sistem,
- spremljanje porabe proizvodnih virov in
- glede na omejitve uvedba optimalnega načina zajema podatkov v proizvodnji.

2 Umestitev proizvodnega informacijskega sistema

V tem poglavju so za razumevanje proizvodnega informacijskega sistema opredeljeni osnovni pojmi.

2.1 Osnovni pojmi

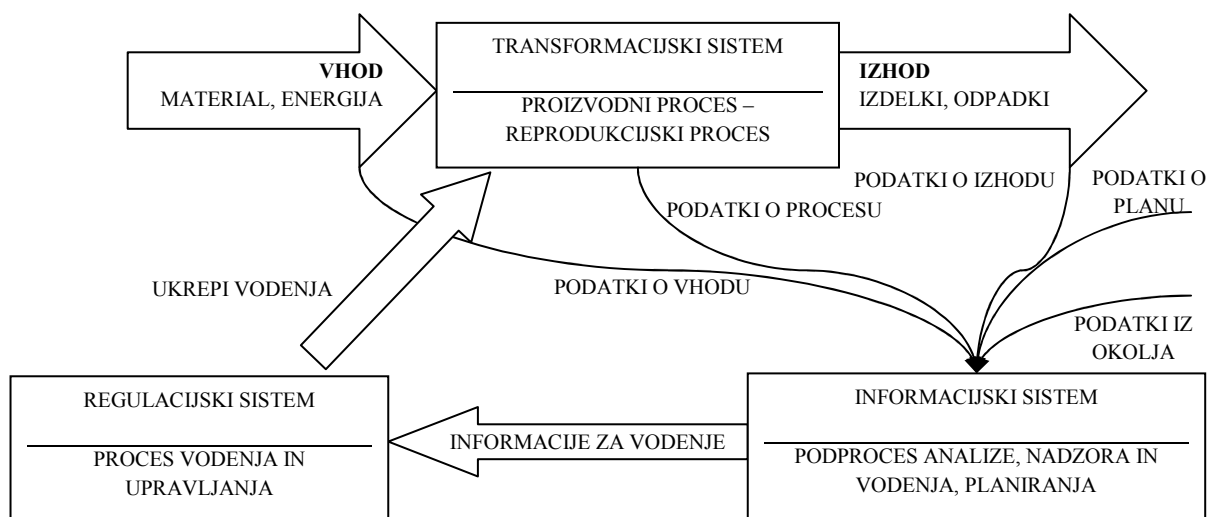
V splošnem lahko trdimo, da je proizvodnja zavestno izdelovanje nečesa koristnega. Kot koristno lahko razumemo proizvod, ki je lahko materialni (fizični) izdelek ali pa nematerialna storitev [1].

Proces proizvodjanja (izdelave) proizvodov je proizvodni proces. Sistem, v katerem se dogaja proizvodni proces, je proizvodni sistem. Pri tem imamo v mislih tako izdelke kot storitve. V nadaljevanju se bomo omejili le na proizvodne sisteme in proizvodne procese izdelave materialnih (fizičnih) izdelkov, ker se s storitvami v tej nalogi ne ukvarjamo posebej.

Sistem je po teoriji sistemov najširše opredeljen kot množica elementov v določenih medsebojnih povezavah. Sistem temelji na določenih zakonih in načelih, množica elementov pa je umeščena v okolje.

Vsak sistem je v vsakem trenutku v nekem stanju. Ločimo statične sisteme, ki so mirujoči, njihovo stanje je ves čas enako in se ne spreminja, ter dinamične sisteme, ki svoje stanje stalno spreminjajo. V dinamičnem se dogaja določeni proces, to je transformacija vhodne množice v množico izhodov. Ciljno usmerjeni sistem je dinamični sistem, ki ima smoter in namen. Spremembe stanja v ciljno usmerjenem sistemu so zavestne, zato je tak sistem vodljiv. Če sistem prepustimo samega sebi, se njegovo stanje sčasoma slabša (povečuje se entropija sistema), kar v skrajnosti privede do razpada sistema. Sistem vzdržujemo tako, da ga z vodenjem ves čas popravljamo in dopolnjujemo [1].

Tudi proizvodni sistemi so dinamični, ciljno usmerjeni in vodljivi (Slika 1).



Slika 1: Struktura proizvodnega sistema [1]

2.2 Delovanje proizvodnega sistema

2.2.1 Transformacijski sistem

V proizvodnem procesu se transformacija od vhoda do izhoda izvede običajno v več korakih. Tako moramo proizvodni proces definirati tudi kot skupek, zaporedje med seboj povezanih opravil – delovnih operacij; to zaporedje je proizvodni tok. Delovne operacije se opravljajo na mestih obdelave – delovnih mestih, pri čemer kot delovno mesto razumemo funkcionalno povezavo delavcev (enega ali več) in delovnih sredstev (prostora, strojev, orodij in naprav) na neki lokaciji. Pri tem se lahko srečamo s primerom, da delovno mesto tvorita samo en delavec in samo eno delovno sredstvo, ali pa s tem, da je na delovnem mestu več delavcev in/ali delovnih sredstev na isti lokaciji; takrat govorimo o sestavljenem delovnem mestu. V praksi delovno mesto pogosto enačimo s strojem.

Načeloma ločujemo [1]:

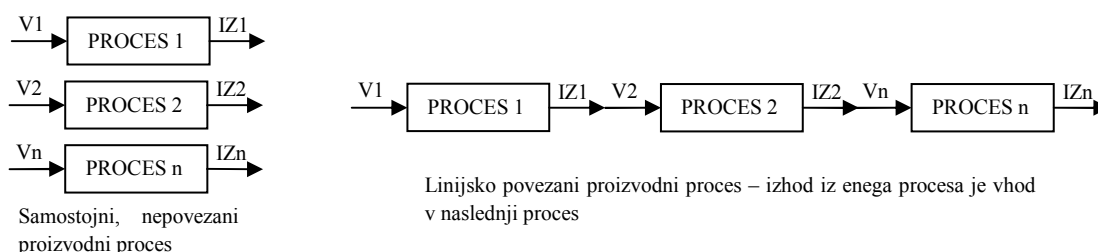
- tehnološke delovne operacije – proizvodne delovne operacije, te se izvajajo v okviru proizvodnega procesa,
- kontrolne delovne operacije, te se izvajajo za ugotavljanje, merjenje in nadziranje stanja obdelovancev,
- transportne delovne operacije, te se izvajajo za prevoz obdelovancev po proizvodnji,
- skladiščne delovne operacije, te se izvajajo za hranjenje obdelovancev v nekem prostoru.

Različne delovne operacije v procesu izdelave nekega izdelka se izvajajo na različnih delovnih mestih oziroma strojih. Te pa v proizvodnji lahko razmestimo na različne načine. Značilni so [1]:

- delavniški raspored: če so stroji razporejeni tako, da so istovrstni stroji v istem prostoru – delavnici oziroma oddelku; v vsaki delavnici se izvaja ena tehnološka operacija, obdelovance pa se med delavnicami občasno transportira s preprostimi transportnimi sredstvi; čas prehoda med operacijami je dokaj dolg; materialni tok se prekinja, ker obdelovanci med obdelavami lahko čakajo; čas izvajanja tehnoloških operacij na obdelovancih ni usklajen;
- linijski raspored opreme: stroji so razporejeni glede na proizvodni tok oziroma glede na to, kako si sledijo tehnološke operacije; posamezne stroje običajno povezuje posebno transportno sredstvo, ki teče kontinuirano (tekoči trak), pri čemer se materialni tok lahko prekinja; čas prehoda med operacijami je zanemarljiv; zaporedje tehnoloških operacij je delno časovno usklajeno – operacije si sledijo nepretrgano;
- proizvodne celice: stroji so razporejeni po izdelkih, ki tam nastajajo, ampak niso povezani s tekočim trakom;
- procesni raspored opreme: vsa oprema (stroji in transportna sredstva) je razporejena in po linijskem načelu združena v zaprt sistem, skozi katerega nepretrgoma teče tok obdelovancev; proizvodni proces oziroma zaporedje operacij je časovno popolnoma usklajeno, materialni tok pa kontinuiran.

Možne so tudi kombinirane oblike razmestitve. Način je pogojen predvsem z vrsto proizvodnje.

Proizvodni proces je lahko tudi samostojen in nepovezan. Iz okolja se vanj vlaga vložek in iz njega se v okolje oddajajo izdelki. Na podlagi organizacijskih in tehnoloških vzrokov je mogoče proizvodni proces razdeliti na delne proizvodne procese, ki se med seboj povezujejo (Slika 2).



Slika 2: Povezovanje proizvodnih procesov

Možni so tudi drugi načini povezovanja (iz enega procesa v več, iz več procesov v enega).

Več proizvodnih procesov, med seboj povezanih ali nepovezanih, se združuje v integrirano proizvodnjo.

2.2.2 Sistem vodenja

Z ustreznim ukrepanjem želimo vzdrževati stanje proizvodnega procesa, tako da bo ta kljub stalnim zunanjim motnjam in notranjim izgubam dosegal predpostavljeni prvotni cilj: izdelati predpisano količino izdelkov predpisane kakovosti v čim krajšem času, v zahtevanem roku in ob čim nižjih stroških [1].

Vodenje proizvodnje moramo razumeti kot stalno popravljanje oziroma spreminjanje vložka v transformacijski proces in stanja procesa na osnovi v (informacijskem) podprocesu nadzora izmerjenih in v podprocesu analize analiziranih odstopanj dejansko doseženih vrednosti od planiranih vrednosti.

2.2.3 Informacijski sistem

Namen informacijskega sistema proizvodnje je omogočiti planiranje, nadzor, analizo in vodenje proizvodnje oziroma proizvodnega procesa.

S planiranjem se postavijo cilji delovanja proizvodnega sistema [1]:

- kaj se želi doseči,
- kakšna kakovost,
- koliko (količina),
- kdaj,
- vrednost (prihodek, strošek).

Plan lahko razumemo kot način poti skozi proizvodni proces.

V okolju tržnega gospodarstva velja načelo, da podjetje proizvaja tisto, kar lahko proda, zato so izhodiščne informacije za planiranje proizvodnje informacije o potrebah trga. Te informacije ima v podjetju 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 [1].

Naročilo sme zajemati le izdelke, predvidene za proizvodnjo. Zanje mora biti izdelana vsa osnovna tehnična dokumentacija. Izdelki morajo biti razviti in v proizvodnem stanju.

Zaradi motenj, ki izvirajo iz okolja ali pa nastajajo v sistemu, se lahko zgodi, da se stanje sistema toliko spremeni (običajno poslabša), da ne dosega postavljenih ciljev. Zato je treba stalno nadzorovati dejansko stanje sistema in doseganje ciljev [1].

Nadzor proizvodnega procesa razumemo kot zagotavljanje dejanske porabe virov, ki so na voljo za izdelavo z načrtom predvidenih izdelkov, in kot primerjavo porabe virov s predpostavljenimi vrednostmi, torej kot nadzor nad:

- porabo kapacitet,
- porabo materiala,
- porabo finančnih sredstev in
- kakovostjo izdelkov,

pri tem pa obstaja povezava med porabo kapacitet in materiala, kakovostjo in stroški.

Z analizo ugotavljamo vzroke za odstopanja, ki so bila izmerjena v podsistemu nadzora. Odstopanja dejanskih vrednosti od predvidenih vrednosti so lahko:

- posledica sistemskih napak,

- posledica sprememb poti skozi proizvodni proces.

Ugotavljanje in analiziranje odstopanj je nujno, ker je za zagotavljanje obstoja sistema treba dogajanja v njem stalno popravljati in izboljševati. Pogoja za uspešnost pri tem sta ažuren nadzor nad dogajanjem in seveda takojšna analiza [1].

Vsak proizvodni sistem zahteva svoj specifični informacijski sistem, zato informacijskih sistemov kot celote ni mogoče prenašati in izmenjevati. Seveda pa se lahko standardizira informacijska podpora posameznih podsistemov oziroma procesov. S tem postanejo posamezni gradniki informacijskega sistema proizvodnje prenosljivi in univerzalno uporabni.

2.2.4 Tipologija proizvodnih procesov

V raznih panogah razlikujemo več vrst proizvodnih procesov. Razlike so predvsem v značilnostih proizvodnega procesa, značilnostih okolja in dejavnikov proizvodnega procesa ter značilnostih izdelkov in vpliva kupcev na oblikovanje izdelkov.

V delu sem se osredotočil predvsem na kontinuirane proizvodne procese, ki so značilni za proizvodnjo, kjer se v enem proizvodnem ciklusu dlje časa izdeluje veliko število izdelkov iste vrste. Ta ima naslednje značilnosti [1]:

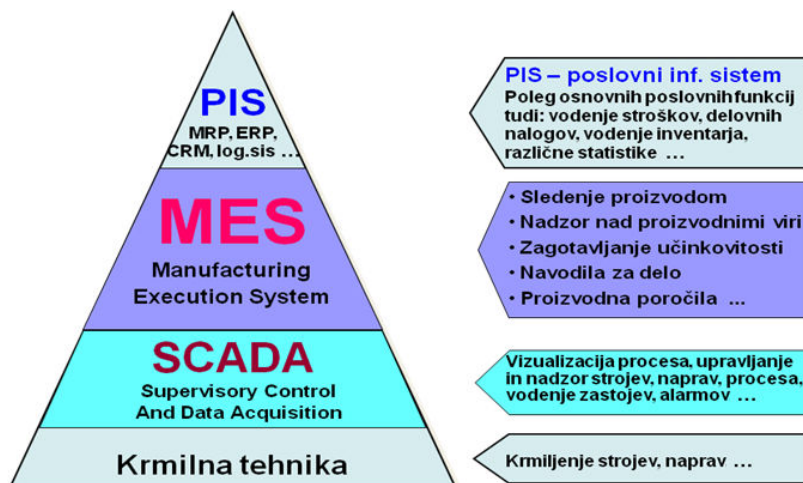
- zelo majhen sortiment izdelkov – veliko število izdelkov iste vrste,
- proizvodnja teče neprekinjeno razmeroma dolgo časa, v tem času se izdelajo velike količine izdelkov iste vrste,
- oprema je specializirana, razpored opreme je linijski – delovna mesta se povezujejo v linije, transport med delovnimi mesti je avtomatiziran,
- kapacitete delovnih mest so usklajene, obremenitev delovnih mest je enaka, kapacitete so polno zasedene,
- proizvodnja je usmerjena k izdelkom najvišje stopnje (končnim izdelkom), običajno komponent nekega izdelka ni mogoče uporabljati kot končne izdelke,
- faza razvoja se strogo ločuje od faze proizvodnje,
- proizvodna dokumentacija je zelo natančna, improvizacija ni dovoljena,
- proizvodnja je izrazito toga, uvajanje sprememb je težko, vsaka sprememba zahteva veliko pripravljalnega dela,
- investicijski stroški so visoki v primerjavi s stroški za ustrezen proizvodni proces, ki se lahko prekinja,
- cena izdelkov je nizka, ker se sicer visoki stroški investicij in priprave porazdelijo na veliko število izdelkov.

Glede na tipologijo lahko pravilno prilagodimo proizvodni informacijski sistem, tako da je kar najbolj učinkovit.

2.3 Mesto proizvodnega procesa

Informacijski sistem v podjetju je sestavljen iz več sistemov, ki so ločeni po področjih uporabe, so pa vsebinsko povezani.

Spodaj (Slika 3) so predstavljeni vsi splošni sistemi v podjetju. Trikotnik ponazarja širino podatkov, ki so na razpolago v nekem sistemu.



Slika 3: Shema celovitega informacijskega sistema

Na primer na krmilni ravni je velika množica podatkov, ki so pomembni za pravilno delovanje opreme. Ti podatki so lahko vhodni parametri, ki določajo delovanje naprav, ali pa izhodni parametri za ugotavljanje kakovosti izdelave. Podatki so sprogramirani v krmilniški logiki (PLC – Programmable Logic Controller).

Nad podatki iz krmilnikov deluje sistem SCADA (Supervisory, Control And Data Acquisition). Ta vsebuje programsko opremo, ki je namenjena zajemanju, obdelavi in predstavitvi podatkov proizvodnega procesa v realnem času, in izvajanju nadzornega vodenja proizvodnih procesov.

Sistem SCADA izmenjuje podatke s krmilnikom, jih obdeluje ter prikazuje operaterju na prikazovalniku. Trenutne vrednosti parametrov procesa odražajo trenutno stanje procesa. Tako omogočajo hitro odločanje in ukrepanje. Pri SCADI gre za vmesnik med človekom in strojem. Tudi tu je pomembna količina podatkov, ki bi jih sistem posredoval uporabniku in naprej v sistem MES. Višje ko se pomikamo v piramidi, bolj se zmanjšuje količina podatkov, ki se prenaša v sistem nad njim.

V sistem MES običajno zajemamo podatke o trenutnem stanju proizvodnega procesa. Da bi imeli čim bolj ažurne podatke, je te podtrebno omejiti na najbolj bistvene. Ti so npr.: ali stroj deluje, ali je na stroju zastoj, kakšna količina izdelkov je proizvedena in koliko časa traja proizvodnja.

Sistem MES je informacijski sistem, ki omogoča dodeljevanje vseh potrebnih proizvodnih virov in spremljanje proizvodnega procesa. Njegova najpomembnejša funkcija je podatke

obdelati in shraniti tako, da so primerni za posredovanje v poslovni sistem. Pomembna lastnost sistema MES je, da lahko z njegovo pomočjo povečamo produktivnost in kakovost proizvodnje. Rešitve MES-a zajemajo opremo za sledenje in upravljanje proizvodnje, upravljanje delovnih nalog, nadzor izvajanja proizvodnega procesa, obveščanje uporabnikov o pomembnih dogodkih in generiranje različnih poročil ali proizvodne dokumentacije.

Podatki iz sistema MES so še bolj zreducirani za prenos v ERP¹ (Enterprise Resource Planning) – slovensko PIS (poslovni informacijski sistem). Sistem ERP je celovito povezana in na poslovnem modelu temelječa sestava uporabniških programov, ki ob uporabi sodobne tehnologije zagotavlja vsem poslovnim procesom organizacije in njenim poslovnim partnerjem možnosti načrtovanja, razporejanja virov in ustvarjanja dodane vrednosti.

Sistem ERP ima enoten uporabniški vmesnik za izvajanje in upravljanje glavnih aktivnosti znotraj podjetja.

Učinkovitost celotnega sistema (Slika 3) se kaže tudi v tem, kako dobre so povezave med sistemi. Te morajo biti:

- hitre,
- stabilne,
- kakovostne – zajemati morajo pravilen spekter podatkov.

¹ ERP (Enterprise Resource Planning) je kratica za poslovni informacijski sistem.

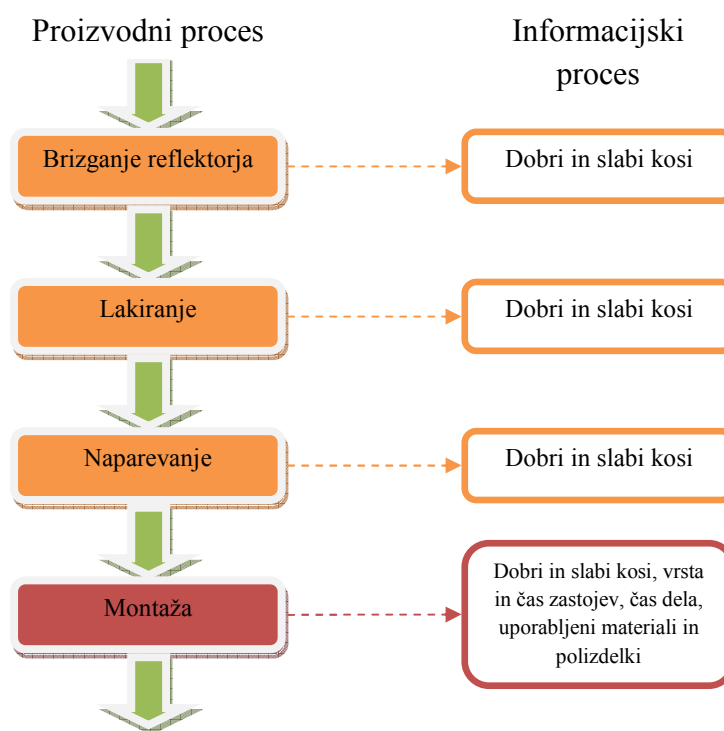
3 Predstavitev podjetja

Obravnavano bo podjetje, ki razvija in izdeluje komponente in sisteme za avtomobilsko industrijo. Na tem trgu je konkurenca velika, zato so kupci vedno bolj zahtevni glede kakovosti, dobavnih rokov in cene.

Med strateškimi cilji podjetja so poleg povečanja proizvodnje tudi ustvarjanje razmer za optimalno koriščenje obstoječih proizvodnih zmogljivosti, izboljševanje obratovalne zanesljivosti proizvodnih naprav ter zagotavljanje konkurenčne kakovosti in zanesljive oskrbe kupcev. Korak bližje k tem ciljem nedvomno prispeva tudi proizvodni informacijski sistem, ki je bil za to uveden in bo predmet obravnave v nadaljevanju.

3.1 Predstavitev proizvodnega procesa

Proces v tem podjetju je sestavljen iz štirih tipičnih faz, ki si sledijo zaporedno (Slika 4). V prvo fazo vstopajo samo materiali, v naslednje faze pa poleg teh tudi polizdelki iz prejšnje faze. Polizdelki se pred vstopom v naslednjo fazo hranijo v medfaznih zalogah. Po zadnji, četrti fazi dobimo končne izdelke. Ti se skladiščijo v glavnem skladišču.



Slika 4: Proizvodni proces po fazah, z izhodnimi podatki

- Prva faza je brizganje duroplastov na brizgalnem stroju. V tej fazi lahko en operater nadzoruje več strojev. Dobimo polizdelek – reflektor za nadaljnjo obdelavo. Podatki o številu dobrih in slabih kosov ter času izdelave se zajemajo ročno. To pomeni, da se vpisujejo v za to namenjen papirni obrazec.
- Druga faza je lakiranje. Tudi v tej se podatki o številu izdelanih dobrih in slabih kosov zajemajo ročno. Ker je v tej fazi v delo vključenih več delavcev, je količina zajetih podatkov večja.
- Tretja faza je naparevanje. Podatki o dobrih in slabih kosih se zajemajo ročno. Izdelani kosi se shranijo v medfaznem skladišču.² Tam so na voljo za naslednjo fazo.

KOSOVNICA							HXS 8104 (11.04)	
INDEX SPREMEMBE:		062						
DATUM VELJAVNOSTI:		06.01.2009						
DELOVNI NALOG:		1162780						
NAZIV:		ZAROM FF-LES A/FPO BL LW L MGL2 AF2 1LG						
KODA:		270.370-037						
KOLI#INA:		400 KOS						
KODA	DATUM	OP	NAZIV	SAR#A	SKL.	KOLI#INA		
270.925-00 KOS	13.05.2009	0010	REFLEKTOR LES L A3300		060	400		
270.920-00 KOS	13.05.2009	0010	SENCNIK		PR01	400		
160.643-00 KOS	13.05.2009	0010	ZGLOB		PR01	400		
156.363-00 KOS	13.05.2009	0010	ZGLOB NASTAVLJIVI		PR01	400		
156.364-00 KOS	13.05.2009	0010	ZGLOB NASTAVLJIVI ZAPRT		PR01	400		

Slika 5: Kosovnica

- Četrta faza je montaža. Podatki o dobrih in slabih kosih se spremljajo ročno. V tej fazi je število vhodnih polizdelkov in materialov večje kot v prejšnjih. Natančno je to definirano na kosovnici (Slika 5). Obrazec vsebuje podatke o različici kosovnice (INDEX SPREMEMBE), njen datum veljavnosti, podatek o tem, na kateri proizvodni nalog in izdelek se nanaša (KODA), in podatek o predvideni količini izdelave. Spodaj vsebuje tudi tabelo z vsemi materiali in polizdelki, potrebnimi za montažo v končni izdelek. Ti so razdeljeni po operacijah.

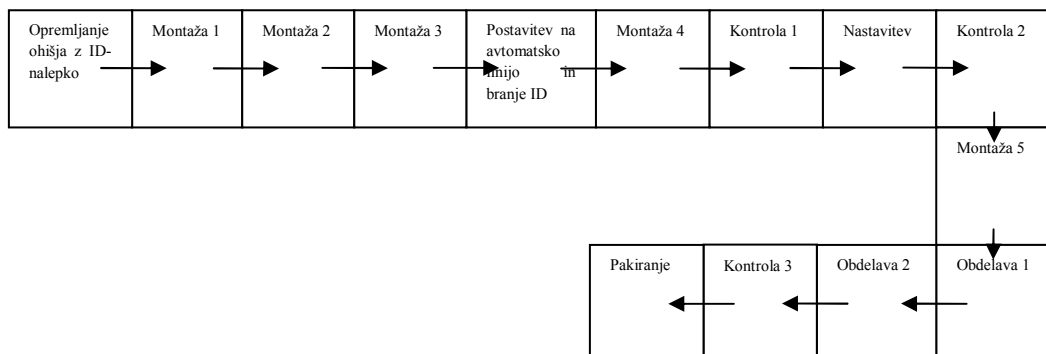
² Medfazno skladišče je prostor v proizvodnji, namenjen hranjenju izdelkov, ki so bili izdelani v eni operaciji in čakajo na vstop v naslednjo.

Navodila za montažo so definirana v operacijskem listu (Slika 6). Ta obrazec vsebuje v glavi enake podatke kot kosovnica. Spodaj je tabela z vsemi operacijami. Vsaka vrstica vsebuje opis, zaporedno številko operacije ter podatke o številu vključenih delavcev, o uporabljenem orodju, tipu operacije,³ delovnem mestu, stroškovnem mestu in času izdelave.

OPERACIJSKI LIST								HXS 8102 (11.04)	
INDEX SPREMEMBE:		062							
DATUM VELJAVNOSTI:		06.01.2009							
DELOVNI NALOG:		1162780							
NAZIV:		ZAROM FF-LES A/FPO BL LW L MG12 AF2 1LG							
KODA:		270.370-037							
KOLI#INA:		400 KOS							
OPERACIJA/ORODJE	#T.OP.	#TEV.OSEB	ORODJE	KLJU#	TE.DM.	SM	KOSOVNI #AS		
Montaža 10 oseb 109 kos/uro	0005	0,00		ZS14	92502575	5411	220 MIN		
Mont. senžnika in zglobov nastavljalnih NAPR-SENCNIK VM	0010	1,00	270.370-01U180	ZS14	00053004	5411	148 MIN		
Mont. nosilca šarnice H1 in vijakov NAPR-DRZALO ZARNICE VM	0020	1,00	270.370-01U190	ZS14	00053004	5411	148 MIN		
Mont. šarnice H7 in izpihavanje NAPR-ZARNICE H7 VM	0030	1,00	270.370-01U200	ZS14	00053004	5411	144 MIN		
Montaža LWR motorja in adapterja ter NAPR-NAPELJAVA VM	0040	1,00	270.370-01U010	ZS14	00053004	5411	220 MIN		

Slika 6: Operacijski list

Postopek na montažni liniji je podrobneje prikazan na spodnji sliki (Slika 7). Delo se začne z operacijo »Opremljanje ohišja z nalepko«, konča pa z operacijo »Pakiranje«. Če so izdelki slabi, so izhodi izdelkov iz linije možni tudi na »Kontroli 3«. Ti izdelki se prenesejo na posebno linijo za popravilo.



Slika 7: Shema montažne linije

³ Tip operacije je pomemben za obračun v poslovnem sistemu; tipične vrednosti so ZS01 in ZS03 (glavni operaciji) ter ZS14 (pomožna operacija).

3.1.1 Opis procesa od naročila do dobave izdelkov

Proizvodnja podjetja temelji na naročilih kupcev. Ko se kupec odloči za nabavo izdelkov, odda naročilo, ki vsebuje podatke o tipu izdelka, količini in želenem roku dobave. V nadaljevanju je opisan postopek od naročila do dobave izdelkov:

1. Tekom dneva, predvidoma od 8. do 16. ure, kupci oddajajo naročila.
2. Prodajna služba vnese ta naročila v poslovni sistem.
3. Vsa naročila, ki so zbrana v enem dnevu, se do naslednjega dne v poslovnem sistemu avtomatsko obdelajo. V poslovnem sistemu se sproži opravilo, ki na osnovi vnesenih naročil izdelava planske naloge in jih razporedi glede na že obstoječe, na želeni rok dobave in proste proizvodne kapacitete. Med obdelavo sistem preveri zaloge materialov in polizdelkov, ki so potrebni za proizvodnjo izdelkov. Če je zaloge premajhna, se za manjkajoče količine izvedejo naročila pri dobaviteljih.
4. Naslednji dan zjutraj planer pregleda planske naloge in na njihovi osnovi izda proizvodne naloge. Pri tem ima možnost spremembe vrstnega reda, v katerem se bodo nalogi izvajali. Zamenjava linije, kjer se bo izdelke proizvodnjo, zaradi tehnoloških omejitev ni možna.
5. Ko se proizvodni nalog izda v proizvodnjo, je v poslovnem sistemu na voljo za zbiranje podatkov o izdelanih kosih in porabljenih urah za izdelavo. Proizvodnja na montažni liniji se začne, ko delovodja razporedi delavce na delovna mesta. Pred tem mora na osnovi kosovnice zagotoviti dostavo materiala in polizdelkov, ki so potrebni za montažo na liniji.
6. Postopek montaže poteka po operacijah, določenih v operacijskem listu. Izdelani kosi na koncu linije se zlagajo v embalažo. Ko je polna, je pripravljena za prevzem v skladišče.

Podatke za poslovni sistem vpisuje delavec na plačilni listek (Slika 8) v zadnji operaciji linije. Vpisujejo se, ko je dosežena razpisana količina na proizvodnem nalogu. Če proizvodni nalog še traja, čeprav se je izmena že končala, pa se takrat zapiše trenutna količina. Trajanje nalogov je odvisno od količine naročenih izdelkov in od tehnološkega postopka za izdelavo izdelka.

3.1.2 Opis nalog delovodje

Na začetku izmene delovodja dobi seznam proizvodnih nalogov, ki se bodo proizvajali. Poskrbi za transport potrebnih materialov in polizdelkov na delovna mesta, razporedi delavce in potrdi prevzem procesa. Med delovnim procesom skrbi za odpravljanje težav na liniji. Med izmeno in predvsem na koncu izmene zbira podatke o številu izdelanih kosov.

3.1.3 Opis nalog delavca

Po prihodu v podjetje se delavec zgleda pri delovodji. Ko so zbrani vsi delavci, jih delovodja razporedi na določeno delovno mesto.

Delavec, ki dela na zadnji operaciji, skrbi za zlaganje izdelkov v embalažo in vnos podatkov v plačilni listek. Za pravilnost vnesenih podatkov jamči s svojim podpisom.

3.2 Šibke točke

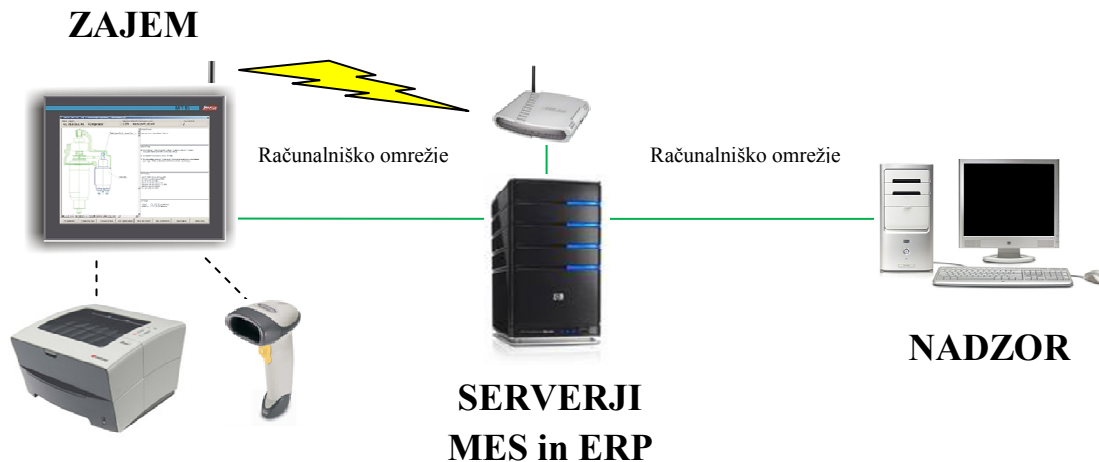
Zgoraj opisani proces ima nekaj slabih točk; njihov vpliv na poslovanje celotnega podjetja je treba čim bolj minimizirati. Te točke so:

- Pri načinu dela, opisanem v poglavju 3.1.1, se podatki o izdelanih kosih v popoldanski in nočni izmeni vpisujejo naslednji dan zjutraj, in šele ko so obdelani, je možno izdati dobavnico za prevoz izdelkov do kupcev. Za to težavo je treba najti učinkovito rešitev. Ta šibka točka je z vidika poslovanja podjetja najbolj kritična.
- Druga šibka točka je, da ni natančnega spremljanja števila kosov v embalažah. Palete niso korektno označene, saj se jih označuje šele ob odpremi v skladišče. Tu je velika možnost napak in manipulacij na škodo kupcev. Lahko se namreč zgodi, da delavec pomotoma ali namenoma zapakira embalažo in jo na plačilni listek vpiše kot polno, čeprav manjka kakšen kos, ko delovodja preverja število izdelanih kosov, pa šteje embalažo kot polno.
- Pri ročnem vpisovanju kosov je možnost napak velika. V poslovnem sistemu je lahko stanje o izdelanih kosih na proizvodnih nalogih drugačno od dejanskega stanja v proizvodnji. S tem se zmanjša verodostojnost podatkov v poslovnem sistemu, kar vpliva tudi na načrtovanje novih nalogov in proizvodnih kapacitet ter na zaloge materiala in polizdelkov.
- Ni natančne relacije med količino izdelanih kosov in količino, ki je vnesena na proizvodni nalog v poslovnem sistemu. Kosi se izdelujejo kontinuirano in se v primeru presežene količine na obstoječem nalogu pišejo na naslednjega.
- V poslovnem sistemu ni točne evidence, koliko časa so delavci dejansko delali. Skupni čas izdelave se namreč izračuna na podlagi normativa in števila izdelanih kosov. To je potrebno za motiviranje delavcev z nagrajevanjem glede na učinkovitost.
- Ni zajema zastojev na liniji. Glede na to, da ne vemo, koliko časa je bila v zastojih in koliko časa je potekalo redno delo, težko ocenjujemo učinkovitost linije.

- Ni spremljanja dejansko uporabljenih materialov in polizdelkov. V primeru reklamacije ne moremo ugotoviti, kateri material ali polizdelek je razlog zanjo. Predvsem bi radi ugotovili, katera šarža in od katerega dobavitelja je vplivala na slabo kakovost. Temu sledi ukrep za izboljšavo stanja. Pri dobavljenih materialih se uveljavi reklamacijo dobavitelju nekega materiala, hkrati pa se poveča nadzor pri nabavi. Pri polizdelkih pa se ugotavlja, ali gre za napake v tehnološkem postopku ali pri opremi (napačna nastavitvev, obrabljenost ...). To je možno zato, ker se polizdelki v večini izdelujejo v istem podjetju. Če bi polizdelke kupovali, pa podatkov o tehnologiji in pogojih, pod katerimi so bili izdelani, ne bi imeli.

4 Gradniki sistema za spremljanje proizvodnje

Sistem spremljanja proizvodnje je sestavljen iz več povezanih gradnikov (Slika 9). Vsi so analizirani in podrobneje opisani v naslednjih točkah.



Slika 9: Shema proizvodnega sistema

Zajemanje podatkov poteka na terminalih, ki so nameščeni v proizvodnji. Vsak terminal ima za učinkovito delo priključen čitalnik črtne kode in tiskalnik za tiskanje obrazcev. Uporabljajo jih delavci na montažnih linijah. Praviloma je postavljen en terminal na vsako montažno linijo, način povezave v omrežje pa je odvisen od razpoložljivosti lokacije v proizvodni hali.

Podatki, zajeti na terminalih, se prek žičnega ali brezžičnega omrežja zapisujejo v ustrezno dimenzioniran podatkovni strežnik. Na njem se izvajajo tudi prenosi podatkov v poslovni sistem.

Računalniki v proizvodnji so povezani v omrežje. Prek njih poteka nadzor nad delovanjem sistema za spremljanje proizvodnje.

4.1 Terminali

Na izbiro sem imel starejše terminale, z alfanumeričnim izpisom (velikosti 2 vrstici po 80 znakov) in z namensko tipkovnico, ter novejšje, z grafičnim izpisom (ločljivosti 1.024 x 768 pik) in z zaslonom, občutljivim za dotik. Iz strateških razlogov našega podjetja je bil postavljen pogoj, da so terminali lastne izdelave.

Alfanumerični terminal (Slika 10) ima pomanjkljivost, da je treba program za branje in izpisovanje podatkov napisati namensko za terminal z določenimi lastnosti. Pomembnejše

lastnosti, ki jih je treba upoštevati pri programiranju, so: velikost zaslona, število in razporeditev tipk ter protokol, po katerem se podatki prenašajo iz terminala v aplikacijo, ki zbira vnesene podatke.

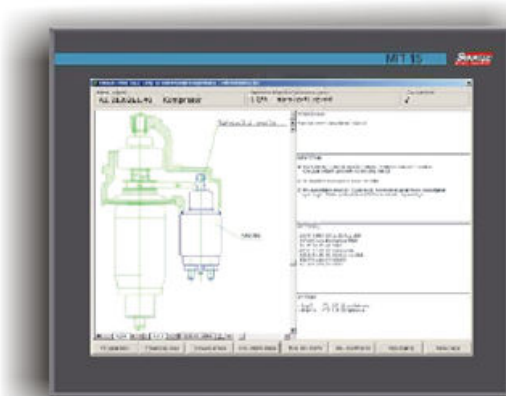


Slika 10: Terminal B&B 36

Vnos podatkov poteka prek namenske tipkovnice na maski pod zaslonom. Funkcije gumbov so vnaprej določene in se med uporabo ne spreminjajo.

Na zaslonu alfanumeričnega terminala lahko naenkrat prikažemo omejeno količino podatkov. Omejitev je število segmentov. Vsak segment prikazuje eno črko teksta. Če bi se med razvojem ali ob dopolnitvah na projektu izkazalo, da je treba povečati število segmentov, bi bilo treba zamenjati alfanumerični zaslon in na novo izdelati celo sprednjo masko terminala ter popraviti program v kontrolerju terminala in program, ki zbira vnesene podatke na strežniku. Pri izdelavi nekaj deset terminalov (za lastne integracije) to ni ekonomično.

Grafični terminali (Slika 11) po drugi strani omogočajo veliko fleksibilnost pri izdelavi uporabniškega vmesnika. Ob pravilnem oblikovanju so prijaznejši do uporabnika. To npr. pomeni, da lahko izberemo pravo velikost teksta in prave barve ter da gumbe pozicioniramo tako, da so razdalje med njimi čim krajše in da se med pritiskanjem ne zakriva pregled nad podatki na zaslonu.



Slika 11: Terminal MIT15

Obstaja pa nevarnost, da se zaradi velike fleksibilnosti pri razvoju grafični vmesnik zakomplicira in prikazuje preveliko količino podatkov, kar uporabnika zmede. Pri alfanumeričnih terminalih smo k enostavnosti prisiljeni zaradi omejitev.

Obe vrsti terminalov sta bili razviti v podjetju. Interni izračuni so pokazali, da alfanumerični terminali niso bistveno cenejši za izdelavo manjših količin. Z njimi je tudi povezan velik strošek izdelave namenskega kontrolnega vezja in prednje maske z gumbi. Maska terminala mora biti prilagojena za proizvodno okolje. Pri grafičnih terminalih pa so zasloni, občutljivi za dotik, že splošno razširjeni in zato cenovno ugodni.

Uporabil sem grafične terminale, občutljive za dotik. Ta dodatna funkcionalnost je celoten sistem bolj približala delavcem, saj se s tem načinom uporabe večinoma še niso srečali. Tak terminal je tudi manj robusten.

Pomembne lastnosti za izdelavo grafičnega terminala:

- zaslon, občutljiv za dotik,
- širok vidni kot zaslona,
- svetilnost zaslona,
- velika prikazovalna površina,
- ugodno razmerje med funkcionalnostjo/velikostjo in ceno,
- možnost vgradnje,
- razširitvena reža PCI (kartica za zajem iz industrijskega vodila),
- standardne komponente.

Vsak terminal je postavljen v dodatno ohišje, ki je zaščiteno z zračnim filtrom in ima zunanjo anteno za brezžično povezavo v omrežje. To ohišje je montirano na primerno stojalo, ki ima tudi polico za tiskalnik in nosilec za čitalnik črtne kode.

4.1.1 Postavitev terminalov v proizvodnji

Vsako podjetje ima različno proizvodno halo, različno število zaposlenih in različno razmestitev delovnih mest. Vse to je pomembno tudi za postavitev terminalov in njihovo učinkovito uporabo. Pred njihovo postavitvijo je treba upoštevati:

- porazdelitev dogodkov, ki se pojavljajo v proizvodnem obratu,
- čas trajanja posameznih prijav,
- razdalje med delovnimi mesti in terminali,
- stroške terminalov.

Na podlagi več projektov smo prišli do izkustvenega pravila, da se na vsakih 10–15 delavcev postavi en terminal. To pravilo je potrjeno tudi v študiji razmestitve [2].

V našem primeru to število delavcev ustreza ravno eni montažni liniji, zato ima vsaka linija svoj terminal.

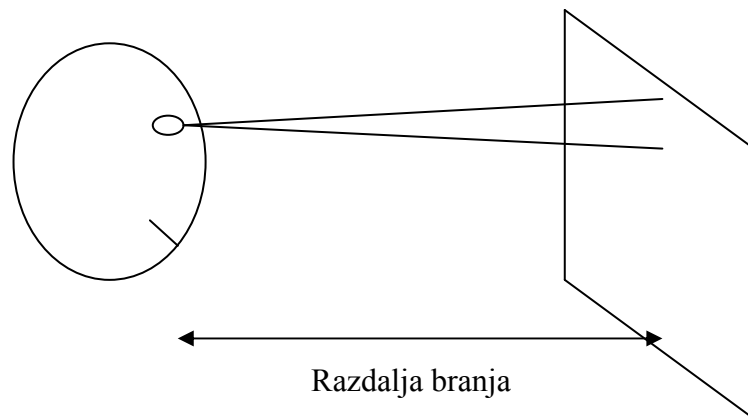
4.2 Grafični vmesnik na terminalu

Grafični vmesnik je za aplikacije zelo pomemben, saj njegova kakovost vpliva na njihovo dožemanje. S pogostostjo uporabe se to odraža tudi posredno na storilnosti uporabnika.

Za preprosto branje izpisanih podatkov je pomembna velikost izpisa (Slika 12). To dobro podaja spodnja splošna enačba [3]:

$$\text{velikost izpisa} = 2 * \operatorname{tg} \left(\frac{0,3^\circ}{2} \right) * \text{razdalja branja}$$

Za 95 odstotkov ljudi je kot, ki še omogoča dobro branje izpisa, 0,3 stopinje. To pomeni, da morajo biti črke velike najmanj 5 mm, če beremo na razdalji 1 m. V našem primeru, pri terminalu z velikostjo pike 0,297 mm, mora biti velikost pisave približno 16 pik.



Slika 12: Velikost izpisa na zaslonu

Terminal ima zaslon, občutljiv za dotik. Temu primerno je treba dimenzionirati gumbe v terminalski aplikaciji. Gumb je smiselno postaviti na spodnji rob zaslona, da ni treba previsoko dvigovati roke. S tem pridobimo tudi boljšo vidljivost izpisanih podatkov, saj jih ne prekrivamo z roko.

4.3 Vnos podatkov

Podatke je možno na terminalu vnašati na različne načine.

Glede na to, da ima terminal tudi priključka PS/2 in USB, bi lahko za delo uporabil kar klasično tipkovnico in miško, vendar pa zaradi prevelike izpostavljenosti poškodbam to ni

dobra rešitev, hkrati pa bi miška in tipkovnica zavzemali prostor na stojalu, ki je namenjen predvsem tiskalniku.

Druga možnost je vnos podatkov prek zaslona, občutljivega za dotik:

- V prvi vrsti je njen namen izbira različnih prijav. Vsaka prijava ima svoj gumb, ki prikaže ustrezno vnosno masko, kamor se vnaša zahtevane podatke.
- Poleg tega je namenjena še izbiri šifre s seznama vseh prikazanih na zaslonu, dokler šifer na seznamu ni preveč, saj je njihovo iskanje takrat preveč zamudno.
- Možno je tudi tipkanje posameznih šifer s pomočjo tipkovnice na zaslonu. Uporabno je le v izjemnih primerih, ker je zamudno.

Tretji način vnosa je prek črtne kode. Večina potrebnih podatkov na obrazcih je običajno v obliki črtnih kod. V primerjavi s tipkanjem šifer to zelo pohitri in poenostavi vnašanje podatkov, še posebej če gre za večkratni vnos iste kode. Manjša je tudi možnost napak pri vnosu. Črtno kodo je treba pripraviti in natisniti. Če se ta poškoduje, je lahko neberljiva, zato mora obstajati rešitev, da se natisne nova koda ali pa da se natipka koda neposredno v vnosno polje prek tipkovnice na zaslonu, kot sem omenil že v prejšnjem odstavku.

Namesto vnosa prek črtne kode bi lahko izbral tudi vnos prek brezkontaktna kartice. To bi bilo primerno le za šifre, ki se ne spreminjajo pogosto. Na primer za vnos matične številke delavca, ker se te kartice uporabljajo že za registracijo ob prihodu v podjetje. Preostale šifre (proizvodni nalog, operacija) se preveč spreminjajo, da bi bilo to smiselno. Modul za ta način branja je cenovno dražji, kot če se na obstoječe kartice doda še črtno kodo.

4.3.1 Čitalnik črtne kode

Za čitalnik črtne kode je bil izbran model LS2208 podjetja Symbol, ki se je po izkušnjah iz drugih projektov zelo dobro izkazal.



Slika 13: Čitalnik črtne kode Symbol LS2208

Prednosti so:

- dobro razpoznavanje črtnih kod (100-odstotno razpoznavanje EAN-kode z razdalje 43 cm, črtna koda mora biti natisnjena z vsaj 20-odstotno odbojno razliko, kot branja je do $\pm 30^\circ$),
- robustna izdelava,
- dobra odpornost proti fizičnim poškodbam (prenese padec z višine 1,5 m),

- majhna teža,
- možna postavitev na stojalo, tako lahko beremo črtne kode brez držanja čitalnika in aktiviranja gumba,
- širok spekter različnih tipov kod, v mojem primeru EAN128,
- ADF – Advanced data formatting – prebrane kode lahko delno obdelamo že pred pošiljanjem podatkov v uporabniški računalnik,
- možnih je več načinov priključitev: RS232, USB, PS/2,
- napajanje prek uporabniškega računalnika.

4.3.2 Tipi črtnih kod

Na obstoječih obrazcih v proizvodnji se uporabljajo črtne kode tipa EAN 128 (Slika 14). Ta se uporabi tudi za tiskanje črtnih kod v proizvodnem sistemu.



Slika 14: Primer črtne kode operacije

Pri zajemu črtne kode na terminalu gre v našem primeru za simulacijo tipkanja znakov na tipkovnici. Ta način vnosa podatkov izkorišča aplikacija na terminalu za nadaljnjo obdelavo vnesenih črtnih kod. Delo z uporabniškim vmesnikom sem poenostavil z ločitvijo črtnih kod po vsebini. Tako se že iz prebrane kode razloči, kako jo moramo v aplikaciji obravnavati, hkrati pa nam na terminalu ni treba izbrati, katero vrsto kode vnašamo.

Za ta namen smo definirali osnovni format. Ta je sestavljen iz prefiksa, ki mu sledi določeno število znakov in se konča z znakom <CR>.⁴ Točna razdelitev je vidna v spodnji tabeli (Tabela 1).

Namen kode	Prefiks	Dolžina
Delovni nalog	DN	6
Operacija	300000000000	18
Matična številka delavca	*	8
Stroj	ST	6
Izmet	IM	6
Zastoj	ZS	6

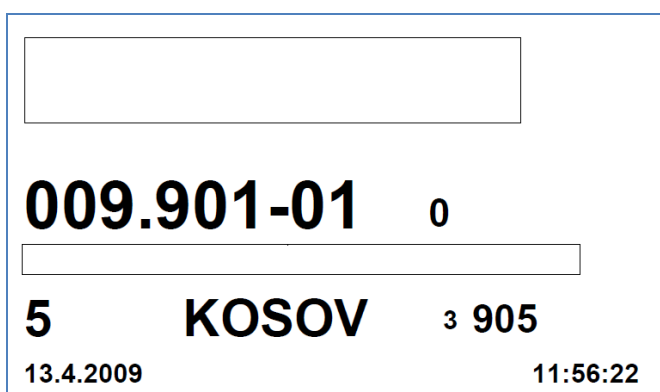
Tabela 1: Ločitev kod po vsebini

⁴ <CR> je oznaka za znak Carriage Return in pomeni skok kurzorja v novo vrstico oz. potrditev.

4.4 Tiskanje obrazcev

Na vsak terminal je povezan tiskalnik, ki ob prijavi natisne obrazec (Slika 15). Ta je namenjen označitvi polne embalaže na koncu linije pred prevzemom v skladišče. Za to sta uporabljena dva tiskalnika – Kyocera FS 820 in HP LaserJet 1010. Oba imata sledeče lastnosti:

- tiskanje obrazcev velikosti A5,
- nizka cena tiska na stran,
- hiter tisk ene strani (od zahteve na terminalu do izpisanega lista),
- ohišje tiskalnika je ustrezne velikosti, tako da se prilega stojalu,
- USB-priključek,
- ugodna cena tiskalnika,
- zastopnik je pogodbeni dobavitelj pisarniške opreme podjetju.



Slika 15: Obrazec za na polno embalažo

4.5 Računalniško omrežje

Terminali in podatkovni strežnik so povezani v lokalno omrežje (LAN). LAN (local area network) je računalniško omrežje, ki pokriva manjše geografsko območje, na primer pisarno ali manjšo skupino stavb, kot so šole ali proizvodne hale nekega podjetja. V primerjavi z WAN (wide area network) gre za hitrejšo prenoso podatkov, pokriva manjše območje in ne potrebuje najema telekomunikacijskih linij.

Trenutno sta za LAN najbolj uporabljeni tehnologiji Ethernet po UTP-kabljih⁵ in Wi-Fi⁶. Za zadnjo je razširjena kratica WLAN (wireless local area network).

Povezava Ethernet temelji na standardu IEEE 802.3. Brezžična povezava LAN, imenovana WLAN, pa na standardu IEEE 802.11.

⁵ UTP (Unshielded Twisted Pair) ali neoklopljena sukana parica je vrsta kabla, ki se ga uporablja v telekomunikacijah.

⁶ WiFi je oznaka certifikata interoperabilnosti brezžičnih mrežnih naprav, ki se v splošnem enači s pojmom brezžično omrežje.

Pomembno je, da se zavedamo prednosti in omejitev teh povezav.

Prednosti žične povezave:

- velika razširjenost,
- poceni komponente za uporabo,
- je sorazmerno odporna proti šumom in motnjam (če je kabel zaščiten in ozemljen),
- je sorazmerno varna,

in slabosti:

- je dražja za postavitev (potrebuje napeljavo kablov),
- prestavitev ni preprosta (je dražja kot nova napeljava, dolg čas izpada povezave).

Prednosti brezžične povezave:

- nižja cena,
- preprosta prestavitev,
- ni napeljave kablov,

in slabosti:

- zaščita pred vdorom v lokalno omrežje v podjetju je lahko zelo problematična (ob primernem načrtovanju je lahko enako varna kot pri žični),
- neodpornost na motnje naprav, ki delujejo v istem frekvenčnem območju kot 802.11b in 802.11g (2,4 GHz).

Zaradi njenih prednosti sem se odločil za brezžično povezavo. Terminale lahko zato preprosto prestavimo na drugo lokacijo, paziti pa je treba na oddaljenost od dostopne točke (access point).

Vsak terminal za ta namen vsebuje v ohišju brezžično odjemalno postajo. Za večjo kakovost signala je antena postaje speljana zunaj ohišja, v katerem je terminal.

Domet brezžičnega omrežja za usmerjevalnik ASUS WL-500G Deluxe (Slika 16):

- 11 Mbit/s (802.11b): 40 m v prostoru
- 54 Mbit/s (802.11g): 25 m v prostoru



Slika 16: Usmerjevalnik ASUS WL-500G Deluxe

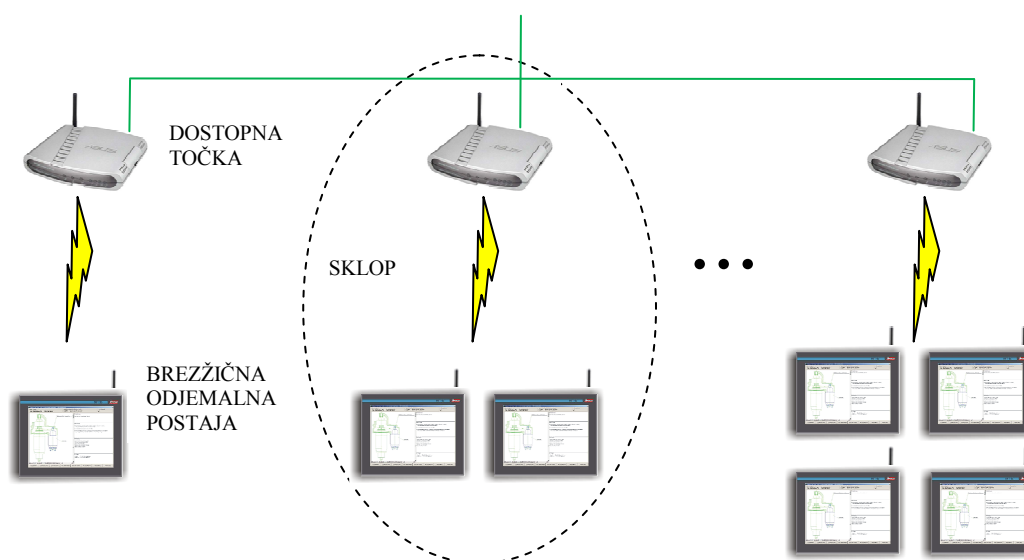
Ta usmerjevalnik je namenjen za brezžično povezavo terminala in je nameščen zraven njega v ohišju. Enak usmerjevalnik se uporabi tudi za dostopno točko, ki je skupna več brezžičnim terminalom.

Kjer se pokaže, da brezžična povezava zaradi tehničnih omejitev ni mogoča, se priporoča uporaba žične povezave. Terminal se postavi blizu pisarn, ki jih uporabljajo delovodje, zato ni potrebna napeljava daljšega kabla.

Strežniki in uporabniški računalniki so povezani v žično omrežje.

4.5.1 Postavitev brezžičnega omrežja v proizvodnji

Pri postavitvi brezžičnega omrežja je treba upoštevati več dejavnikov, ki vplivajo na hitrost in stabilnost omrežja. To so predvsem lokacija terminalov, ki vsebujejo brezžično odjemalno postajo, in fizične omejitve, kot so stene, medfazna skladišča in število terminalov, ki se povezujejo na eno dostopno točko.



Slika 17: Brezžično omrežje

Ugotovil sem, da je glede na velikost in prostorsko razporeditev proizvodnih hal za naše razmere najboljši sklop (Slika 17) ene dostopne točke in do največ štirih brezžičnih odjemalnih postaj (terminalov).

Vsaka dostopna točka je povezana v žično omrežje. Da med sklopi ne prihaja do interferenc, smo za vsakega določili drug frekvenčni kanal.

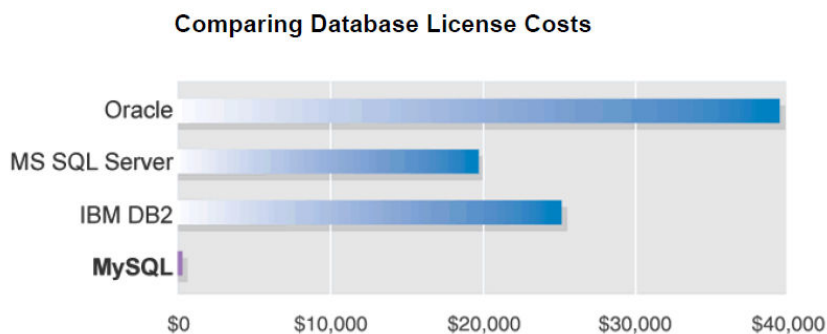
4.6 Programska oprema

Skladno z usmeritvijo podjetja je za razvoj uporabljeno programsko orodje Borland Delphi z dodatnimi komponentami.

V nadaljevanju je primerjava podatkovne baze MySQL z drugimi, ki so dostopne na trgu. Podatki, ki so navedeni med prednostmi, so bili zajeti in preizkušeni v določenih razmerah in so navedeni v literaturi.

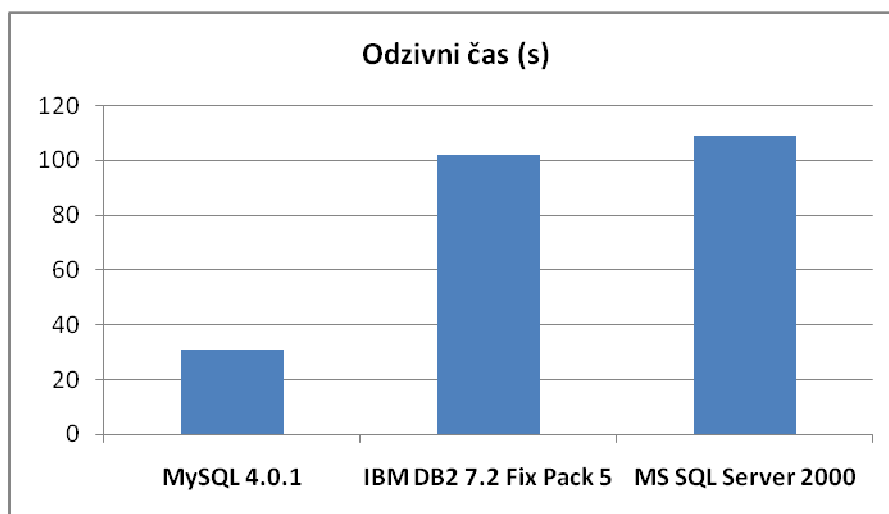
Prednosti MySQL:

- omogoča 90 odstotkov manjše stroške licenciranja (Graf 1),



Graf 1: Primerjava stroškov licenciranja [4]

- čas, ko sistem ni operativen, se skrajša za 60 odstotkov [5],
- za 70 odstotkov manjši stroški strojne opreme,
- tudi do 30 odstotkov boljši odzivni čas od preostalih podatkovnih baz (Graf 2),



Graf 2: Odzivni čas podatkovne baze [6]

- manjši stroški administracije in podpore; zaradi preproste aplikacije, hitrejšega iskanja hroščev, preprostejšega nastavljanja in odlične online podpore.

Pomanjkljivosti pa so:

- slaba podpora kompleksnejšim podatkovnim strukturam,
- težja izbira pravilnega podatkovnega pogona (DB engine) med množico razpoložljivih (Slika 18),



Slika 18: Podatkovni pogoni MySQL [7]

MS SQL v nasprotju z MySQL vsebuje pogon, ki je zasnovan na optimizacijskem algoritmu in se samodejno prilagaja potrebam aplikacije,

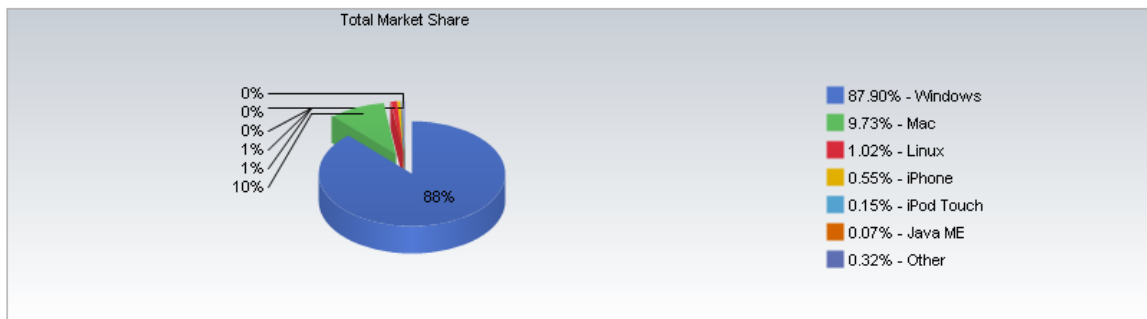
- pomisleki pri uporabi odprto kodnih aplikacij v večjih podjetjih,
- indeksiranje tabel je na precej osnovni ravni v primerjavi z Oraclom, ki omogoča veliko različnih nastavitev in s tem optimalnejše delovanje,
- čas, potreben za morebitno spremembo konfiguracije podatkovne baze, ki že vsebuje nekaj 100 GB podatkov, je zelo dolg.

Primarno pa sem se za podatkovno bazo MySQL odločil zaradi preproste uporabe in hitrosti. Za testiranje zmogljivosti je brezplačno na voljo pod GPL-licenco. Komercialna licenca vsebuje enake funkcionalnosti, zato pri prehodu iz razvojnega okolja z GPL-licenco na komercialno pri stranki ni treba prilagajati aplikacije.

Osnovna platforma, na kateri delujejo razvite aplikacije, je operacijski sistem Microsoft Windows. Predvsem zato, ker jih uporabljajo vse naše stranke. Izbira je utemeljena tudi z velikostjo tržnega deleža, saj ima Windows kar 88-odstotni tržni delež (Graf 3). Ta se sicer zmanjšuje, ampak v prihodnjih petih letih ni pričakovati večjega upada.

Operating System Market Share

April, 2009



Graf 3: Tržni delež operacijskih sistemov [8]

5 Proizvodni informacijski sistem

V tem poglavju je opisan proizvodni informacijski sistem, ki je bil razvit in integriran v proizvodno podjetje. Namen sistema je:

- izboljšati obstoječi način dela,
- odpraviti ali pa vsaj zmanjšati vpliv šibkih točk obstoječega procesa, ki so opisane v poglavju 3.2,
- optimizirati postopke dela.

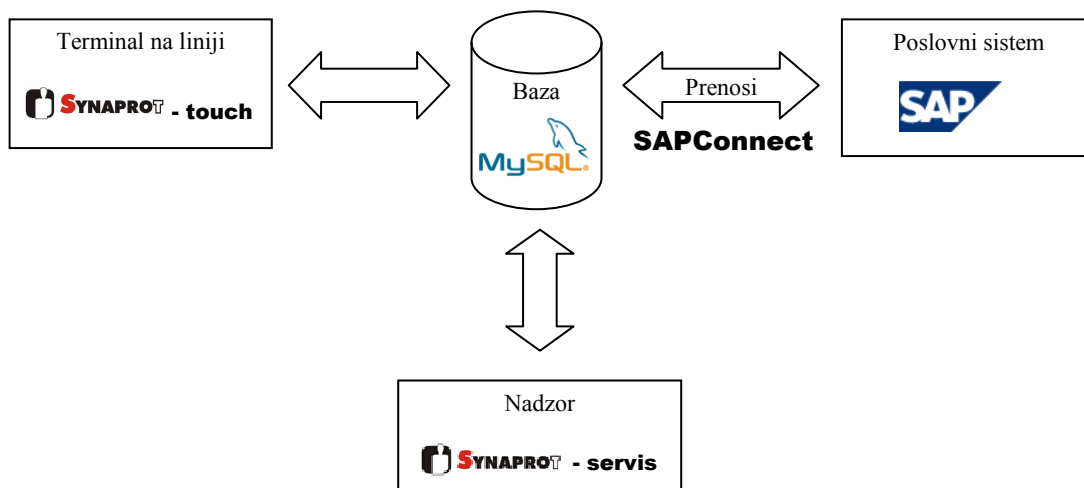
Natančneje so glavna izhodišča opredeljena v naslednjih točkah:

- ažurno zagotavljanje podatkov za poslovni sistem,
- spremljanje izmeta in zastojev,
- zmanjšanje papirnega in uvedba elektronskega spremljanja,
- preprosta uporaba za delavce,
- preprost nadzor za delovodje,
- integracija s poslovnim sistemom,
- odprtost sistema, npr. da se po potrebi razširi s podatki, ki so zajeti neposredno na strojih,
- odprtost podatkovne baze, da so podatki na razpolago za obdelavo z drugimi orodji, npr. za izdelavo analiz.

Gre za uvedbo proizvodnega informacijskega sistema na glavnem procesu ustvarjanja končnih izdelkov. To je na montažnih linijah.

5.1 Shema sistema (aplikativna raven)

Celoten sistem za lažjo predstavo razdelimo na sklope. Vsak sklop pokriva neko funkcionalno področje. Sistem sestavljajo terminalski del, nadzorni del, poslovni del in podatkovni del (Slika 19).



Slika 19: Shema sistema

Za terminalski del so postavljeni terminali, na katerih teče namensko razvita aplikacija »SynaproT touch«. Prek te potekajo prijave različnih proizvodnih dogodkov, ki jih izvajajo delavci (začetek dela, začetek zastoja ...).

Delo na terminalskem delu nadzirajo delovodje v sklopu nadzornega dela. Tega pokriva aplikacija »SynaproT servis«, ki je razvita za uporabo na namiznih računalnikih v proizvodnji. V njej so vidni online proizvodni dogodki. Možni so tudi pregledovanje preteklih dogodkov, njihovo naknadno urejanje in izvoz za hitre analize.

V poslovni del je vključen poslovni informacijski sistem (ERP). Za ERP je treba predvsem zagotavljati čim bolj ažurne podatke iz terminalskega in nadzornega dela. Ti podatki se hranijo na strežnikih v podatkovnem delu. Na osnovi teh je možno izdelati podrobnejše analize. Te lahko vključujejo tudi druge podatke, ki obstajajo v poslovnem sistemu.

Izmenjava podatkov med terminalskim, nadzornim in poslovnim delom poteka prek podatkovnega dela – podatkovne baze.

5.2 Podatkovna baza

Celoten sistem sloni na podatkovni bazi. Vanjo se shranjujejo podatki o šifrantih, ki se prenašajo iz poslovnega sistema. V isto bazo se vpisujejo tudi podatki o prijavah na terminalskem delu (»SynaproT touch«) in podatki, ki se urejajo v nadzornem delu (»SynaproT servis«).

Podatkovno strukturo sem nastavil na osnovi priporočil podjetja MySQL za poimenovanje tabel in polj [9]. Priporoča se uporaba majhnih črk. To sem upošteval zaradi morebitnega povezovanja na podatkovno bazo, ki deluje na operacijskem sistemu Windows ali Linux. Z uporabo operacijskega sistema Linux bi lahko znižali strošek licenc.

Poimenovanje tabel se loči glede na namen podatkov v njih:

- **»pod_«+ime** – je ime tabele, v kateri je količina zapisov relativno enaka oz. se ne spreminja pogosto. To poimenovanje se uporablja za šifrante, ki se prenašajo iz poslovnega sistema (npr: »pod_delavec« vsebuje podatke o vseh delavcih, ki se uporabljajo v sistemu).
- **»del_«+ime** – je ime tabele, ki je namenjena pogosti uporabi. Njena optimizacija močno vpliva na performanco celotnega sistema. Primer te tabele je »del_proiz«, ki vsebuje zapise, koliko kosov se je naredilo na nalogu, koliko časa se je za to porabilo itd.
- **»kon_«+ime** – je ime za tabelo, ki vsebuje konfiguracijske podatke za delovanje aplikacij. Na primer tabela »kon_razred« vsebuje podatke o nastavljenih parametrih.
- **»vez_«+ime** – je ime za tabelo, ki določa vezne podatke med dvema šifrantoma. Na primer delitev vrst zastojev po delovnih mestih.
- **»view_«+ime** – je ime za view tabelo.⁷

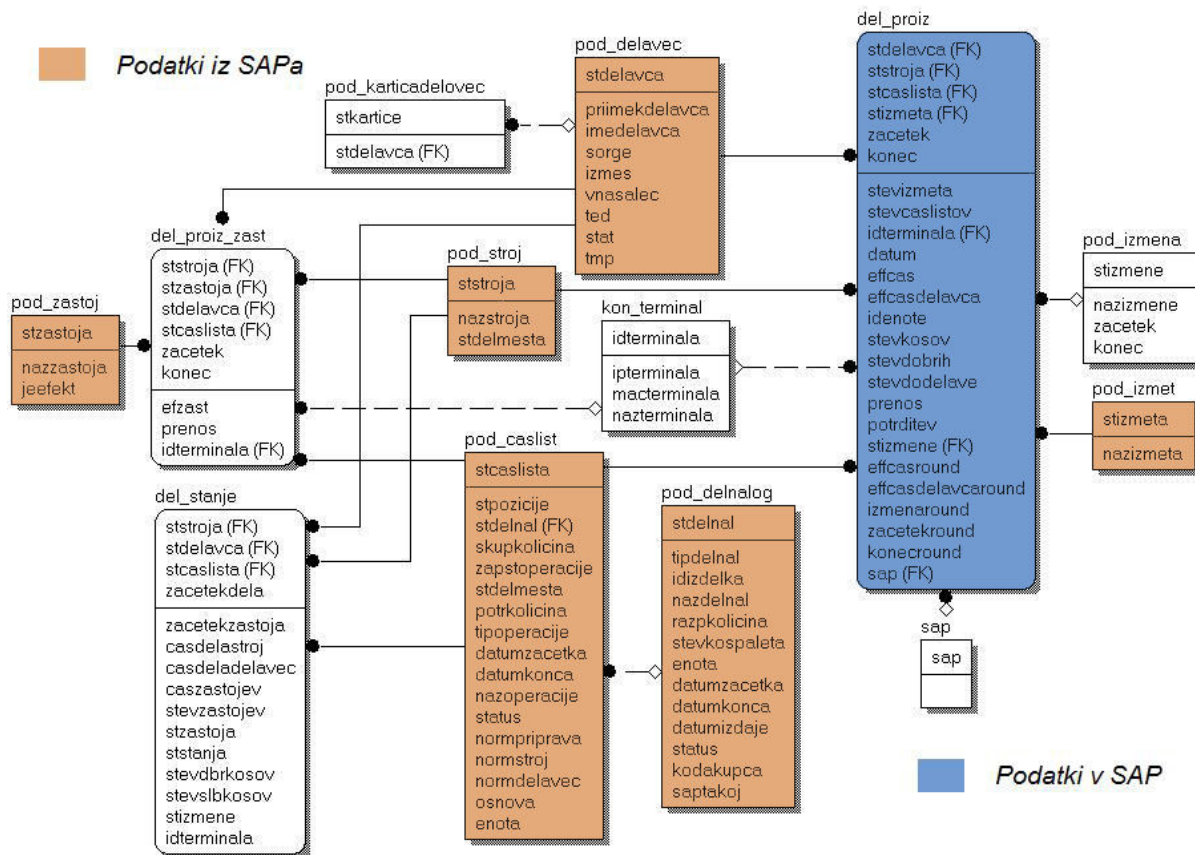
To olajša delo s podatkovno bazo in skrajša čas iskanja podatkov neposredno v tabelah. Učinek je viden predvsem pri razvoju in testiranju aplikacij, ki uporabljajo to podatkovno bazo.

Pri poimenovanju polj se upošteva:

- kratko ime,
- ime mora imeti pomen in nakazovati vsebino,
- polja, ki vsebujejo šifre, se začnejo na »st«,
- polja, ki vsebujejo količine, se začnejo na »stev«,
- polja, ki vsebujejo nazive šifer, se začnejo na »naz«.

⁷ View table je tabela, ki je določena s stavkom »select«.

Schema celotne podatkovne baze je vidna na naslednji strani (Slika 20).



Slika 20: Struktura baze - glavne tabele

Opis ključnih tabel:

pod_delavec – vsebuje šifrant podatkov o delavcih in se osvežuje iz poslovnega sistema SAP.

pod_stroj – vsebuje šifrant podatkov o strojih in se osvežuje iz poslovnega sistema SAP.

pod_delnalog – vsebuje šifrant podatkov o delovnih nalogih in se osvežuje iz poslovnega sistema SAP.

pod_caslist – vsebuje šifrant podatkov o operacijah/potrditvah⁸ in se osvežuje iz poslovnega sistema SAP.

pod_zastoj – vsebuje šifrant podatkov o vrstah zastojev in se osvežuje iz poslovnega sistema SAP.

⁸ Operacija – v poslovnem informacijskem sistemu SAP se uporablja enakovreden termin potrditev, zato v nadaljevanju uporabljam oba.

del_stanje – vsebuje podatke o prijavah dela na terminalu. To pomeni, da je bila narejena prijava dela.

del_proiz – vsebuje podatke o končanih prijavah dela na terminalu. To pomeni, da sta bili narejeni prijava in odjava dela. Vsebina te tabele se prenaša v poslovni sistem SAP. Za ta namen ima tudi polja, katerih ime se začne na »sap« in ki vsebujejo status prenosov.

del_proiz_zast – vsebuje podatke o končanih prijavah zastojev na terminalu. To pomeni, da sta bili narejeni prijava in odjava zastoja. Vsebina te tabele je na voljo za pregledovanje v aplikaciji »SynaproT servis«.

kon_terminal – vsebuje šifrant podatkov o terminalih.

kon_forma – vsebuje seznam modulov za aplikacijo »SynaproT touch« na terminale. Definirani so tudi njihov vrstni red in nivoji, kako bodo prikazani. Vsebina te tabele se prebere ob vsakem zagonu aplikacije na terminalu.

kon_razred – vsebuje seznam parametrov, ki se uporabljajo v aplikacijah »SynaproT touch« in »SynaproT servis«. Ti parametri so pomembni za pravilno delovanje aplikacij. Določajo npr., kako so definirani profili pri avtorizaciji, kako so definirane črtne kode, kolikokrat se bo izvedel ponovni prenos zapisov v SAP ...

Preostale tabele so tudi pomembne za delovanje aplikacije, niso pa zanimive za podrobnejši opis.

5.2.1 Razvojna, testna in produkcijska baza

Za namen integracije sistema se je kot primer dobre prakse izkazal princip, ki ga uporablja poslovni informacijski sistem SAP. Ta loči med razvojnim, testnim in produkcijskim sistemom.

Njegovo strukturo sem nekoliko prilagodil in prenesel tudi na naš proizvodni informacijski sistem.

Razvojni sistem je v SAP-u namenjen programiranju v jeziku ABAP. Z njim se dopolnjuje obstoječe funkcije in dodaja nove. V mojem primeru gre za razvojni sistem, na katerem je potekalo programiranje aplikacij »SynaproT touch«, »SynaproT servis« in »SAPConnect«.

Testni sistem je povezan na testni sistem SAP in združuje že razvite aplikacije, ki so postavljene na strežniku pri stranki in ki delujejo na naši testni bazi »synaprot«. Namenjene so testiranju delovanja celotnega sistema pri stranki.

Produkcijski sistem pa vsebuje že stestirane aplikacije, ki jih je stranka odobrila za prehod na produkcijsko podatkovno bazo »synaprotprod« in s povezavo na produkcijski sistem SAP.

S tem principom se izognemo napakam, ki se pojavijo zaradi neposredne zamenjave aplikacij pri stranki, takoj ko so razvite in stestirane lokalno v podjetju. Po drugi strani pa tudi stranka

prevzame del odgovornosti pri prehodu na novo različico, ker je dolžna opraviti osnovna testiranja.

5.3 Uporaba proizvodnega informacijskega sistema

Kakovost izvedbe sistema ugotovimo ob integraciji v realno okolje.

Prvi korak je zagotavljanje podatkov iz poslovnega sistema. To se izvaja na podatkovnem strežniku s pomočjo aplikacije »SAPConnect«.

Naslednji korak je preverjanje, ali so v sistemu pravilni podatki. S pomočjo aplikacije »SynaproT servis« lahko te natančno pregledujemo. Ta aplikacija deluje na uporabniških računalnikih v proizvodnji.

Tretji korak je uporaba aplikacije »SynaproT touch«, ki deluje na terminalih in je namenjena vnosu prijav dela na osnovi prej zagotovljenih podatkov.

Krog sklenemo z uporabo aplikacije »SAPConnect«, ki skrbi za prenos zajetih podatkov v poslovni sistem.



Slika 21: Kroženje podatkov

5.3.1 Opis izboljšane procesa od naročila do dobave izdelkov

V nadaljevanju je opisan izboljšani postopek od naročila do dobave izdelkov iz poglavja 3.1.1:

1. Tekom dneva, predvidoma od 8. do 16. ure, kupci oddajajo naročila.
2. Prodajna služba vnese ta naročila v poslovni sistem.
3. Vsa naročila, ki so zbrana v enem dnevu, se do naslednjega dne v poslovnem sistemu avtomatsko obdelajo. V poslovnem sistemu se sproži opravilo, ki na osnovi vnesenih naročil izdelava planske naloge in jih razporedi glede na že obstoječe, na želeni rok dobave in proste proizvodne kapacitete. Med obdelavo sistem preveri zaloge

materialov in polizdelkov, ki so potrebni za proizvodnjo izdelkov. Če je zaloga premajhna, se za manjkajoče količine izvedejo naročila pri dobaviteljih.

4. Planer naslednji dan zjutraj pregleda planske naloge in na njihovi osnovi izda proizvodne naloge.⁹ Pri tem ima možnost spremembe vrstnega reda, v katerem se bodo nalogi izvajali. Zamenjava linije, kjer se bo izdelke proizvodilo, pa zaradi tehnoloških omejitev ni možna. Vsak proizvodni nalog ima definiran tehnološki postopek, ki točno določa, katere operacije/potrditve je treba narediti za proizvodnjo končnega izdelka.
5. Podatki o izdanih delovnih nalogih in potrditvah se skupaj z drugimi šifranti dvakrat na dan prenesejo v podatkovno bazo proizvodnega informacijskega sistema. Za to skrbi aplikacija »SAPConnect« na podatkovnem strežniku.
6. Delavec lahko na terminalu izvede prijavo kadarkoli, z razporeditvijo pa delovodja opredeli, na katerem delovnem nalogu in liniji bo delal.
7. Na vsako linijo je po prijavi razporejena skupina delavcev. Eden v skupini je določen za vnos podatkov o polni embalaži na koncu linije. To naredi prek vnosne maske na terminalu. Vnos kosov tako poteka v intervalih od 3 do 8 minut, odvisno od izdelka, ki se proizvaja.
8. Podatki o vnesenih kosih se zbirajo v podatkovni bazi. Za prenos v poslovni sistem skrbi aplikacija »SAPConnect« na podatkovnem strežniku. Prenos se normalno izvaja vsaki dve uri, za določen tip nalogov pa vsako minuto. To je podrobneje opisano v 6. poglavju. Pri tem koraku imamo v poslovnem sistemu že na voljo podatke o kosih na delovnih nalogih, zato lahko že naredimo dobavnice za transport do kupcev.

S tem postopkom:

- pridobimo hitrejši prenos podatkov v poslovni sistem, zaradi česar so izdelki prej na voljo za odpremo in transport do kupcev,
- razbremenimo delo delovodij in vnašalcev podatkov v poslovni sistem, saj ni več treba zbirati podatke o izdelanih kosih in jih vnašati na obrazce.

5.3.2 Terminal – aplikacija »SynaproT touch«

Prijave v proizvodnji potekajo na terminalu prek aplikacije »SynaproT touch«. To je windows aplikacija, ki vsebuje ustrezno prilagojene maske za terminale z zaslonom, občutljivim za dotik (Slika 22).

⁹ Proizvodni nalog – v proizvodnem informacijskem sistemu se uporablja enakovreden izraz delovni nalog.



Slika 22: Osnovna maska aplikacije »SynaproT touch«

Aplikacija je zgrajena modularno. Ob pritisku na gumb se na zaslonu v spodnji vrstici odpre ustrezna maska. Vsak gumb je povezan z vnosno masko, skupaj pa predstavljata en vnosni modul. Izjemi sta gumb »domov«, ki ob pritisku odpre začetno masko aplikacije, in gumb »nazaj«, ki ob pritisku skoči en korak nazaj, tj. v masko, ki je bila odprta pred tem.

Module lahko z nastavitvami v bazi po potrebi dodajamo, odvezujemo ali kombiniramo glede na smiselne vsebinske sklope. Vsak terminal lahko uporablja drugačen nabor modulov, odvisno od potreb na tistem delovnem območju, kjer je postavljen terminal.

Opis uporabljenih modulov:

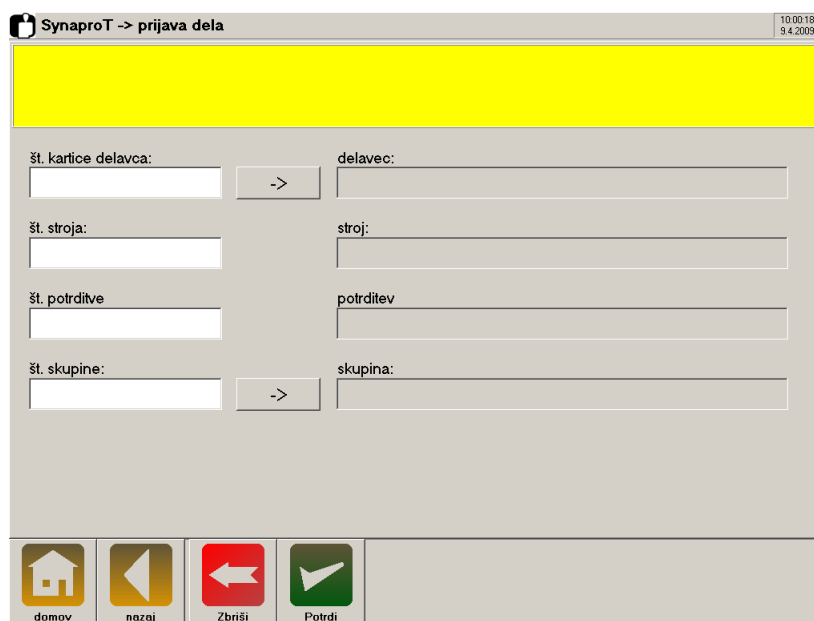
- **Prijava dela** – delavec se z matično številko prijavi na delo (črtna koda na kartici), če se za dva ali več strojev uporablja en terminal, prijavi še skupino ki ji pripada. Skupine so določene vnaprej, vsak delovodja razporeja delavce iz svojih skupin.
- **Odjava dela** – delavec se z matično številko odjavi z dela, če njegova prijava obstaja.
- **Prijava zastoja** – delavec prijavi zastoj na stroju, potreben je vnos številke operacije/potrditve in vrste zastoja. Iz številke operacije/potrditve in tehnološkega postopka ugotovimo, za kateri stroj je prijavljen zastoj. Prijava je možna med prijavo in odjavo dela. Na enem stroju je lahko le en aktiven zastoj. V tem času ni možen vnos palete, ker je na stroju napaka in se odpravlja.
- **Odjava zastoja** – delavec odjavi zastoj na stroju z vnosom številke operacije/potrditve, če obstaja prijava zastoja.
- **Vnos palete** – delavec potrdi, da je bila napolnjena embalaža, natisne se nalepka. Ta se nalepi na embalažo.
- **Vnos materiala** – delavec vnese številko materiala in njegovo šaržo. Od trenutka te prijave do naslednje se za proizvodnjo uporablja ta material.

- **Vnos izmeta materiala** – delavec vnese številko in količino materiala.

5.3.2.1 Primer prijave za delavca

Postopek izvede vsak delavec, ki je vključen v proizvodni informacijski sistem. Postopek prijave:

- Delavec pride na delo in na terminalu naredi prijavo »prijava dela« (Slika 23):
 - Če je razporejen, se mu izpišejo podatki o stroju in operaciji/potrditvi, na kateri bo delal.
 - Če delavec ni razporejen, lahko sam vnese podatke, če mu jih je dal delovodja, sicer ga mora on razporediti v nadzornem delu sistema.



Slika 23: Modul »prijava dela«

- Delavec začne pripravljati delovno mesto. Delavec, ki dela na zadnji operaciji, kjer se prijavlja »vnos palete«, lahko začne potrjevati, šele ko je razporejen na ta stroj in operacijo. Če poskuša potrjevati prej, se v aplikaciji izpiše obvestilo, da še ni razporejen. Če čakanje na razporeditev traja predolgo, mora o tem obvestiti delovodjo.
- Delavec lahko med delom prijavi/odjavi zastoj; ta čas vnosa palet ni možen.
- Na koncu dela na terminalu izvede »odjavo dela«. Ob tem vnese dodelavne kose in izmet.

5.3.2.2 Prijava polne embalaže in tiskanje nalepk

Vsaka embalaža mora vsebovati nalepko, preden se transportira v skladišče.

Modul »vnos palete« ima poleg vnosa kosov še funkcijo, ki ob potrditvi natisne nalepko, ki se nalepi na embalažo (Slika 24).

Slika 24: Modul »vnos palete«

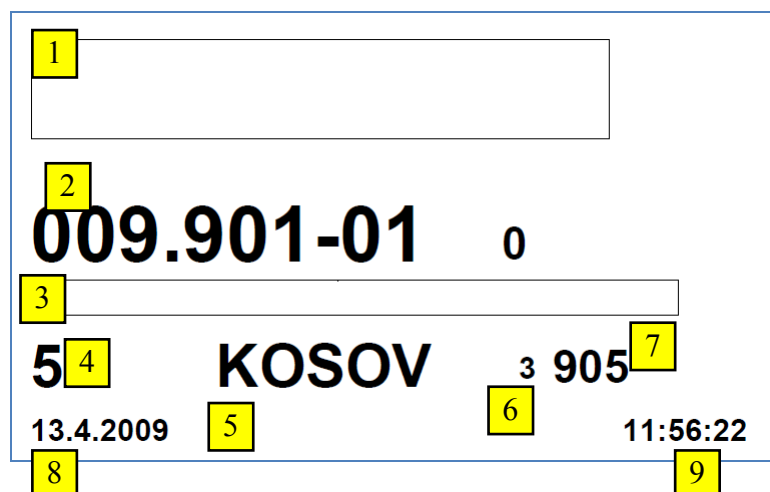
Podatki:

- Številka kartice:
 - Pri vnosu se izpišejo podatki o delovnem nalogu, operaciji/potrditvi, izmeni in številu kosov na paleti. Izpišeta se tudi informaciji, koliko izdelkov je bilo že vnesenih do tega trenutka in kakšna je razpisana količina. Te podatke dobimo iz šifrantov delovnih nalogov in tabele, ki vsebuje vse trenutne prijave.
 - Delavec mora biti pred tem prijavljen na delo, sicer se izpiše napaka.
 - Številka se po potrditvi ohrani še 5 minut, nato se zbriše, tako da ni možno po pomoti potrditi palete oz. da tega ne stori drug delavec.
 - Po 5 minutah se polje sprazni, s pritiskom na gumb pa lahko prikličemo zadnjo vrednost.
 - Ker je maska vedno prikazana, se po potrditvi za 10 sekund onemogoči gumb »Potrditev«. S tem se izognemo napakam zaradi večkratnega pritiska na tipko in tiskanju nalepk vnaprej.

Ob potrditvi se preveri konsistentnost podatkov. Če pride do odstopanj oz. do napake, se to izpiše v rumenem okvirju.

Lahko se na primer zgodi, da vnesena količina presega razpisano. Izpiše se sporočilo »Presežena je količina za X kosov!«. Vnos je možen le do razpisane količine, dodatni kosi se vnesejo na naslednji delovni nalog, potem ko je izvedena menjava delovnega naloga.

Videz nalepke prikazuje spodnja slika (Slika 25).



Slika 25: Nalepka za na embalažo

Sestavine nalepke:

- 1 – logo podjetja,
- 2 – šifra izdelka,
- 3 – naziv izdelka,
- 4 – količina izdelkov v paketu,
- 5 – enota,
- 6 – skupina, v kateri so bili izdelki narejeni,
- 7 – številka delavca,
- 8 – datum izdelave,
- 9 – čas izdelave.

Pri tiskanju nalepke pa lahko pride do nepredvidenih napak (napake na povezavi s tiskalnikom, zmanjka papirja ali črnila ...), zato je dodana možnost ponovnega izpisa nalepke z zadnjimi podatki.

Če:

- je bila nalepka že natisnjena z napačnimi podatki,
- je prišlo do menjave delovnega naloga,
- paleta ni bila polna in je prišlo do menjave delavca,

pa obstaja možnost tiskanja nalepke z ničelno količino kosov.

5.3.2.3 Prijava novega materiala

Za zagotavljanje preglednosti, s katerimi materiali ali polizdelki se delajo posamezni izdelki, je namenjen modul »Prijava materiala«.

Ko se na liniji začne uporabljati nov material, je to treba registrirati na terminalu. Vnesejo se podatki, za kateri material gre in o šarži materiala. Ta je pri istem materialu vedno drugačna, ker pripada bodisi novi embalaži bodisi drugemu dobavitelju. Delavec, ki izvede prijavo, vnese tudi svojo matično številko.

Pogoj za izvedbo prijave je, da je delavec pred tem prijavljen na delo. Iz tega lahko pri pregledovanju ugotovimo, na katerem delovnem nalogu so se uporabljali kateri materiali.

Pomembnost takega sledenja ponazarja primer, da se je pri nekaterih avtomobilih začela pojavljati napaka v delovanju, kar je ogrožalo varnost voznikov. S podatki o uporabljenih materialih in na osnovi obširnih analiz so ugotovili razlog za napako in v katere avtomobile je bil ta material vgrajen. Sledili so preventivni odpoklic avtomobilov z možno napako, servis in brezplačna menjava dela vprašljive kakovosti, stroške pa je proizvajalec prenesel na dobavitelja nekakovostnega materiala.

5.3.2.4 *Prijava izmeta materiala*

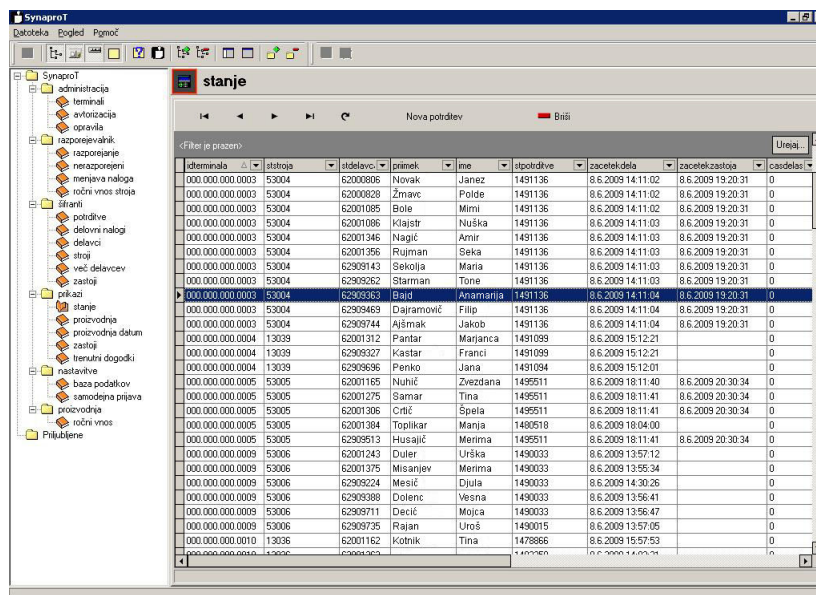
Gre za podobno spremljanje kot v prejšnjem poglavju, vendar z eno pomembno razliko. Ko nadzor oz. delavec, ki skrbi za dostavo materiala na linijo, ugotovi napako, to prijavi na terminalu. S tem preventivno vplivamo na kakovost končnega izdelka. Spremlja se predvsem izmet vhodnega materiala.

Na osnovi analiz nad temi podatki pa lahko sledijo tudi ukrepi za zmanjšanje izmeta. To je lahko povezano z zamenjavo dobavitelja materiala ali z izboljšanjem tehnološkega postopka polizdelkov, če se ti izdelujejo v istem podjetju.

5.3.3 Nadzorni računalnik – aplikacija »SynaproT servis«

Pod nadzorni del proizvodnega informacijskega sistema spada aplikacija »SynaproT servis«. V njej so vidni podatki, ki so bili vneseni na terminalih, namenjena pa je delovodjem. Podatki so pripravljene za pregledovanje in nadaljnjo obdelavo. Po uspešni prijavi z uporabniškim imenom in geslom se odpre osnovna maska aplikacije.

Na sliki (Slika 26) vidimo, kako je videti aplikacija s prikazano masko za pregled stanja prijav po delavcih in strojih.



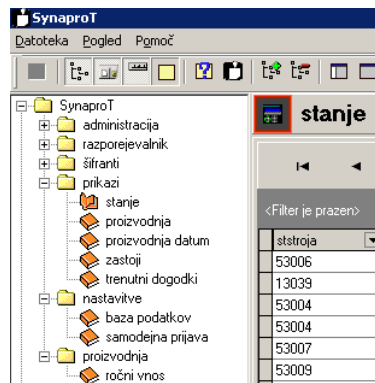
Slika 26: »SynaproT servis« – stanje prijav

Zgoraj je meni z ikonami, ki omogočajo preprosto uporabo aplikacije.

	Zaklene program – za nadaljnjo uporabo se je treba ponovno prijaviti z uporabniškim imenom in geslom		Zapre celoten drevesni meni
	Pokaže ali skrije drevesni meni na levi strani		Odpre stran znotraj glavnega okna
	Pokaže ali skrije orodno vrstico		Odpre stran v novem oknu
	Pokaže ali skrije naslov strani		Doda trenutno izbrano stran na seznam priljubljenih
	Pokaže ali skrije delovno površino		Odstrani trenutno izbrano stran s seznama priljubljenih
	Pomoč in navodila za uporabo programa		Shrani nastavitve programa v datoteko
	Osnovni podatki o programu		Prekliče vse spremembe v nastavitvah od zadnjega shranjevanja
	Odpre celoten drevesni meni		

Tabela 2: Opis funkcij v meniju

Aplikacija ima na levi strani drevesno strukturo (Slika 27). Vsaka veja pomeni skupino vsebinsko povezanih listov. Vsak list ustreza enemu modulu v aplikaciji in vsak modul vključuje masko, ki jo uporablja uporabnik pri delu. V drevo so vključeni moduli, ki jih dovoljujejo uporabnikove pravice.

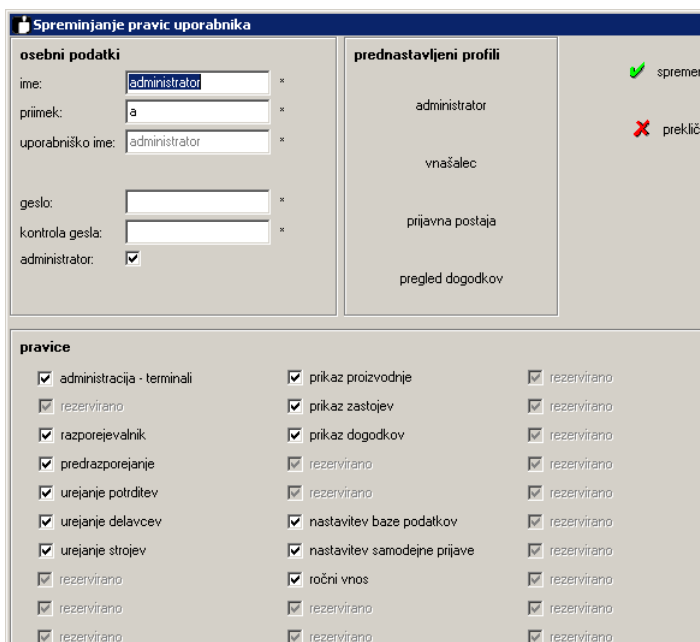


Slika 27: Meni in drevo

Ob kliku na list se desno od drevesnega menija odpre uporabniška maska.

Administrator proizvodnega sistema določa vsakemu uporabniku, katere module lahko uporablja (Slika 28). Pravice se lahko določa na dva načina: z izbiro enega izmed štirih prednastavljenih profilov ali pa z dodelitvijo posameznih pravic za vsak modul posebej.

Možna je nastavitev, da uporabnik v aplikaciji vidi le podatke za določene delavnice. Proizvodna hala je običajno razdeljena na več delov, ki jim rečemo delavnice. Taka razdelitev olajša nadzor. V aplikaciji pa so podatki bolj pregledni, saj jih je manj. Nastavitev je bila na željo stranke deaktivirana.



Slika 28: Nastavitev pravic

5.3.3.1 Primer postopka za delovodjo

Delovodja v aplikaciji »SynaproT servis« opravi svoj del postopka, da delavci lahko začnejo delati na liniji.

Opis postopka:

- Delavci se s svojo kartico, ki vsebuje matično številko, prijavijo na terminalu. Zatem lahko začnejo pripravljati delovno mesto.
- Delovodja v modulu »nerazporejeni« določi, na katerem delovnem nalogu, operaciji/potrditvi in stroju bodo delavci delali.
- V modulu »ročna prijava dela« delovodja prijavi začetek dela na stroju. S tem delavec, ki dela na koncu linije, lahko začne potrjevati polne palete na terminalu (maska »vnos palete«).

Tako smo se izognili obremenjevanju delavcev, da vnašajo vse potrebne podatke, saj običajno za to niso motivirani in vidijo to kot dodatno obremenitev. Delovodja pa to lahko naredi na nadzornem računalniku in pri tem naredi manj napak kot delavci (predpostavlja se, da bolje pozna tehnologijo proizvodnje).

5.3.3.2 Spremljanje delovanja terminalov

V nadzorni aplikaciji je vključen modul za spremljanje delovanja terminalov (Slika 29). Maska vsebuje razpredelnico, v kateri so razvidni:

- naslov – vsak terminal ima svojo IP-številko, s pomočjo te poteka izmenjava statusnih podatkov med terminalom in nadzorno aplikacijo;
- ident – unikatna številka, ki je namenjena predvsem uporabi v aplikacijah proizvodnega sistema; namen formata je preprosta razpoznavna vsakega terminala, ki uporablja ta sistem (3 številke za podjetje, 3 številke za obrat, 3 številke za halo in 4 številke za posamezni terminal);
- priklop na DB – stanje, ki pove, ali se je aplikaciji »SynaproT touch« na terminalu uspelo povezati na podatkovni strežnik;
- ping – status, ki pove, ali se terminal odziva prek mreže;
- zagon – datum in čas, ko je bil terminal na zadnje zagnan;
- stran – stanje, ki pove, kateri modul se trenutno uporablja v aplikaciji na terminalu;
- napaka – status, namenjen izpisu napak, ki se zgodijo pri uporabi aplikacije na terminalu.

Komunikacija med terminalom in nadzorno aplikacijo poteka prek UDP-porta 5000 in 5001. Ko aplikacijo zaženemo, se naloži seznam vseh terminalov z IP- in MAC-naslovi. Na vsak naslov se pošlje ping poizvedba. Tako ugotovimo, ali terminal deluje ali ne. Sledijo preostale poizvedbe prek UDP-porta med aplikacijama »SynaproT servis« in »SynaproT touch«. Tako dobimo še vrednosti ident, priklop na DB, zagon, stran in napaka. Podatki se osvežujejo na določeni interval, ki je tipično nastavljen na 15 sekund.

naslov	ident	priklop na DB	ping	zagon	stran	napaka
10.155.14.125	000.000.000.0001	da	deuje	4.5.2009 6:42:12	SynaproT	/
10.155.14.126	...	/	ni odziva	/	/	/
10.155.14.127	000.000.000.0003	da	deuje	09 12:43:37	SynaproT	/
10.155.14.128	000.000.000.0004	da	deuje	09 8:57:56	vnos palete	/
10.155.14.129	000.000.000.0005	da	deuje	09 6:04:58	SynaproT	/
10.155.14.130	...	/	deuje	/	/	/
10.155.14.131	...	/	deuje	/	/	/
10.155.14.132	000.000.000.0009	da	deuje	09 11:31:41	SynaproT	/
10.155.14.133	000.000.000.0009	da	deuje	009 9:46:06	SynaproT	/
10.155.14.134	000.000.000.0010	da	deuje	4.6.2009 10:14:22	SynaproT	/

Slika 29: Modul »terminali«

Če pride do težav pri uporabi sistema, se lahko preprosto preveri, ali so težave povezane z delovanjem terminalov. Na vsakem je možno iz oddaljene lokacije izvesti nekaj osnovnih akcij: sprožiti ročno osvežitev statusnih podatkov ter zakleniti, odkleniti, izključiti, vključiti in izvesti ponovni zagon terminala (Slika 29).

Tako poteka le komunikacija za spremljanje delovanja terminalov. Izmenjava drugih podatkov med aplikacijama »SynaproT servis« in »SynaproT terminal« poteka prek podatkovne baze.

5.3.3.3 Razporejanje delavcev

Za namen razbremenitve delavcev v proizvodnji sem izdelal dva modula. Modul »razporejanje« je namenjen delovodjem za vnaprejšnje razporejanje delavcev (Slika 30). Določen odstotek dela je možno določiti že vsaj dan pred prihodom delavcev na delo.

št. razporeda	št. del. r	št. potrdi	št. stroj	št. delavc	št. terminala	tip razporeda	zacetek velja	konec velja	priorit	id
173984	0	0	0	62001385	000.000.000.0003	ENKRATNI			0	00C
173985	0	0	0	62909664	000.000.000.0003	ENKRATNI			0	00C
173986	0	0	0	62000873	000.000.000.0003	ENKRATNI			0	00C

Slika 30: Modul »razporejanje«

Modul je razdeljen na dva dela. Zgoraj vnašamo podatke za nov razpored ali urejamo že obstoječi razpored, spodaj pa je seznam vseh dodanih razporedov.

Za dodajanje novega razporeda so ključni podatki številka terminala, številka delavca, prioriteta in tip razporeda. Prioriteta se upošteva, če se med sabo prekriva več razporedov. Tip

razporeda je lahko trajni, občasni ali enkratni. Trajni velja od aktiviranja do deaktiviranja, občasni velja znotraj določenega datumskega obdobja in se po poteku deaktivira, enkratni pa velja le za eno prijavo na terminalu in se po njej deaktivira. Drugi podatki (delovni nalog, potrditev, stroj) niso obvezni in jih lahko dopolni delavec pri prijavi na terminalu ali pa delovodja po njej. Več ko jih določimo, manj je dela pri naslednjih korakih.

Ob prijavi delavca na terminalu se mu izpišejo podatki iz razporeda. Če kateri podatki manjkajo in je dobil navodila od delovodje, jih lahko dopolni. Prijava se registrira v modulu »nerazporejeni«, če razpored ne obstaja.

Dinamika dela v proizvodnji v določenih primerih ne dopušča predhodnega razporejanja. Delavci ob prihodu na delu še niso razporejeni, zato je možna prijava na terminalu tudi samo s številko delavca. Te prijave dopolni delovodja v modulu »nerazporejeni« (Slika 31).

Slika 31: Modul »nerazporejeni«

Modul je razdeljen na dva dela. Spodaj se v seznamu vseh nerazporejenih delavcev izbere zapis. Za ta zapis se zgoraj vnese manjkajoče podatke (delovni nalog, operacija/potrditev in stroj), po potrditvi pa se prijava prenese v modul »stanje«. Če je bila na terminalu izvedena tudi odjava dela, se ta končana prijava prenese v modul »proizvodnja«.

5.3.3.4 Ročni vnos stroja

S tem modulom zagotavljamo konsistentnost prijav na določen stroj/linijo (Slika 32). Po prijavi dela delavci začnejo pripravljati svoja delovna mesta na liniji. Proizvodnja kosov se začne, ko so vsi delavci prisotni in pripravljeni. Takrat delovodja prijavi delo na stroju/liniji.

ročni vnos stroja

Potrditev: 1500892 Tip operacije: ZS03 Naziv operacije: Končna kontrola in pakiranje

Stroj: 53008 Št. del. mesta: 53008 Naziv stroja: Ročno delovno mesto DM107

Datum: 15. 6. 2009 Čas: 0:01:02 Izmena: 13 Delo po del. nalogu-noč.

Prijava stroja Odjava stroja Briši polja

<Filter je prazen> Urečaj..

Ident	ststroja	stpotrditve	stdelnal	zacetekdela	zacetekzastoja	casdelas	caszasto	stvezastojev
113-00460	92012637	1499110	1168445	14.6.2009 22:00:49	14.6.2009 23:46:07	0	0,54922944	
113-00460	92012637	1499130	1168446	14.6.2009 22:00:10	14.6.2009 23:12:11	0	0	
113-00410	53008	1500892	1168641	14.6.2009 22:08:30		0	0,51190083	
113-00410	71012648	1500879	1168641	14.6.2009 22:08:30		0	0,51190083	
113-00410	92012646	1500889	1168641	14.6.2009 22:08:30		0	0,51190083	
113-00490	13036	1476506	1165782	14.6.2009 22:00:00		0	0	
113-00490	13036	1495152	1167962	14.6.2009 23:16:31		0	0	

Slika 32: Modul »ročni vnos stroja«

Odjava se izvede, ko se delo na liniji konča. Vpiše se številko operacije/potrditve. Če je stroj prijavljen, se v seznamu označijo vrstice, ki pripadajo strojem na tem delovnem nalogu.

Načeloma je čas med prijavo in odjavo dela stroja/linije krajši od časa med prijavo in odjavo dela delavca.

5.3.3.5 Menjava naloga

Na liniji se po določenem številu izdelanih kosov doseže količina na delovnem nalogu. To najprej opazi delavec, ki potrjuje polne embalaže na koncu linije. V maski je vidno število razpisanih izdelkov in število do takrat potrjenih izdelkov na trenutnem delovnem nalogu.

Ko se količini izenačita, mora delavec to javiti delovodji. Na liniji je treba menjati delovni nalog, da se naslednji izdelki vnašajo na nov delovni nalog. To naredi delovodja v aplikaciji »SynaproT - servis« s pomočjo modula »menjava naloga«.

Po potrditvi se vsem prijavljenim delavcem in strojem avtomatično naredi odjava dela na delovnem nalogu, ki ga odjavljamo, in istočasno prijava dela na nov delovni nalog, ki ga izbere delovodja.

Zatem delo poteka po ustaljenem načinu na novem delovnem nalogu.

5.3.3.6 Prikaz šifrantov

Vsi šifranti, ki vsebujejo podatke za delo v terminalskem in nadzornem delu (na primer seznam delovnih nalogov, seznam operacij/potrditev, seznam delavcev, seznam strojev, seznam vrst zastojev, seznam vrst izmeta), se osvežujejo iz poslovnega sistema (ERP). Moduli so namenjeni pregledu teh podatkov. Dodajanje, brisanje in urejanje se izvaja v poslovnem sistemu.

5.3.3.7 Pregled prijavljenih delavcev

Modul »stanje« kaže vse prijave, ki so bile uspešno opravljene in imajo vse potrebne podatke za nadaljnje delo (Slika 33). Te so vnesli ali delavci na terminalih s prijavo dela ali pa je delovodja dopolnil manjkajoče podatke v modulu »nerazporejeni«.

Ko delavci na terminalih uspešno izvedejo odjavo dela, se vrstice s pripadajočo številko kartice delavca zbrisejo.

V seznamu prijav so vidne tudi prijave strojev, ki so bile narejene v modulu »ročni vnos stroja«. Zbrisejo se ob njihovi odjavi.

ststroja	stdek	priimek	ime	stpotrditve	zacetekdela	zacetekzastoja	stizmene	idterminala	ststanja
13039	62909531	Rujman	Seka	1503994	14.6.2009 6:43:42		11	000.000.000.0004	0
13039	62909254	Bole	Miha	1503994	14.6.2009 6:43:42		11	000.000.000.0004	0
13039	62005141	Žmavc	Nuška	1503988	14.6.2009 5:54:13		13	000.000.000.0004	0
13039	62001235	Ajšmak	Marija	1503988	14.6.2009 5:46:18		13	000.000.000.0004	0

Slika 33: Modul »stanje«

S pregledom teh podatkov lahko ugotovimo, ali kakšna prijava manjka in ali je napačna. Manjkajočo prijavo se naredi na terminalu, napačno prijavo pa se ali zbrise in znova prijavi ali pa naredi menjavo naloga, če je ta vzrok napake.

Delovni nalog: Id izdelka: Naziv del. naloga:

Potrditev: Tip potrditve: Naziv potrditve:

Stroj: Št. del. mesta: Naziv stroja:

Delavec: Št. kartice: Ime in priimek:

Terminal: IP terminala: Naziv terminala:

Izmena: Naziv izmene:

Datum: Čas: <- prenesi iz tabele

Potrdi Prekliči

Slika 34: Vnos nove potrditve

V modulu imamo tudi možnost že prijavljenega delavca razporediti na dodaten delovni nalog, operacijo/potrditev in stroj. To naredimo z gumbom »Nova potrditev«. Odpre se oblika za vnos podatkov (Slika 34). Po potrditvi se na seznam prijav doda nov zapis.

5.3.3.8 Pregled končanih prijav

V naši aplikaciji je najpomembnejši in najbolj uporaben modul »proizvodnja«. Ta prikazuje podatke o vseh končanih prijavah.

št. delav	priimek	ime	št. stroja	št. potrditve	tipo	št. del.ne	koda izdelka	naziv del.nal
62000995	Mizic	Marija	13036	1476491	ZS14	1165781	271.532-017	Kroglični modul 113
62005101	Kotnik	Janica	13036	1476491	ZS14	1165781	271.532-017	Kroglični modul 113
62005487	Nastja	Majda	13036	1476491	ZS14	1165781	271.532-017	Kroglični modul 113
62909086	Oman	Seka	13036	1476491	ZS14	1165781	271.532-017	Kroglični modul 113

Slika 35: Modul »proizvodnja«

Seznam vsebuje polja:

- št. delavca, priimek, ime,
- št. stroja,
- št. operacije/potrditve, tip operacije,
- št. delovnega naloga, koda izdelka, naziv,
- datum – datum prijave,
- čas stroja, čas delavca – razlika med prijavo in odjavo, z odštetimi zastoji,
- enota – enota za količino izdelkov, npr. kos, kg, par ...,
- št. dobrih kosov, št. dodelave, št. slabih kosov, vrsta izmeta,
- št. terminala – na katerem je bila narejena prijava,
- izmena, začetek, konec dela,
- izmenaround, začetekround, konecround – polja, namenjena zaokroževanju podatkov po določenem algoritmu s strani stranke.

Na koncu seznama so tudi polja za nadzor prenosov v poslovni sistem in bodo podrobneje opisana v poglavju o prenosih. Enako velja tudi za gumba »Storno« in »Ponovi prenos«.

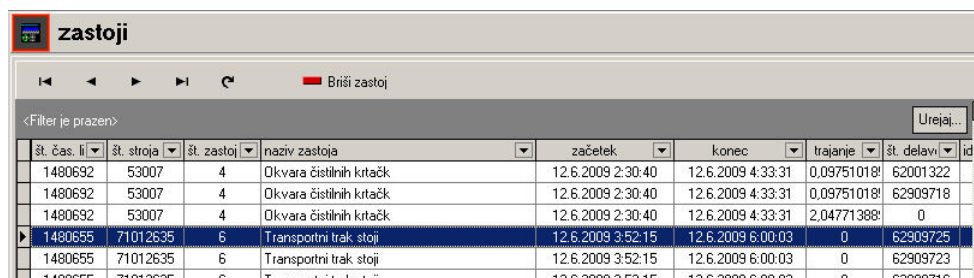
Gumb »Kontrolni list« je namenjen tiskanju poročila s podatki za preverjanje pravilnosti vnosov. S tem delovodje lažje predstavijo morebitne napake. Poročilo izpisujemo za določeni dan, izmeno in operacijo/potrditev, poleg vnesenih parametrov pa vsebuje še:

- število izdelanih dobrih, slabih in dodelanih kosov,
- čas dela delavcev, čas dela strojev,
- seznam vseh prijav in odjav delavcev in strojev.

5.3.3.9 Pregled končanih zastojev

V tem modulu se pregledujejo zapisi, ki so vezani na prijavo in odjavo zastoja (Slika 36). Uporabnik vidi, kdaj se je zastoj začel in končal, na katerem stroju je bil javljen, kdo je takrat na njem delal in katera operacija/potrditev se je takrat opravljala, predvsem pa, za kakšno vrsto zastoja je šlo.

Na osnovi teh podatkov uporabniki sprejemajo odločitve in ukrepe o zmanjšanju zastojev.



št. čas. li	št. stroja	št. zastoj	naziv zastoja	začetek	konec	trajanje	št. delavi	id
1480692	53007	4	Okvara čistilnih krtačk	12.6.2009 2:30:40	12.6.2009 4:33:31	0,09751018	62001322	
1480692	53007	4	Okvara čistilnih krtačk	12.6.2009 2:30:40	12.6.2009 4:33:31	0,09751018	62909718	
1480692	53007	4	Okvara čistilnih krtačk	12.6.2009 2:30:40	12.6.2009 4:33:31	2,04771388	0	
▶ 1480655	71012635	6	Transportni trak stoji	12.6.2009 3:52:15	12.6.2009 6:00:03	0	62909725	
1480655	71012635	6	Transportni trak stoji	12.6.2009 3:52:15	12.6.2009 6:00:03	0	62909723	
1480655	71012635	6	Transportni trak stoji	12.6.2009 3:52:15	12.6.2009 6:00:03	0	62909716	

Slika 36: Modul »zastoji«

Podatki o zastoju se v našem primeru ne prenašajo v poslovni sistem.

5.3.3.10 Pregled prijavljenega materiala in izmeta materiala

Modula za pregled materiala vsebujeta prikaz tabele, v kateri so vpisani podatki o materialih, ki so bili uporabljeni na liniji, in o izmetu materiala. Ti podatki so prek matične številke delavca povezani s tabelo končanih prijav dela in zastojev.

Prikaz tabele vsebuje komponento, ki omogoča preprosto:

- grupiranje,
- filtriranje in
- izvoz

podatkov za podrobnejše analize.

5.4 Replikacija podatkovne baze

Podatkovna baza primarno deluje na podatkovnem strežniku. Ta ima za zagotavljanje varnosti diskovno polje RAID1 (mirror). Priključen je na UPS-napravo, ki v primeru daljšega izpada napetosti poskrbi za pravilno ustavitev strežnika.

To pa ne odpravlja drugih tveganj, kot so okvare na disku in preostali strojni opremi (na primer okvara napajalnika, matične plošče, mrežne kartice ...). Da bi bila ta tveganja manjša in da bi se hitreje vzpostavile razmere za normalno delovanje sistema, sem se odločil za replikacijo podatkovne baze na sekundarni strežnik.

Replikacija je podprta v podatkovni bazi MySQL. Gre za replikacijo med glavnim/nadrejenim podatkovnim strežnikom (»master«) in podrejenem strežnikom (»slave«). Podrejenih strežnikov je lahko več. Replikacija deluje asinhrono, kar pomeni, da ni nujno, da je povezava med strežnikoma vedno vzpostavljena. Glede na nastavitve je možno replicirati vse podatkovne baze, izbrane baze ali le izbrane tabele.

V osnovi replikacija poteka skozi sistem binarnega logiranja. Nadrejeni podatkovni strežnik zapisuje spremembe na bazi kot dogodke v binarno log datoteko. Podrejeni strežnik je nastavljen za branje te datoteke in za izvajanje teh dogodkov na lokalni bazi.

Nadrejeni strežnik shranjuje vse dogodke in se podrejenih strežnikov ne zaveda. Binarna log datoteka je posredovana podrejenemu strežniku. Če bi imeli več podrejenih strežnikov, bi vsi dobili enake podatke. Katere dogodke bo uporabil posamezni strežnik, je odvisno od njega samega oz. njegovih nastavitvev.

Podrejeni strežnik sam skrbi za vzpostavljanje povezave in sledenje, do kod so bili preneseni in obdelani podatki iz nadrejenega strežnika. Ta izvaja operacije nemoteno.

Oba strežnika morata imeti nastavljeno unikatno številko strežnika. Podrejenemu je treba nastaviti še podatek o imenu nadrejenega strežnika, ime log datoteke in pozicijo znotraj

datoteke. To se nastavlja s pomočjo ukaza »CHANGE MASTER TO«. Nastavitve se shranijo v datoteko »master.info«.

V nadaljevanju bom opisal postopek vzpostavitve replikacije [10]:

1. Na nadrejenem strežniku sem naredil novega uporabnika za namen replikacije. Uporabniku damo pravico le na »REPLICATION SLAVE«. Pomembno je, da je uporabnik ločen od preostalih na bazi, saj bosta uporabniško ime in geslo vpisani v datoteki master.info v nekriptirani obliki.

Novega uporabnika naredimo z ukazom:

```
mysql> GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'repl'@'%' IDENTIFIED BY 'geslo';
```

2. Za delovanje replikacije sem na nadrejenem strežniku vzpostavil binarno logiranje in nastavljal unikatno številko strežnika (znotraj skupine za repliciranje).

V datoteki »my.ini« je napisana nastavitvev:

```
[mysqld]
log-bin=mysql-bin
server-id=1
```

3. Na podrejenem strežniku sem nastavljal le unikatno številko strežnika.

V datoteki »my.ini« je napisana nastavitvev:

```
[mysqld]
server-id=2
```

4. Za pravilno nastavitvev moramo pridobiti pravilne podatke o imenu binarne datoteke in trenutni poziciji. S tem bomo začeli replikacijo točno v tej točki.

Z naslednjim ukazom ustavimo vpisovanje novih podatkov:

```
mysql> FLUSH TABLES WITH READ LOCK;
```

Z naslednjim ukazom dobimo zelene podatke:

```
mysql > SHOW MASTER STATUS;
+-----+-----+-----+-----+
| File           | Position | Binlog_Do_DB | Binlog_Ignore_DB |
+-----+-----+-----+-----+
| mysql-bin.001 | 73       | synaprotprod | mysql              |
+-----+-----+-----+-----+
```

5. Za vzpostavitev replikacije potrebujemo stanje v bazah na obeh strežnikih. To lahko naredimo na dva načina.

Prvi je, da z uporabo ukaza »mysqldump« shranimo podatke v datoteko v obliki SQL-ukazov. To prenesemo na podrejeni strežnik in tam naredimo uvoz podatkov. Ta način je primeren, če imamo majhno število podatkov.

Pri drugem načinu pa gre za prenos baznih datotek v obliki, v kakršni so na nadrejenem strežniku. Ker uvoz ni potreben, je ta način primeren za baze, ki vsebujejo veliko podatkov. Slaba stran uporabe podatkovnega pogona InnoDB je, da so podatki o vseh bazah shranjeni v eni datoteki, zaradi česar ni možen prenos le ene baze.

Z ustavitvijo windows servisa »MySQL5« onemogočimo vpisovanja v bazo in zaklepanje datotek, v katere se vpisujejo podatki.

To naredimo z ukazom:

```
C:\>net stop »MySQL5«
```

Prekopiramo podatke iz mape \MySQL\Data na podrejeni strežnik. Pri tem spustimo »master.info« in binarne datoteke.

Na nadrejenem strežniku poženemo podatkovni server in odklenemo tabele za pisanje z ukazoma:

```
C:\>net start »MySQL5«
```

```
mysql> UNLOCK TABLES;
```

6. Na podrejenem ponovno zaženemo podatkovni strežnik z ukazoma:

```
C:\>net stop »MySQL5«
```

```
C:\>net start »MySQL5«
```

7. Na podrejenem strežniku vpišemo nastavitve:

```
mysql> CHANGE MASTER TO
-> MASTER_HOST='192.168.10.1',
-> MASTER_USER='repl',
-> MASTER_PASSWORD='geslo',
-> MASTER_LOG_FILE='mysql-bin.001',
-> MASTER_LOG_POS=73;
```

8. In zaženemo replikacijo z ukazom:

```
mysql> START SLAVE;
```

Delovanje nadrejenega strežnika preverjamo z ukazom:

```
mysql> SHOW MASTER STATUS;
```

Delovanje podrejenega strežnika pa z ukazom:

```
mysql> SHOW SLAVE STATUS;
```

Tu preverjamo predvsem vrednosti polj »Slave_IO_Running« in »Slave_SQL_Running«. Če imata obe vrednosti »Yes«, potem replikacija deluje normalno. Če pa je katera vrednost »No«, potem v vpisih v log datoteki »ime_streznika.err« vidimo vrsto napake. V veliko primerih so zraven napak vpisana tudi navodila za njihovo odpravo.

Za obveščanje o nedelovanju replikacije na strežniku deluje skripta, ki ob napaki pošlje e-pošto z obvestilom.

Izkušnje z uporabo replikacije so zelo pozitivne, saj se je pokazalo, da je nastavitev dokaj preprosta. Če pride do težav, lahko te preprosto odpravimo s pomočjo širokega nabora ukazov, ki so podprti.

Na primer možna je restavracija replikacije v točki, kjer so se pojavile težave.

V primeru izpada nadrejenega strežnika je definiran postopek zamenjave IP-jev nadrejenega in podrejenega strežnika, ki ga izvede sistemski administrator brez znanja o podatkovni bazi in v nekaj minutah vzpostavi sistem za normalno delovanje. Osnovni koraki postopka:

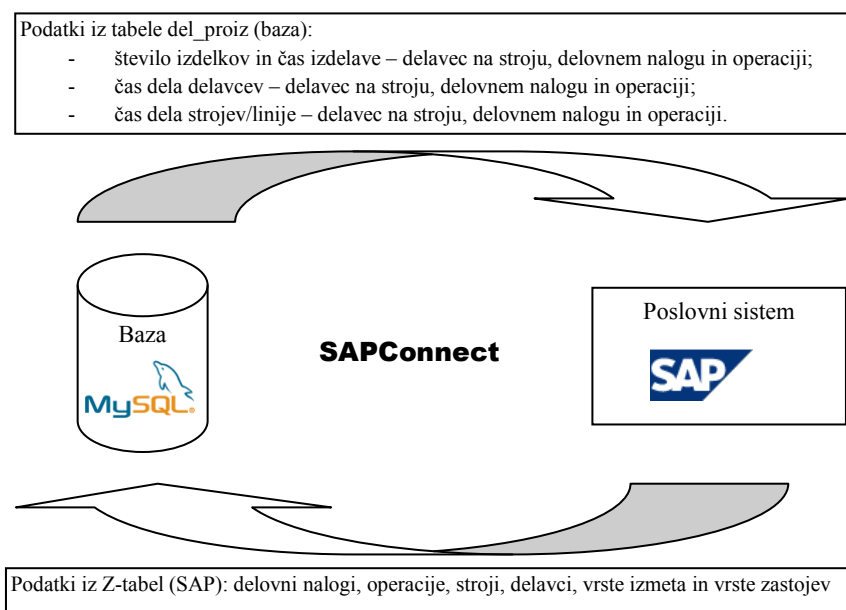
- nadrejeni strežnik se izključi in odklopi mrežni kabel,
- podrejenemu strežniku se nastavi IP-naslov nadrejenega,
- nadaljuje se normalno delo na bazi podrejenega strežnika; obstaja možnost, da bo treba zaradi napak v povezavi aplikacije na podatkovni strežnik aplikacijo ponovno zagnati.

Replikacija se znova vzpostavi ob servisnem posegu zunanjega strokovnjaka za MySQL. Poseg je treba izvesti čim hitreje, saj sistem ta čas deluje na enem strežniku. Varnostno tveganje je zato do ponovne vzpostavitve povečano.

Ob razširitvah sistema je možno uporabiti replikacijo tudi za razporeditev obremenitve strežnikov, ločitev strežnika za analitične obdelave in prenos podatkov na oddaljene lokacije z možnostjo SSL-kodiranja.

6 Povezava med proizvodnim in poslovnim informacijskim sistemom

Osnovni namen proizvodnega informacijskega sistema je zagotavljanje podatkov za poslovni informacijski sistem (Slika 37). Ti morajo biti čim prej preneseni, da so na voljo za nadaljnje obdelave.



Slika 37: Izmenjava podatkov med proizvodnim in poslovnim sistemom

V našem primeru je podjetje uporabljalo poslovni sistem SAP.

Za prenos je možno uporabiti več tehnologij:

- izmenjava tekstovnih datotek,
- RFC (Remote Function Call),
- IDOC (Intermediate Document),
- spletni servisi (Web services),
- XI (Exchange Infrastructure).

Tekstovne datoteke so precej preprosta rešitev. Treba je definirati protokol, po katerem poteka izmenjava med podatki v bazi in SAP-om. Pomanjkljivost je slaba diagnostika, ko pride do težav med prenosi.

Za uporabo RFC je treba uporabiti komponente ActiveX. Komponente so sestavni del inštalacije SAP-klienta. Za uporabo tako razvite aplikacije je vedno potrebna tudi inštalacija SAP-klienta enake različice, kot so bile uporabljene ActiveX komponente pri razvoju. Če se v aplikaciji s pomočjo komponent kliče standardne SAP-funkcije, pri prehodu na novo različico SAP-a ne bi smelo biti težav.

IDOC je naprednejša rešitev. Gre za izmenjavo XML-datotek. Podpora je sicer integrirana v poslovni sistem, toda za uvedbo predvsem na strani SAP-a je potrebno specifično znanje. Podjetje je v temu primeru zahtevalo, da se za ta način uporabi certificiran SAP-vmesnik. Stroški certificiranja so precej visoki, če bi to naredili za naš vmesnik. Posledično so tudi take rešitve drugih ponudnikov drage.

Spletni servisi so ena izmed pogosteje uporabljenih tehnologij. Na strani SAP-a je treba napisati spletni servis, ki je bolj splošen kot RFC. Pri prehodu na novo različico obstaja možnost, da je treba narediti popravke spletnih servisov. Zaradi razširjenosti in velikega števila pa to ni preprosto delo, saj je treba preverjati pravilnost delovanja vsakega sistema, ki je na ta način povezan s poslovnim sistemom. Podjetja, ki nimajo močne interne SAP-podpore, se temu izogibajo.

Tehnologija XI je sestavni del poslovnega sistema in je zato tudi najboljše integrirana. Namenjena je podjetjem, ki imajo zelo veliko povezav z zunanji sistemi in veliko prenosov. Slaba lastnost je ta, da je treba komponento posebej plačati.

Izbira je precej odvisna od poznavanja tehnologij. Odločili smo se za RFC-način komuniciranja.

Za namen prenosov smo razvili aplikacijo »SAPConnect« (Slika 38). V aplikacijo smo integrirali komponente ActiveX za SAP. Uporabniški računalnik, ki uporablja to aplikacijo, mora imeti inštaliranega tudi SAP-klienta.

Ko aplikacijo poženemo, je vidna osnovna maska na sliki. Na njej so vidna polja za nastavitve. Leva stran je namenjena vnosu podatkov za povezavo na SAP (siv okvirček z opisom »SAP«), desna pa za povezavo na podatkovni strežnik proizvodnega sistema (siv okvirček z opisom »SYNAPROT«).

SAP-nastavitve je podalo podjetje, kjer smo aplikacijo integrirali. Na tem mestu bi še izpostavil, da vsebuje poslovni sistem SAP tri ločene sisteme:

- razvojni, namenjen SAP-programerjem,
- testni, namenjen testiranju novih SAP-programov in drugim testom,
- produkcijski, dejanski sistem v uporabi v podjetju.

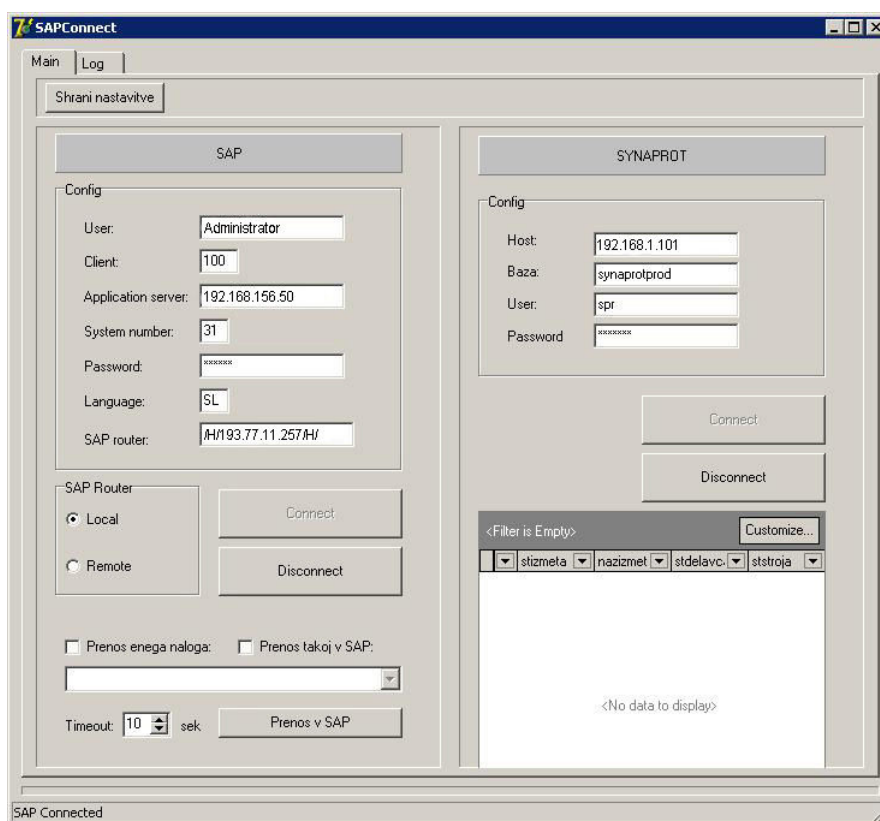
Razvojni za nas ni zanimiv, zelo koristen pa je testni sistem. Na njem smo opravili glavna testiranja tudi proizvodnega informacijskega sistema pred dejansko uporabo.

To arhitekturno rešitev, da imamo pri stranki ločen testni in produkcijski sistem prav po tem principu, uporabljamo na vseh večjih sistemih. Podrobneje je rešitev opisana v poglavju 5.2.1.

V aplikaciji »SAPConnect« se odvisno od sistema spremenita polji »Application server« in »System number«. Druga ostane enaka.

Pomembna nastavitve je tudi polje »SAP router«. To se upošteva, če je v okvirčku z imenom »SAP Router« izbrana opcija »Remote«. To pomeni, da aplikacijo poganjamo zunaj LAN-

omrežja podjetja in do centralnega SAP-strežnika dostopamo prek interneta, brez posebne VPN-povezave.



Slika 38: Aplikacija »SAPConnect« – maska za prenos v ERP

Preostale nastavitve so običajne, uporabnik in geslo, »Client« je vedno 100, parameter »Language« je nastavljen na SL. Povezavo izvedemo s pritiskom na gumb »Connect«. Rezultat uspešnosti povezovanja se izpiše v statusno vrstico spodaj. Na sliki je izpisan status »SAP Connected«.

Nastavitve za podatkovni strežnik so standardne – ime računalnika ali IP, ime baze, uporabnik in geslo. Povezavo izvedemo s pritiskom na gumb »Connect«. Rezultat je izpisan v statusni vrstici.

Drugi parametri, na levi strani spodaj, so namenjeni prenosu v SAP in bodo opisani spodaj.

Prenosi v poslovni sistem se izvajajo centralno na podatkovnem strežniku. V aplikaciji »Task Scheduler« je nastavljena aktivnost, ki se izvaja ob določenih urah.

Vse aktivnosti sprožijo isto aplikacijo z različnimi parametri. Različni prenosi se lahko izvajajo vzporedno. Izvajanje več instanc istega tipa prenosa ni dovoljeno, če pa pride do tega, se vse naslednje instance, razen prve, avtomatično zaprejo. To se tudi logira v log datoteko.

Prav tako se izvaja logiranje vseh aktivnosti v lokalno datoteko. Shranijo se podatki uspešnih prenosov in morebitne napake. Ti podatki se vpišejo tudi v statusna polja v tabeli, ki vsebuje podatke za prenos v poslovni sistem (Slika 41).

6.1 Vhod: šifranti iz SAP-a

Prenos podatkov iz SAP-a lahko sprožimo v aplikaciji »SAPConnect« na zavihku »Log« (Slika 39).

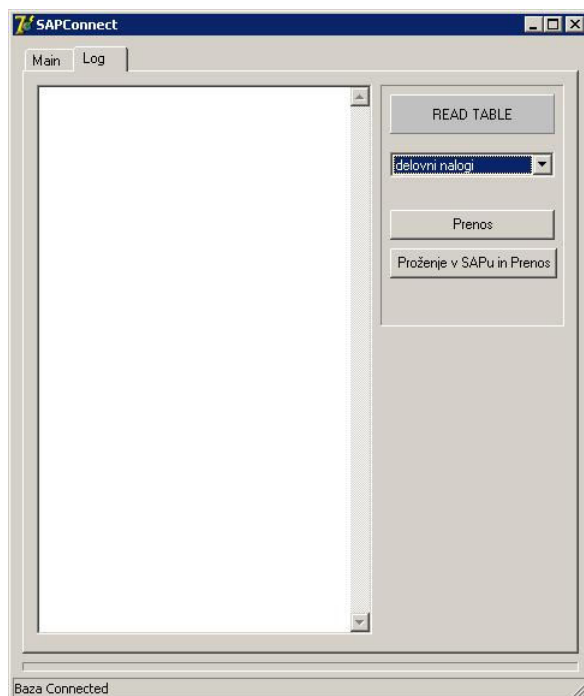
Pod sivim opisom »READ TABLE« izberemo vrsto šifranta, ki ga želimo prenesti iz SAP-a in osvežiti v podatkovni bazi. Ob pritisku na gumb »Prenos« se prenesejo podatki iz namenske tabele (t. i. Z-tabela) v SAP-u, podatki v njej pa se osvežujejo z ukazom v SAP-u. Tako osvežimo le podatke za določeni šifrant.

Preprostejša izbira je pritisk na gumb »Proženje v SAP-u in Prenos«. Ta najprej sproži osvežitev vseh namenskih Z-tabel v SAP-u. Ko je osvežitev končana, se izvede prenos šifrantov v teh tabelah v našo podatkovno bazo.

Ta postopek se izvaja na strežniku avtomatsko. Ko aplikacijo poženemo s parametrom za branje podatkov, ta v ozadju sproži »Proženje v SAP-u in Prenos«. Za ta namen sta na podatkovnem strežniku nastavljena prenosa:

- prenos iz testnega sistema SAP v testno podatkovno bazo,
- prenos iz produkcijskega sistema SAP v produkcijsko podatkovno bazo.

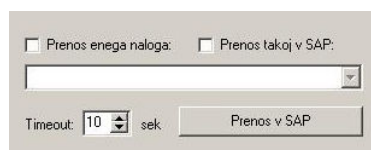
Prenos se logira v lokalno log datoteko. Če prenos izvajamo ročno s pritiskom na gumb, se logirani podatki izpisujejo tudi v aplikaciji.



Slika 39: Aplikacija »SAPConnect« – maska za prenos iz ERP

6.2 Izhod: obdelani podatki v SAP

Prenos podatkov v SAP lahko poženemo na osnovni maski »Main«. Levo spodaj so polja za izvedbo prenosa (Slika 40).



Slika 40: Polja za prenos v SAP

Ko je aplikacija uspešno povezana na SAP in na podatkovni strežnik, lahko izvedemo prenos podatkov v SAP s pritiskom na gumb »Prenos v SAP«.

Aplikacija poišče vse delovne naloge, ki še niso bile prenesene in jih prek komponent ActiveX vpiše v Z-tabele v poslovnem sistemu. Ko so vpisani vsi podatki, pošlje ukaz SAP-u, da so podatki pripravljene za obdelavo. Podatki se prenašajo zaporedno za vsak nalog. Zaradi zakasnitve procesiranja v poslovnem sistemu aplikacija čaka med nalogi nekaj sekund (opcija »Timeout«), preden nadaljuje z naslednjim. Če te zakasnitve ni, sistem javi napako, da še ni obdelal tekočih podatkov.

Prenos se logira tudi v lokalno log datoteko in v statusna polja v tabeli, ki vsebuje podatke za prenos (Slika 41).

Ob izbiri opcije »Prenos enega naloga« se spodaj napolni polje s seznamom delovnih nalogov, ki še niso bili preneseni. Ko izberemo neki nalog, lahko izvedemo prenos le za ta nalog. Opcija je uporabna, če želimo prioriteto poslati v poslovni sistem podatke za neki delovni nalog.

Za avtomatsko izvajanje so na podatkovnem strežniku nastavljeni prenosi:

- prenos v testni sistem SAP iz testne podatkovne baze,
- prenos v produkcijski sistem SAP iz produkcijske podatkovne baze,
- takojšnji prenos v testni sistem SAP iz testne podatkovne baze,
- takojšnji prenos v produkcijski sistem SAP iz produkcijske podatkovne baze.

Zadnja dva sta nastavljena za takojšnji prenos določenih delovnih nalogov. Vsako minuto se izvaja preverjanje, ali obstaja kakšen zapis za prenos. Teh nalogov je malo in jih od drugih ločimo po dodatnem polju v šifrantu.

Normalno se prenosi izvajajo vsaki dve uri.

	konecground	prenos	sapzapst	sapnum	sapsendretry	sapstatus	sapmsg	sapcas
>	8.6.2009 9:47:19	P	27	100	0	I	Potrditev naloga 000001167507 je shranjena	8.6.2009 10:05:03
	8.6.2009 9:51:04	P	22	100	0	I	Potrditev naloga 000001167508 je shranjena	8.6.2009 10:06:05
	8.6.2009 10:03:51	P	10	100	0	I	Potrditev naloga 000001167538 je shranjena	8.6.2009 11:21:59
	8.6.2009 10:23:23	P	1	100	0	I	Potrditev naloga 000001167965 je shranjena	8.6.2009 10:31:01
	8.6.2009 10:24:30	P	10	100	0	I	Potrditev naloga 000001167538 je shranjena	8.6.2009 11:21:59
	8.6.2009 10:27:37	P	2	100	0	I	Potrditev naloga 000001167965 je shranjena	8.6.2009 11:23:26

Slika 41: Statusna polja prenosa v poslovni sistem

Podrobnejši opis statusnih polj za prenos v poslovni sistem v aplikaciji »SynaproT servis« – modul »proizvodnja«:

- prenos – ko se generira nov končan zapis iz terminala za prenos v poslovni sistem, ima vrednost »/«. Po prenosu se vrednost spremeni v »P«, če je bil uspešen. Če je prišlo do napak, se vpiše vrednost »E«.
- sapzapst – je zaporedna številka zapisa v SAP-u, ki se nanaša na določeni delovni nalog in operacijo/potrditev.
- sapnum – je vrednost, kateri klient je vnašal podatke. Številka je enaka polju »Client« v aplikaciji »SAPConnect«.
- sapsendretry – število ponovitev prenosa. Število ponovitev je omejeno. Če dobimo ob prenosu napako »Nalog zaklenjen, ker ga obdeluje drugi uporabnik«, ga označimo za ponoven prenos, vrednost polja pa povečamo za ena.
- sapstatus – polje vsebuje informacijo o tem, ali je bil prenos uspešen ali ne.
- sapmsg – vsebuje sporočilo iz SAP-a. Pomemben je predvsem v primeru napake pri prenosu, ker vsebuje opis napake.
- sapcas – vsebuje čas, ko je bil zapis poslan v SAP. Če gre za več ponovitev, vsebuje čas zadnjega poskusa.

Za administracijo prenosov sta pomembna tudi dva gumba:

- »Storno« omogoča storniranje že prenesenega zapisa v SAP-u. Namen je predvsem zagotavljanje konsistentnosti števila kosov v proizvodnem in poslovnem sistemu. To se nanaša na izračun količine, ki je bila že izdelana na nekem delovnem nalogu. Preseganja te količine ne dovolimo.
- »Ponovi prenos« omogoča, da katerikoli zapis ponovno označimo za pošiljanje v poslovni sistem. V polje »Prenos« se vpiše vrednost »/«.

S tem imamo v aplikaciji »SynaproT servis« dober nadzor nad dogajanjem pri prenosih iz proizvodnega sistema v poslovni sistem SAP.

7 Sklepi

V diplomski nalogi je predstavljena integracija proizvodnega informacijskega sistema. Izvedba je bila uspešna in se uporablja v produkcijskem okolju. Cilji so realizirani.

Podjetje je z vpeljavo sistema pridobilo podatke za ažurno spremljanje proizvodnje. Na njihovi osnovi lahko sprejema pomembne odločitve za izboljšanje učinkovitosti.

Med izvedbo sem naletel na odpor delavcev, ker je prvotni postopek prijav na terminalih vključeval vnos precej več podatkov. Temu je sledila poenostavitev, tako da je za prijavo dovolj le matična številka, preostale podatke pa doda delovodja na računalniku.

Zaradi razširitve sistema se je pojavila potreba po večji varnosti in hitrejšem odpravljanju morebitnih motenj v delovanju. Ker terminali niso vezani (fizično in informacijsko) na začetno lokacijo, je ob okvari predvidena njihova zamenjava. Za varnosti zajetih podatkov je postavljena replikacija podatkovne baze s preprostim postopkom ukrepanja ob morebitni okvari strežnika.

Za poslovni sistem SAP se je predvidel prenos vsakega zapisa, ki nastane v proizvodnji. Prenos naj bi potekal z največjo hitrostjo, ki jo je narekovala aplikacija »SAPConnect«. SAP mora za vsak prenesen zapis izvajati dodatne procese (knjiženja, naročanja ...). Ko je v tem času dobil za isti delovni nalog nov zapis, je tega ustavil in ga prenesel v posebno tabelo, kjer je bilo treba nadaljnjo obdelavo ročno sprožiti. To je bilo preveč zamudno. Za odpravo te težave sem združil zapise (suma kosov) po delovnih nalogih na določeni interval, ki je določen s časom med dvema prenosoma, v istem prenosu pa sem uvedel zakasnitev med zapisi, ki vsebujejo naslednji delovni nalog.

Sistem je zasnovan tako, da je zajete podatke možno pregledovati v aplikaciji »SynaproT - servis« ali pa jih izvoziti v druga orodja za analize.

Izboljšava je možna z zajemom podatkov, predvsem o številu izdelanih kosov in o zastojih, neposredno iz strojev. S tem se poenostavijo prijave na terminalih, avtomatizira se tiskanje nalepk, obenem pa se zagotovi kakovostnejše podatke.

8 Literatura

- [1] **Ljubič, Tone.** *Planiranje in vodenje proizvodnje.* Ljubljana : Založba Moderna organizacija, 2000.
- [2] *Določanje optimalnega nabora informacijskih terminalov za spremljanje proizvodnje v kosovnih industrijah.* **Kleindienst, Jani in Jurčič Dani, Jani.** Maribor : s. n., 2007. Zbornik pete konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu.
- [3] On the Size of Font. [Elektronski] November 2007. <http://francoisaubin.com/2007/11/18/on-the-size-of-font/>.
- [4] *MySQL Breaks Into the Data Center.* s. l. : Computerworld, October 13, 2003.
- [5] A CIO's Guide to Lower Database TCO. [Elektronski] 2007.
- [6] Maximizing the Business Value of Enterprise Database Applications on a Unix Platform. [Elektronski] 2002.
- [7] 13.4. Overview of MySQL Storage Engine Architecture. *MySQL.* [Elektronski] MySQL AB. <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.1/en/pluggable-storage-overview.html>.
- [8] Operating System Market Share. [Elektronski] April 2009. <http://marketshare.hitslink.com/report.aspx?qprid=8>.
- [9] **Buckler, Craig.** MySQL Cross-Platform Table Naming. *Sitepoint.* [Elektronski] <http://www.sitepoint.com/blogs/2009/05/15/mysql-table-naming/>.
- [10] MySQL :: MySQL 5.0 Reference Manual :: 16 Replication. *MySQL.* [Elektronski] <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/replication.html>.
- [11] Slovar telekomunikacij in informacijskih tehnologij. *LIFE.* [Elektronski] LIFE. <http://slovar.ltfe.org/>.